



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARGA FÚNGICA EN MURCIÉLAGOS DEL BOSQUE
TEMPLADO DE PIEDRA CANTEADA, NANACAMILPA,
ESTADO DE TLAXCALA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

PRESENTA:

TORRES BELTRAN URIEL CARLOS

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. GABRIEL GUTIÉRREZ GRANADOS



CD.MX.

2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mi madre, padre y hermano, gracias por su apoyo incondicional en todo momento, su guía y la educación que me brindaron en cada instante.

A mi asesor, el Dr. Gabriel Gutiérrez Granados, por su atención, apoyo y constante ayuda para la elaboración de mi proyecto.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza el agradecimiento por permitirme hacer el uso de sus instalaciones durante la trayectoria de mis estudios.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por el apoyo de su personal docente y sus instalaciones durante el transcurso de mis estudios en la carrera.

A la Dra. Judith Castellanos Moguel, por su ayuda y guía en el proyecto.

A la Universidad Autónoma Metropolitana por permitir el uso del laboratorio de Micología para la elaboración de esta tesis, así como a los compañeros que ahí conocí y me orientaron y ayudaron durante el proceso de este proyecto.

A todos los profesores que me apoyaron y me alentaron en mis estudios universitarios.

A mis compañeros con los que trabajé tantas horas en las clases diarias y en los laboratorios, quienes ayudaron para poder concluir satisfactoriamente mis estudios.

Al proyecto PAPIIT RA206018 y al proyecto CONABIO ME008 por el apoyo para el trabajo de campo y la compra de material.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

“ZARAGOZA”

DIRECCIÓN

**JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E.**

Comunico a usted que el alumno **TORRES BELTRÁN URIEL CARLOS**, con número de cuenta **414012259**, de la carrera de Biología, se le ha fijado el día **05 de marzo de 2019** a las **11:00 hrs.**, para presentar examen profesional, el cual tendrá lugar en esta Facultad con el siguiente jurado:

PRESIDENTE M. en C. MARÍA DE LAS MERCEDES LUNA REYES

M. Luna Reyes

VOCAL Dr. GABRIEL GUTIÉRREZ GRANADOS

G. Gutiérrez Granados

SECRETARIO Biól. CRISTÓBAL GALINDO GALINDO

C. Galindo Galindo

SUPLENTE Biól. MARCO ANTONIO HERNÁNDEZ MUÑOZ

M. Hernández Muñoz

SUPLENTE M. en C. NICTÉ RAMÍREZ PRIEGO

N. Ramírez Priego

El título de la tesis que presenta es: **Carga fúngica en murciélagos del bosque templado de Piedra Canteada, Nanacamilpa, Estado de Tlaxcala.**

Opción de titulación: Tesis.

Agradeceré por anticipado su aceptación y hago propia la ocasión para saludarle.

ATENTAMENTE
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

Ciudad de México, a 05 de febrero de 2019

DR. VICENTE JESÚS HERNÁNDEZ ABAD

DIRECTOR

ZARAGOZA

DIRECCIÓN

José Luis Gómez Márquez

VO. BO.

Dr. JOSÉ LUIS GÓMEZ MÁRQUEZ
JEFE/DE CARRERA

RECIBÍ
OFICINA DE EXÁMENES
PROFESIONALES Y DE GRADO

Resumen

Este proyecto tiene como enfoque principal la determinación de la carga fungica epidérmica superficial en los murciélagos. Los cuales fueron colectados en un bosque templado en el estado de Tlaxcala, en colindancia con el estado de Puebla. Los métodos de captura de los murciélagos se realizaron a través de redes de niebla, colocadas en la periferia de un cuerpo de agua y redes de golpeo, las cuales fueron utilizadas en los alrededores de las cabañas. Se capturaron seis hembras y catorce machos de once especies diferentes de murciélagos, los cuales en su mayoría pertenecieron a la familia Vespertilionidae y solo uno a la familia Natalidae. A los cuales se les hizo una toma de muestras a cada uno de los murciélagos recolectados, realizándoles frotis con dos hisopos estériles sobre la superficie corporal del organismo, en el cuerpo y en las alas. Con las muestras obtenidas se realizaron las siembras de los microhongos en los medios de cultivo de Agar Rosa de Bengala y Agar de Czapek, estos medios tienen una mayor proliferación para el desarrollo de hongos. De los hongos que se desarrollaron en los medios de cultivos se identificaron un total de trece géneros, los cuales se distribuyeron en once familias distintas. El total de hongos identificados fue de 329 hongos de distintos generos divididos en diferentes proporciones entre los dos medios de cultivo, 58% de los hongos Agar Rosa de Bengala y 42% en Agar de Czapek. Los dos generos mas abundantes fueron *Penicillium*, encontrado en todos los murcielagos y *Aspergillus* encontrado en casi todos los murcielagos, menos en *Lasiurus ega*, con el 28% y 24% del total respectivamente y con menor abundancia encontramos a los géneros *Aureobasidium* en *Myotis californicus*, *Beauveria* en *Pipistrellus hesperus* y *Verticillium* en *Myotis auriculus*. El total UFC identificadas fue de 3238, las cuales se distribuyeron principalmente en *Lasiurus cinereus* y *Myotis velifer*, los géneros de hongos que presentaron la mayor abundancia de colonias fueron *Penicillium* y *Scopulariopsis*, con 978 UFC y 873 UFC respectivamente.

Abstract

The main objective of this project is the determination of the superficial epidermal fungal load in bats. Organisms collected in a temperate forest in the state of Tlaxcala, near the state of Puebla. Bats captured through mistnets, placed in the periphery of a body of water and striking nets, which were used to collect bats in the surroundings of the huts. Six females and fourteen males of eleven different bat species were captured, most of which belonged to Vespertilionidae family and only one was of Natalidae family. To which each of the collected bats was sampled, with two sterile swabs on the body surface of the body, on the body and on the wings. With the obtained samples, micro-fungal sowings were made in the cultivation media of Rose Bengal Agar and Czapek Agar; these media have a greater proliferation for the development of fungi. Of the fungi that developed in the culture media, a total of thirteen genera were identified, which were distributed in eleven different families. The total number of fungi identified was 329 fungi of different genera divided into different proportions between the two culture media, 58% of the Agar Rose of Bengal fungi and 42% of Agar de Czapek. The two most abundant were *Penicillium*, found in all the bats and *Aspergillus* found in almost all bats except in *Lasiurus ega*, with 28% and 24% of the total respectively and less abundant are the genera *Aureobasidium* in *Myotis californicus*, *Beauveria* in *Pipistrellus hesperus* and *Verticillium* in *Myotis auriculus*. Total UFC 3238 was identified, which were mainly distributed in *Lasiurus cinereus* and *Myotis velifer*, genera of fungi that showed the highest abundance of colonies were *Penicillium* and *Scopulariopsis*, with 978 CFU and 873 CFU, respectively.

Índice

Portada	I
Agradecimientos	III
Resumen	V
Abstract	VI
Índice	VII
1.- Introducción	1
2.- Marco teórico	2
3.- Planteamiento del problema	4
4.- Hipótesis	4
5.- Objetivos	5
5.1.- Objetivo general	5
5.2.- Objetivos particulares	5
6.- Justificación	5
7.- Zona de estudio	5
8.- Material y método	6
8.1.- Trabajo de laboratorio	8
8.1.1.- Tween 80	8
8.1.2.- Medio Agar Rosa de bengala	8
8.1.3.- Medio Czapek	9
8.1.4.- Determinación de los hongos	9
9.- Resultados	11
9.1.- Hongos encontrados en los murciélagos	14
9.1.1.- Descripción de la carga fúngica por especie de murciélago	16

9.2.- Unidades formadoras de colonias	23
9.3.- Relación del número de colonias con cada especie de murciélago	25
9.4.- Hongos identificados	26
9.4.1.- Familias de hongos	29
9.4.2.- Géneros de hongos	30
9.4.2.1.- <i>Acremonium</i>	30
9.4.2.2.- <i>Alternaria</i>	32
9.4.2.3.- <i>Aspergillus</i>	34
9.4.2.4.- <i>Aureobasidium</i>	36
9.4.2.5.- <i>Beauveria</i>	37
9.4.2.6.- <i>Bispora</i>	38
9.4.2.7.- <i>Cladosporium</i>	40
9.4.2.8.- <i>Fusarium</i>	42
9.4.2.9.- <i>Penicillium</i>	44
9.4.2.10.- <i>Scopulariopsis</i>	45
9.4.2.11.- <i>Stachybotrys</i>	47
9.4.2.12.- <i>Trichoderma</i>	48
9.4.2.13.- <i>Verticillium</i>	50
9.5.- Diversidad de hongos	51
10.- Discusión	54
11.- Conclusión	57
Referencias	58
Páginas Web consultadas	62
Glosario	63

Anexo 1. Enfermedades de los hongos	65
Anexo 2. Los medios de cultivo en microbiología	77
Anexo 3. Micelio estéril en Agar de Papa	79
Anexo 4. Hongos del Agar Rosa de Bengala	91
Anexo 5. Hongos del Agar de Czapek	107

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de Piedra Canteada dentro del municipio de Nanacamilpa en el estado de Tlaxcala.	6
Figura 2. <i>Lasiurus cinereus</i> hembra capturada en red de niebla en el mes de noviembre.	12
Figura 3. <i>Myotis melanorhinus</i> hembra, se encontró perchado en la periferia de las cabañas.	12
Figura 4. <i>Corynorhinus townsendii</i> hembra.	13
Figura 5. Microcolonias con una tonalidad negra, creciendo muy pegadas y por debajo de otros hongos (AM11-2).	24
Figura 6. Micelio estéril observado a un aumento de 40x (AM5-3-2).	28
Figura 7. Micelio estéril de dos hongos tomados de las alas del <i>Pipistrellus hesperus</i> en el medio Rosa de Bengala (AM5-3).	28
Figura 8. <i>Acremonium</i> de la muestra AM6-1-3 en el medio Czapek.	31
Figura 9. <i>Acremonium</i> de la muestra AM5-2-2 presenta una alta acumulación de conidios alrededor de las hifas.	32
Figura 10. <i>Alternaria</i> identificada de la muestra CM1-1-2 en Agar de Czapek.	33
Figura 11. <i>Alternaria</i> de la muestra AM18-2-2 en Agar de Rosa de Bengala.	34
Figura 12. <i>Aspergillus</i> identificado en la muestra AM18-1-4 en medio Agar Rosa de Bengala.	35
Figura 13. <i>Aspergillus</i> en medio Agar de Czapek de la muestra AM7-1-1.	36
Figura 14. <i>Aureobasidium</i> de la muestra AM20-2-2 en agar de Czapek.	37

Figura 15. Hongo del género <i>Beauveria</i> colectado de la muestra del murciélago <i>Pipistrellus hesperus</i> ubicado en su cuerpo.	38
Figura 16. Muestra AM18-1-3 del género <i>Bispora</i> .	39
Figura 17. Género <i>Bispora</i> encontrado en el medio de Czapek en la muestra CM6-1-5.	39
Figura 18. <i>Cladosporium</i> en AM18-2-1 en el medio de Czapek.	40
Figura 19. Cadenas de conidio de <i>Cladosporium</i> de la muestra AM17-1-1 en Rosa de Bengala.	41
Figura 20. <i>Fusarium</i> en la muestra CM11-2-1 en Rosa de Bengala.	42
Figura 21. <i>Fusarium</i> rojo de la muestra AM18-1-1 en medio de Agar de Czapek.	43
Figura 22. <i>Penicillium</i> de la muestra CAM8-2-1 a un aumento de 40x en el medio de Agar de Czapek.	44
Figura 23. Muestra CM6-2-5 en medio de Agar Rosa de Bengala mostrando un hongo del género <i>Penicillium</i> .	44
Figura 24. Muestra AM6-1-1 <i>Scopulariopsis</i> , tomada del medio Agar Rosa de Bengala.	45
Figura 25. <i>Scopulariopsis</i> de CAM15-2-1 en Agar de Czapek, se observa con mayor claridad los anillos antes de los conidios.	46
Figura 26. De la muestra CM1-1-3 se obtuvo uno de los dos <i>Stachybotrys</i> determinados en este proyecto.	47
Figura 27. Hongo del género <i>Trichoderma</i> encontrado en la muestra CM7-1-4 en el medio Agar Rosa de Bengala.	48
Figura 28. Muestra CM7-1-2, muestra un hongo del género <i>Trichoderma</i> identificado en el medio Agar de Czapek.	49
Figura 29. <i>Verticillium</i> encontrado en la muestra CM7-3-1, se ubica con una coloración azul en la parte izquierda de la imagen.	50

Índice de cuadros

Cuadro 1. Relación de los sitios de captura por murciélago.	11
Cuadro 2. Métricas de diversidad calculadas con base en los murciélagos capturados.	13
Cuadro 3. Independencia en el número de géneros entre ala y cuerpo.	16

Cuadro 4. Número de colonias entre ambos medios.	24
--	----

Índice de gráficas

Gráfica 1. Abundancia de hongos por especie de murciélago.	14
Gráfica 2. Análisis de componentes principales de los murciélagos.	15
Gráfica 3. Abundancia de los cuatro géneros de hongos identificados del murciélago <i>Corynorhinus townsendii</i> .	16
Gráfica 4. Abundancia de hongos distribuida en los dos medios.	17
Gráfica 5. Hongos encontrados en los dos medios de agar.	18
Gráfica 6. Hongos identificados en los medios de agar en el murciélago <i>Lasiurus ega</i> .	18
Gráfica 7. Abundancia de cada género de hongos encontrados en el <i>Myotis auriculus</i> .	19
Gráfica 8. Hongos identificados en ambos medios en el murciélago <i>Myotis californicus</i> .	20
Gráfica 9. Distinción de los géneros identificados en el murciélago <i>Myotis melanorhinus</i> .	20
Gráfica 10. Abundancia de hongos identificados en ambos medios.	21
Gráfica 11. Abundancia de los cuatro géneros de hongos identificados en <i>Natalus lanatus</i>	22
Gráfica 12. Géneros encontrados en el <i>Pipistrellus hesperus</i> y su abundancia en los medios.	22
Gráfica 13. Colonias contadas en ambos medios.	23
Gráfica 14. Conteo general de colonias encontradas en cada especie de murciélago recolectado durante los muestreos.	25
Gráfica 15. Escalamiento multidimensional de las colonias en los murciélagos.	26
Gráfica 16. Micelio estéril y hongos identificados.	27
Gráfica 17. Número de hongos encontrados por familia en todas las muestras obtenidas.	29
Gráfica 18. Número de individuos de cada género de hongos determinados.	30

Gráfica 19. Curvas suavizadas de acumulación de la riqueza estimada para los géneros de hongos en dos medios distintos. 51

Gráfica 20. Curvas de acumulación de géneros de la riqueza estimada por seis estimadores no paramétricos para los hongos epidérmicos en el Agar Rosa de Bengala. 52

Gráfica 21. Curvas de acumulación de géneros de la riqueza estimada por seis estimadores no paramétricos para los hongos epidérmicos en el Agar Czapek. 53

1.-Introducción

Los murciélagos (Orden Chiroptera) son el segundo grupo de mamíferos más diverso, estos organismos se caracterizan por su capacidad de vuelo. Se han identificado alrededor de 1,116 especies a nivel mundial, de las cuales 138 se pueden encontrar en México, es decir, el 18% del total de especies, de estas, 15 son endémicas.

El orden de los murciélagos no sólo es diverso en términos de número de especies, sino también en la gran variedad de ecosistemas y nichos que ocupan (Medellín *et al.*, 2008). Debido a esta diversidad, tienen un gran impacto ecológico de tal manera que se les ha catalogado como especie clave por los papeles que juegan en la estabilidad y funcionamiento de la evolución de los ecosistemas (Zárate-Martínez *et al.*, 2012).

Los quirópteros recientemente han sido reconocidos como excelentes reservorios de zoonosis: las enfermedades de los animales transmitidas por vía natural entre los animales vertebrados y el hombre. Sin embargo, también recientemente se ha documentado que son susceptibles a enfermedades emergentes.

Hasta el momento se han descrito alrededor de 700 000 especies de hongos, pero se considera que puede haber 1.5 millones de ellas (Hawksworth *et al.*, 2001). De toda esta gran biodiversidad, aproximadamente el 10% constituye el grupo de hongos estudiados dentro de la micología médica y con una perspectiva de la salud humana. Por otro lado, si bien las enfermedades causadas por los hongos han estado asociadas desde hace tiempo con los mamíferos, sólo en los últimos 30 años ha adquirido importancia creciente. Desde el punto de vista de la relación de los hongos patógenos con los murciélagos y como agentes causales de enfermedades para los mismos murciélagos apenas tiene pocos estudios sistemáticos.

En la actualidad el número de especies de hongos considerados potencialmente patógenos ha aumentado de manera importante. Muchas de estas especies forman parte de complejos, y muestran entre ellas diferencias en virulencia y respuesta al tratamiento, por lo que es necesaria la identificación para el manejo adecuado (Guarro, 2012). Sin embargo, el estudio de esta interacción no sólo tiene connotaciones médicas. El análisis de la relación murciélago-hongo es relevante para entender la dinámica ecológica de ambos interactuantes.

2.-Marco teórico

La mayoría de las especies de murciélagos son benéficas para el hombre. Por ejemplo, las que comen insectos mantienen en un nivel adecuado las poblaciones de éstos, que de otra manera se convertirían en plagas para la agricultura. Un sólo murciélago insectívoro puede comerse hasta 1,200 mosquitos o insectos de tamaño similar en una sola noche, y una colonia de un millón de murciélagos de cola libre (*Tadarida brasiliensis*) consume hasta diez toneladas de insectos por noche (Galindo, 2004).

Los murciélagos que consumen frutos son importantes consumidores de muchas especies de árboles tropicales, como *Ficus insipida* (amates), *Spondias purpurea* (ciruelas) y *Brosimum alicastrum* (ramón u ojoche). Forman una parte importante en la regeneración de las selvas, ya que mientras vuelan de un sitio a otro, llevan en su boca los frutos o en el estómago las semillas que han consumido y posteriormente las defecan. Con este proceso contribuyen a que los bosques y selvas tengan garantizada la dispersión de muchos de sus árboles (Castro & Galindo, 2009).

La importancia de los murciélagos es incuestionable, tanto en la naturaleza como para el hombre. Sin embargo, nuestro desconocimiento de los murciélagos y la destrucción de selvas y bosques representa un riesgo para la supervivencia de estos animales, aunque el gobierno mexicano ha declarado a 17 especies como Amenazadas, cuatro más en Peligro de Extinción y otras 28 como raras, hace falta un esfuerzo mayor para protegerlos, un esfuerzo que debe estar enfocado a mantener sus refugios y la vegetación en la cual viven y se alimentan (Medellín *et al.*, 2008). Aunado al deterioro ambiental las enfermedades también afectan directamente a los murciélagos, en particular las causadas por hongos (por ejemplo: *Pseudogymnoascus destructans*).

Se ha documentado la presencia de hongos antropofílicos como *Trichophyton rubrum*, *T. terrestre* y *T. mentagrophytes* en guano fresco de murciélago en cavernas estadounidenses. *T. mentagrophytes* ha sido aislado de pelos del murciélago nectarívoro *Glossophaga soricina* en Colombia, y *T. persicolor*, ha sido aislado de un murciélago no especificado en Inglaterra (Kajihiro, 1965). No se tiene noticia de que los murciélagos queden infectados de ningún hongo dermatofito, pero *Microsporum gypseum* se observa frecuentemente en la piel de roedores silvestres. *M. gypseum* y otros dermatofitos pueden ser llevados a los albergues de los murciélagos por el viento o por los roedores contaminados. En la micosis granulomatosa o sistémica, raramente se transmite directamente de seres humanos o animales infectados a otras poblaciones saludables, sino mediante contacto fortuito con el microorganismo existente en el medio natural (inhalación de polvo contaminado, inoculación en heridas, etc.) (Tamsitt & Valdivieso, 1970).

Los dermatofitos son los miembros patogénicos de los hongos queratinofílicos los cuales contienen micotoxinas. Los dermatofitos crecen mejor en un ambiente cálido y húmedo, por lo tanto son, más comunes en regiones tropicales y subtropicales. Los sistemas más comunes para clasificar dermatofitos son (IICAB, 2005): dermatofitos zoofílicos, dermatofitos antropofílicos y

dermatofitos geófilos. Entre las especies zoonóticas halladas en animales, se encuentran las especies (IICAB, 2005): *Microsporium canis*, *M. gallinae*, *M. gypseum*, *M. equinum*, *M. persicolor*, *Trichophyton equinum* y *T. mentagrophytes*.

Las micotoxinas son producidas principalmente por hongos filamentosos bajo unas condiciones óptimas de temperatura que oscilan entre los 20-25 °C, requieren de un pH entre 4 y 8 y una humedad relativa de 80 a 90 % (Anexo 2). Por su capacidad toxigénica las micotoxinas más importantes son: aflatoxinas, ocratoxinas, tricotecenas (deoxinivalenol- toxina T2) y las fumonisinas. *Aspergillus*, *Fusarium*, *Claviceps*, *Penicillium* y *Stachybotrys* son mohos contaminantes habituales del ecosistema agropecuario (Serrano-Coll, 2015).

Por otro lado, se ha documentado que más de 17 especies de hongos sistémicos afectan a los animales, y algunas llegan a estar relacionadas con los murciélagos y su hábitat. Por ejemplo, *Allescheria boydii*, causante de una enfermedad micótica en el hombre, ha sido hallado en árboles huecos de Trinidad. *Paracoccidioides brasiliensis*, que produce la blastomycosis sudamericana y constituye un problema importante de salud pública, es endémico en las zonas tropicales y subtropicales de la mayoría de los países latinoamericanos igualmente se ha encontrado asociado a sitios de descanso de murciélagos (Marinkelle & Grose, 1966).

En este sentido las micosis son las infecciones de las mucosas, piel y anexos cutáneos (pelo y uñas) producidas por diferentes especies de hongos. El concepto de micosis superficial viene dado por la localización del proceso que no va más allá del epitelio o capa más externa de la piel.

Algunas especies de murciélagos han sido infectadas experimentalmente con el hongo causante de la dermatitis perioral (*Candida sp*), pero se desconoce si existen infecciones naturales. El género *Scopulariopsis* causa la escopulariopsidorisis, enfermedad con síntomas parecidos a los de la blastomycosis de Sudamérica, y ha sido aislada de heces de varios murciélagos mexicanos y del murciélago *Pteropteryx macrotis* en Colombia (Tamsitt & Valdivieso, 1970). Otros hongos patógenos que han sido aislados de guano en puntos de reposo y alimentación de murciélagos son: *Cryptococcus neoformans*, *Coccidioides immitis*, y *Candida*, *Cladosporium* y *Sporotrichum* (Kajihiro, 1965).

La criptococosis, causada por el *Cryptococcus neoformans*, se encuentra en animales domésticos y silvestres y ha sido aislado de leche, piel humana, del suelo, de excrementos de pichones, de gallineros y de guano de murciélagos en los Estados Unidos de América y Trinidad. La mayoría de las especies de *Cryptococcus* sólo es transitoria en los animales de sangre caliente, el *Cryptococcus neoformans* ha sido aislado de algunos órganos de los murciélagos, como es el caso de *Carollia perspicillata* y *Pteronotus parnelli*, que se encuentran en Colombia (Tamsitt & Valdivieso, 1970). La histoplasmosis tiene interés considerable desde el punto de vista epidemiológico. La enfermedad es causada por *Histoplasma capsulatum*, un hongo que aparece en los tejidos infectados y como hifa con esporas cuando se desarrolla de forma sapróbica en el

suelo. La histoplasmosis ha sido aislada del suelo en zonas frecuentadas por aves incluyendo las gallinas. Se ha considerado que los puntos de reposo de los murciélagos, en particular las cuevas, constituyen una fuente de histoplasmosis (Tamsitt & Valdivieso, 1970).

El agente causal de la histoplasmosis profunda, *Histoplasma capsulatum* var. *capsulatum*, se aisló en excremento de aves y murciélagos por primera vez por Emmons (1949) y la descripción de su hábitat estableció nuevas directrices de investigación en micología. *Histoplasma capsulatum* es capaz de crecer en diferentes tipos de suelos (Mahvi, 1970). Sin embargo, aún no se conocen las interacciones que permiten que la especie se establezca y no han sido bien descritos todavía (Ulloa *et al.*, 2006).

3.- Planteamiento del problema

Debido a la poca información que existe sobre la interacción murciélago-hongo es importante comenzar una línea base en la que se puedan enfocar futuros trabajos ya sea como prevención de enfermedades o la ecología de los beneficios de ambos en esa relación.

Los hongos debido a su forma de propagación (esporas), presentan un amplio rango de propagación, dependiendo de las corrientes de aire que las arrastren; pero también pueden adherirse al pelo o la piel de los animales, los cuales las dispersan en sus áreas de distribución, que pueden restringirse al bosque o pueden incluir áreas urbanas y tener contacto con animales domésticos. En este sentido, se requiere conocer la naturaleza de la interacción para identificar los hongos y el papel que juegan en el murciélago, para posteriormente establecer si existen riesgos para ambos organismos que se encuentran en la interacción o de la emergencia de una zoonosis.

4.- Hipótesis

En la zona de estudio hay una alta diversidad de flora y fauna, por lo que se espera encontrar también una alta diversidad de hongos epidérmicos en los murciélagos de Piedra Canteada como respuesta a los retos que el ambiente establece ya sea en las zonas de descanso o cualquier otra actividad.

5.- Objetivos

5.1.- Objetivo general

Determinar la riqueza y diversidad de hongos epidérmicos superficiales presentes en las especies de murciélagos que se distribuyen en el parque Piedra Canteada.

5.2.-Objetivos particulares

1. Caracterizar la carga fúngica epidérmica superficial de los murciélagos.
2. Determinar la incidencia y frecuencia de aparición de diferentes especies de hongos por especie de murciélagos.
3. Determinar la riqueza y diversidad de la carga fúngica epidérmica de los murciélagos.
4. Determinar si existe la presencia de hongos patógenos en los murciélagos de Piedra Canteada.

6.- Justificación

La investigación propuesta se basa en la hipótesis de que debería haber una alta diversidad de hongos epidérmicos en murciélagos del bosque templado de Piedra Canteada en el estado de Tlaxcala, ya que se espera que como ocurre con otros organismos, los hongos sean parte de los microorganismos que acompañan a los murciélagos.

Esta rama de la ecología de los murciélagos ha sido poco explorada y se desconoce la importancia ecológica de esta interacción dentro del bosque. Es importante desde el punto de vista de la ecología básica de los murciélagos, sus interacciones y desde la llamada medicina de la conservación que cubre tanto la salud de la fauna como las posibles repercusiones en el humano.

7.- Zona estudio

El municipio de Nanacamilpa se encuentra localizado al oeste del estado de Tlaxcala y en los límites de Puebla, sus coordenadas geográficas extremas son de 19° 27' - 19° 34' de latitud norte y 98° 26' - 98° 38' de longitud oeste, su altitud va de un mínimo de 2 600 a un máximo de 3 300 metros sobre el nivel del mar; su extensión total es de 97.862 kilómetros cuadrados que representan el 2.40% de la superficie total del estado (Figura 1).

A lo largo del año presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (84%), semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (14%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (2%) (INEGI, 2009).



Figura 1. Ubicación de Piedra Canteada dentro del municipio de Nanacamilpa en el estado de Tlaxcala

Por su ubicación geográfica y clima, corresponde a este municipio, una vegetación compuesta principalmente por bosques de pino y oyamel, en el primer caso las especies representativas son pino real (*Pinus montezumae*), pino blanco (*Pinus pseudostrobus*) y teocote (*Pinus teocote*), a menudo asociado con encinos (*Quercus crassipes*, *Q. laurina*, *Q. rugosa*). En el segundo caso la especie dominante es el oyamel (*Abies religiosa*), contando en su masa forestal con individuos de ailites (*Alnus jorullensis*), huejote (*Salix paradoxa*) y madroño (*Arbutus xalapensis*).

8.-Material y método

Los murciélagos se muestrearon a través de redes de niebla y de manera complementaria se colectaron murciélagos con apoyo de una red de golpeo (González-Romero, 2011; Rodales & Juri, 2006).

Las áreas para montar las redes se escogieron con base en las posibilidades de observar las zonas de descenso de los murciélagos para la obtención de sus alimentos o beber agua. Las redes se colocaron de dos formas: aéreas y terrestres. Las primeras se colocaron a una altura aproximada entre 3 y 4 metros; mientras que las terrestres se colocaron 50 cm de separación del suelo. El tamaño de las redes utilizadas fue de 12x3 metros.

Dado que las muestras (murciélagos) pueden ser contaminadas fácilmente, el muestreo de los murciélagos debe ser cuidadoso, ya que éstas deben estar libres de contaminantes exógenos o endógenos, y de sustancias que inhiben o que alteren la viabilidad de los hongos.

Las recomendaciones para la selección y toma de muestra de hongos epidérmicos en murciélagos son las siguientes:

1. Seleccionar el sitio anatómico adecuado del cual se va a tomar la muestra. En caso de haber heridas o marcas que permitan pensar que son de origen micótico se sugiere usar un hisopo exclusivamente para esa zona.
2. Evitar la contaminación con organismos endógenos o de otros individuos.
3. Tomar una muestra que permita la realización de todos los estudios. Un material insuficiente puede dar falsos negativos.
4. Rotular la muestra con la especie, número de identificación, origen de la muestra, fecha y hora de la toma.
5. Utilizar un recipiente para el transporte que permita la viabilidad del patógeno, que no pueda sufrir fisuras o roturas y que cumpla con las normas de bioseguridad para el transporte y procesamiento (OMS, 2005).
6. En situaciones que requieran un estudio epidemiológico, debe establecerse la necesidad de toma de muestra ambiental, humana y/o en animales silvestres y domésticos.

Para la colecta de los murciélagos se realizó una revisión de las redes cada media hora, esto para tener un mayor control y que los animales no sufran mucho estrés y pérdida de calor por las bajas temperaturas. Se optó por realizar el montado de la red de niebla cerca de un estanque y al mismo tiempo utilizar una red de golpeo en los alrededores de las cabañas, que nuestros organismos utilizan como perchas de descansar. Antes de la liberación se llevó a cabo la identificación con el apoyo de la clave de campo “Identificación de los Murciélagos de México” (Medellín *et al.*, 2008).

Una vez atrapado el murciélago se tomó la muestra en el pelo o en la piel del animal. Se realizó un frotis sobre las alas y un peinado en el pelo con hisopos sellados y estériles. Se tomaron dos muestras diferentes, un hisopo para la zona de las alas y otro para el resto del cuerpo, que son las zonas preferidas para aislamiento de dermatofitos.

Después de tomada la muestra el hisopo es guardado en el envase del que provino y sellado con parafilm para evitar contaminación con algún otro hongo o parásito. Después de sellados los tubos con los hisopos se colocaron en hielo para evitar el crecimiento y/o la muerte del hongo hasta llegar al laboratorio.

8.1.- Trabajo de laboratorio

El diagnóstico microbiológico correcto depende de múltiples factores a tener en consideración:

- Calidad de la muestra.
- Condiciones de conservación y transporte.
- Procesamiento, inoculación en medios de cultivo apropiados.

Se prepararon dos medios distintos: Agar Rosa de Bengala y Czapek. Con estos medios se buscó maximizar el número de especies de hongos que crecieran. Así mismo se preparó la solución Tween, la cual sirvió para separar y re suspender los conidios.

Los medios que se utilizan para poder identificar los hongos aislados de algún organismo requieren de condiciones específicas (Anexo 2).

Estos medios se seleccionaron ya que son ideales para el desarrollo de una alta diversidad de hongos.

8.1.1.-Tween 80

Se preparó una solución de Tween 80 de la sigue forma:

- Se hizo una dilución al 5%, tomando 0.0125 ml de Tween 80 y se agregaron a 250 ml de agua destilada.
- Esta solución se esterilizó en la autoclave a 121 ° C (15 libras de presión) durante 20 minutos.
- Esta solución se mantuvo en stock en refrigeración hasta su utilización.

Se agregaron 10 ml de la solución de Tween preparada anteriormente, a cada uno de los tubos de transporte que contenían los hisopos. Se procedió a agitar en un vortex durante 1 min y otro minuto de descanso para cada tubo. Esto se repitió 3 veces para la suspensión de las esporas.

8.1.2.- Medio Agar Rosa de Bengala

Se preparó el medio de cultivo con Agar Rosa de Bengala, rehidratando 48.3 gr. del medio en un litro y medio de agua destilada. Calentando y agitando frecuentemente hasta el punto de ebullición durante un minuto para disolverlo por completo. Esterilizar en autoclave a 121°C (15 lbs. de presión) durante 20 minutos. Se enfrió aproximadamente a 40°C y se vació en cajas de Petri estériles.

Este es el medio ideal para la máxima recuperación de hongos (levaduras y mohos). Las bacterias acompañantes son inhibidas ya que se adicionaron 500 mg por cada litro de cloranfenicol, antibacteriano de amplio espectro. Gracias al pH neutro del medio, las esporas crecen sin problemas. El medio de Agar de Rosa Bengala limita la invasión de la placa por mohos de crecimiento rápido (Mast Group, 2017).

Se sembraron 100 µl de la concentración en cada uno de los medios de cultivos de Agar Rosa de bengala. Teniendo 3 repeticiones de los medios por cada uno de nuestras suspensiones. Las muestras se trabajaron de acuerdo con el manual de bioseguridad en un laboratorio de nivel dos (OMS, 2005).

Se procedió a introducir las siembras en refrigeración durante 10 días para el crecimiento de un tipo de hongos, en específico psicrótrofos por el área de colecta; para posteriormente introducir las siembras a una incubadora a 28° C durante 14 días para el crecimiento de los demás hongos.

8.1.3.- Medio Czapek

Se preparó el medio de cultivo con Agar Czapek, rehidratando 48 gr. del medio en un litro. Calentando y agitando frecuentemente hasta el punto de ebullición durante 1 minuto para disolverlo por completo. Se esterilizó en autoclave a 121°C (15 lbs. de presión) durante 15 minutos y se enfrió aproximadamente a 35°C y se vació en cajas de Petri estériles.

Colonias en Czapek, éstas presentan un crecimiento restringido, a 27° C su diámetro no sobrepasa los 25mm después de doce días de incubación, tienen un aspecto aterciopelado con la formación de algunos fascículos. Presenta bordes definidos formando una zona terminal blanca de 2,5 mm de anchura. Tonalidades azul verdosas (color SÉGUY Pl. XXX núm. 449) con el tiempo pasan a grisáceas (color S. XXXIII núm. 495). Exudado abundante y de color ámbar. Reverso anaranjado y formación de pigmento difusible en el medio del mismo color que el reverso. Olor poco definido.

Para la siembra se utilizaron los hisopos con los cuáles se frotaron el pelo y las alas de los murciélagos, los cuáles se mantuvieron sumergidos en la solución Tween 80, se recomienda frotar el hisopo en la superficie del medio de forma sinusoidal. Cada muestra se realizó con una repetición en las mismas condiciones esterilizadas.

8.1.4.- Determinación de los hongos

Se implementó un formato para la distinción de las muestras y los hongos identificados por cada caja Petri, el cual contenía la zona en la que se realizó la toma de muestra (A=alas y

C=cuerpo), el número de muestra (M#), número de repetición (-#) y el número de hongo aislado en la caja (-#), quedando de la siguiente forma AM1 -1 -1 (en el caso de la muestra tomada en las alas), CM1 - 1 - 1 (en el caso de las muestras del cuerpo) y en el caso de la muestra tomada con un sólo hisopo para cuerpo y alas quedó de la siguiente forma CAM1 - 1 -1.

Los hongos constan de una masa de filamentos muy ramificados y enmarañados a los que se denomina hifas. Esos filamentos están incompletamente divididos en células por unas paredes (tabiques) dispuestas en ángulo recto respecto al eje longitudinal de aquellos y esparcidas por toda la maraña hifas. Los tabiques de casi todos los hongos son porosos y permiten el flujo citoplásmico de una célula a otra. En otros grupos, los núcleos están dispersos en una masa citoplásmica ininterrumpida; se trata de estructuras cenocíticas. La masa filamentosa entera se denomine micelio. Es frecuente que en el micelio de los hongos parasíticos en rápido crecimiento aparezcan hifas especializadas denominadas haustoriales.

Es necesario que los hongos presenten esporas (conidios), coloración de su cuerpo y una cabeza conidial para una identificación adecuada, en caso contrario se esperará a que el hongo madure y presente las estructuras adecuadas para su posterior determinación.

Para obtener las muestras de los hongos ya desarrollados se usó cinta adhesiva transparente y así determinar su familia y género. Este proceso se hizo cortando un fragmento de cinta adhesiva transparente de aproximadamente 4 cm de largo, presionando con la cara engomada sobre la formación del hongo, haciendo una ligera presión, raspando levemente con el borde de la uña en la superficie de la cinta que cubre la zona deseada, esto se hizo para que se adhieran hifas y los conidios que harán posible su determinación.

La cinta se retiró obteniéndose así la muestra del hongo deseado. Se colocó la cinta con la muestra de hongos colectada sobre una lámina portaobjetos limpia, la cual ya contenía una gota de azul de algodón (esta sustancia nos ayuda a evitar que las estructuras de las esporas se rompan así como a teñirlas e inhibir el patógeno en caso de que el hongo sea de esta clase), rebatiendo los extremos hacia abajo para que no se despegue.

La muestra así preparada puede ser observada bajo el microscopio. La identificación de los hongos se llevó a cabo con la ayuda de la clave de “Illustrated Genera of Imperfect Fungi” (Barnett & Barry, 1998).

9.- Resultados

Se colectaron seis hembras y catorce machos de once especies diferentes durante las dos salidas. Casi los murciélagos colectados pertenecieron a la familia Vespertilionidae, con excepción del *Natalus lanatus*, el cual es de la familia Natalidae (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relación de los sitios de captura por murciélago

Género	Especie	Sexo	Zona de recolecta	Método
<i>Corynorhinus</i>	<i>townsendii</i>	Hembra	Cabaña	Red de golpeo
<i>Eptesicus</i>	<i>fuscus</i>	Hembra	Estanque	Red de niebla
<i>Eptesicus</i>	<i>fuscus</i>	Macho	Estanque	Red de niebla
<i>Lasiurus</i>	<i>cinereus</i>	Macho	Estanque	Red de niebla
<i>Lasiurus</i>	<i>cinereus</i>	Macho	Estanque	Red de niebla
<i>Lasiurus</i>	<i>cinereus</i>	Macho	Estanque	Red de niebla
<i>Lasiurus</i>	<i>ega</i>	Macho	Estanque	Red de niebla
<i>Lasiurus</i>	<i>ega</i>	Macho	Estanque	Red de niebla
<i>Myotis</i>	<i>auriculus</i>	Macho	Estanque	Red de niebla
<i>Myotis</i>	<i>auriculus</i>	Macho	Estanque	Red de niebla
<i>Myotis</i>	<i>californicus</i>	Hembra	Estanque	Red de niebla
<i>Myotis</i>	<i>melanorhinus</i>	Hembra	Cabaña	Red de golpeo
<i>Myotis</i>	<i>velifer</i>	Macho	Estanque	Red de niebla
<i>Myotis</i>	<i>velifer</i>	Macho	Estanque	Red de niebla
<i>Myotis</i>	<i>velifer</i>	Hembra	Cabaña	Red de golpeo
<i>Myotis</i>	<i>volans</i>	Macho	Cabaña	Red de golpeo
<i>Natalus</i>	<i>lanatus</i>	Hembra	Estanque	Red de niebla
<i>Pipistrellus</i>	<i>hesperus</i>	Macho	Cabaña	Red de golpeo
<i>Pipistrellus</i>	<i>hesperus</i>	Macho	Cabaña	Red de golpeo
<i>Pipistrellus</i>	<i>hesperus</i>	Macho	Cabaña	Red de golpeo

Durante la salida que se llevó a cabo en noviembre, debido a las bajas temperaturas que se presentaron en el bosque sólo se colectaron cuatro murciélagos, tres de la especie *L. cinereus* (Figura 2) y uno de la especie *M. californicus*.



Figura 2. *Lasiurus cinereus* hembra capturada en red de niebla en el mes de noviembre.

Los murciélagos más abundantes durante los muestreos fueron *P. hesperus*, *M. velifer* y *L. cinereus*, todos con tres ejemplares cada uno. Todos los demás murciélagos colectados tuvieron presencias entre dos y un ejemplar. *M. melanorhinus* (Figura 3) fue un registro que presentó ampliación de su zona de distribución de acuerdo a la sugerida por Medellín y colaboradores (2008).



Figura 3. *Myotis melanorhinus* hembra, se encontró perchado en la periferia de las cabañas.

Para cada individuo se observó su condición, si presentaban infecciones o heridas, o ectoparásitos, tal fue el caso del *Corynorhinus townsendii* (Figura 4). *Myotis melanorhinus* presentó una herida ya cicatrizada en uno de los pliegues de sus alas.



Figura 4. *Corynorhinus townsendii* hembra.

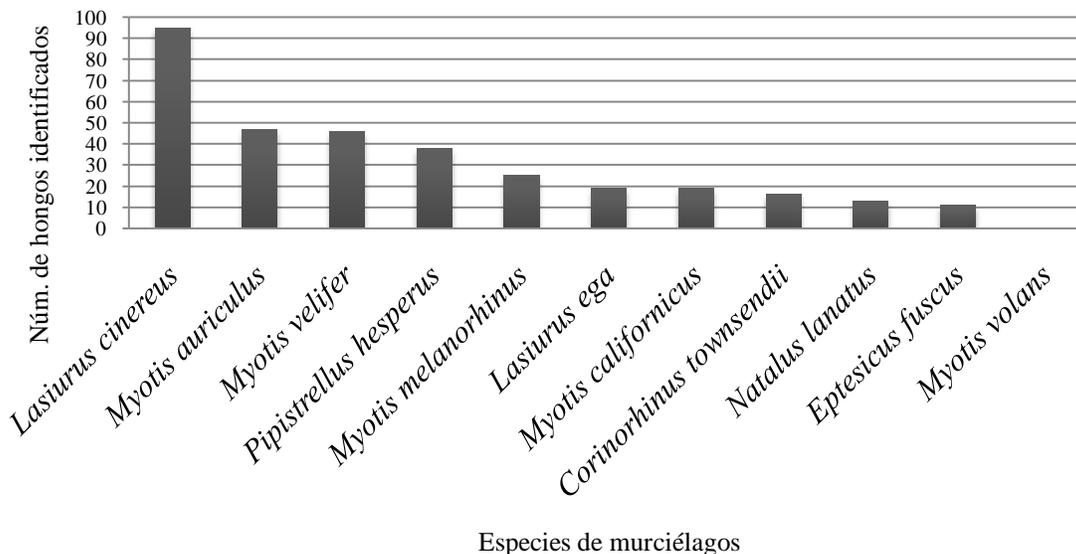
Se calcularon diferentes métricas de índices de diversidad. Los estimadores no paramétricos los cuales sugieren que se pueden observar alrededor de tres especies más de las registradas en este trabajo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Métricas de diversidad calculadas con base en los murciélagos capturados.

Índices	Valores
Individuals	20
S(est)	11
ACE Mean	14.67
ICE Mean	11
Chao 1 Mean	13.38
Chao 2 Mean	11
Jack 1 Mean	11
Alpha Mean	10.03
Shannon	2.29
Simpson	9.09

9.1.- Hongos encontrados en los murciélagos

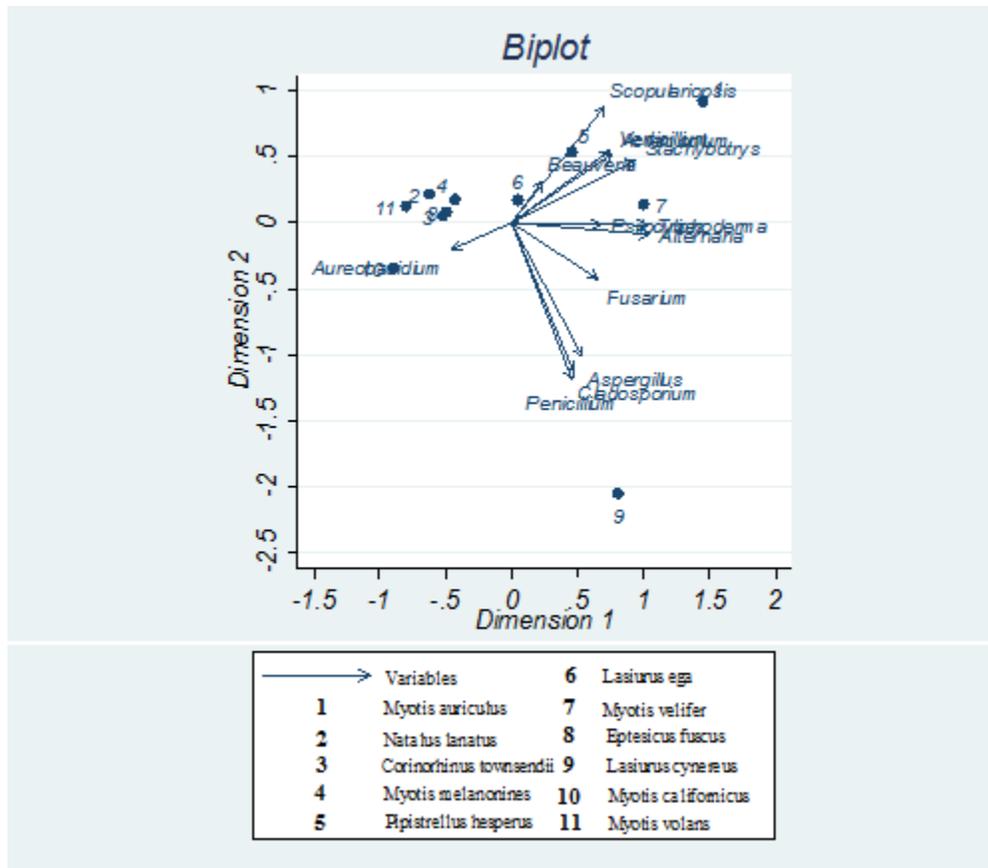
L. cinereus fue la especie que presentó la mayor cantidad de hongos (Gráfica 1). Esta especie fue colectada en temporada de frío y los tres organismos capturados fueron machos.



Gráfica 1. Abundancia de hongos por especie de murciélago.

Con los datos de los murciélagos colectados y los hongos identificados se realizó un análisis de componentes principales (PCA) (Gráfica 2). La varianza acumulada explicada por los dos primeros componentes principales es de 0.5637. La mayor carga de varianza se explica por el ordenamiento de los principales 5 géneros de los hongos, que constituyen el 96.62 % del total de los hongos registrados.

La ordenación que se encuentra presente entre las especies de murciélagos y los géneros de los hongos es diferente en cada murciélago. En *Pipistrellus hesperus* hay una estrecha asociación con los géneros *Beauveria* y *Scopulariopsis*, *Lasiurus ega*, tuvo más afinidad con el género *Scopulariopsis*. *Natalus lanatus*, *Corinorhinus townsendii*, *Myotis melanorhinus* y *Eptesicus fuscus*, no tuvieron una relación definida con algún hongo en especial. *Lasiurus cinereus*, tuvo una asociación con los hongos del género *Aspergillus*, *Penicillium* y *Cladosporium*, aunque no fue muy marcada esta preferencia debido a que se identificaron grandes números de estos géneros en el murciélago.



Gráfica 2. Análisis de componentes principales de los murciélagos.

El género *Aureobasidium* solamente estuvo presente en *Myotis californicus*, mientras que *Myotis velifer* tuvo una estrecha afinidad hacia *Bispora*, *Trichoderma* y *Alternaria*.

El número de hongos identificados en los dos medios en las especies de los murciélagos, mostró que *Lasiurus cinereus* fue la especie que tiene más hongos identificados, 59 en el medio Agar de Rosa de Bengala y 36 en el medio Agar de Czapek. El de menor abundancia de hongos identificados tuvo cinco hongos y seis hongos, respectivamente, fue *Eptesicus fuscus*, de esta especie se obtuvieron dos capturas, en comparación de especies como *Natalus lanatus*, *Corynorhinus townsendii*, *Myotis melanorhinus* y *Myotis californicus*, de las cuales solo se capturó un organismo de cada una.

Existieron diferencias significativas ($\chi^2 = 24.822$ P = 0.0008) en el número de hongos encontrados entre las alas y el cuerpo, por cada especie de murciélago (Cuadro 3).

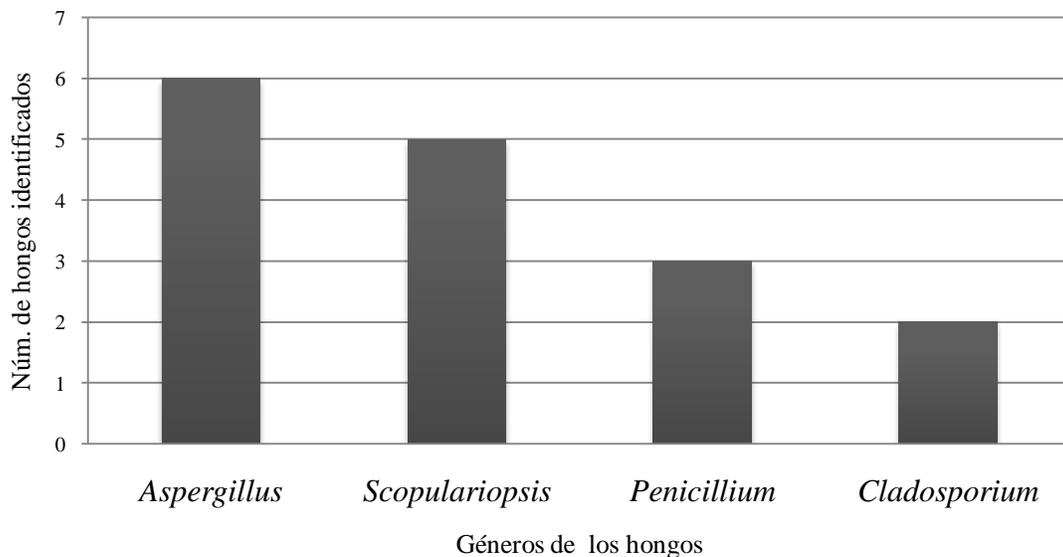
Cuadro 3. Independencia en el número de géneros entre ala y cuerpo.

	Alas	Cuerpo
<i>Myotis auriculus</i>	14	33
<i>Natalus lanatus</i>	7	6
<i>Corinorhinus townsendii</i>	11	5
<i>Myotis melanorhinus</i>	19	6
<i>Pipistrellus hesperus</i>	14	24
<i>Myotis velifer</i>	14	32
<i>Lasiurus cynereus</i>	48	47
<i>Myotis californicus</i>	7	12
Total	134	165

9.1.1 Descripción de la carga fúngica por especie de murciélago.

Corynorhinus townsendii

Se capturó una hembra de este murciélago, en la zona de las cabañas. Este murciélago presentó 4 géneros de hongos (Gráfica 3), los cuales formaron un total de 264 colonias.

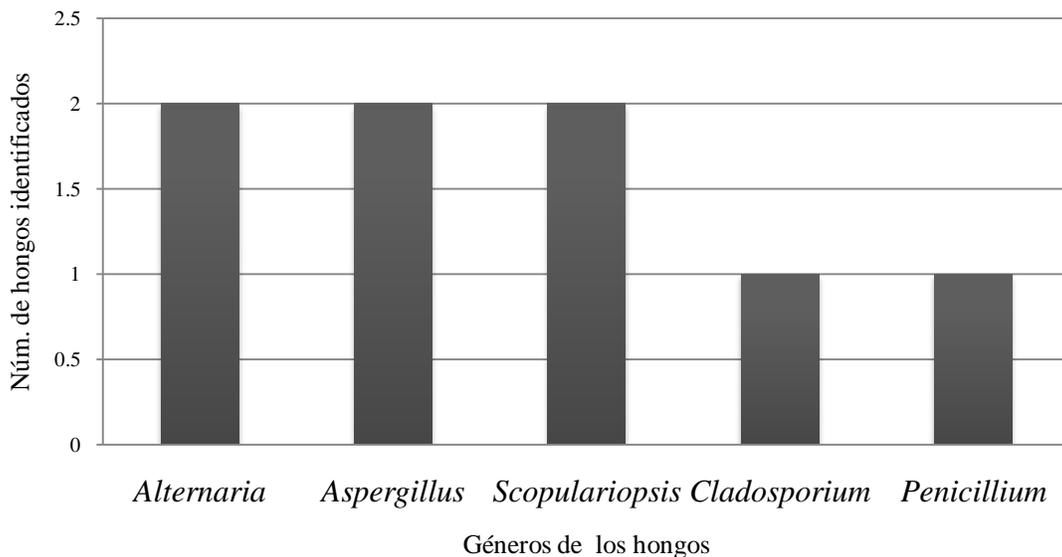


Gráfica 3. Abundancia de los cuatro géneros de hongos identificados del murciélago *Corynorhinus townsendii*.

El más abundante en este murciélago fue el género *Aspergillus*, con 84 colonias identificadas sólo en el medio de Agar Rosa de Bengala, en el mismo medio el de menor presencia fue el género *Cladosporium*, con 11 colonias de este hongo identificadas.

Eptesicus fuscus

Se capturaron una hembra y un macho del murciélago, ambos en la zona del estanque.

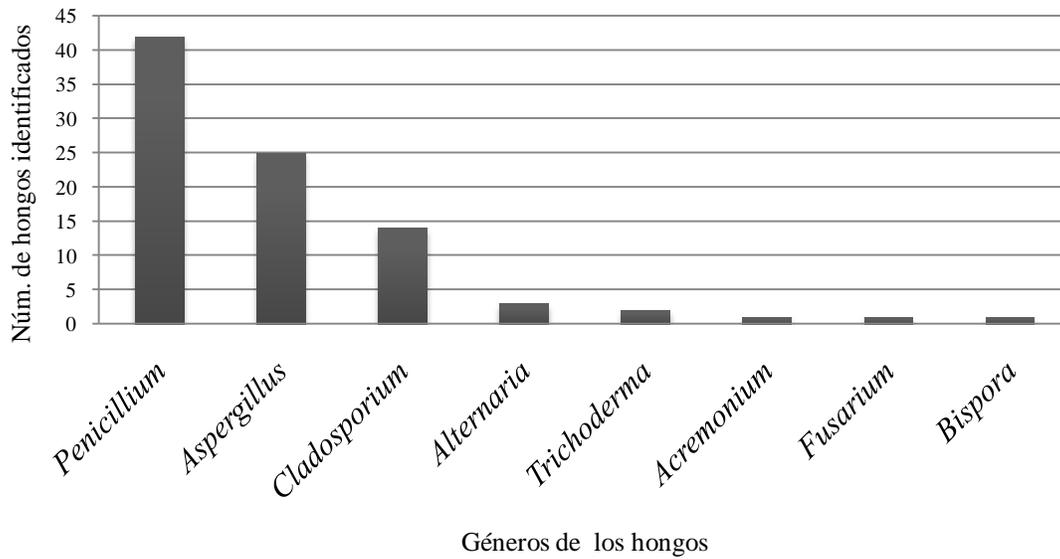


Gráfica 4. Abundancia de hongos distribuida en los dos medios.

Con un total de cinco géneros de hongos, formaron 248 colonias en las cajas Petri de las muestras tomadas (Gráfica 4). Fueron tres los más abundantes, *Alternaria*, *Aspergillus* y *Scopulariopsis*, todos con dos individuos.

Lasiurus cinereus

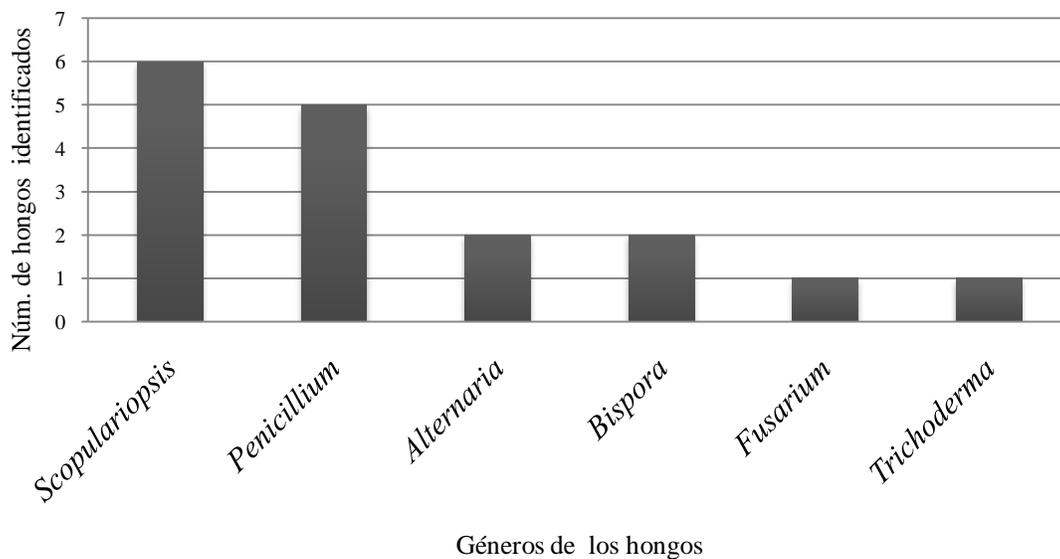
Se capturaron tres machos en el estanque. En éstos, se documentaron ocho géneros diferentes de hongos, formando un total de 535 colonias. Fue el murciélago con mayor abundancia de géneros de hongos identificados. El género más abundante fue *Penicillium*, compartido en los dos medios y con 42 individuos identificados y los menos abundantes fueron *Acremonium*, *Fusarium* y *Bispora*, con un sólo individuo cada uno (Gráfica 5).



Gráfica 5. Hongos encontrados en los dos medios de agar.

Lasiurus ega

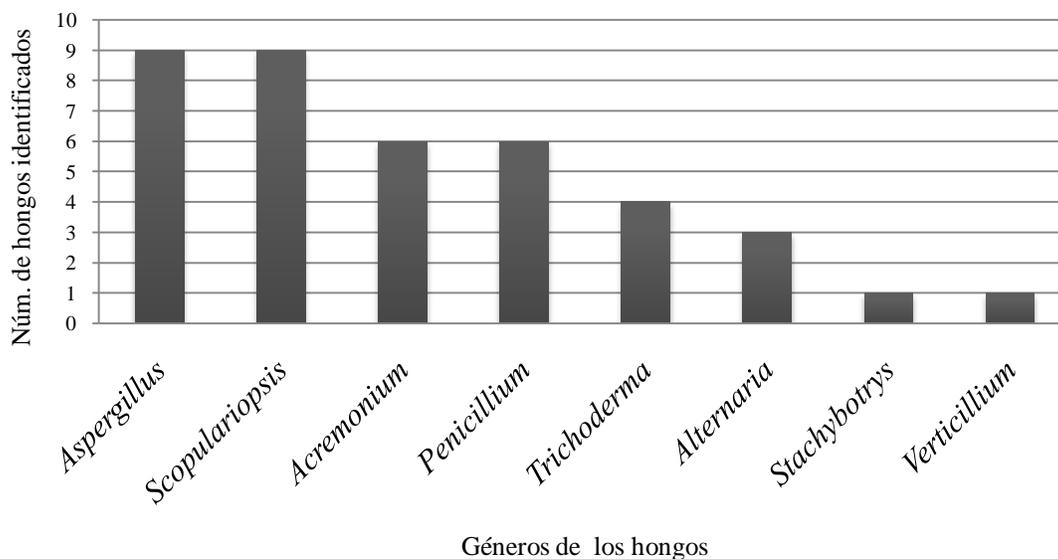
Se capturaron dos machos en la zona del estanque. Se obtuvo un total de seis géneros que formaron 421 colonias. En este murciélago tres de los seis géneros fueron únicos del Agar Czapek y ambos medios comparten otros dos géneros, de los cuáles el más abundante fue el *Scopulariopsis*, seguido de *Penicillium*, ambos presentes de los dos agares (Gráfica 6).



Gráfica 6. Hongos identificados en los medios de agar en el murciélago *Lasiurus ega*.

Myotis auriculus

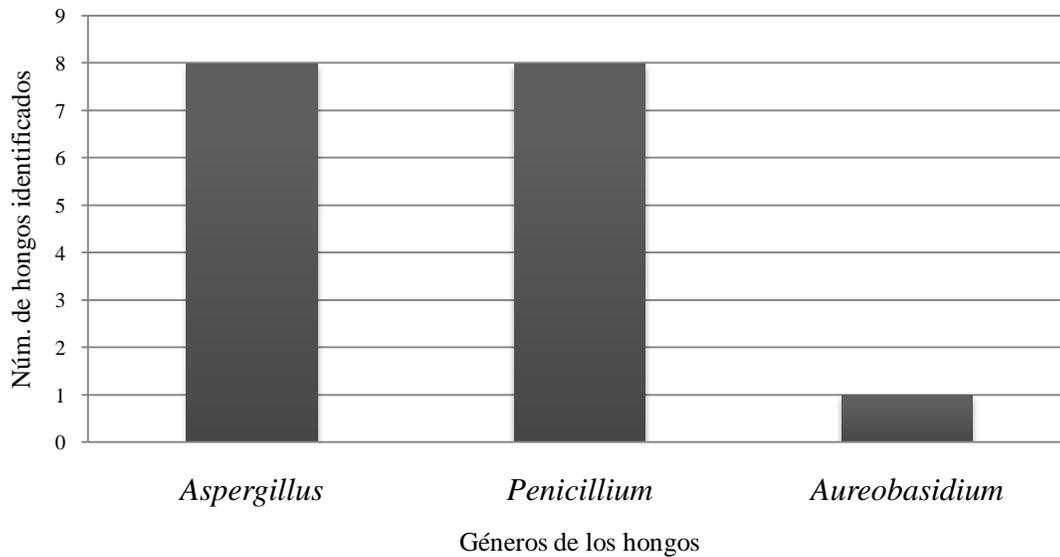
Se capturaron en el estaque dos individuos machos, los cuales presentaron ocho géneros diferentes y 343 colonias. En esta especie se identificó el género *Verticillium* el cual no fue encontrado en ninguna de las otras diez especies de murciélagos (Gráfica 7).



Gráfica 7. Abundancia de cada género de hongos encontrados en el *Myotis auriculus*.

Myotis californicus

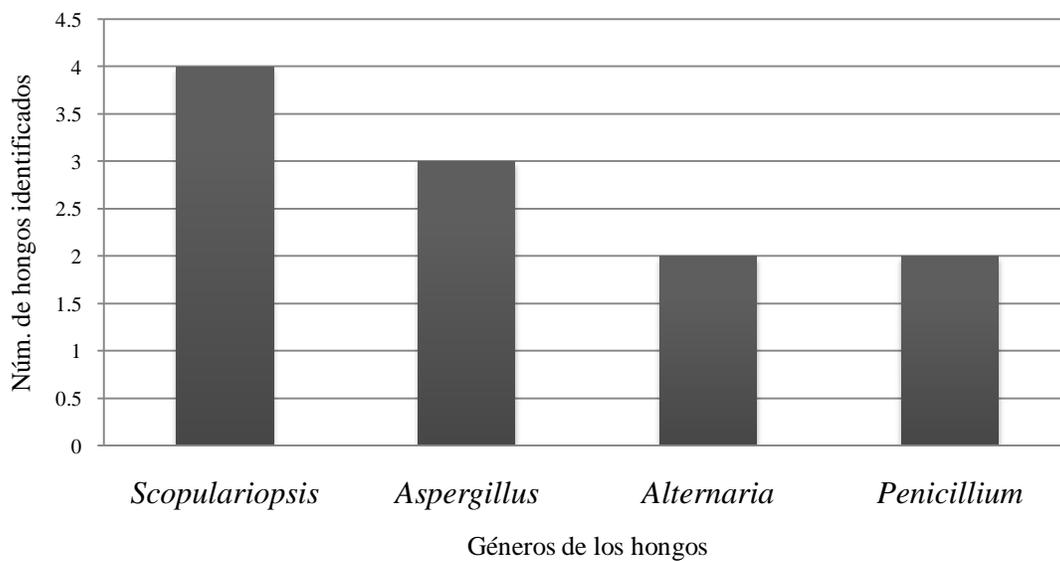
Se capturó un hembra en el estanque, en la cual se identificaron tres géneros y un total de 122 colonias. El género más importante fue *Aureobasidium*, que fue único para este murciélago y se identificó en el Agar Czapek, también fue el menos abundante, sólo un individuo se encontró. Los más abundantes fueron *Penicillium* y *Aspergillus*, con 8 hongos cada uno (Gráfica 8).



Gráfica 8. Hongos identificados en ambos medios en el murciélago *Myotis californicus*.

Myotis melanorhinus

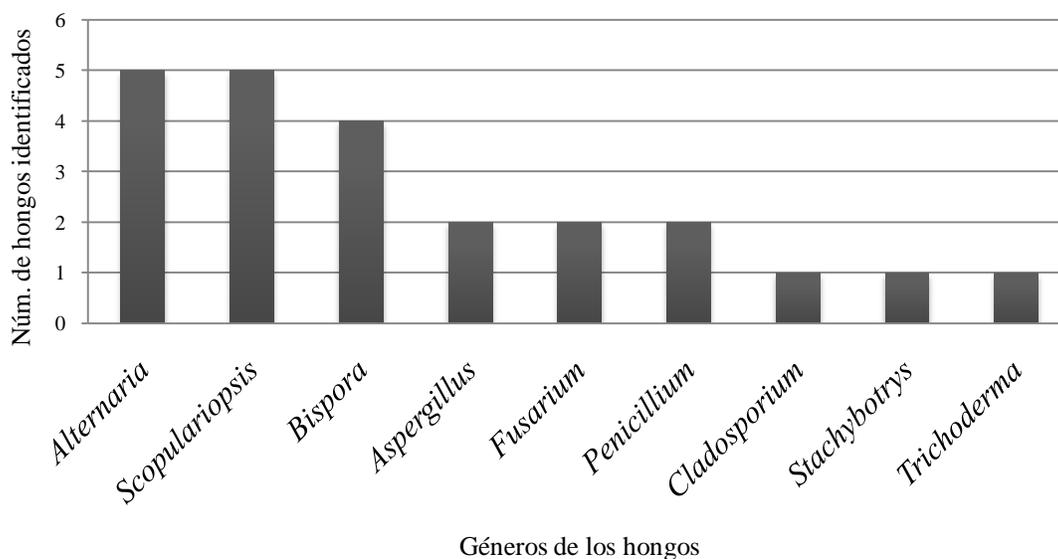
Se capturó una hembra, en la zona de las cabañas. Este murciélago contó con 227 colonias de cuatro géneros. De los cuales dos fueron en el Agar Rosa de Bengala y dos en el Agar de Czapek (Gráfica 9); ninguno de los dos medios compartió géneros y el más abundante fue el hongo perteneciente al género *Scopulariopsis*.



Gráfica 9. Distinción de los géneros identificados en el murciélago *Myotis melanorhinus*.

Myotis velifer

Se capturaron dos machos y una hembra, la cual se capturó en la zona de las cabañas y los otros dos en el estanque. Para esta especie se documentaron nueve géneros diferentes y sólo el *Scopulariopsis* se compartió en los dos medios (Gráfica 10).

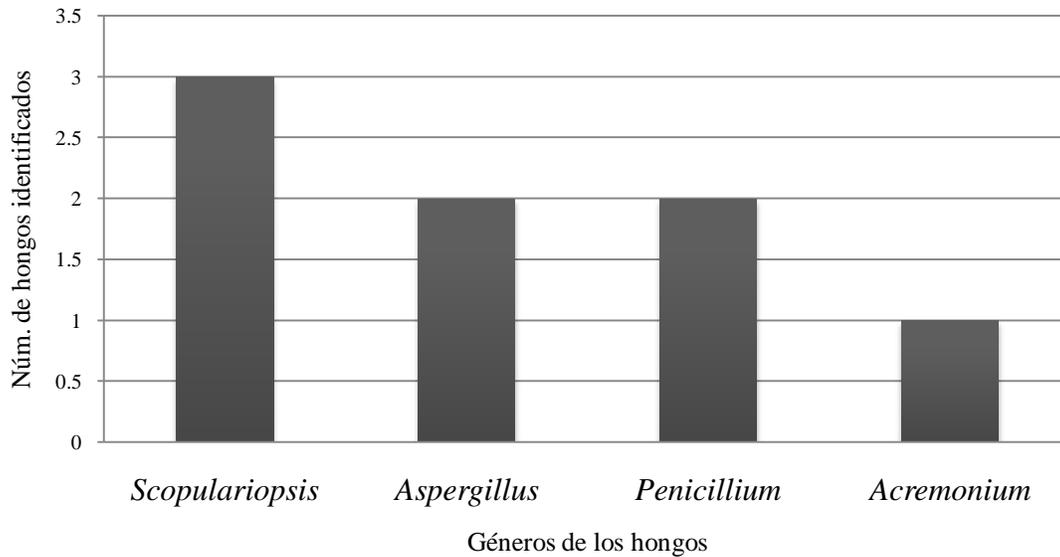


Gráfica 10. Abundancia de hongos identificados en ambos medios.

Los géneros más abundantes fueron *Scopulariopsis* y *Alternaria*, ambos con cinco individuos en todas sus muestras. Los hongos encontrados formaron un total de 481 colonias.

Natalus lanatus

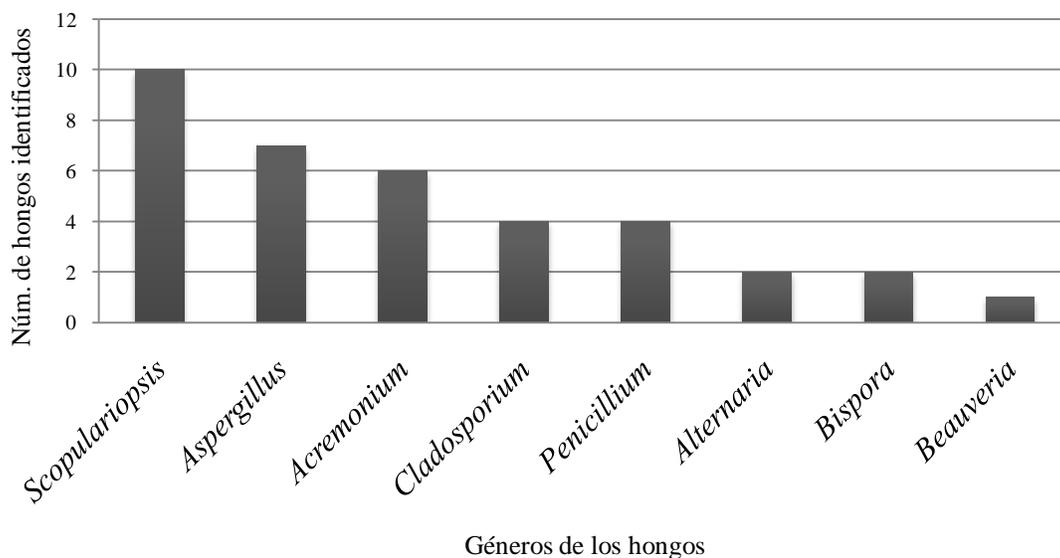
Se recolectó una hembra en la zona del estanque. Tuvo un total de 196 colonias en cuatro géneros de hongos identificados. No presentó ningún género único de su especie y ningún patógeno (Gráfica 11).



Gráfica 11. Abundancia de los cuatro géneros de hongos identificados en *Natalus lanatus*.

Pipistrellus hesperus

Este murciélago se capturó en la zona de las cabañas, con un total de tres individuos, todos fueron machos. Se contaron un total de 401 colonias en ocho géneros, de los cuáles uno fue único del Agar Rosa de Bengala y tres del Agar de Czapek (Gráfica 12).

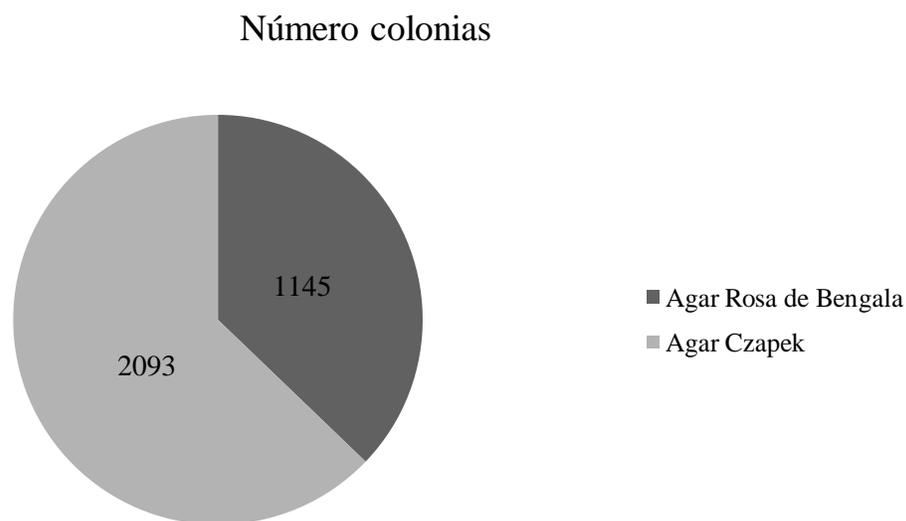


Gráfica 12. Géneros encontrados en el *Pipistrellus hesperus* y su abundancia en los medios.

El hongo más abundante fue el *Scopulariopsis*, presente en los dos medios, seguido del *Aspergillus*, el cual sólo se desarrolló en el agar Rosa de Bengala.

9.2.- Unidades formadoras de colonias

Se realizó el conteo de las unidades formadoras de colonias (UFC). En total se contabilizaron 3238 colonias por ambos medios (Rosa de Bengala y Czapek), 1145 y 2093, respectivamente (Gráfica13).



Gráfica 13. Colonias contadas en ambos medios.

El medio Agar de Czapek fue el que contó con un mayor número de colonias. Este tuvo el crecimiento de microcolonias con una amplia distribución en el medio de cultivo, las cuales tuvieron representaciones de hasta más de 100 colonias en una sola caja (Figura 5). Estas son sumamente pequeñas, con una coloración negra cuando ya presentaban estructuras para su determinación o blanquecinas en un estado inmaduro, sus crecimientos son cercanos entre ellas así como en la periferia del núcleo de colonias diferentes con tamaños más grandes y por debajo de otros hongos.

Czapek fue el medio que más hongos desarrolló por cada especie de murciélago (Cuadro 4; $\chi^2 = 332.24$; $P = 0.0001$).

Cuadro 4. Número de colonias entre ambos medios.

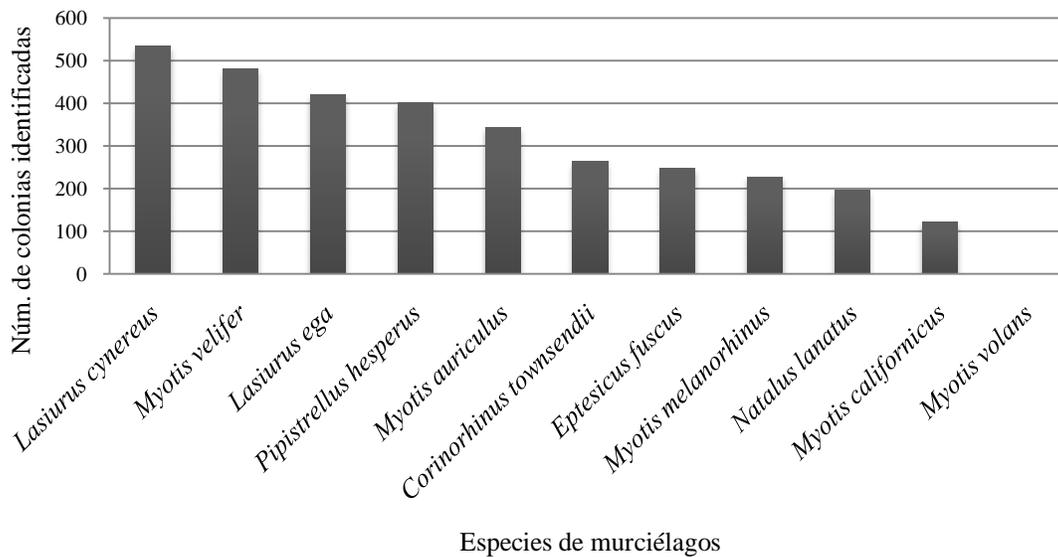
	Agar Rosa de Bengala	Agar de Czapek
<i>Corinorhinus townsendii</i>	118	146
<i>Eptesicus fuscus</i>	67	181
<i>Lasiurus cynereus</i>	213	322
<i>Lasiurus ega</i>	163	258
<i>Myotis auriculus</i>	176	167
<i>Myotis californicus</i>	75	47
<i>Myotis melanorhinus</i>	36	191
<i>Myotis velifer</i>	60	421
<i>Natalus lanatus</i>	127	69
<i>Pipistrellus hesperus</i>	110	291
Total	1145	2093



Figura 5. Microcolonias con una tonalidad negra, creciendo muy pegadas y por debajo de otros hongos (AM11-2).

El crecimiento de las colonias por especie de murciélagos fue muy cercano entre ellas, siendo *L. cinereus* el que mostró un mayor número en comparación de los demás murciélagos (Gráfica 14).

De las muestras obtenidas de los murciélagos, se observó que los hongos tienen mayor preferencia hacia el medio Agar de Czapek, el cual mostró una mayor proliferación de las colonias. En algunos casos la preferencia queda marcada en algunos hongos que necesitaron de otro medio (anexo 3) para tener un mejor desarrollo.

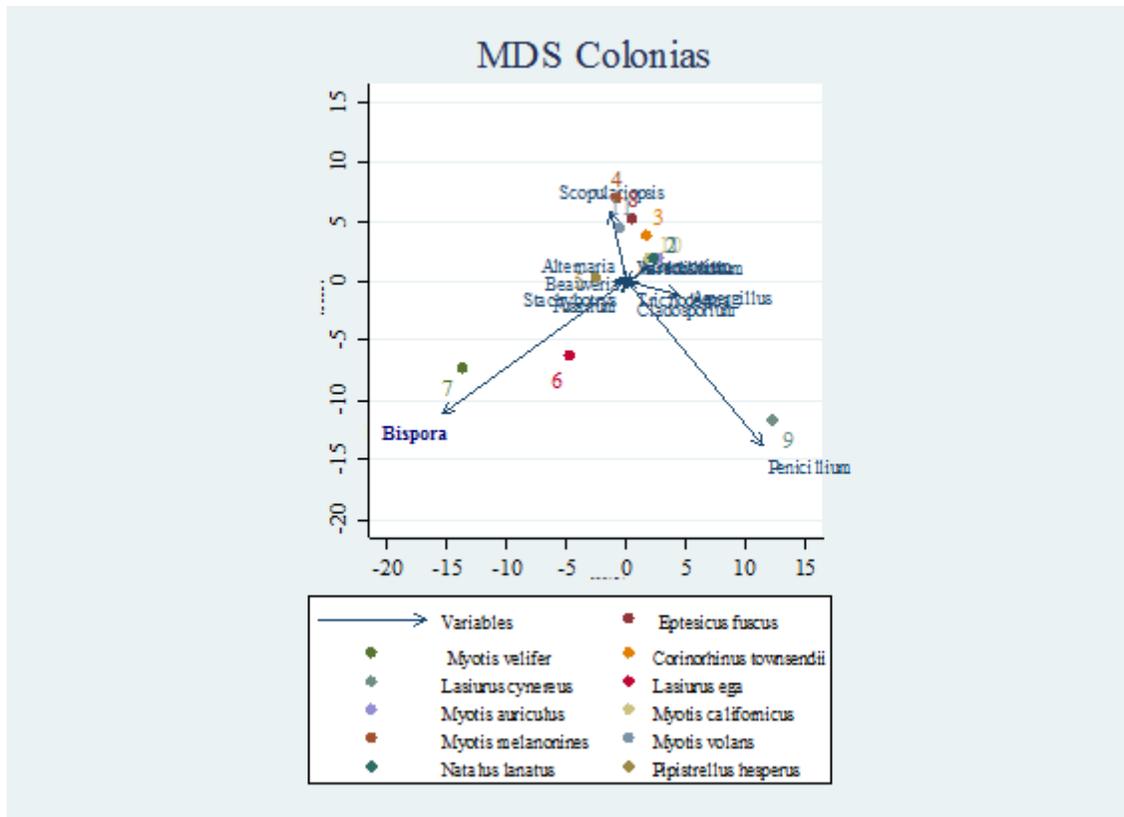


Gráfica 14. Conteo general de colonias encontradas en cada especie de murciélago recolectado durante los muestreos.

El número total de colonias antes mencionadas no coincide al anteriormente descrito que es de 3332, esto es porque las 94 faltantes son de dos cajas Petri que se colocaron en las zonas de muestreo y así poder tener una referencia de los posibles hongos que podían portar. En estas dos cajas sólo se encontraron tres géneros diferentes, que fueron *Aspergillus* con tres colonias y *Scopulariopsis* con 90 colonias, estos para una caja Petri. Para la segunda sólo se encontró un género con sólo una colonia (*Fusarium*).

9.3.- Relación del número de colonias con cada especie de murciélago.

Se realizó un escalamiento multidimensional (MDS) de las colonias presentes en cada una de las especies de murciélagos (Gráfica 15). Este mostró el ordenamiento de las colonias con relación a su composición y estructura en cada especie de murciélago. Destacando aquellos hongos que fueron más abundantes en un murciélago.

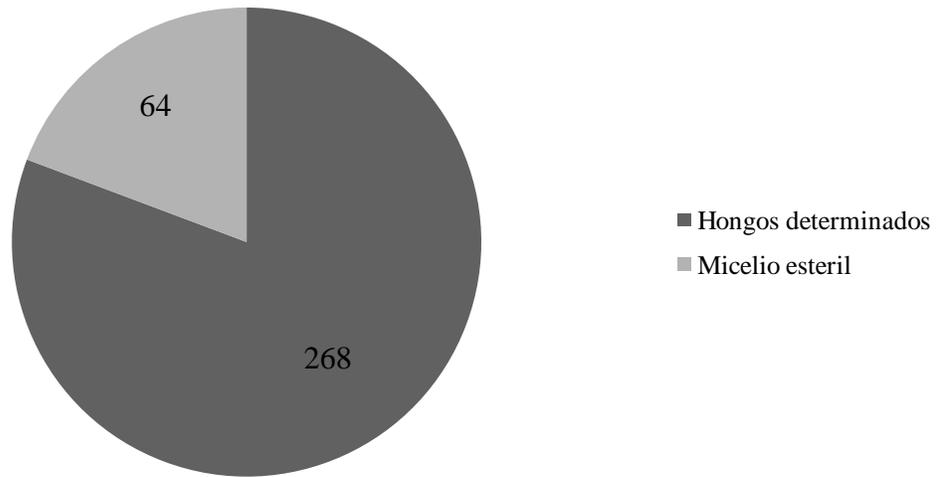


Gráfica 15. Escalamiento multidimensional de las colonias en los murciélagos.

Myotis auricularis, *Natalus lanatus* y *Myotis californicus* presentaron la mayor abundancia de colonias *Acremonium*, *Aureobasidium* y *Verticillium*. En *Pipistrellus hesperus* los géneros *Alternaria*, *Beauveria*, *Stachybotrys* y *Fusarium* fueron los más abundantes. En *Lasiurus ega* tuvo una asociación fuerte con *Bispora*. El género *Beauveria* presentó la mayoría de colonias en *Myotis velifer*. *Lasiurus cinereus* tuvo una interacción fuerte con el género *Penicillium*. *Scopulariopsis* se asoció con *Myotis melanorhinus* y *Eptesicus fuscus*. El *Corinorhinus townsendii* se relacionó con los géneros *Scopulariopsis*, *Verticillium*, *Aureobasidium* y *Acremonium*.

9.4.- Hongos identificados

De un total de 332 hongos el 80% fueron determinados hasta género y el resto de los hongos no presentaban estructuras para su identificación y sólo se pudo observar micelio estéril.



Gráfica 16. Micelio estéril y hongos identificados.

Ambos medios tuvieron una importante cantidad de micelio estéril (Gráfica 16), el cual no fue posible identificar debido a que carecían de estructuras maduras, ya sea porque requerían condiciones más específicas o podrían ser macro hongos, los cuáles requieren otras condiciones, tanto de medio como de temperatura y luz (véase todos los hongos identificados en el Anexo 4 y 5).

Del total (332), el 19% de los hongos no se determinaron por falta de estructuras que sirven para su identificación (Figura 6). Estos hongos podrían necesitar algún medio más específico o podrían llegar a ser esporas de macrohongos que requieren otros tipos de medios para su desarrollo (Figura 7).

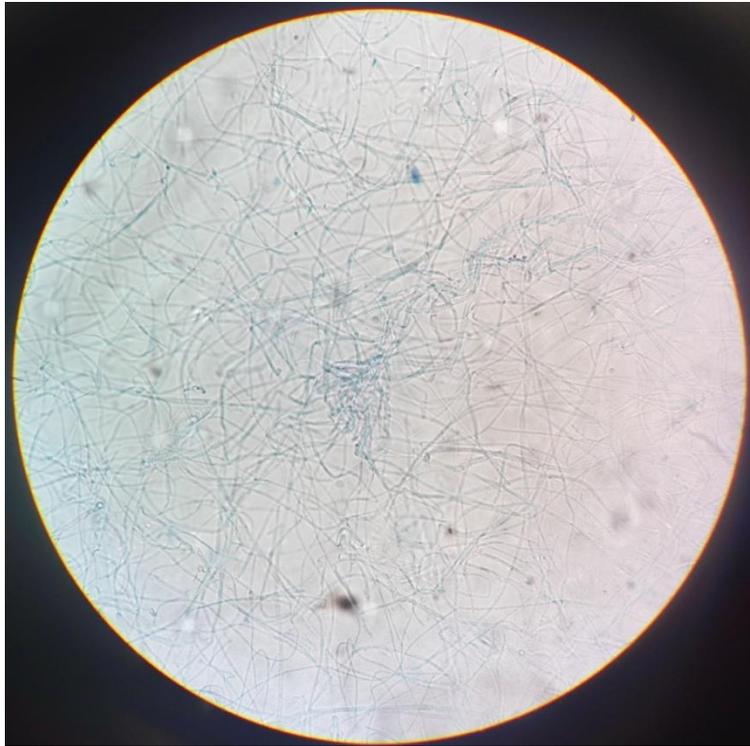


Figura 6. Micelio estéril observado a un aumento de 40x (AM5-3-2).

Los hongos suelen ser muy específicos para el medio que favorece su crecimiento, ya que puede ser difícil simular las condiciones del cuerpo de un hospedero.

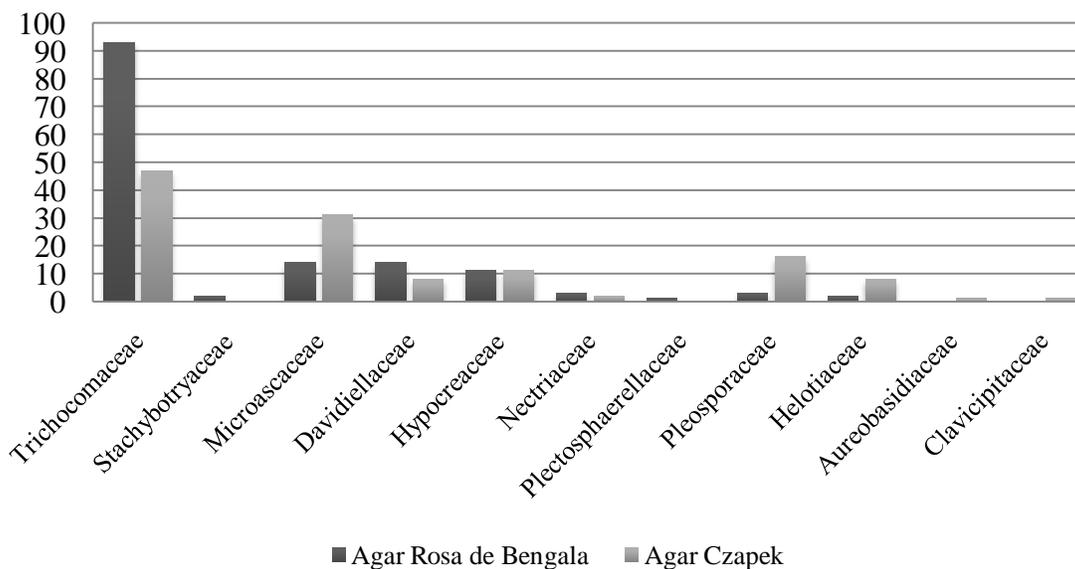


Figura 7. Micelio estéril de dos hongos tomados de las alas del *Pipistrellus hesperus* en el medio Rosa de Bengala (AM5-3).

Estos hongos se dejaron por más tiempo en las incubadoras para tratar de hacer que tuvieran su desarrollo y así poder determinarlos (Anexo 1). Algunos llegaron a alcanzar su madurez y fueron anexados a la base de datos. Sin embargo, hubo hongos que seguían sin presentar estructuras para su identificación.

9.4.1.- Familias de hongos

Se encontraron un total de 11 familias en diferentes abundancias en ambos medios, con algunas familias únicas de un medio, aunque la gran mayoría tuvo presencia en los dos medios. La familia Trichocomaceae fue la más abundante representando el 52% de individuos. Tres familias sólo contaron con un individuo por cada una de ellas (Gráfica 17).

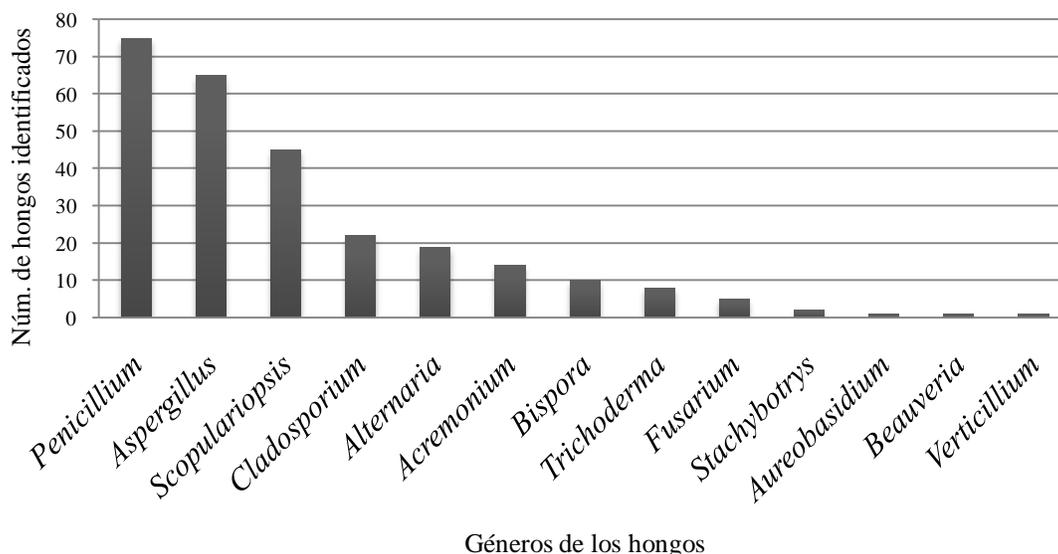


Gráfica 17. Número de hongos encontrados por familia en todas las muestras obtenidas.

La diversidad para los dos medios es la misma (χ^2), ya que ambos muestran con el mismo número de familias. En Agar de Rosa de Bengala se encuentran dos que en Czapek no y viceversa. La familia Trichocomaceae tiene una mayor riqueza al presentar un mayor número de individuos identificados en todas las muestras obtenidas a lo largo de este trabajo. Sin embargo lo principal para este trabajo se enfoca en el número de géneros que se encontraron.

9.4.2.- Géneros de hongos

Se determinaron 13 géneros de hongos, el género más abundante fue *Penicillium*, seguida de *Aspergillus* con el 28% y 24% del total respectivamente y en los menos abundantes encontramos a tres géneros por igual, con no más de un individuo determinado (*Verticillium*, *Aureobasidium* y *Beauveria*) como se muestra en la Gráfica 18.



Gráfica 18. Número de individuos de cada género de hongos determinados.

9.4.2.1.-*Acremonium*

Del género *Acremonium* se identificaron 14 hongos, divididos en seis en Rosa de Bengala y ocho en Czapek; y el número de colonias fue de 12 y 44.

Este género contiene alrededor de 100 especies. Las colonias suelen ser de crecimiento lento, a menudo compactas y húmedas al principio, que se vuelven polvorientas, con apariencia de gamuza o flocculadas y pueden ser de color blanco, gris, rosa o naranja. Las hifas son finas e hialinas y producen fiálides erectas en su mayoría simples en forma de punzón con collaretas discretas. Los conidios suelen ser unicelulares, hialinos o rara vez pigmentados, globosos a cilíndricos y, en su mayoría, agregados en cabezas viscosas en el vértice de cada filamento (Figura 8 y 9).



Figura 8. *Acremonium* de la muestra AM6-1-3 en el medio Czapek.

En las características microscópicas presentan un micelio microsifonado (entre 1 y 1.5 μm), septado, hialino. Su micelio se organiza en coremium, conidióforos alargados perpendiculares a las hifas, las cuales tienen en su extremo terminal, conidios agrupados en forma de cabezas.

De los generos de *Acremonium* encontramos tres distinciones micro morfológicas de las especies que podrían ser encontradas en el muestreo, los cuales fueron marcados como tipo I, tipo II y tipo III, de estos se encontraron en las siguientes proporciones cinco para el primero, cinco para el segundo y cuatro para el tercero respectivamente.

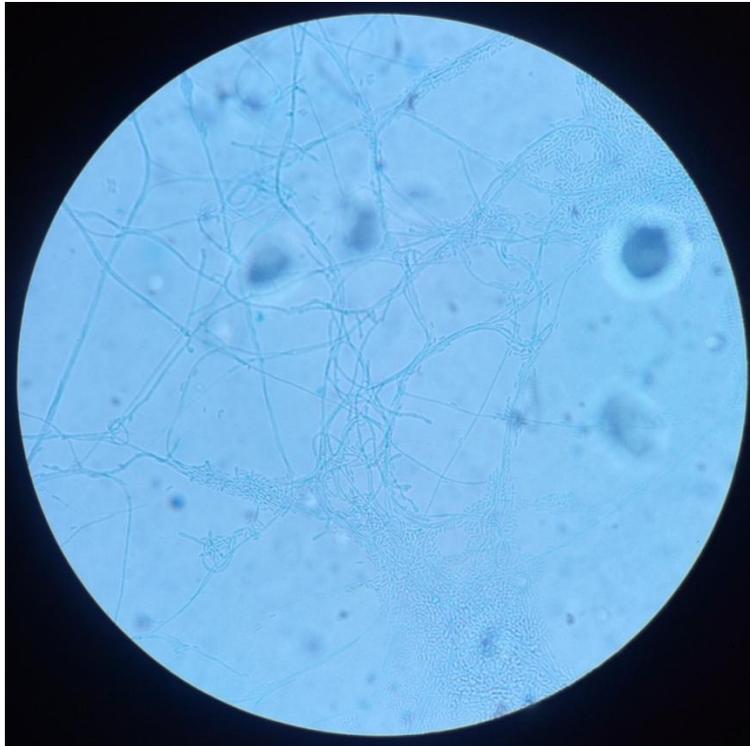


Figura 9. *Acremonium* de la muestra AM5-2-2 presenta una alta acumulación de conidios alrededor de las hifas.

9.4.2.2.- *Alternaria*

Este género se identificó principalmente en el medio de Agar de Czapek, documentando 16 hongos y tres en el medio de Agar de Rosa de Bengala. Al ser más abundante en Czapek, tuvo un mayor número de colonias, de un total de 115 contadas para ambos medios, 112 estuvieron presentes en el medio de Czapek y por consiguiente sólo se encontraron tres para el medio de Rosa de Bengala.

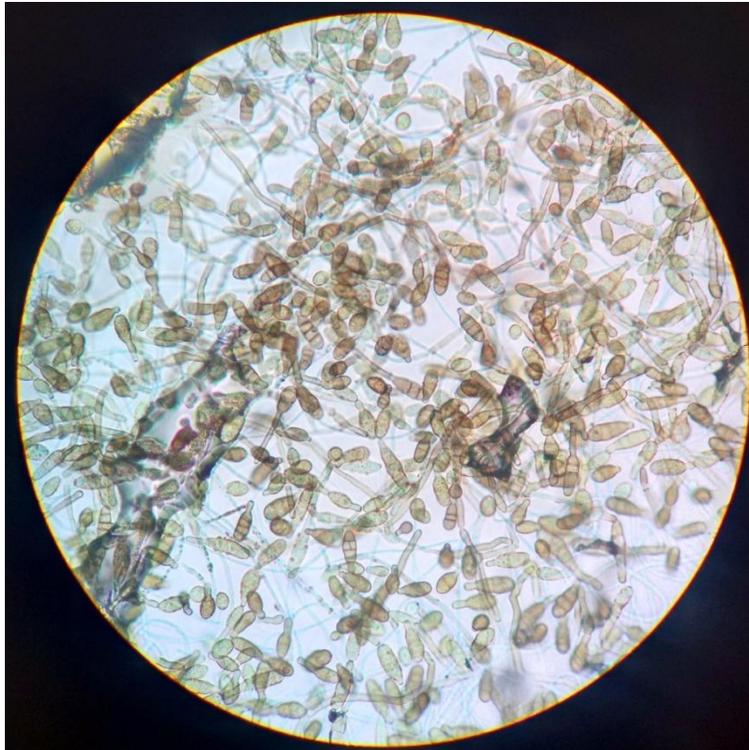


Figura 10. *Alternaria* identificada de la muestra CM1-1-2 en Agar de Czapek.

Hasta el momento sólo se conocen 44 de los cientos de especies que pueden formar este género de hongos. El examen microscópico del cultivo puede realizarse sin tinción, observándose hifas septadas dematiáceas, conidióforos septados con pared lisa o rugosa, simples o simpodiales con varios poros de inserción y conidios únicos o en cadenas acropétalas con forma ovoide u obclavada, septados longitudinalmente y transversalmente (Figura 10 y 11). El final del conidio, cerca del conidióforo es redondo, mientras que se estrecha hacia el ápice. Dicha característica le da la apariencia típica a los conidios.

Para *Alternaria* se identificaron dos distinciones morfológicas, suponiendo dos especies diferentes, catorce para el tipo I y cinco para el tipo II.



Figura 11. *Alternaria* de la muestra AM18-2-2 en Agar de Rosa de Bengala.

9.4.2.3.-*Aspergillus*

Se encontraron un total de 65 hongos pertenecientes al género *Aspergillus* en ambos medios. Pero su mayor abundancia se ubicó en el medio Agar Rosa de Bengala. El murciélago *Lasiurus cinereus* fue el que portó la mayor cantidad en comparación con las otras especies (Figura 12 y 13).

Para este género se encontró un total de 436 colonias juntando ambos medios, Agar de Rosa de Bengala y de Czapek, en cada uno se encontraron 414 y 22 colonias formadas y definidas, respectivamente.

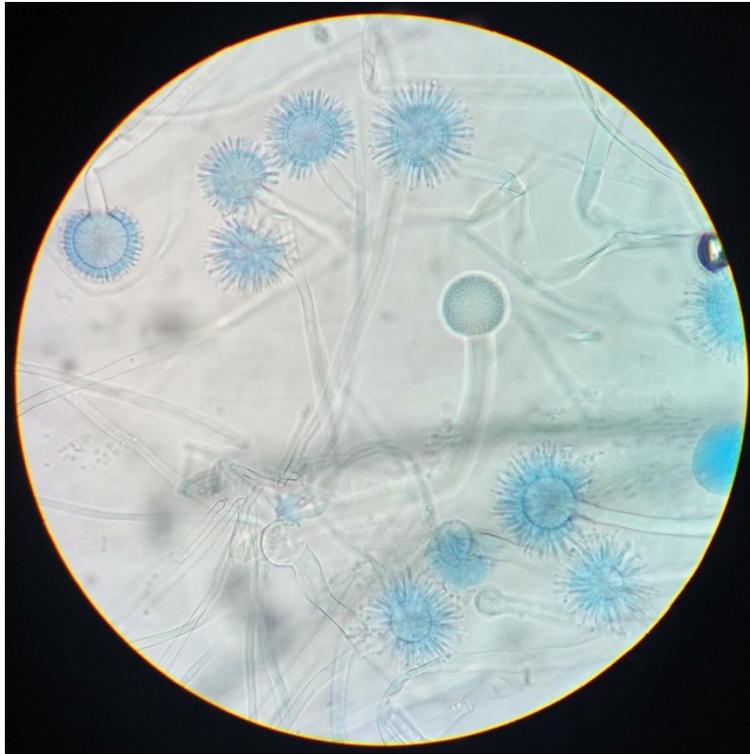


Figura 12. *Aspergillus* identificado en la muestra AM18-1-4 en medio Agar Rosa de Bengala.

En la Figura 13 se muestra el desarrollo de un hongo del género *Aspergillus* en varias etapas de su madurez, desde la cabeza conidial sin fiálides, hasta la visualización de los conidios en las puntas de la fiálides.

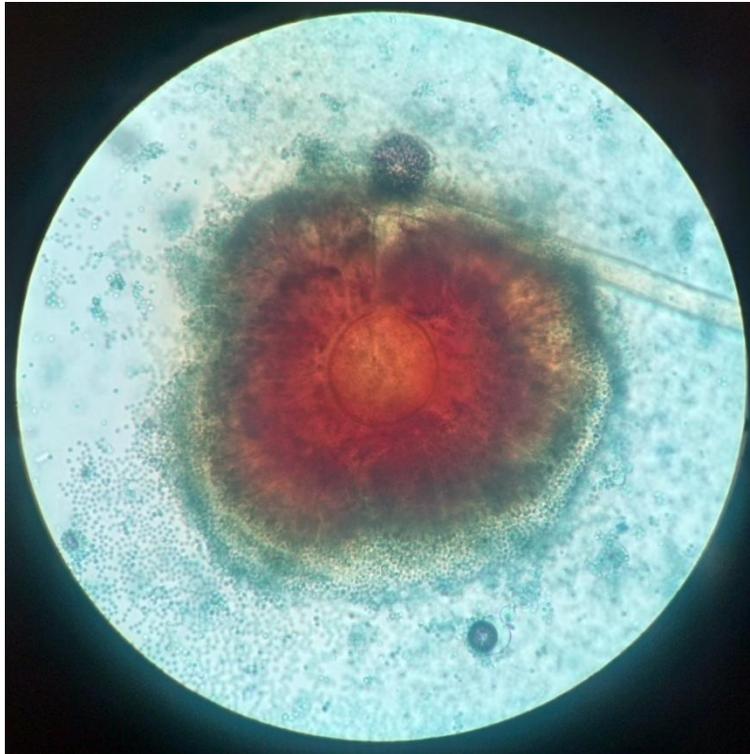


Figura 13. *Aspergillus* en medio Agar de Czapek de la muestra AM7-1-1.

El género *Aspergillus* comprende alrededor de 900 especies; son organismos ubicuos y patógenos que causan infecciones oportunistas en hospederos inmunocomprometidos. Es un hongo filamentoso hialino, saprofito, perteneciente al filo Ascomycota. Se encuentra formado por hifas hialinas septadas y puede tener reproducción sexual (con formación de ascosporas en el interior de ascas) y asexual (con formación de conidios). Las diferentes especies se diferencian en tamaño, tasa de crecimiento, textura (aterciopelada, granular, algodonosa) y color de la colonia: verde-amarillento (*A. flavus*), negro (*A. niger*), marrón (*A. terreus*). La coloración aparece casi siempre en todas las estructuras aéreas, tanto en el micelio como en las cabezas conidiales.

Los *Aspergillus* tuvieron un total de siete tipos diferentes de morfología, lo que nos lleva a la posibilidad de ese número de especies distintas, veintiocho del tipo I, dos del tipo II, dos del tipo III, seis del tipo IV, seis del tipo V, nueve del tipo VI, tres del tipo VII y cinco del tipo VIII.

9.4.2.4.- *Aureobasidium*

Sólo se encontró un individuo de este género en el agar de Czapek, así mismo sólo tenía una colonia presente (Figura 14). Hongo encontrado en el *Myotis californicus*, no se pudo saber si este hongo es específico del murciélago, debido a que sólo hubo un murciélago de esa especie

que se atrapó durante las salidas de campo. El tipificado en este género no fue necesario debido a que solo se encontró un solo tipo de este hongo.



Figura 14. *Aureobasidium* de la muestra AM20-2-2 en agar de Czapek.

Hongo con aproximadamente 15 especies, es un dimorfo que presenta micelio pigmentado con hifas de las que nacen de forma sésil numerosos conidios hialinos (de 2-3 μm) y piriformes, los cuales, una vez libres, forman por gemación otros más pequeños. En cultivo muestra una gran variedad de formas y colores. A 25 °C se desarrolla como colonias blancas o cremosas, pero también pueden ser amarillas, rosas o parduzcas.

9.4.2.6.- *Beauveria*

Sólo se logró identificar un individuo de este género en uno de los *Pipistrellus hesperus* que se colectaron. Tuvo tres colonias en la muestra CM6-1-4, las cuáles al ser observadas al microscopio fueron muy diferentes a todos los demás hongos observados anteriormente (Figura 15).

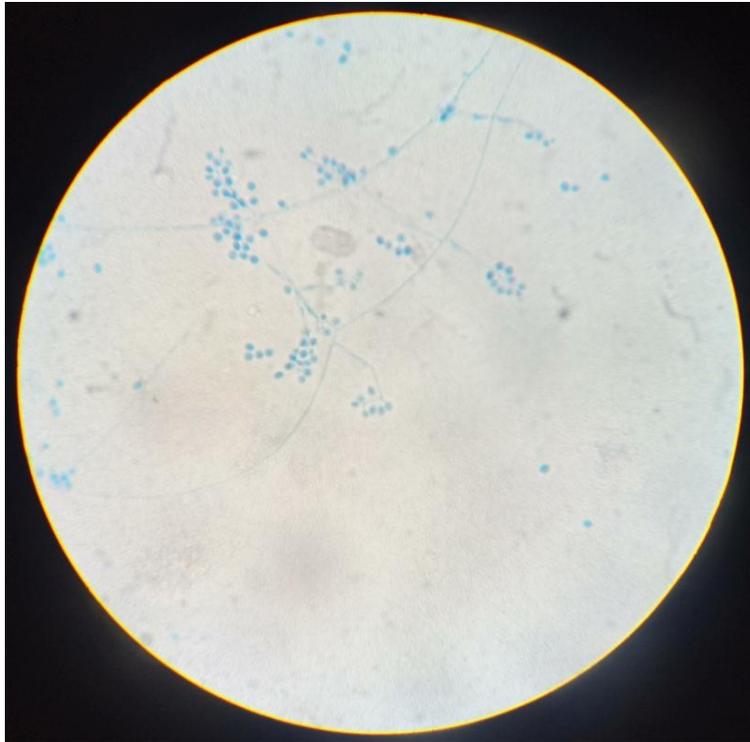


Figura 15. Hongo del género *Beauveria* colectado de la muestra del murciélago *Pipistrellus hesperus* ubicado en su cuerpo.

Es un hongo entomopatógeno, con morfología de la estructura reproductora, y comúnmente se encuentra parasitando un alto número de especies de insectos. Se caracteriza por presentar células conidiógenas globosas a sub-globosas con un cuello muy corto, las estructuras conidiógenas forman grandes grupos, conidióforos apiñados formando sinnemas, las conidias son hialinas y lisas, globosas elipsoidales y el desarrollo en medio de cultivo es levantado de color blanco. Con solo un tipo de este hongo y no fue necesario realizar una distinción morfológica.

9.4.2.6.- *Bispora*

Se identificaron diez hongos de este género, con mayor abundancia en Agar de Czapek, con ocho individuos identificados y 656 colonias, Agar de Rosa de Bengala con dos individuos y dos colonias.

Este género lo comprenden aproximadamente 96 especies. Macroscópicamente, convexo a subumbonato, liso, brillante, fibrilloso, marrón claro a oscuro y marrón rojizo o marrón. Conidios elípticos a fusiformes, con 1-3 células, pared gruesa y rugulosa. (Figura 16 y 17). Todos los hongos de este género presentaron la misma morfología, por consiguiente es posible que pertenezcan a la misma especie.

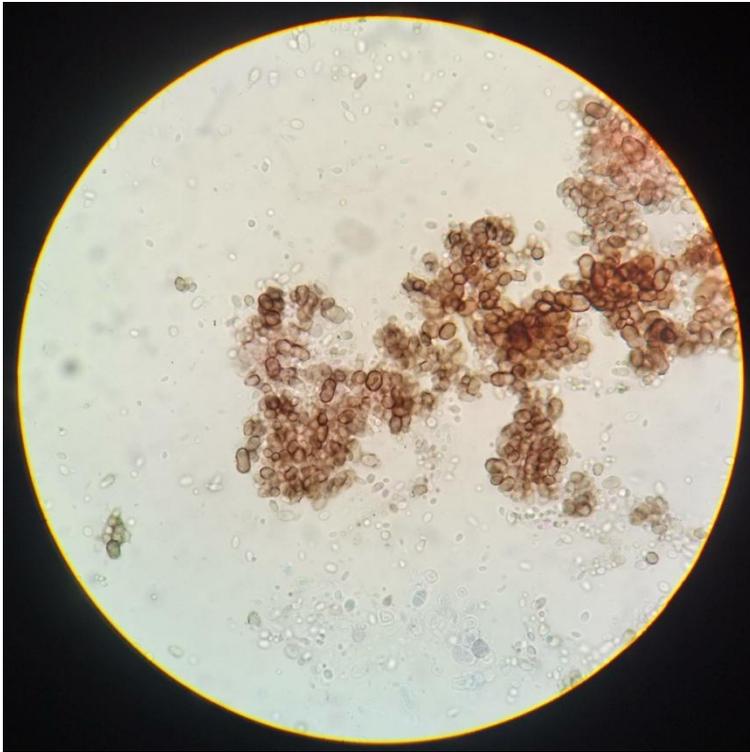


Figura 16. Muestra AM18-1-3 del género *Bispora*.

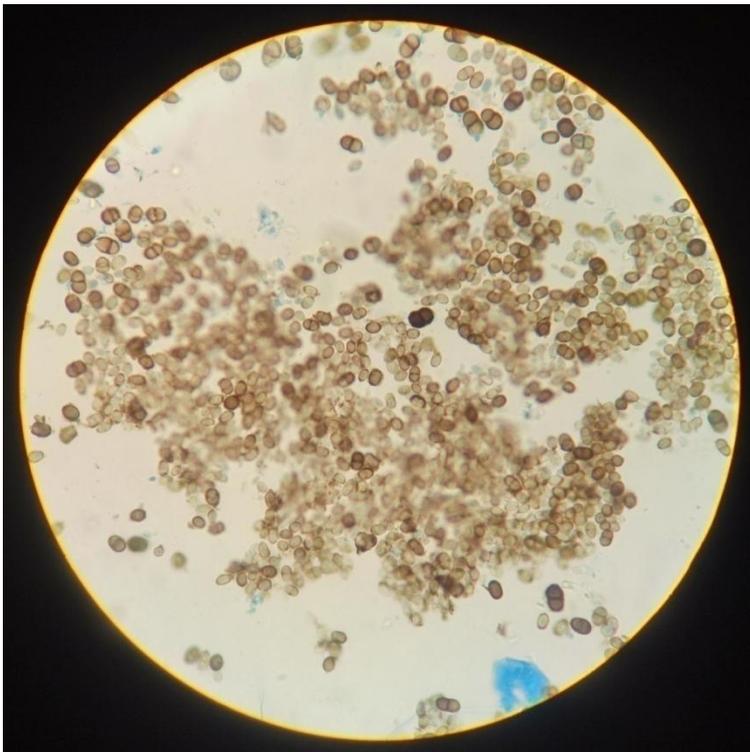


Figura 17. Género *Bispora* encontrado en el medio de Czapek en la muestra CM6-1-5.

9.4.2.7.- *Cladosporium*

Del género *Cladosporium*, se documentaron 30 y 29 colonias en Rosa de Bengala y Czapek, respectivamente (Figura 18). Los identificados en todas las muestras de ambos medios, fueron 22 individuos; 14 individuos en el Agar Rosa de Bengala y ocho en Czapek. Este hongo presenta pequeños conidios, usualmente formados encadenas ramificadas, están bien adaptadas para extenderse fácilmente engrandes números y a largas distancias (Figura 19).

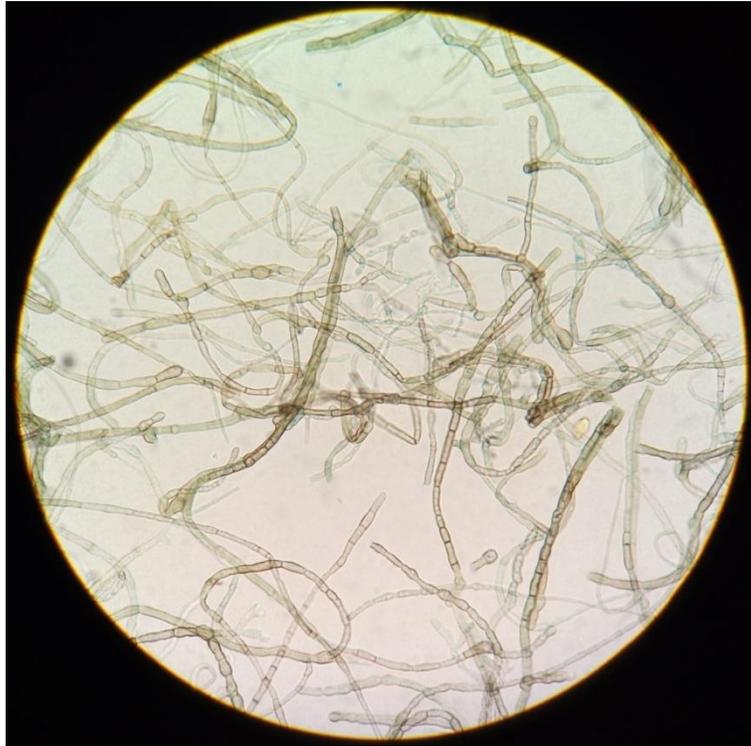


Figura 18. *Cladosporium* en AM18-2-1 en el medio de Czapek.

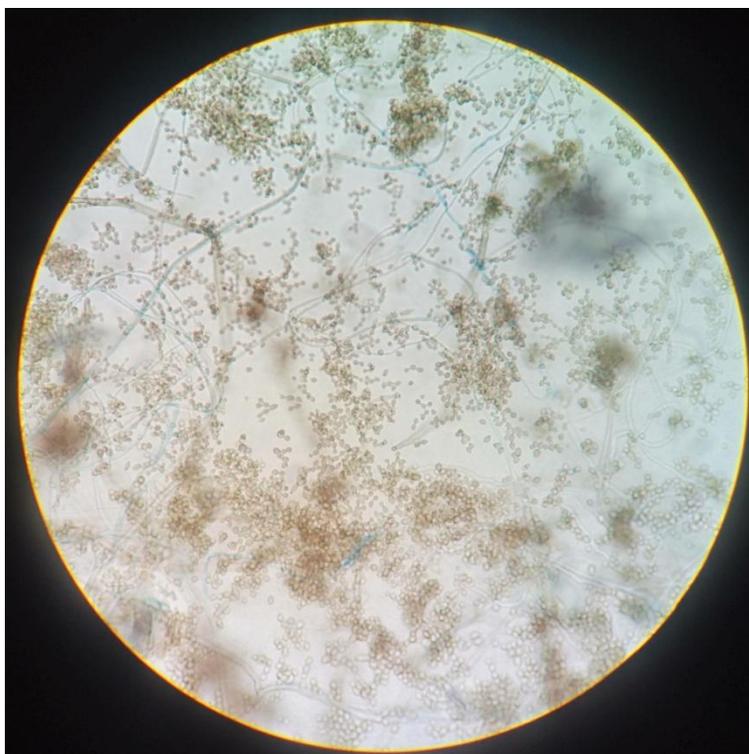


Figura 19. Cadenas de conidio de *Cladosporium* de la muestra AM17-1-1 en Rosa de Bengala.

Hasta el 2004, Dugan y colaboradores enlistaron 772 especies aproximadamente. Hongo filamentos, perteneciente al filo Ascomycota y al grupo de los dematiáceos, caracterizados por presentar una coloración oscura. Microscópicamente presenta hifas finas, septadas, ramificadas de color hialino a marrón. Las hifas sostienen cadenas ramificadas de conidios unicelulares, elipsoides o cilíndricos, algunos con forma de escudo debido a las cicatrices de unión entre ellos. Los conidios se forman por gemación sucesiva del conidio anterior, estando el conidio más joven y pequeño al final de la cadena.

Macroscópicamente forma colonias aterciopeladas, pulverulentas o vellosas, con pliegues radiales, de color blanco o crema que tienden a oscurecerse en tonos verde oliva y, a veces, gris verdoso o marrones. Presento cuatro tipos distintos dentro del género, lo que serian cuatro posibles especies, nueve para el tipo I, cinco para el tipo II, cinco para el tipo III y tres para el tipo IV.

9.4.2.8.- *Fusarium*

Se encontraron cinco hongos de este género con 12 colonias en total. El número de hongos identificados en los medios fue de tres para el Agar Rosa de Bengala y dos para el Agar de Czapek (Figura 20 y 21).

Hongos con más de 100 especies descritas hasta el 2006, de los cuales solo fueron encontrados hongos que posiblemente pertenecen a la misma especie, ya que no presentaron alguna distinción morfológica. Con gran importancia económica ya que son habituales fitopatógenos. Las esporas del hongo son fácilmente reconocibles al microscopio por su forma de media luna o de canoa.

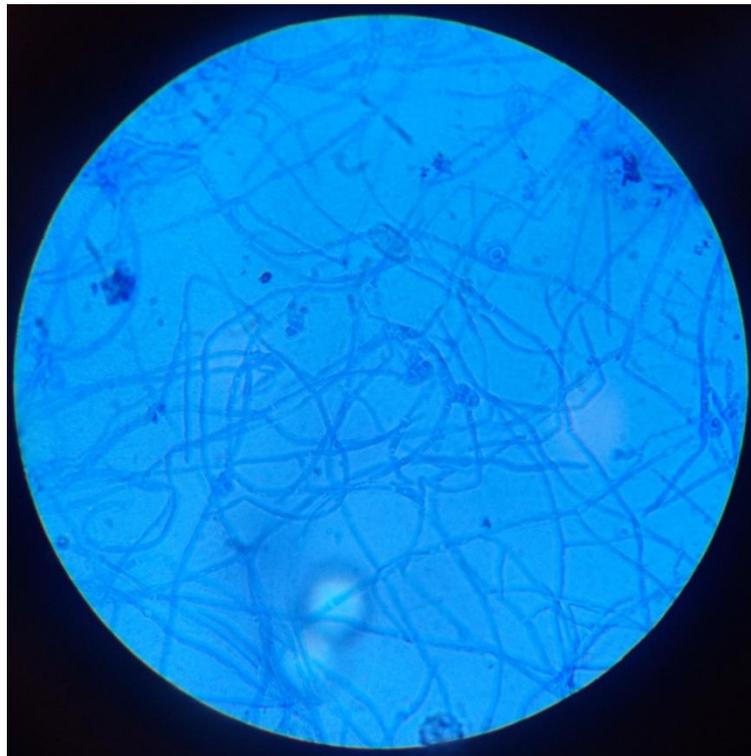


Figura 20. *Fusarium* en la muestra CM11-2-1 en Rosa de Bengala.

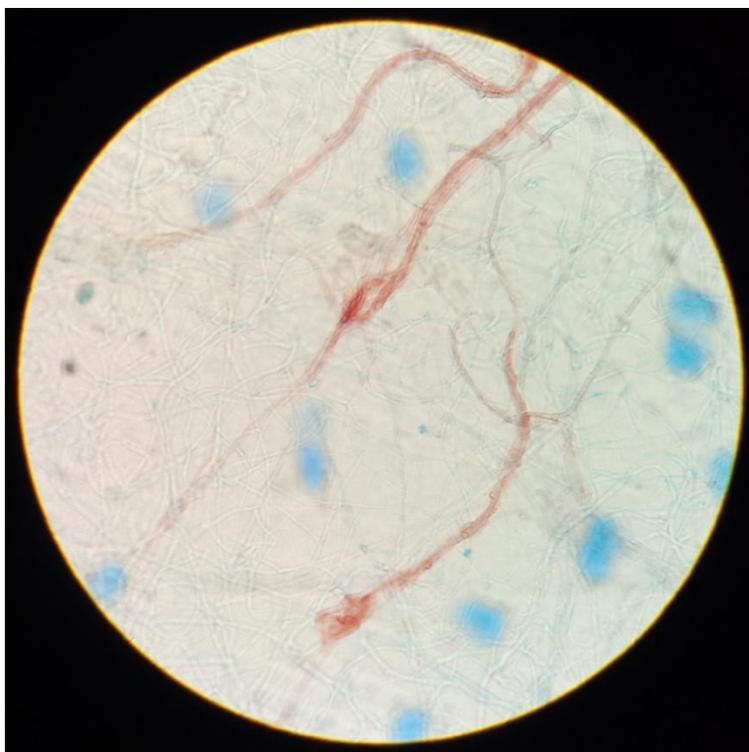


Figura 21. *Fusarium* rojo de la muestra AM18-1-1 en medio de Agar de Czapek.

9.4.2.9.- *Penicillium*

Se encontró un total de 75 hongos del género *Penicillium* en ambos medios, siendo el más abundante. En el medio de Agar de Czapek (Figura 22) fue el que presentó un mayor número de individuos identificados, a diferencia en el medio de Agar Rosa de Bengala, donde fue el segundo más abundante (Figura 23).

Las estructuras de este género son de fácil identificación, al igual que la colonia que forman, de estas se encontraron un total de 978 colonias, divididas en 506 y 472, para Rosa de Bengala y Czapek, respectivamente.

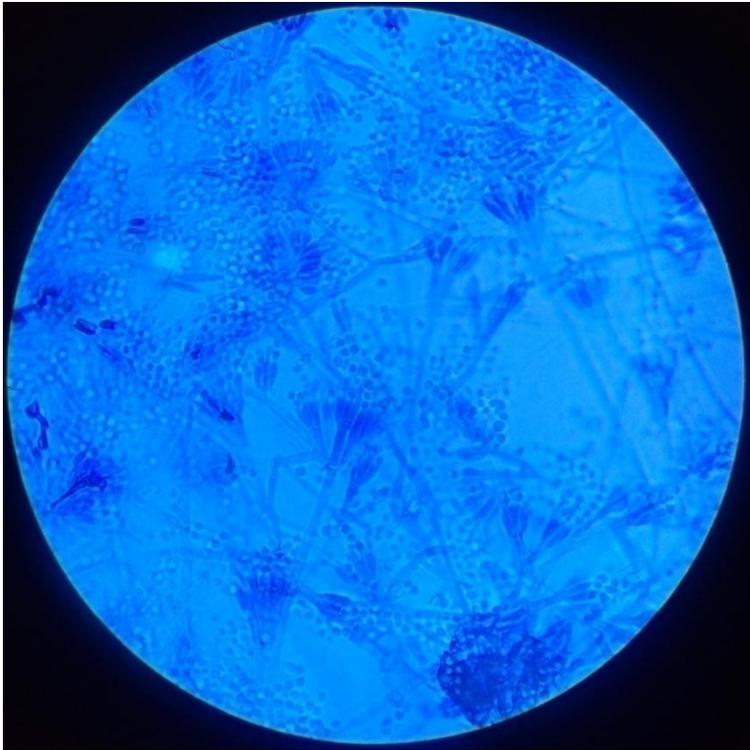


Figura 22. *Penicillium* de la muestra CAM8-2-1 a un aumento de 40x en el medio de Agar de Czapek.

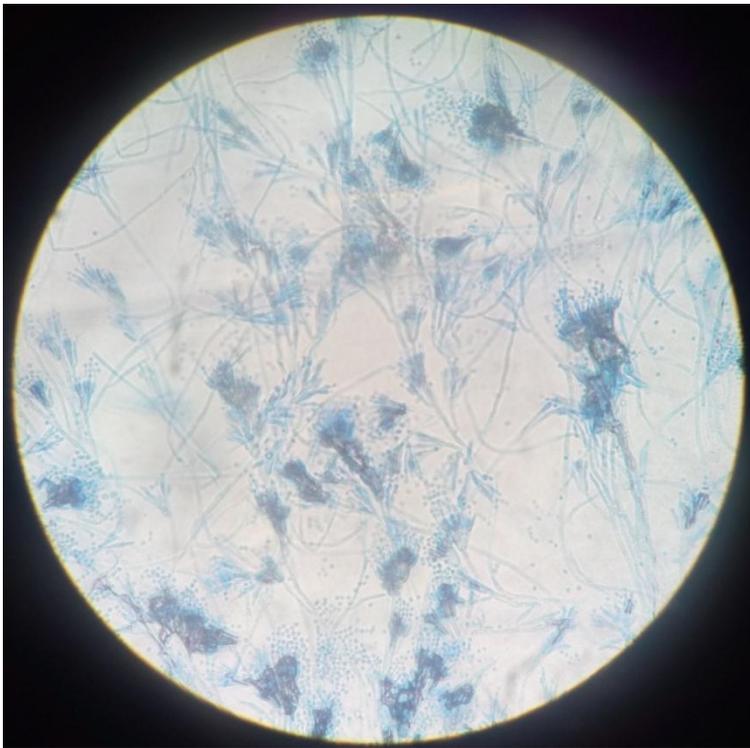


Figura 23. Muestra CM6-2-5 en medio de Agar Rosa de Bengala mostrando un hongo del género *Penicillium*.

Las especies de *Penicillium* incluye más de 300 especies, tienen hifas septadas hialinas (1.5-5 μ de diámetro), con conidióforos simples o ramificadas, métulas, fialides y conidias. Las métulas son ramificaciones secundarias que se forman sobre los conidióforos. Las métulas acarrear fialides en forma de frasco. La organización de las fialides en la punta de los conidioforos es típica (llamadas "penicilli" o pincel). Las conidias (2.5-5 μ de diámetro) son redondas, unicelulares y observadas como cadenas no ramificadas en el extremo de las fialides.

Las colonias son de crecimiento rápido, filamentosas y vellosas, lanosas o de textura algodonosa. Son inicialmente blancas y luego se convierten en verde azuladas, gris verdosas, gris oliva, amarillentas o rosadas con el tiempo. El reverso de la colonia es pálido o amarillento.

De *penicillium* al ser uno de los quenos con mayor abundancia, se dividieron en cuatro tipos diferentes caracterizados principalmente por su ramificación de los verticilos, treinta y ocho hongos del tipo I monoverticilado, veintiocho hongos del tipo II biverticilado, seis hongos del tipo III triverticilado y tres hongos del tipo IV tetraverticilado.

9.4.2.10.- *Scopulariopsis*

Se contaron un total de 873 colonias, 187 en Rosa de Bengala (Figura 24) y 686 en Czapek (Figura 25), con un total de 45 hongos identificados de éste.

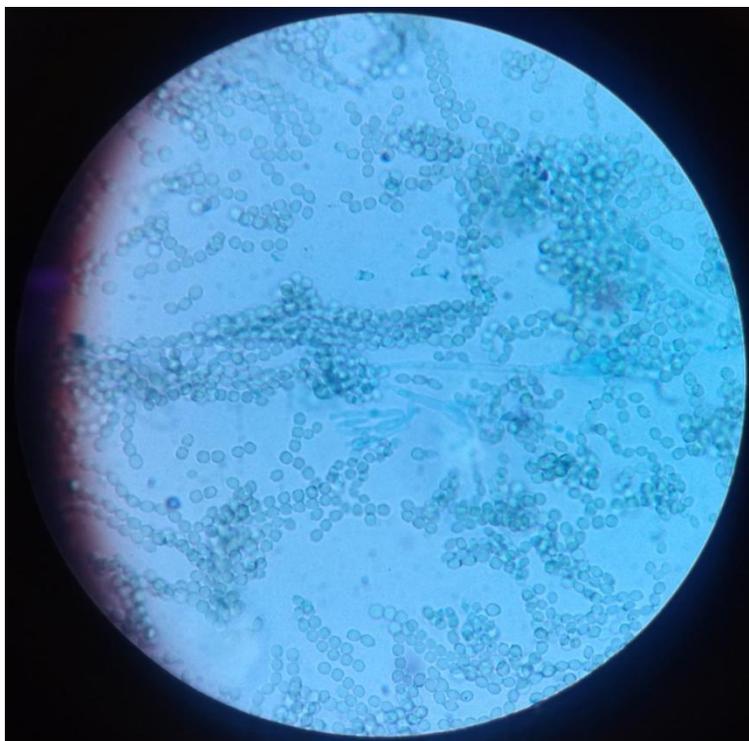


Figura 24. Muestra AM6-1-1 *Scopulariopsis*, tomada del medio Agar Rosa de Bengala.

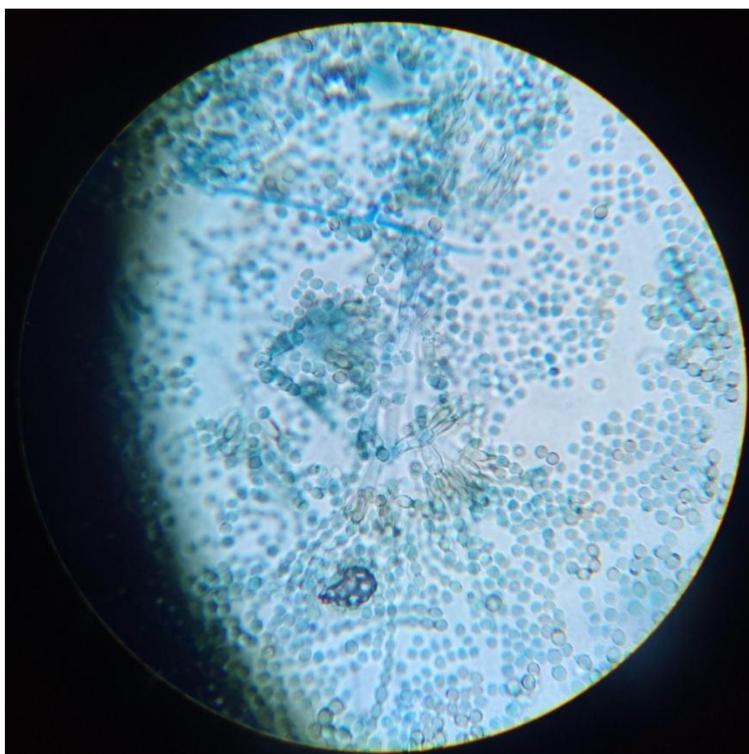


Figura 25. *Scopulariopsis* de CAM15-2-1 en Agar de Czapek, se observa con mayor claridad los anillos antes de los conidios.

Las colonias crecen rápidamente, varían en color desde el blanco, crema, gris, piel de ante, de color marrón, negro o son predominantemente de color marrón claro. La morfología microscópica muestra cadenas de conidios unicelulares (ameroconidios) producidos en forma basipeta (donde el conidio más joven está en el extremo basal de la cadena) por una célula conidiógena especializada llamada anélide. Las anélides mostrando conidióforo, células conidiógenas en racimo o solitarias con anélides y tipos de conidios pueden ser solitarias, en grupos. La punta de una anélide aumenta en longitud y se hace más estrecha cuando se forma cada conidio posterior. Los conidios son globosos a piriformes, lisos o rugosos y de base trunca.

Solo se diferenciaron solo dos tipos, veintitres del tipo I de cadenas largas y veintidós del tipo II de cadenas cortas de conidios.

9.4.2.11.-*Stachybotrys*

Para el género *Stachybotrys* sólo se encontraron dos individuos los cuales desarrollaron una colonia cada uno en el medio Agar Rosa de Bengala y ninguno en el medio Agar de Czapek (Figura 26).



Figura 26. De la muestra CMI-1-3 se obtuvo uno de los dos *Stachybotrys* determinados en este proyecto.

Contiene cerca de 50 especies, es posible que solo se encontrara una única especie debido a su morfología semejante entre los dos individuos encontrados. Las colonias usualmente crecen bastante rápido, y maduran dentro de 4 días si los medios ofrecen el agua requerida. Las colonias a 25 ° C alcanzan un diámetro de 2,5-3 cm. Las colonias son efusas, algodonosas o pulverulentas (debido a las masas de conidios) y el color de la colonia es inicialmente blanco, volviéndose verde-verdoso con el envejecimiento; el reverso es al principio incoloro, luego negro. Se puede producir un pigmento marrón difuso.

Los conidióforos, macronematosos, mononematosos, suelen ser de 100 μm hasta 1 mm de largo y 3-6 μm de ancho; son simples o ramificados, hialinos o grisáceos al principio, y se tornan oliváceos a negros; los conidióforos llevan una corona de fialidos en sus vértices. Cada conidióforo (estípite y rama) es recto o flexible, ya sea incoloro, gris, marrón u oliváceo, y en ocasiones está parcialmente cubierto de gránulos oscuros.

9.4.2.12.-*Trichoderma*

De este género se documentaron ocho ejemplares en total, en este género es distintivo la presencia de sus fiálides más definidas (Figura 27 y 28). Se encontraron un total de 15 colonias, cinco en el medio de Czapek y diez en el medio de Rosa de Bengala.

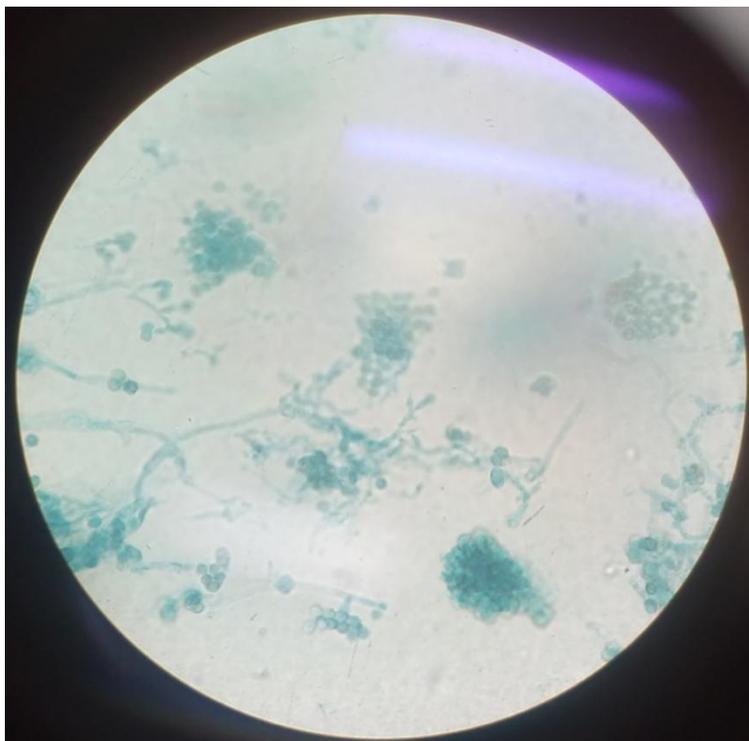


Figura 27. Hongo del género *Trichoderma* encontrado en la muestra CM7-1-4 en el medio Agar Rosa de Bengala.

Actualmente hay 89 especies aceptadas en el género *Trichoderma*. Crecen saprofiticamente o como parásitos en otros hongos en las hifas, y alrededor de ellas para desarrollar el micelio. Tiene un conidióforo con ramificaciones laterales erguidas y del producto que llevan las esporas de fiálides cortos. Las ramificaciones no se hinchan en el ápice y no llevan las pistas conidial terminales. Todos con la misma morfología, lo que indica que todos los hongos identificados de este genero son posiblemente de la misma especie.

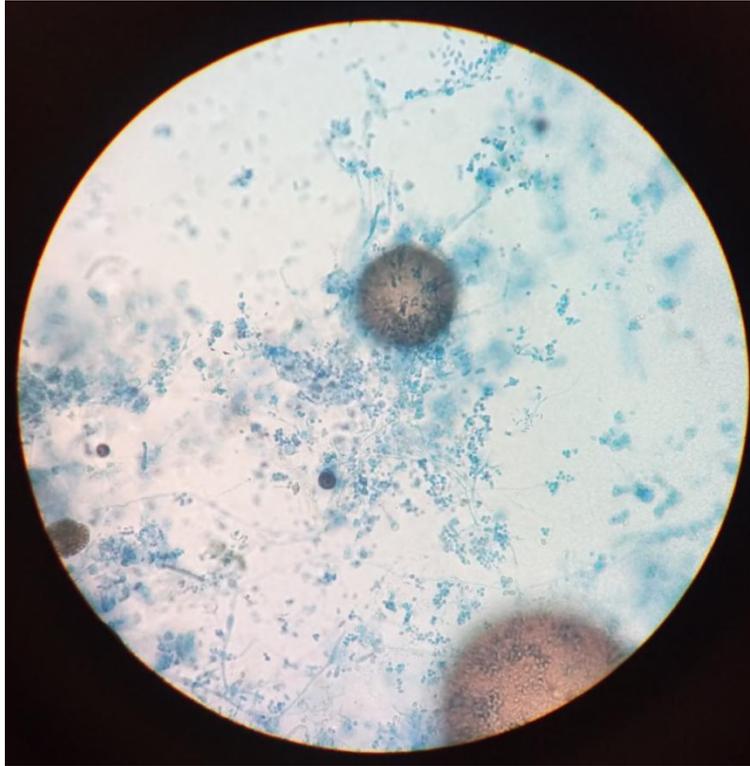


Figura 28. Muestra CM7-1-2, muestra un hongo del género *Trichoderma* identificado en el medio Agar de Czapek.

Los conidios son unicelulares, esporas del ovoide y se producen sucesivamente de extremidades de los fiálides que recogen en masas mojadas pequeñas. Las células individuales se extienden a partir de las 25-70 micras en altura y de 2,5-3,5 micras de diámetro. Las colonias crecen los amortiguadores blancos, amarillos, o verdes rápidamente el producir de filamentos de esporulación.

9.4.2.13.-*Verticillium*

Sólo se encontró un individuo de este género, este se ubicó en el medio de Agar de Rosa de Bengala en la muestra CM7-3-1 (Figura 29), en cuya muestra se encontraron cuatro colonias distribuidas en la caja Petri utilizada.

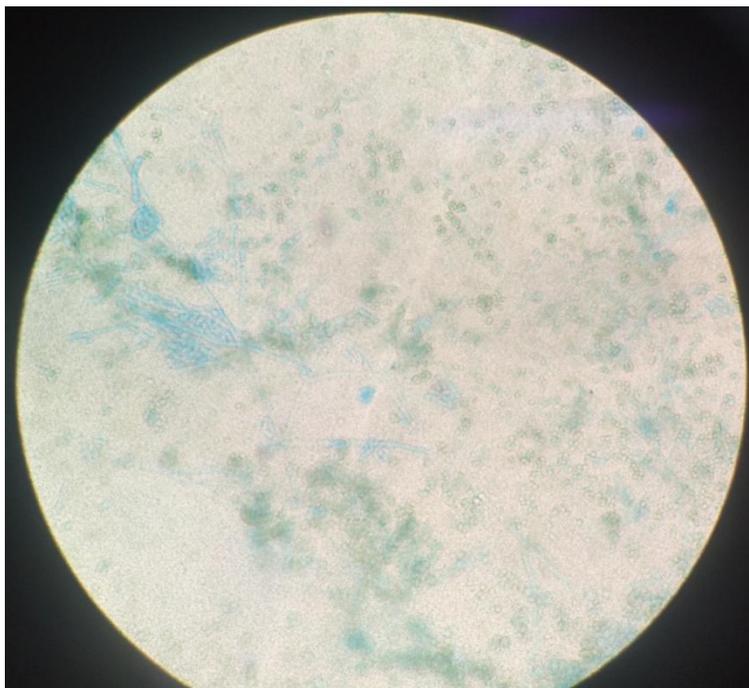
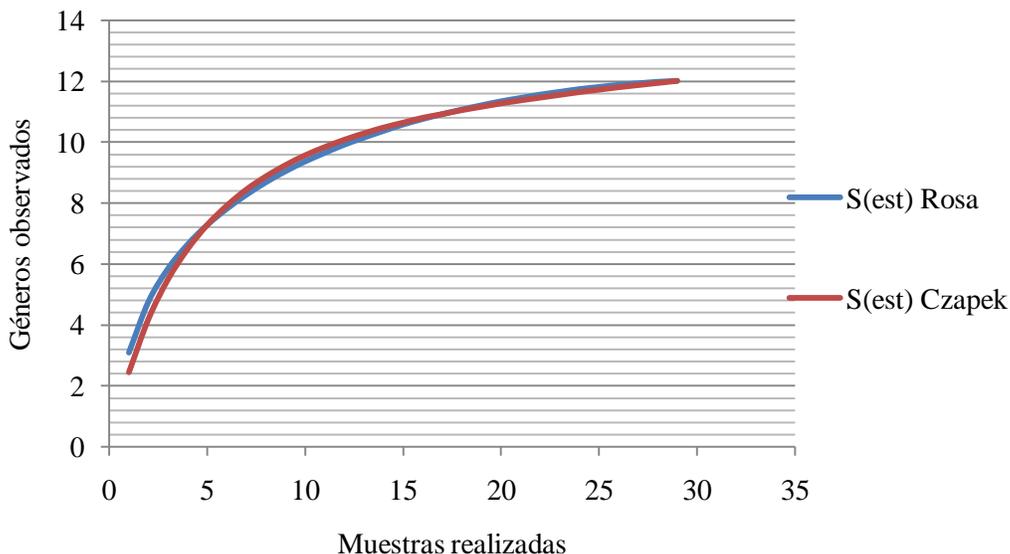


Figura 29. *Verticillium* encontrado en la muestra CM7-3-1, se ubica con una coloración azul en la parte izquierda de la imagen.

Actualmente se cree que este género contiene 51 especies, de los cuales solo se encontró uno. El micelio vegetativo es hialino, septado y multinucleado, con los núcleos son haploides. Los conidios son de forma oval-alargada y normalmente unicelulares. Estos se producen en fiálides, que son hifas especializadas producidas en una espiral alrededor de cada conidióforo. Cada fiálide contiene una masa de conidios. La ramificación de los conidióforos se produce en verticilos

9.5.- Diversidad de hongos

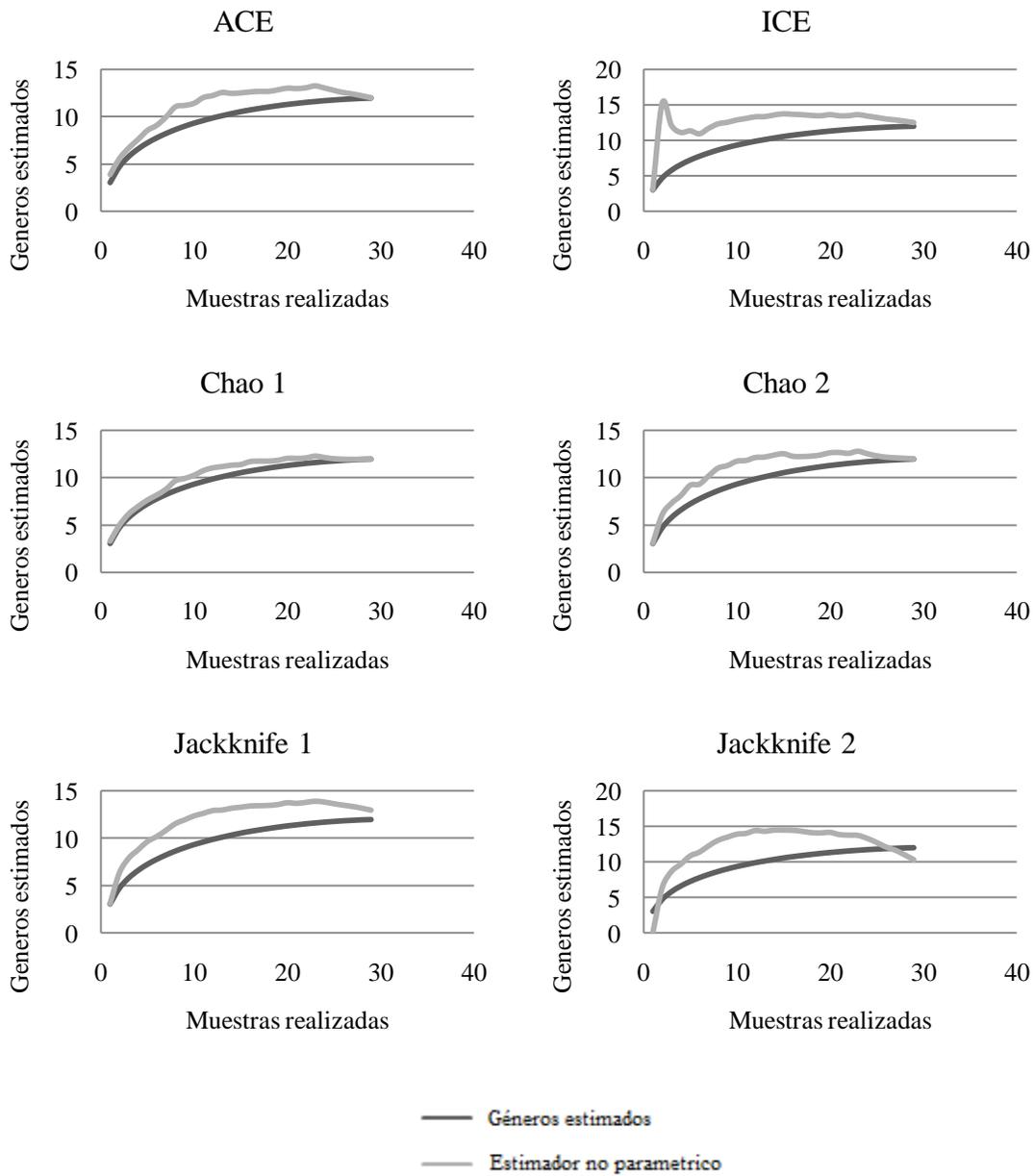
Las curvas de acumulación de riqueza estimada de especies aumentaron gradualmente al incrementar el número muestras, ambos medios presentaron un comportamiento similar (Gráfica 19).



Gráfica 19. Curvas suavizadas de acumulación de la riqueza estimada para los géneros de hongos en dos medios distintos

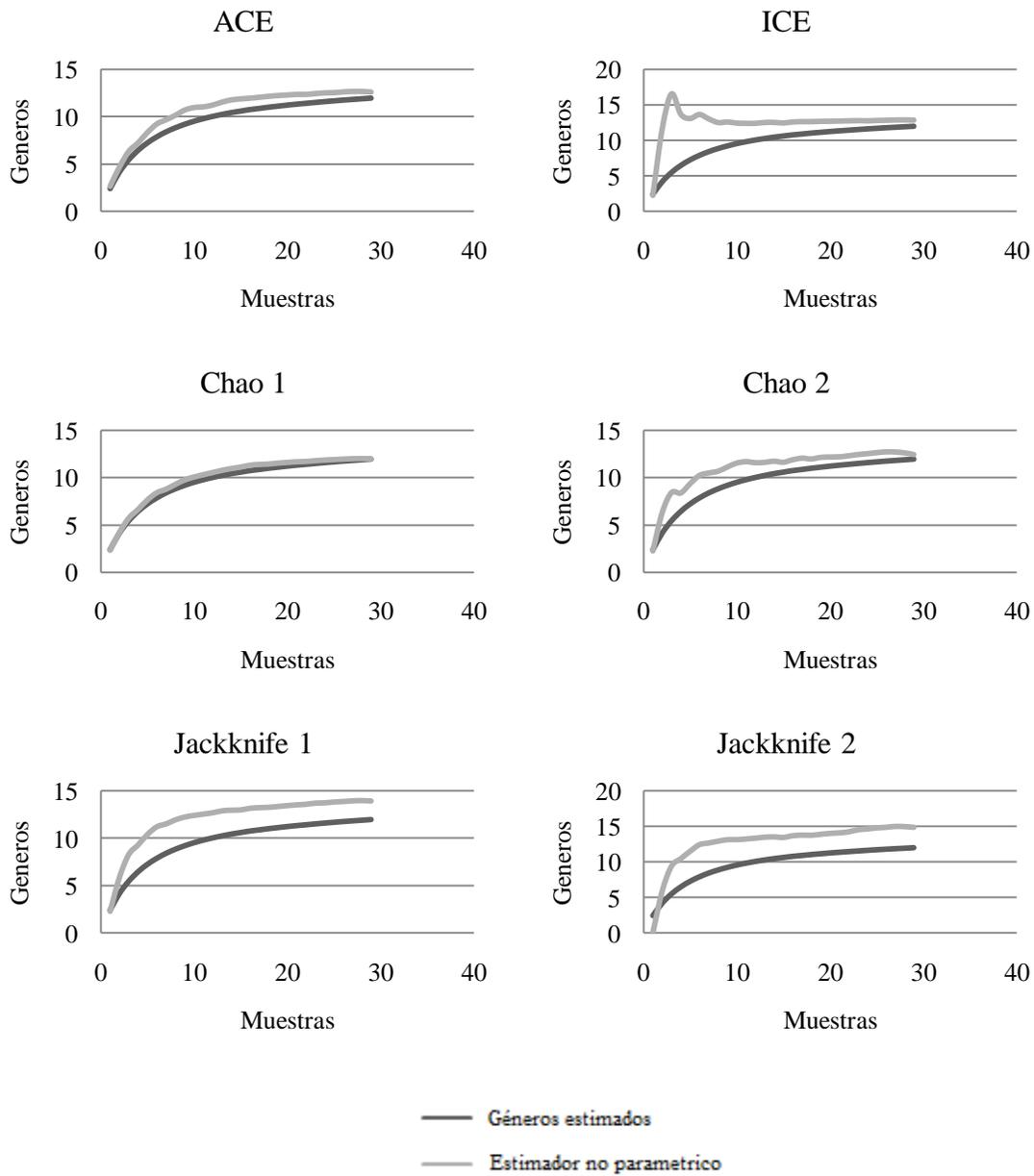
Se utilizaron estimadores no paramétricos: ACE, ICE, Chao1, Chao2, Jackknife 1 y Jackknife 2 para determinar los índices de diversidad del número de géneros de hongos identificados para cada medio utilizado.

Todos los estimadores no paramétricos de riqueza de especies se comportaron de manera diferente. Las curvas de acumulación de especies en las muestras de hongos no alcanzaron una asíntota definida, y las curvas que tuvieron un crecimiento inicial alto fueron las de los estimadores ICE, Jackknife 1 y 2 (Gráfica 20 y 21). En ambos medios de cultivo el intervalo de riqueza total estimada fue de 12 géneros de hongos.



Gráfica 20. Curvas de acumulación de géneros de la riqueza estimada para seis estimadores no paramétricos para los hongos epidérmicos en el Agar Rosa de Bengala.

Jackknife 1, fue el modelo que mejor representa el comportamiento de aparición de especies que se desarrollaron en el medio Agar Rosa de Bengala. Teniendo una asíntota y curva de crecimiento más adecuada para las abundancias de géneros en nuestros muestreos.



Gráfica 21. Curvas de acumulación de géneros de la riqueza estimada por seis estimadores no paramétricos para los hongos epidérmicos en el Agar Czapek.

Por el contrario, para el medio Agar de Czapek Chao1, fue el modelo con menos capacidad de predicción, ya que este índice requiere un mayor muestreo para tener una capacidad de predicción de abundancia.

10.- Discusión

Los datos obtenidos apoyan la hipótesis propuesta de encontrar una alta diversidad de hongos epidérmicos superficiales en los murciélagos que se distribuyen en Piedra Canteada. Esto puede ser como resultado de los factores ambientales que se encuentran en el bosque y favorecen la interacción murciélago-hongo, la cual es muy importante en la ecología de ambos individuos y siendo uno de los objetivos de este estudio. De acuerdo con Kane (1997), los hongos se clasifican en tres grupos, dependiendo de su hábitat natural: Antropofílicos: afectan exclusivamente al ser humano; Zoofílicos: afectan animales y Geofílicos: tienen su hábitat en el suelo. Se han reconocido unas cuarenta especies de dermatofitos, aunque no todas son patógenas para el ser humano, si se tienen interacciones puede provocar irritaciones o infecciones muy leves (Bonifaz, 2002). De acuerdo con este trabajo los murciélagos analizados presentan asociaciones con los tres grupos.

Existe la posibilidad que los murciélagos porten esporas y conidios de la gran variedad de hongos presentes dentro del el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala. Durán (2006) encontró que ocho de las once especies de ratones silvestres registradas para la zona incorporan 11 diferentes grupos de macro hongos en su dieta, principalmente de la familia Russulaceae. Los ratones con mayor presencia de esporas de hongos del género *Russula* en sus excretas fueron *Peromyscus melanotis*, *Neotomodon alstoni* y *Peromyscus maniculatus* (Castillo-Guevara *et al*, 2012). Por lo que no se descarta la posibilidad de que los hongos puedan en algún momento ser parte de la dieta de los murciélagos.

Los murciélagos analizados en la zona de estudio son portadores de una alta diversidad de generos de hongos epidérmicos y no se encontraron lesiones o enfermedades micóticas ocasionadas por estos.

En cuanto a la riqueza de hongos, se contó cada hongo que mostró diferencia en su macromorfología y después se identificaron. Varios hongos fueron considerados del mismo género a nivel micromorfológico, pero al mostrar distinción macromorfológica se consideraron como hongos distintos. El siguiente paso es confirmar, e incluso determinar las especies a través de biología molecular.

Al realizar la identificación de todos los hongos que se desarrollaron en las cajas Petri de cada género encontrado podría tener más de una especie, lo que amplía la diversidad del trabajo. Esto se pudo observar gracias a pequeñas diferencias que podrían ser visibles en los conidios, cabezas conoidales, fialides y métulas (Anexo 4 y 5).

La tipificación de las posibles especies que encontradas para cada uno de los géneros. *Acremonium*: presento tres tipos de especies: cinco hongos del tipo I, cinco del tipo II y cuatro del tipo III. *Alternaria*: se identificaron dos tipos que mostraron distinción en su morfología, catorce del tipo I y cinco del tipo II. *Aspergillus*: se diferenciaron siete tipos distintos en este genero, veintiocho para el tipo I, dos del tipo II, dos del tipo III, seis del tipo IV, seis del tipo V,

nueve del tipo VI, tres del tipo VII y cinco del tipo VIII. *Cladosporium*: mostro cuatro tipos distintos, nueve para el tipo I, cinco para el tipo II, cinco para el tipo III y tres para el tipo IV. *Penicillium*: encontramos cuatro tipos en base a su verticilacion, 38 del tipo I monoverticilado, 28 del tipo II biverticilado, 6 del tipo III triverticilado y 3 del tipo IV tetraverticilado (Visagie *et al.*, 2014). *Sopulariopsis*: solo se diferenciaron dos tipos, veintitrés del tipo I de cadenas largas y veintitrés del tipo II de cadenas cortas de conidios. *Aureobasidium*, *Beauveria*, *Bispora*, *Fusarium*, *Stachybotrys*, *Trichoderma* y *Verticillum* fueron géneros que solo tuvieron un tipo de hongo, a pesar del numero de hongos identificados.

Una gran cantidad de micelio estéril documentada requeriría un medio de cultivo más específico para su desarrollo y que presentara la estructura adecuada para su identificación, por lo cual se realizó la prueba de utilizar el Agar de papa (Anexo 3).

En algunas especies de murciélagos se encontraron una similitud en la composición de su carga fúngica, si bien esto podría deberse a que comparten los mismos espacios dentro de las colonias, sería importante analizarlo desde el punto de vista de que comparten actividades ecológicas y lo único que varía es la hora que realizan sus actividades de alimentación. La mayoría de las especies de murciélagos analizadas se alimenta básicamente de insectos y otros invertebrados. Muchos capturan a sus presas al vuelo, a cielo descubierto, pero otras especies prefieren buscar entre las ramas de árboles y arbustos en busca de insectos (Sánchez, 1998). Lo que apoyaría la hipótesis propuesta.

Las asociaciones especie-funcionalidad de cada hongo identificado son muy amplias para cada especie de murciélago. De los 13 géneros de hongos encontrados, la funcionalidad es muy grande y esta dependerá mucho de la especie que pudiera ser. Se han identificado 51 géneros de hongos utilizando métodos moleculares en poblaciones de murciélagos de Virginia, en EE.UU (Njus, 2014). Esto podría quedar más claro realizando los estudios moleculares y un diseño experimental adecuado para la identificación de especies y las funciones que podrían tener. En comparación con las 115 especies identificadas por ADN a través del perfil de diversidad realizado en 18 especies de murciélagos recolectados en distintas zonas de Australia (Holz, 2018). La cantidad de géneros de identificados, constituyen menos del 0,2% de la población fúngica total de un murciélago debido a la necesidad de un medio específico para el desarrollo de los hongos.

Los hongos que se encontraron como específicos (hasta el momento) de una especie de murciélago pueden deberse a que les ayuda a desarrollar alguna interacción como puede ser inhibir algún otro hongo o patógeno contra ectoparásitos (como sucede en los humanos). Los hongos nematófagos son microorganismos con la capacidad de atacar, matar y digerir nemátodos (adultos, juveniles y huevos). Aparte de su habilidad nematófaga, muchos de estos hongos pueden también vivir saprófiticamente en materia orgánica muerta, atacar a otros hongos (micoparásitos). Hay más de 300 especies de hongos nematófagos descritos (Piedra, 2008). El género que se encontró de este tipo de hongos fue *Verticillum*, el cual sólo estuvo presente en

Myotis auriculus. Al menos para *verticillium* se establece el clado para considerar el genero *Sensu stricto* (*verticillium s.s.*) ∴ vs *s.l.*

El *Pipistrellus hesperus* presentó, un género de hongo único, que también es un patógeno para insectos, el cual está en el género *Beauveria*, utilizado como insecticida natural agrícola en algunas zonas del mundo. Su ventaja es que no daña al hombre y no afecta la planta. En este caso puede ser utilizado para control de ectoparásitos, aunque esto hace falta probarlo experimentalmente.

Uno de las principales funciones de la interacción de los murciélagos con los hongos puede ser la dispersión de sus esporas (Johnson, 1994). La interacción se puede dar ya sea por que se adhieren en el pelaje de los murciélagos (como todos los documentados), al ingerirlos o por las excretas que se depositan en el suelo, las cuales contendrán las esporas y se encuentran en un abono rico en nutrientes para un mejor desarrollo del hongo.

Esta investigación abordó un campo prácticamente inexplorado y fundamental las bases en este tema para futuras investigaciones, así como la continuación del proyecto en el área definida. Abriendo las ventanas para a un tema poco explorado que permitirá profundizar en un futuro en la ecología de la interacción murciélago-hongo.

Las interacciones entre los murciélagos y los hongos aún no son lo suficientemente robustas, debido a que se requiere de mayor investigación en la zona y en otras regiones, para realizar las comparaciones adecuadas y saber las asociaciones de los hongos hacia una especie de murciélago.

La respuesta de los murciélagos a los hongos que portan aún no está clara, pero pueden ser inmunes a los efectos que causan los hongos en caso de ser patógenos o sólomente generar una micosis, esto indica que generan resistencia a este tipo de patógeno o tienen una relación murciélago-hongo ya que portan algunos hongos que son patógenos para insectos, lo que los ayuda a tener un mayor control de los ectoparásitos que portan.

11.- Conclusiones

En total se identificaron trece generos de hongos distintos: *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Beauveria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Bispora*, *Scopulariopsis*, *Stachybotrys*, *Trichoderma* y *Verticillium*.

Los hongos de los géneros más abundantes que portaron los murciélagos en la zona de recolecta fueron *Penicillium* seguido de *Aspergillus*, de la familia Trichocomaceae seguido de Microascaceae, con el género *Scopulariopsis*. El medio más favorable para el mejor crecimiento de los hongos en los murciélagos fue el Agar de Rosa de Bengala ya que permitió identificar un 58% más que el medio Agar Czapek.

El género *Penicillium* fue el que tuvo mas frecuencia de aparición, obteniendo individuos de todas las especies de murcielagos que se recolectaron. El género *Aspergillus* estuvo presente en todos los murcielagos, menos en el *Lasiurus ega*. *Scopulariopsis* estuvo presente en ocho de los once murcielagos capturados, en los que no tuvo presencia fueron en *Lasiurus cinereus* y *Myotis californicus*. Los géneros de hongos menos frecuentes fueron *Verticillium*, *Aureobasidium* y *Beauveria*, los cuales solo estuvieron presentes en *Myotis auriculus*, *Myotis californicus* y *Pipistrellus hesperus* respectivamente.

Las especies de murciélagos que tuvieron una mayor abundancia de hongos fueron *Lasiurus cinereus*, *Myotis auriculus*, *Pipistrellus hesperus* y *Myotis velifer*. Los que presentaron menor abundancia de hongos fueron *Natalus lanatus* y *Eptesicus fucus*.

Algunos de los hongos identificados podrían ser causantes de enfermedades para el hombre, animales y plantas de consumo humano y árboles, como es el caso de algunas especies de *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Acremonium* y *Trichoderma*. Todos los microhongos son potencialmente causantes de alergias, enfermedades respiratorias y otro tipo de afecciones más delicadas (Anexo 1). Se identificó un hongo patógeno de insectos en *Pipistrellus hesperus*, del género *Beauveria*, con base en la literatura citada durante este proyecto.

Algunos de los hongos no identificados por sus características, pueden ser esporas de algún macrohongo. Esto podría indicar que los murciélagos no sólo tienen la función de controlar las plagas de insectos, algunos de polinizar especies específicas de plantas o de dispersión de semillas (para el caso de murciélagos de zonas tropicales), sino que también sirven la dispersión de algunas especies de macro hongos que se encuentran en las zonas que utilizan los murciélagos para volar o descansar.

Se puede decir que los murciélagos son portadores de una gran cantidad de hongos, que se encuentran en diferentes proporciones dependiendo la especie de murciélago, como lo indica Holz (2018) en su trabajo en busca de *Pseudogymnoascus destructans* (Hongo del síndrome de naris blanca) en varias zonas de Australia.

Referencia

- Barbara, D.J. & Clewes, E. 2003. "Plant pathogenic *Verticillium* species: how many of them are there?". *Molecular Plant Pathology*. Blackwell Publishing. 4: 297-305.
- Barnett & Barry. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Amer Phytopathological Society; 240 páginas
- Bensch K., Braun U., Groenewald J.Z. & Crous P.W. 2012. The genus *Cladosporium*. *Rev. Studies in Mycology* 72:1-401.
- Bonifaz A. 2002. *Micología Médica básica*, 2da. Ed. México, Méndez Editores: pp. 33-96.
- Casado G.M.C., Torrico C.G., Medina A.M. 2012. *Medios de cultivo en un laboratorio de microbiología*. 42 páginas
- Castillo-Guevara C., Pérez C.L. & Pérez G. 2012. Micofagia por roedores en un bosque templado del centro de México. *Rev. Mexicana de Biodiversidad* 83:772-777
- Castoria R., De Curtis F., Lima G., Caputo L., Pacifico S. & De Cicco V. 2001. *Aureobasidium pullulans* (LS-30) an antagonist of postharvest pathogens of fruits: study on its modes of action. *Rev. Postharvest Biology and Technology* 22:7-17.
- Castro L.A.A. & Galindo G.J. 2009. Murciélagos en el México de ayer y hoy. *Rev. de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana*. Número 12(2):1-3
- Databio. 2014. *Alternaria* spp. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. Fichas de agentes biológicos. DB-H-AI.spp-14. 5 páginas
- Dugan, Frank M.; Schubert, Konstanze; Braun, Uwe (2004). «Check-list of *Cladosporium* names». *Schlechtendalia* 11: 1-119.
- Durán, Z. 2006. Micofagia por roedores en tres ambientes de bosque templado del Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala. Tesis maestría, Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala. pp. 1-53
- Emmons, C.W. 1949. Isolation of *Histoplasma capsulatum* from soil. *Public Health Report* 64: 892-896.
- Galindo G., J.R. 2004. Clasificación de los murciélagos de la región de los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana*. pp. 239-243
- González-Romero A. 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Sonia Gallina Tessaro y Carlos López González Editores. Capítulo 5: Métodos de captura y contención de mamíferos. pp. 124-132

- Guarro J.E, 2012. Taxonomía y biología de los hongos causantes de infección en humanos. Rev. Infec Microbiol Clin. 30(1):33–39
- Hawksworth, D. L. 1991. Fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. Rev. Mycological Research. 6(95):641-655
- Hawksworth, D. L. 2001. The magnitude of fungal diversity 1.5 million species estimate revisited. Rev. Mycological Research, 12 (105):1422-1432
- Holz P.H, Lumsden L.F, Marena M.S, Browning G.F, Hufschmid J. 2018. Two subspecies of bent-winged bats (*Miniopterus orianae bassanii* and *oceanensis*) in southern Australia have diverse fungal skin flora but not *Pseudogymnoascus destructans*. Rev. PLOS ONE 13(10):1-19
- Johnson, C. N. 1994. Mycophagy and spore dispersal by a ratkangaroo: consumption of ectomycorrhizal taxa in relation to their abundance. Rev. Functional Ecology 8:464-468
- Kajihiro E. S., 1965. Occurrence of dermatophytes in fresh bat guano. Rev. Application Microbiology. 5:720–724
- Mahvi, A.T. 1970. Factors governing the epidemiology of *Histoplasma capsulatum* in soil. Mycopathologica et Mycologia Applicata 41: 167-176
- Marinkelle C. J. & Grose E., 1966. Importancia de los murciélagos para la salud pública. Antioquia Médica. 15: 294-304
- Martínez Padrón, Hadassa Yuef, Hernández Delgado Sanjuana, Reyes Méndez César Augusto & Vázquez Carrillo Gricelda. 2013. El Género *Aspergillus* y sus Micotoxinas en Maíz en México: Problemática y Perspectivas. Rev. Mexicana Fitopatologica. 31:126-146
- Maschmeyer G, Haas A. & Cornely O.A. 2007. Invasive aspergilosis. Drugs; (11):1567-1701
- Medellín R. A., H. T. Arita & O. Sánchez H. 2008. Identificación de los murciélagos de México. Clave de Campo. Segunda edición. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 79 páginas.
- Monzón A. & Rodríguez T.J.L. 2000. infecciones causadas por el género *Fusarium*. Servicio de Micología. Centro Nacional de Microbiología Instituto de Salud Carlos III, Majadahonda. 6 páginas
- Njus K. 2014. Molecular techniques for the identification of commensal fungal populations on cave roosting bats. The University of Akron. pp 1-110
- OMS 2005 Organización mundial de la salud. Ginebra 2005. Manual de bioseguridad en el laboratorio. Tercera edition. pp. 1-201.

- Patterson T. 2003. Aspergillosis. In: Dismukes WE, Pappas PG, Sobel JD editors. Clinical micology. New York: Oxford University Press; pp. 221-240.
- Patterson T. 2010. *Aspergillus* species. Editors. Principles and practice of infectious diseases. 7th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier; pp. 3241-3256.
- Perusia O.R. & Rodríguez A.R. 2001. MICOTÓXICOSIS. Rev. de Investigaciones Veterinarias Perú 12(2):87-116
- Piedra N.R. 2008. Manejo biológico de nematodos fitoparásitos con hongos y bacterias. Rev. Tecnología en Marcha, 21(1):123-132
- Pitt JJ & Hocking AD. 2009. Fungi and Food Spoilage. 3° ed. Springer Dordrecht Heidelberg London New York pp. 194-273
- Pontón, J., Moragues, M.D., Gené J., Guarro, J. & Quindós G. 2002. Hongos y actinomicetos alergénicos. Rev. Iberoamericana de Micología, Bilbao. pp. 27-28
- Progovitz Richard F. 2003. Black Mold: Your Health and Your Home. Note that the effect (strength) depends on the person and their immune system AND physiology. pp. 97.
- Programa de Maíz del CIMMYT. 2004. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. Cuarta edición. México, D.F.: CIMMYT pp. 53 y 80
- Rivas L.M. 2014. *Alternaria* spp. Programa de Magíster en Microbiología, Universidad de Chile. www.sochinf.cl. Rev Chilena Infectol 31 : 605-606
- Rodales A.L. & Juri E. 2006. Grupo de investigación de los murciélagos. Boletín Electrónico. Año 2. Número 3. Montevideo – Uruguay. pp. 1-9
- Samarajeewa U. 1991. In situ degradation of mycotoxins by physical methods. En: Smith & Henderson, pp. 785 - 796
- Sánchez Oscar. 1998. Murciélagos; Murciélagos de México. Rev. Biodiversitas 4(20):2-11
- Serrano-Coll H.A. 2015. Micotóxicosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos. Rev. CES Medicina; 29(1):143-152
- Tamsitt J. R. & Valdivieso D. 1970. Los murciélagos y la salud pública estudio con especial referencia a Puerto Rico. Boletín de la oficina sanitaria panamericana. pp. 122-139
- Tangarife C. V. 2011. *Scopulariopsis* spp. Escuela de Microbiología. Universidad de Antioquia. <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=100816>
- Thompson III G.R. & Patterson T.F. 2008. Pulmonary Aspergillosis. Semin Respir Crit Care Med; pp. 29:103-110.

- Ulloa M., Lappe P., Aguilar S., Park H., Pérez-Mejía A., Toriello C. & Taylor M. L. 2006. Contribution to the study of the mycobiota present in the natural habitats of *Histoplasma capsulatum*: an integrative study in Guerrero, Mexico. *Rev. Mexicana de Biodiversidad*, 77: 153-168
- Visagie C.M, Houbraken J., Frisvad J.C., Hong S.-B., Klaassen C.H.W., Perrone G, Seifert K.A., Varga J., Yaguchi T., and Samson R.A. 2014. Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. *Rev. STUDIES IN MYCOLOGY* 78: 343–371
- Walsh T.J, Anaissie E.J, Denning D.W, Herbrecht R, Kontoyiannis D.P & Marr K.A. 2008. Treatment of Aspergillosis: Clinical Practice Guidelines of the Infectious Diseases Society of America; pp. 46: 327-360.
- World Health Organization 2009. WHO guidelines for indoor air quality : dampness and mould. pp. 18-88
- Yedidia, I., Benhamou, N., & Chet, I. 1999. Induction of defense responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Rev. Appl. Environ. Microbiol.* 65: 1061-1070.
- Zárate-Martínez D., Serrato Díaz A. & Lopez-Wilchis R. 2012. Importancia ecológica de los murciélagos. pp. 1-9
- Zare,R. & Gams, W. (2001). A revision of *Verticillium* sect. *Prostrata*. III. Generic classification. *Nova Hedwigia.* 72: 329-337

Páginas Web consultadas

IICAB Institute for international cooperation in animal biologics & the center for food security and public health. 2005. Tiña, tinea, dermatomicosis.

© Liofilchem@www.liofilchem.net/login/pd/ifu/10017_IFU.pdf fecha de consulta: 9 de junio 2017

©Cornell University 1996 Tizón Temprano del Tomate
<http://web.entomology.cornell.edu/shelton/veg-insects-global/spanish/eblight.html> fecha de consulta: 12 de junio del 2018

EMLab P&K a TestAmerica Company <https://www.emlab.com/> Aureobasidium sp. Mitosporic fungus. Hyphomycetes. <https://www.emlab.com/resources/fungal-library/Aureobasidium-sp/> fecha de consulta: 24 de mayo 2018

Fichas de agentes biológicos DB-H-C.spp-14 fecha de consulta: 21 de mayo 2018
<http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Hongos/Cladosporium%20spp.pdf>

http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Cap4_biodiversidad.pdf fecha de consulta: 7 de junio 2017

http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/animales/mamiferos/mamiferos1.html (CONABIO 2009) fecha de consulta: 5 de junio 2017

Mast Group Ltd. www.mastgrp.com/IFUS/IFU392_SPA.pdf fecha de consulta: 9 de junio 2017

Stata/SE 11.0 for Windows. StataCorp Copyright 1984-2009. 4905 Lakeway Drive. Special Edition College Station, Texas 77845 USA

www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/29/29021.pdf INEGI 2009 fecha de consulta: 5 de junio 2017

Glosario

Dermatofito: Son hongos hialinos que parasitan el tejido queratinizado. Estos hongos son queratinofílicos (muestran afinidad hacia la queratina) y queratinolíticos (metabolizan la queratina), lo que significa que pueden parasitar la piel, pelo y uñas en el hombre y los animales.

Antropofílicos: Se dice del organismo especialmente adaptado para parasitar o infectar al hombre.

Histoplasmosis: Micosis sistémica, caracterizada por lesiones necrogranulomatosas, que afecta a carnívoros, equinos y humanos por la infección con una de las tres subespecies del hongo dimórfico *Histoplasma capsulatum*. No se trata de una enfermedad contagiosa que se pueda transmitir entre personas o animales, sino que surge tras la inhalación de microconidios del ambiente.

Enfermedades Zoonóticas: Enfermedad que puede transmitirse entre animales y seres humanos. Las enfermedades zoonóticas pueden ser provocadas por virus, bacterias, parásitos y hongos. Algunas de esas enfermedades son muy frecuentes. En el caso de las enfermedades zoonóticas causadas por parásitos, los tipos de síntomas y signos pueden variar según el parásito y la persona.

Micelio: Es el conjunto de filamentos formado por hifa, le sirve para absorber los nutrientes, tienen su origen de los conidios.

Hifas: Son una red de filamentos cilíndricos que conforman la estructura del cuerpo de los hongos multicelulares. Están constituidos por una fila de células alargadas y tubulares, envueltas por una pared celular compuesta de quitina. El conjunto de estas hifas se denomina micelios.

Conidio: Es una espora asexual inmóvil formada directamente a partir de una hifa o célula conidiógena o esporógena. Aparecen en hongos: Zygomycetes, Ascomycetes y algunos Basidiomicetes.

Fiálide: Célula terminal de conidióforo, en forma de botella que se une por su base en la métula.

Métula: Cada una de la ramitas del esporóforo de ciertos hongos que remata en una o varias fiálides, como en el género *Penicillium*.

Conidióforo: Es una estructura microscópica especializada en la producción asexual de miles de esporas llamadas conidios. Se localizan en el extremo de hifas las cuáles levantan la conidiófora en el aire con el fin de esparcir las esporas con más eficiencia. Algunos conidióforos son de un filamento, mientras que otras son ramificadas.

Vesícula: Dilatación del conidióforo en el ápice donde se forman las fiálides en las especies de *Aspergillus*.

Saprófito: Organismo que emplea materia orgánica en descomposición como fuente de alimento.

Fitopatógeno: Organismo, en general microorganismo, que genera enfermedades en las plantas a través de disturbios en el metabolismo celular, al secretar enzimas, toxinas, fitoreguladores y otras sustancias y, además, absorbiendo nutrientes de la célula para su propio crecimiento.

Acropétalo: Cadena de conidias cuya célula más joven crece en el ápice.

Dematiáceo: Estructuras fúngicas pigmentadas de color verde-café a negro producido por el pigmento melanótico en las paredes celulares.

Basidiosporas: Espora sexual formada en una basidia por los hongos Basidiomicetos.

Fibrosis quística: Enfermedad hereditaria provocada por un funcionamiento deficiente de las glándulas exocrinas y que se caracteriza por presentar signos de enfermedad pulmonar crónica y disfunción del páncreas.

Rinitis alérgica: Reacción de las membranas de la mucosa de la nariz (nasal) después de una exposición a partículas de polvo, de polen, u otras sustancias que perjudican al que sea alérgico. Se ven afectados los ojos y la nariz principalmente.

Inmunoglobulina A (IgA): Presente en grandes concentraciones en las membranas mucosas, particularmente en las paredes internas de las vías respiratorias y el tracto gastrointestinal, como también en la saliva y las lágrimas.

Inmunoglobulina G (IgG): El tipo de anticuerpo más abundante en los líquidos corporales. Brinda protección contra las bacterias y las infecciones virales.

Inmunoglobulina M (IgM): Se encuentra principalmente en la sangre y en el líquido linfático. Es el primer anticuerpo que el cuerpo genera para combatir una infección.

Inmunoglobulina E (IgE): Se la asocia principalmente con las reacciones alérgicas (lo que ocurre cuando el sistema inmunológico reacciona de manera exagerada a los antígenos del medio ambiente, como el polen o el polvillo de los animales). Se encuentra en los pulmones, la piel y las membranas mucosas.

Inmunoglobulina D (IgD): Existe en pequeñas cantidades en la sangre y es el anticuerpo del que menos conocimiento se tiene.

Endocarditis: Infección del endocardio, que es el recubrimiento interno de las válvulas y las cavidades cardíacas.

Anexo 1.

Enfermedades causadas por hongos

Los hongos viven en el aire, en el suelo, en las plantas, en el agua y en muchos lugares. Muchos son inofensivos, aunque algunos pueden provocar serios problemas de salud. Se reproducen e infectan por formas distintas.

En las plantas las enfermedades causadas por hongos pueden provocar pérdidas importantes en el rendimiento y la calidad de los capítulos y, adicionalmente, pueden disminuir la vida útil de las plantas. Dependiendo de la incidencia y severidad, éstos pueden transformarse en factores limitantes para la producción y comercialización de los productos agrícolas, provocando pérdidas económicas a productores y comercializadores.

Cada género tiene sus características especiales, las posibles afecciones que podrían provocar dependen del género del hongo, así como que tan peligrosos llegan a ser (patógenos), a una micosis superficial o sólo irritaciones sin más complicaciones.

Micotoxicosis

Son enfermedades que se presentan en animales y el hombre, producidas por micotoxinas, elementos tóxicos elaborados por distintos tipos de hongos que crecen en plantas, henos, silos, granos, subproductos y otros alimentos almacenados (Perusia, 2001).

La exposición a sus metabolitos tóxicos puede generar carcinogénesis, teratogénesis, inmunosupresión y cuadros clínicos de neurotoxicidad, nefrotoxicidad, hepatotoxicidad, mielotoxicidad, toxicidad pulmonar y endocrina; siendo los mecanismos más importantes para la aparición de tales manifestaciones el estrés oxidativo y la genotoxicidad inducida por micotoxinas (Serrano-Coll, 2015).

Son características generales de las micotóxicosis:

- El veterinario interviene con frecuencia sin que identifique rápidamente la causa del problema.
- Los trastornos no son transmisibles entre animales.
- No dan resultados los tratamientos con antibióticos y la enfermedad es poco antigénica.
- Los brotes de micotóxicosis de pastos son estacionales y están asociados con características climáticas especiales.
- La enfermedad está relacionada con un alimento en particular.
- El examen cuidadoso del alimento sospechoso puede revelar signos de desarrolló fúngico.
- No son tóxicos acumulativos.

Las micotoxinas pueden causar efectos agudos y crónicos en una gran variedad de especies animales en distintos órganos, aparatos y/o sistemas (Perusia, 2001).

- Hepatotoxinas: producen degeneración grasa, hemorragia y necrosis del parénquima hepático. En algunos casos hay tamaño anormal del hepatocito y su núcleo (megalocitosis: pérdida de la relación tamaño del citoplasma-tamaño del núcleo).
- Hiperplasia de conductos biliares puede ocurrir en algunas micotoxinas y pueden inducir al hepatoma. En las toxicosis agudas hay ictericia, anemia hemolítica y elevación de los niveles plasmáticos de las enzimas hepáticas; fotosensibilización secundaria. En las toxicosis crónicas hay hipoproteinemia, hipoprotrombinemia, fibrosis hepática y cirrosis. Puede haber fotosensibilización secundaria (rara) (Perusia, 2001).
- Nefrotoxinas: el ácido oxálico y otros agentes nefrotóxicos pueden ser producto de *Aspergillus* y *Penicillium*. Producen daños tubulares y ocasionan signos y lesiones características de nefrosis tóxica tubular (Perusia, 2001).
- Cambios en médula ósea, eritrocitos y endotelio vascular. Los signos clínicos vistos incluyen hemorragias difusas, hematomas, debilitamiento, anemia, leucopenia y aumento de la susceptibilidad a las infecciones. También aquí se incluyen los alcaloides del *Claviceps purpurea* y los de la *Festuca* que provocan gangrena de las extremidades (Perusia, 2001).
- Irritación directa con efectos dermonecróticos con ulceración y necrosis oral. Las hemorragias gastroentéricas son signos característicos. Muchas de estas toxinas son producidas por *Fusarium* (Perusia, 2001).
- Disturbios reproductivos y endocrinos: se produce un hiperestrogenismo, preferentemente en la hembra porcina y descenso de la fertilidad y la libido en el macho de la misma especie. Hipo o agalactia, abortos, partos prematuros, etc. Se puede reproducir la enfermedad con la aplicación de estrógenos (Perusia, 2001).
- Función respiratoria: por la acción del hongo *Fusarium solani* se produce en las batatas dañadas la transformación de una de sus sustancias en la toxina Ipomeroa, la cual ha sido asociada a la formación de membrana hialina y producción de adenomatosis pulmonar (Perusia, 2001).
- Sistema nervioso central: efectos agudos de “tembladeras” han producido los hongos *Penicillium* y *Claviceps* a través de sus toxinas que afectan el sistema nervioso central; las mismas contienen ácido lisérgico (LSD) (Perusia, 2001).
- Otros casos de toxinas que actúan sobre el sistema nervioso central producen hiperexcitabilidad, incoordinación y/o temblores (Perusia, 2001).
- En equinos la intoxicación con granos parasitados con *Fusarium* produce leucoencefalomalacia, lesión destructiva que cursa con somnolencia y muerte (Perusia, 2001).

- Sistema inmunitario: hay aflatoxinas y rubratoxinas que disminuyen la eficacia del sistema inmunitario, produciendo así gran susceptibilidad a las enfermedades infecciosas (Perusia, 2001).
- Teratogénicos: Aflatoxina, Ocratoxina y citocalasina B (Perusia, 2001).

Enfermedades causadas por *Aspergillus*

Abarca las reacciones alérgicas, la colonización asintomática, la infección superficial y la enfermedad invasora. La presentación clínica depende del estado inmune del hospedero y de los factores de riesgo asociados que presente; en la medida en que progrese la inmunosupresión será más probable presentar enfermedad invasora (Patterson, 2010).

Aspergilosis broncopulmonar alérgica: Consiste en una respuesta alérgica crónica a *Aspergillus*. La incidencia es de 1-2% en pacientes con asma y de 7% en pacientes con fibrosis quística. Se caracteriza por presentar remisiones y exacerbaciones; a largo plazo y sin tratamiento puede progresar a fibrosis pulmonar. Para su diagnóstico se han propuesto siete criterios mayores:

1. Asma.
2. Eosinofilia periférica.
3. Reactividad cutánea inmediata al antígeno de *Aspergillus* spp.
4. Concentraciones elevadas de la Ig E total sérica.
5. Concentraciones séricas elevadas de anticuerpos IgG, IgE contra *Aspergillus*.
6. Infiltrados pulmonares temporales o permanentes.
7. Bronquiectasias centrales.

La sinusitis alérgica por *Aspergillus* se presenta en pacientes adultos jóvenes con antecedente de asma o rinitis alérgica, pólipos nasales crónicos y opacificación en los senos paranasales (Maschmeyer *et al.*, 2007).

Aspergiloma pulmonar: Una bola de hongos secundaria a *Aspergillus* (aspergiloma) consiste en un conglomerado sólido de hifas de *Aspergillus*, fibrina, moco y residuos celulares que crece en una cavidad pulmonar preexistente, predomina en los ápices pulmonares y se asocia con una neumopatía subyacente como: tuberculosis, sarcoidosis, enfisema buloso, histoplasmosis, quistes congénitos o abscesos pulmonares bacterianos (Walsh *et al.*, 2008).

Aspergilosis pulmonar invasiva (API): Se trata de la manifestación más común de la aspergilosis invasora (AI). Los síntomas (tos, disnea, dolor pleurítico, fiebre), los hallazgos en el examen físico y los resultados paraclínicos son inespecíficos. La mortalidad asociada a la API está entre el 60-90%, dependiendo de la condición de base del paciente (Thompson & Patterson, 2008).

Aspergilosis cerebral: Es una forma extrapulmonar en la cual el compromiso cerebral es la complicación más temida porque la mortalidad es superior al 90%. El diagnóstico frecuentemente no se sospecha y es difícil de realizar, debido a que se necesita una biopsia para confirmarlo y, dadas las condiciones del paciente, este procedimiento es complicado. Los síntomas son cefalea, convulsiones, déficit focal; los hallazgos por imagen son inespecíficos. Se requiere una intervención diagnóstica y terapéutica intensiva. Es posible limitar el daño neurológico con el reconocimiento y el tratamiento precoces (Patterson, 2003).

Varias especies de este género tienen gran importancia por sus aplicaciones industriales, *Aspergillus oryzae* se extrae una enzima que hidroliza el almidón (usado para producción de alcohol potable, en panadería) *Aspergillus sojae* usado para fermentar el grano del que se produce la salsa de soya, el tofu. *Aspergillus niger* contiene enzimas usado para modificar el sabor de alimentos.

Los hongos que comúnmente atacan al maíz tanto en campo como en almacén pertenecen a los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*; estos organismos son productores potenciales de micotoxinas. En México la mayoría de los estudios se han limitado a registrar la incidencia de *Aspergillus* y la cuantificación de las aflatoxinas, así como la identificación a nivel de género de los hongos presentes en el grano de maíz (Martínez *et al.*, 2013).

Enfermedades causadas por *Stachybotrys*

El género tiene una distribución amplia, y contiene cerca de 50 especies. La exposición a la micotoxina presente en *Stachybotrys chartarum* o *Stachybotrys atra* (Moho negro tóxico) puede producir un amplio rango de efectos. Dependiendo de la duración de la exposición y el volumen de las esporas inhaladas o ingeridas, los síntomas pueden manifestarse como fatiga crónica o dolor de cabeza, fiebre, ojos irritados, membranas mucosas de boca, nariz y garganta con estornudos, erupciones cutáneas y tos crónica. En casos severos de exposición o casos exacerbados por reacción alérgica, sus síntomas pueden ser extremos incluyendo náuseas, vómitos y sangrado en pulmones y nariz (Progovitz, 2003).

Los principales tipos de síntomas tóxicos que el moho tóxico negro provoca en los seres humanos son los siguientes:

- Síntomas mentales y neurológicos
- Síntomas respiratorios
- Síntomas del aparato circulatorio
- Problemas de visión y en los ojos
- Problemas en la piel
- Problemas del sistema inmunológico

- Problemas del sistema reproductivo
- Cansancio y malestar

Las micotoxinas con mayor atención son los tricotecenos, producido por *Stachybotrys chartarum*, que mostró que varias micotoxinas producidas por *S. chartarum* y *Aspergillus versicolor* (es decir, tricotecenos macrocíclicos, trichodermina, esterigmatocistina y satratoxina G) podría estar presente en la mayoría de las muestras de materiales y en el polvo sedimentado de los edificios con daño actual o pasado por humedad o agua.

Teniendo efectos sobre la salud, tales como fatiga, dolor de cabeza y dificultades de concentración indican que los microbios u otros agentes presente en edificios húmedos tienen efectos neurológicos. Muchas de estas son toxinas microbianas puras, como los productos de *Fusarium* (fumonisina B1, deoxinivalenol), *Stachybotrys* (satratoxina G), *Aspergillus* (ocratoxina A) y se ha demostrado que el *Penicillium* (ocratoxina A, verrucosidina) es neurotóxico en in vitro e in vivo. Ningún estudio ha demostrado, sin embargo, que las personas que viven en edificios húmedos que se quejan de que los síntomas del sistema nervioso están expuestos a niveles efectivos de micotoxinas (World Health Organization, 2009).

Enfermedades causadas por *Penicillium*

Penicillium es un género de hongos de moho de formación que crecen en alimentos almacenados, el cultivo de plantas, cultivos y espacios interiores húmedos. Algunos antibióticos producen, algunos pueden ser patógenos oportunistas, y algunos producen micotoxinas, incluyendo patulina.

Penicillium purpurogenum es un contaminante de interior común asociado con la entrada de agua. Produce el agente quimioterapéutico Rubratoxinas.

Brevicompactum Penicillium roqueforti y producen ácido micofenólico. Se utiliza en los pacientes de trasplante para suprimir el rechazo de órganos trasplantados, en particular riñones.

Penicillium chrysogenum, *Penicillium notatum*: culturas de estos hongos producen penicilina y Citrinina.

Penicillium citreo-viride produce la Citreoviridin neurotoxina que causa parálisis, convulsiones y la muerte en los seres humanos que comen arroz amarillo contaminada. Se asemeja a beriberi, que originalmente se pensó que se debe a la deficiencia de tiamina.

Citrinum Penicillium produce ocratoxina y citrinin. Provoca retraso del crecimiento, necrosis hepática y nefropatía.

Claviforme Penicillium, Penicillium cyclopium, divergens Penicillium, Penicillium equinum, Penicillium expansum, Penicillium griseofulvum, Penicillium lapidosum, Penicillium leucopus, Penicillium melinii, Penicillium novae-zelandiae, Penicillium patulum (syn. Penicillium urticae) producen la micotoxina patulina. La patulina causa daño muerte celular, la supresión inmune y el ADN tanto in vivo como in vitro.

Micotoxinas: Las especies de penicilios producen varios metabolitos secundarios, entre ellos ácido ciclopiazónico, ácido penicílico, cicloclorotina, citroviridina, citrinina, griseofulvina, ocratoxina A, patulina, penitrem A (Pitt & Hocking 2009). Todas estas sustancias son originadas por los hongos para afianzarse en su ambiente natural inhibiendo a otros organismos que compiten por el substrato. Las micotoxinas tienen diversa estructura química, su peso molecular es relativamente bajo y se difunden en el medio. Algunas existen en cantidades significativas en el ambiente natural como para influir en la salud del hombre y otros animales, pero es prácticamente imposible inactivarlas por los tratamientos térmicos que se aplican corrientemente en la elaboración y conservación de los alimentos (Samarajeewa, 1991).

Enfermedades causadas por *Scopulariopsis*

Es uno de los agentes causales de onicomycosis, similar a la producida en la tinea ungueal (subungueal distal y lateral), especialmente de uñas de los pies, puede producir cuadros similares a las tineas corporis, manuum y pedis. Ocasionalmente puede producir cuadros pulmonares (similar a la aspergilosis), abscesos subcutáneos, infecciones peritoneales, sinusitis, endoftalmítis, entre otros. Este género es el único que contiene tanto especies hialinas como dematiáceas de importancia clínica. La especie más común es *Scopulariopsis brevicaulis*, un moho hialino (Tangarife, 2011).

Las especies de *Scopulariopsis* son capaces de producir varios tipos de infecciones. Se encuentran entre los hongos que causan onicomycosis en las uñas de los pies. También pueden dar lugar a:

Micetomas: Enfermedad infecciosa local crónica y progresiva de la piel, de los tejidos subcutáneos y del hueso, que se caracteriza por una tumefacción muchas veces grotesca y desfigurante que puede llegar a drenar pus.

Sinusitis invasora: Es una respuesta inflamatoria de la nariz y de los orificios paranasales que puede deberse a una infección por agentes bacterianos, virales, hongos, un cuadro alérgico o una combinación de estos factores.

Queratitis: Inflamación que afecta a la córnea, es decir, a la porción anterior y transparente del ojo. Suele producir dolor ocular intenso, enrojecimiento del polo anterior del ojo,

lagrimeo y fotofobia. En algunas ocasiones pueden llegar a formarse úlceras en la córnea que pueden llegar a ser graves u ocasionar disminución en la agudeza visual.

Endoftalmitis: Inflamación de origen infeccioso que afecta a todas las estructuras del ojo. Se produce usualmente en personas que tienen un sistema inmunitario debilitado o deprimido por alguna enfermedad crónica.

Meningitis: Es una infección caracterizada por la inflamación de las meninges. Se trata de una afección poco frecuente pero potencialmente letal que puede lesionar el cerebro y ocasionar inconsciencia y lesión de otros órganos.

Neumonitis: Es la inflamación pulmonar limitada al intersticio (como sucede en la neumonía viral) que puede ser producida por reacciones alérgicas.

Endocarditis: Enfermedad que se produce como resultado de la inflamación del endocardio, es decir, es un proceso inflamatorio localizado en el revestimiento interno de las cámaras y válvulas cardíacas. Se caracteriza por la colonización o invasión de las válvulas del corazón con formación de vegetaciones.

Enfermedades causadas por *Cladosporium*

Este género es cosmopolita y comúnmente encontrado en todo tipo de plantas, hongos y otros escombros, con frecuencia están aislados del suelo, alimentos, pintura, textiles y otras materias orgánicas o colonizar como hoja de invasores secundarios lesiones causadas por hongos patógenos de plantas.

Otras especies de este género son patógenas para las plantas, son agentes causales de manchas foliares y otras lesiones, o se presentan como hiperparásitos en otros hongos. Son endófitos comunes, así como hongos filoplanos. Algunas especies tienen relevancia médica en laboratorios clínicos y puede causar alergia micosis pulmonares. Son agentes de descomposición, deterioro o causa de alergia o incluso enfermedad de plantas o animales, y a menudo son alto impacto ambiental (Bensch *et al.*, 2012).

Algunas especies de *Cladosporium* se han relacionado con efectos tóxicos por vía digestiva como *C. herbarum* que puede producir ácido epicladospórico, micotoxina implicada en leucopenia tóxica alimentaria por la ingestión de cereales contaminados y *C. cladosporioides* que puede producir cladosporina y emodina (mutagénica y citotóxica) (DB-H-C.spp-14).

Enfermedades causadas por *Acremonium*

Acremonium rara vez causa enfermedades en humanos. Sin embargo, la infección se ha descrito en pacientes inmunocomprometidos. Puede causar sinusitis maxilar fúngica. En la literatura médica, se ha informado que es la causa de infecciones pulmonares e infecciones de la córnea y las uñas en personas con sistemas inmunológicos débiles.

Es uno de los agentes causales de eumicetoma blanco, y en raras ocasiones causa onicomicosis, queratitis, endocarditis, meningitis, entre otros. Tres especies han sido implicadas en casos de infecciones humanas: *Acremonium falciforme*, *A. kiliense* y *A. recifei*. Las 3 especies son bioseguridad de nivel 2. Se ha informado que algunas especies son alergénicas, mientras que algunas se sabe que producen micotoxinas (Tangarife, 2011).

Acremonium strictum (sin. *cephalosporium Acremonium*) y *C. maydis*, causa necrosis vascular es causada por *Cephalosporium Acremonium* y está ampliamente distribuida por todo el mundo. La marchitez tardía, causada por *C. maydis*, sólo se ha detectado en Egipto y la India. Ambas enfermedades causan la muerte prematura de las plantas al aproximarse a la floración; son más frecuentes en suelos pesados y húmedos en las regiones cálidas. La infección se puede originar desde el suelo o mediante semilla infectada (CIMMYT, 2004).

Enfermedades causadas por *Trichoderma*

El moho común de la casa, *Trichoderma longibrachiatum*, produce pequeños péptidos tóxicos que contienen aminoácidos que no se encuentran en proteínas comunes, como el ácido alfa-aminoisobutírico, llamadas trilonginas (hasta 10% p / p). Su toxicidad se debe a la absorción en las células y la producción de nanocanales que obstruyen los canales iónicos vitales que transportan iones de potasio y sodio a través de la membrana celular. Esto afecta el perfil de potencial de acción de las células, como se ve en cardiomiocitos, neumocitos y neuronas que conducen a defectos de conducción. Las trilonginas son altamente resistentes al calor y a los antimicrobianos, por lo que la prevención primaria es la única opción de manejo.

T. aggressivum (anteriormente *t. harzianum* biotipo 4) es el agente causal del moho verde, una enfermedad de los champiñones cultivados. *Trichoderma viride* es el agente causal de la pudrición del moho verde de la cebolla. Una cepa de *Trichoderma viride* es una causa conocida de muerte regresiva de las plántulas de *Pinus nigra*.

Trichoderma harzianum es un hongo que también es usado como fungicida. Se utiliza en aplicaciones foliares, tratamiento de semillas y suelo para el control de diversas enfermedades producidas por hongos. Algunos productos comerciales fabricados con este hongo han sido efectivos en el control de *Botrytis*, *Fusarium* y *Penicillium* sp. (Yedidia et al., 1999).

Enfermedades causadas por *Fusarium*

Algunas especies producen micotoxinas en los cereales y que pueden afectar a la salud de personas y animales si estas entran en la cadena alimentaria. Las principales toxinas producidas son: fumonisinas, tricotecenos y zearalenona.

En ocasiones causan infecciones en el paciente normal (queratitis, onicomycosis, etc.). Sin embargo, cada vez se describen más infecciones graves en los pacientes inmunodeprimidos, de ahí que su importancia haya crecido exponencialmente. Las infecciones por el género *Fusarium* se incluyen dentro de las hialohifomicosis, esto es, las causadas por hongos oportunistas que presentan hifas hialinas septadas. Su amplia distribución se atribuye a su capacidad para crecer en gran número de substratos y a su eficaz mecanismo de dispersión; el viento y la lluvia juegan un importante papel en su diseminación. Se ha demostrado que el aire puede llevar las esporas hasta 400 km de distancia (Monzon & Rodríguez, 2000).

Queratitis. Se puede producir tras la colonización de lentes de contacto, por conidias aerosolizadas en ambientes particularmente contaminados, o por traumatismos con ramas de árboles o plantas. Otros factores de riesgo importantes son la presencia de patología previa en la córnea y los tratamientos tópicos con corticoides o antibióticos. El tratamiento de elección es la natamicina al 5% por vía tópica, dada su buena actividad in vitro, excelente penetrabilidad en la córnea y escasos efectos secundarios. También se puede utilizar la anfotericina B local. No suelen responder a los azoles. Se recomienda la extirpación quirúrgica del tejido afectado y la supresión de cualquier tratamiento con corticoides, locales o sistémicos. La infección puede progresar hasta llegar a causar una endoftalmitis, lo que ensombrece el pronóstico. Este cuadro clínico requiere un rápido diagnóstico y tratamiento, para evitar la pérdida de la visión (Monzon & Rodríguez, 2000).

Peritonitis y diálisis peritoneal crónica ambulatoria. La infección sigue un curso insidioso, con fiebre, dolor abdominal y disminución del flujo de drenaje, por obstrucción progresiva de la luz del catéter. Para resolver la infección es imprescindible eliminar el catéter y tratar con antifúngicos (Monzon & Rodríguez, 2000).

Infección del catéter venoso central. En los pacientes inmunocompetentes, o en aquellos con episodios de neutropenia transitoria, puede ser suficiente la eliminación del catéter. En los neutropénicos, hay que instaurar tratamiento antifúngico y, si es posible, recuperar la cifra de neutrófilos (Monzon & Rodríguez, 2000).

Onicomycosis. Se caracteriza por la aparición de manchas blancas en la base de la uña que se extienden hacia el extremo libre, pudiendo ocasionar opacidad total de la uña, engrosamiento de su borde y, si progresa, destrucción de una parte o la totalidad de ésta. Se asocia generalmente con pequeños traumatismos en personas que trabajan con plantas, tierra, etc. En los pacientes inmunodeprimidos puede ser la puerta de entrada de una infección diseminada (Monzon & Rodríguez, 2000).

Piel. Se establece por inoculación directa o por diseminación sanguínea. Tras colonizar la piel, la presencia de factores predisponentes, como una humedad excesiva, quemaduras, traumatismos o inmunodepresión, pueden favorecer el desarrollo de la infección. Las lesiones son muy variadas e incluyen granulomas, úlceras, necrosis, queratosis con eritema, nódulos subcutáneos indurados con zona de necrosis central, micetomas, paniculitis, etc. (Monzon & Rodríguez, 2000).

Hueso y articulaciones. El primer caso descrito afectó a un niño de 7 años que, tras clavarse una espina en la rodilla, desarrolló tres semanas después una osteomielitis de tibia, que curó completamente tras una limpieza quirúrgica y tratamiento con anfotericina B intravenosa. Otros casos descritos tuvieron una puerta de entrada parecida (traumatismo con o sin fractura abierta) y evolucionaron bien con un tratamiento similar (Monzon & Rodríguez, 2000).

Otros órganos. Se afectan en muy raras ocasiones. Se han publicado casos de otitis externa, una infección intranasal en una mujer diabética, un absceso cerebral en un paciente con infección por el virus de Epstein-Barr, una neumonía en un niño con enfermedad hematológica, que requirió lobectomía inferior derecha y anfotericina B, se han descrito meningitis, etc. (Monzon & Rodríguez, 2000).

Enfermedades causadas por *Alternaria*

Para el diagnóstico se debe demostrar la presencia de estructuras fúngicas mediante un examen histológico y microcultivo. Debe realizarse un antifungigrama, pues la sensibilidad de los hongos dematiáceos es errática e impredecible (Rivas, 2014).

Feohifomicosis: son micosis causadas principalmente por *A. alternata*, *A. Infectoria* y *A. tenuissima*, afectan principalmente a personas inmunocomprometidas. Normalmente son superficiales (p.e. onicomycosis), cutáneas y subcutáneas (se manifiestan en forma de lesiones únicas o múltiples en forma de placas pardorrojizas, papulonodulares, pustulosas o ulcerocostrosas, localizadas en las superficies corporales expuestas como piernas, brazos, pies, abdomen, etc.) y, en raras ocasiones, sistémicas (p.e. encefalitis). También, se ha relacionado a *A. alternata* y *A. infectoria* con queratomycosis y endoftalmítis en personas que han sufrido un traumatismo o cirugía ocular.

Rinitis alérgica, alveolitis alérgica extrínseca o neumonitis por hipersensibilidad (pulmón de los trabajadores de la pulpa de la madera) y asma (asma del panadero), por la inhalación de esporas o restos de micelio de *Alternaria alternata*, normalmente por la exposición a polvo de madera enmohecida.

Los efectos tóxicos están relacionados principalmente con intoxicaciones alimentarias, como consecuencia de la ingesta de alimentos contaminados.

También la exposición por vía respiratoria a elevadas cantidades de polvo orgánico, en el que puede haber diferentes hongos, entre ellos *Alternaria*, se ha relacionado con el síndrome tóxico por polvo orgánico (ODTS, fiebre del grano, micotóxicosis pulmonar; Databio, 2014).

Alternaria solani ataca los tallos, hojas y frutas del tomate. Este puede ahorcar las plántulas causando mal del talluelo (damping-off) en el semillero. En las hojas se presentan pequeñas manchas circulares de color café frecuentemente rodeadas de un halo amarillo. Las manchas tienen la característica de tener anillos concéntricos de color oscuro. Usualmente las manchas aparecen en las hojas más viejas y de éstas suben al resto de la planta. A medida que la enfermedad progresa, el hongo puede atacar los tallos y las frutas. Las manchas en las frutas son similares a las de las hojas con color café y anillos concéntricos oscuros. En los anillos concéntricos se producen esporas polvorientas y oscuras. Las esporas se pueden observar si a la lesión se le acerca un objeto de coloración clara (Cornell University, 1996).

Enfermedades causadas por *Verticillium*

El género suele incluir especies saprófitas y parásitas de plantas superiores, insectos, nematodos, huevos de moluscos y otros hongos. Actualmente se cree que este género contiene 51 especies, que se pueden dividir en tres grupos

- Micopatógenos
- Entomopatógenos (Zare & Gams, 2001)
- Patógenos de plantas y saprófitos de restos vegetales (Barbara & Clewes, 2003)

Sin embargo recientemente se ha revisado este género y la mayoría de los entomopatógenos y micopatógenos se han pasado a un nuevo grupo llamado *Lecanicillium*. El género ahora incluye *V. dahliae*, *V. albo-atrum*, *V. nubilum*, y *V. tricorpus* (Zare & Gams, 2001).

Las especies mejor conocidas son, *Verticillium dahliae* y *Verticillium albo-atrum* causantes de la enfermedad denominada verticilosis en más de 400 especies vegetales.

Los síntomas de esta enfermedad pueden confundirse con los de la fusariosis, la marchitez bacteriana, la podredumbre de raíz como así también con el daño causado por las sequías o el exceso de humedad en el suelo. En Illinois, la enfermedad es más severa en condiciones de clima frías a cálidas pero no prevalece tanto cuando hace mucho calor.

Las hojas se rizan y se marchitan. Se tornan de color amarillo o rojo entre las nervaduras, mueren y se caen. También mueren algunas ramas. La enfermedad se manifiesta primero en las raíces y luego avanza hacia arriba. A medida que el sistema vascular comienza a taparse debido a la liberación de resinas o gomas, comienzan a aparecer los síntomas sobre el nivel del suelo.

Alérgenos del género *Aureobasidium*

Alergias tipo I (fiebre del heno, asma). Neumonitis por hipersensibilidad tipo III: Fiebre humectante, pulmón del tomador de sauna.

Potencial oportunista o patógeno: Informes raros de aislados de lesiones cutáneas, queratitis, absceso del bazo en un paciente con linfoma, aislado de sangre de un paciente con leucemia (EMLab P&K).

Se describe con frecuencia la alergia a *Aureobasidium* entre pacientes atópicos, pero su importancia real permanece incierta. Parece ser causante de algunos casos de asma. Se considera un saprobio de piel y uñas y se han descrito casos de onicomicosis, queratitis, peritonitis e incluso infecciones invasoras en pacientes inmunocomprometidos (Pontón *et al.*, 2002).

Actividad enzimática como la producción de quitinosa fue evidente en la relación del antagonista *Aureobasidium pullulans*, en algunas pudriciones postcosecha en manzanas y uvas (Castoria *et al.*, 2001).

Enfermedad causadas por *Beauveria*

Es un hongo ascomiceto mitospórico que crece de forma natural en los suelos de todo el mundo. Su poder entomopatógeno le hace capaz de parasitar a insectos de diferentes especies, causando la enfermedad blanca de la muscardina, nombre por el cual se la conoce. Pertenece a los hongos entomopatógenos y actualmente es utilizado como insecticida biológico o biopesticida controlando un gran número de parásitos de las plantas como orugas, termitas, moscas blancas, áfidos, escarabajos y tisanópteros.

El modo de acción de este hongo entomopatógeno consta de diferentes etapas. Cuando las esporas microscópicas del hongo entran en contacto con las células de la epicutícula del insecto, estas se adhieren e hidratan. Las esporas germinan y penetran la cutícula del insecto. Una vez dentro, las hifas crecen destruyendo las estructuras internas del insecto y produciendo su muerte al cabo de unas horas. Tras ello, si las condiciones ambientales son favorables, pueden emerger del cadáver esporas del hongo con capacidad para ser propagadas de nuevo y reinfectar a nuevos insectos.

Anexo 2.

Los medios de cultivo en microbiología

Uno de los sistemas más importantes para la identificación de microorganismos es observar su crecimiento en sustancias alimenticias artificiales preparadas en el laboratorio. El material alimenticio en el que crecen los microorganismos es el **Medio de Cultivo** y el crecimiento de los microorganismos es el **Cultivo**. Se han formulado más de 10.000 medios de cultivo diferentes.

En los diferentes medios de cultivo se encuentran numerosos materiales de enriquecimiento como hidratos de carbono, suero, sangre completa, bilis, etc. Los hidratos de carbono se adicionan por dos motivos fundamentales: para incrementar el valor nutritivo del medio y para detectar reacciones de fermentación de los microorganismos que ayuden a identificarlos. El suero y la sangre completa se añaden para promover el crecimiento de los microorganismos menos resistentes (Casado *et al.*, 2012).

Condiciones generales para el cultivo de microorganismos

Un medio de cultivo adecuado para la investigación microbiológica contiene, como mínimo, carbono, nitrógeno, azufre, fósforo y sales inorgánicas. En muchos casos serán necesarias ciertas vitaminas y otras sustancias inductoras del crecimiento. Siempre han de estar presentes las sustancias adecuadas para ejercer de donantes o captadores de electrones para las reacciones químicas que tengan lugar (Casado *et al.*, 2012).

Presencia (o ausencia) de oxígeno y otros gases

Gran cantidad de bacterias pueden crecer en una atmósfera con tensión de oxígeno normal. Algunas pueden obtener el oxígeno directamente de variados sustratos. Pero los microorganismos anaerobios estrictos sólo se desarrollarán adecuadamente en una atmósfera sin oxígeno ambiental. En un punto intermedio, los microorganismos microaerófilos crecen mejor en condiciones atmosféricas parcialmente anaerobias (tensión de oxígeno muy reducida), mientras los anaerobios facultativos tienen un metabolismo capaz de adaptarse a cualquiera de las citadas condiciones (Casado *et al.*, 2012).

Humedad presente

Un nivel mínimo de humedad, tanto en el medio como en la atmósfera, es imprescindible para un buen desarrollo de las células en los cultivos. Hay que prever el mantenimiento de estas condiciones mínimas en las estufas de cultivo a 14.5–28.5° C proporcionando una fuente adecuada de agua que mantenga la humedad necesaria para el crecimiento de los cultivos y evitar así que se desecue el medio (Casado *et al.*, 2012).

Luz ambiental

La mayoría de los microorganismos crecen mucho mejor en la oscuridad que en presencia de luz solar.

pH

La concentración de iones hidrógeno es muy importante para el crecimiento de los microorganismos. La mayoría de ellos se desarrollan mejor en medios con un pH neutro, aunque los hay que requieren medios más o menos ácidos. No se debe olvidar que la presencia de ácidos o bases en cantidades que no impiden el crecimiento bacteriano pueden sin embargo inhibir o incluso alterar sus procesos metabólicos normales.

Temperatura

Los microorganismos mesófilos crecen de forma óptima a temperaturas entre 15 y 43°C. Otros como los psicrófilos crecen a 0°C y los termófilos a 80°C o incluso a temperaturas superiores (hipertermófilos). En líneas generales, los patógenos humanos crecen en rangos de temperatura mucho más cortos, alrededor de 37°C, y los saprófitos tienen rangos más amplios (Casado *et al.*, 2012).

Esterilidad del medio

Todos los medios de cultivo deben estar estériles para evitar la aparición de formas de vida que puedan alterar, enmascarar o incluso impedir el crecimiento del hongo sembrados en dichos medios. El sistema clásico para esterilizar los medios de cultivo es el autoclave (que utiliza vapor de agua a presión como agente esterilizante) (Casado *et al.*, 2012).

Anexo 3. Micelio estéril en Agar de Papa

Como un proceso un poco separado de lo que se encontró normalmente y la finalidad que tiene este proyecto. Se trató de identificar ese micelio estéril encontrado en el medio de agar Rosa de Bengala, utilizando un medio más específico para que se presenten las adecuadas estructuras.

Este proceso puede llegar a ser muy tardado, debido a que se tiene que ir probando cual es el medio idóneo para el desarrollo del hongo, a causa de eso el tiempo para realizar esta investigación podría ser muy tardada y laboriosa, por eso se decidió que se hiciera de forma experimentar para así poder ir redactando un protocolo de carga fúngica en algún otro animal.

Se recibió la orientación de que el medio más adecuado para esos hongos fuera de Agar de papa, esto debido a la alta cantidad de almidones que presenta el tubérculo y se le agredo dextrosa para fuese más nutritivo el medio.

Este medio fue preparado con 18 gr. de agar y 20 gr. de dextrosa diluidos en un litro de agua, la cual fue alistada anteriormente con el zumo de 300 gr. de papa hervida y escurrida.

Después de mezclar hasta quedar homogénea, se esterilizo de igual manera que los otros medios, a 121 lb de presión durante 20 minutos. Se dejó enfriar a temperatura ambiente hasta aproximadamente 35° C.

Se vertió de treinta y dos cajas Petri estériles. Después de observar que el medio quedó totalmente estéril, se procedió a realizar las resiembra de los hongos que anteriormente no se pudieron determinar y fueron marcados como micelio estéril, esto se hizo tomando una pequeña porción del hongo y transfiriendo a una nueva caja Petri, todo en un campo estéril para evitar contaminación y afecte.

Los resultados obtenidos fueron distintos, ya que es complicado realizar la resiembra sin arrastrar las esporas de los hongos aledaños y por consiguiente crezcan también en el nuevo medio.

En la determinación de estos hongos en agar de papa encontramos nuevas familias y géneros, así como dos o tres hongos en un mismo cuerpo y creciendo juntos, teniendo una simbiosis adecuada.

Determinación de micelio estéril en medio Agar Rosa de bengala resiembra en Agar de Papa

Muestra	Repetición	1er aislado	2do aislado	Familia	Género
CM1	1	1	1	Mucoraceae	<i>Rhizopus</i>
CM1	1	1	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
CM1	1	2	1	***	<i>estéril</i>
CM1	1	2	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
CM1	1	2	3	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>

AM2	1	1	1	Clavicipitaceae	<i>Isaria</i>
AM2	1	1	2	Hypocreaceae / Trichocomaceae	<i>Acremonium / Penicillium</i>
AM2	1	3	1	Plectosphaerellaceae	<i>Verticillium</i>
AM2	1	3	2	Hypocreaceae / Trichocomaceae	<i>Acremonium / Aspergillus</i>
AM2	1	3	3	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
AM2	3	1	1	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
AM2	3	1	2	Plectosphaerellaceae	<i>Verticillium</i>
AM2	3	1	3	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
AM2	3	1	4	Mucoraceae	<i>Rhizopus</i>
CM2	2	2	1	Mucoraceae	<i>Rhizopus</i>
CM2	2	2	2	Trichocomaceae	<i>Paecilomyces / Aspergillus</i>
CM2	2	2	3	Clavicipitaceae	<i>Isaria</i>
CM2	2	2	4	Mucoraceae	<i>Rhizopus</i>
AM4	1	1	1	Plectosphaerellaceae	<i>Verticillium</i>
AM4	1	1	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
AM4	1	1	3	Trichocomaceae	<i>Paecilomyces</i>
AM4	1	2	1	Trichocomaceae	<i>Aspergillus</i>
AM4	1	3	1	Mucoraceae	<i>Rhizopus</i>
AM4	1	3	2	Plectosphaerellaceae	<i>Verticillium</i>
AM4	1	4	1	Pezizaceae	<i>Chromelosporium</i>
AM4	1	4	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
AM4	1	4	3	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
AM4	1	5	1	Plectosphaerellaceae	<i>Verticillium</i>
AM4	1	5	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
AM4	1	5	3	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
AM4	2	1	1	Clavicipitaceae	<i>Isaria</i>
AM4	2	1	2	Clavicipitaceae / Trchocomaceae	<i>Isaria / Penicillium</i>
AM4	2	1	3	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
AM4	2	2	1	Mucoraceae / Clavicipitaceae / Trichocomaceae	<i>Rhizopus / Isaria / Penicillium</i>
AM4	2	2	2	Clavicipitaceae	<i>Penicillium</i>
AM4	2	3	1	***	<i>Isaria</i>
AM4	2	3	2	Trichocomaceae	<i>esté ril</i>
AM4	2	3	3	Hypocreaceae / Trichocomaceae	<i>Aspergillus</i>
AM4	2	3	4	Trichocomaceae	<i>Acremonium / Aspergillus</i>
AM4	2	4	1	***	<i>esté ril</i>
AM4	2	4	2	Clavicipitaceae / Trchocomaceae	<i>Isaria / Aspergillus</i>
AM4	2	4	3	Hypocreaceae / Trichocomaceae	<i>Acremonium /</i>

					<i>Penicillium</i>
				Mucoraceae / Clavicipitaceae /	<i>Rhizopus / Isaria /</i>
AM4	3	1	1	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
AM4	3	1	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
					<i>Rhizopus /</i>
AM4	3	2	1	Mucoraceae / Trichocomaceae	<i>Aspergillus</i>
AM4	3	2	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
AM4	3	2	3	Trichocomaceae	<i>Aspergillus</i>
AM4	3	3	1	Clavicipitaceae	<i>Isaria</i>
				Plectosphaerellaceae /	<i>Verticillium /</i>
AM4	3	3	2	Trichocomaceae	<i>Aspergillus</i>
AM4	3	3	3	Trichocomaceae	<i>Aspergillus</i>
AM5	3	1	1	Plectosphaerellaceae	<i>Verticillium</i>
AM5	3	1	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
AM5	3	1	3	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
AM5	3	2	0	Mucoraceae	<i>Rhizopus</i>
AM5	3	2	1	Mucoraceae	<i>Rhizopus</i>
				Plectosphaerellaceae /	<i>Verticillium /</i>
AM5	3	2	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
M10	1a	1	1	***	<i>estéril</i>
M10	1a	1	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
M10	1b	2	1	Mucoraceae / ***	<i>Rhizopus / estéril</i>
				Plectosphaerellaceae /	<i>Verticillium /</i>
M10	1b	2	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
M11	1c	2	1	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
M11	1c	2	2	Plectosphaerellaceae	<i>Verticillium</i>
M11	1c	2	3	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
M11	1c	2	4	Mucoraceae	<i>Rhizopus</i>
M11	2a	1	1	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
M11	2a	1	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
M11	2a	4	1	Mucoraceae / ***	<i>Rhizopus / estéril</i>
				Plectosphaerellaceae /	<i>Verticillium /</i>
M11	2a	4	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
M11	2b	2	1	Plectosphaerellaceae	<i>Verticillium</i>
M11	2b	2	2	Clavicipitaceae	<i>Isaria</i>
				Davidiellaceae /	<i>Cladosporium /</i>
M11	2b	2	3	Plectosphaerellaceae	<i>Verticillium</i>
M11	2b	2	4	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
M11	2b	3	1	Plectosphaerellaceae	<i>Verticillium</i>
M11	2b	3	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
M11	2b	3	3	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
M11	2c	1	1	***	<i>estéril</i>
M11	2c	1	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
M11	2c	1	3	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>

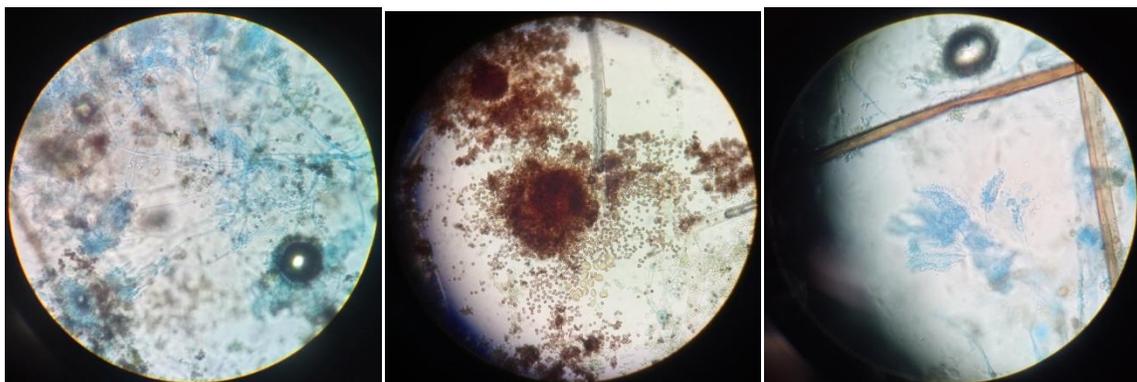
M11	2c	2	1	Clavicipitaceae	<i>Isaria</i>
M11	2c	2	2	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>
M11	2c	4	1	***	<i>estéril</i>
					<i>Acremonium /</i>
M11	2c	4	2	Hypocreaceae / Trichocomaceae	<i>Paecilomyces</i>
M11	2c	4	3	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>

Se encontraron dieciocho hongos en unió, nueve géneros, siete familias distintas y siete hongos que no se pudieron determinar, estos siguen presentando micelio estéril y falta de estructuras reproductivas, lo que hizo imposible su determinación.

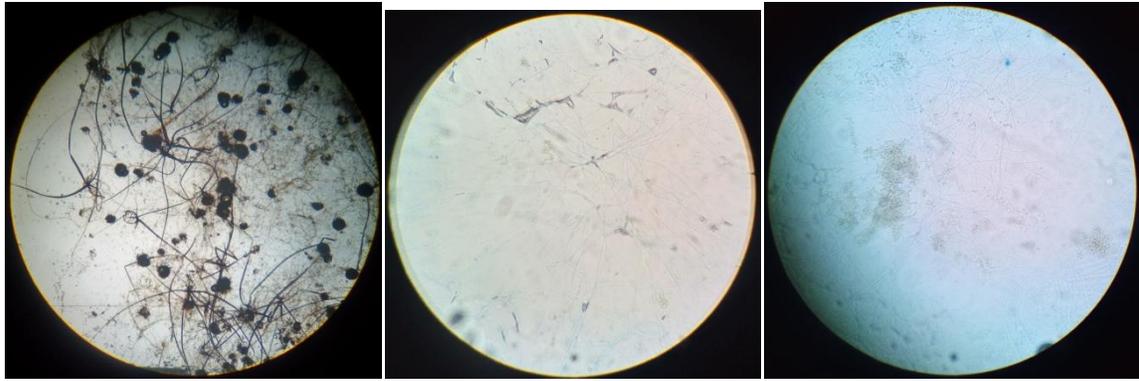
Por consiguiente a esos hongos que aun siguieron sin poder ser determinados se dio la conclusión en el Capítulo v de este trabajo de investigación.



CM1-1-1-1 *Rhizopus* a la izquierda, al centro CM1-1-1-2 *Penicillium* y a la derecha CM2-2-2-0 *Rhizopus*



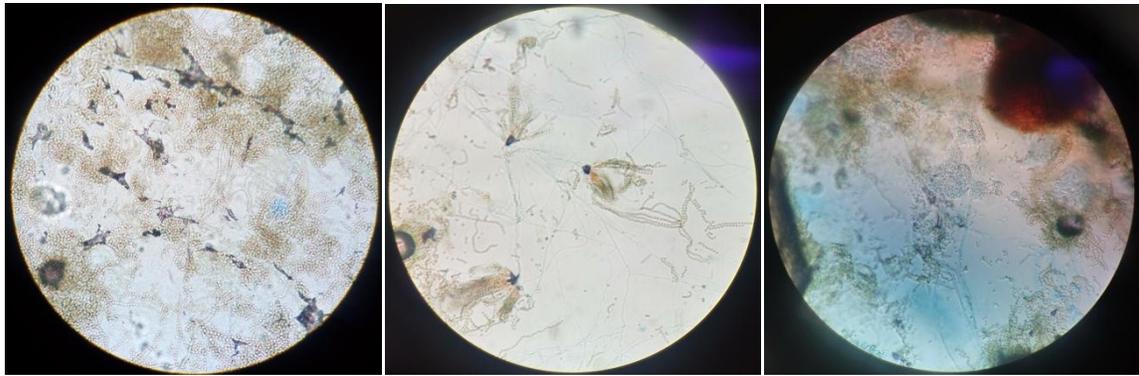
CM2-2-2-1 *Paecilomyces-Aspergillus* a la izquierda, al centro CM2-2-2-1 *Paecilomyces-Aspergillus* y a la derecha CM2-2-2-2 *Isaria*



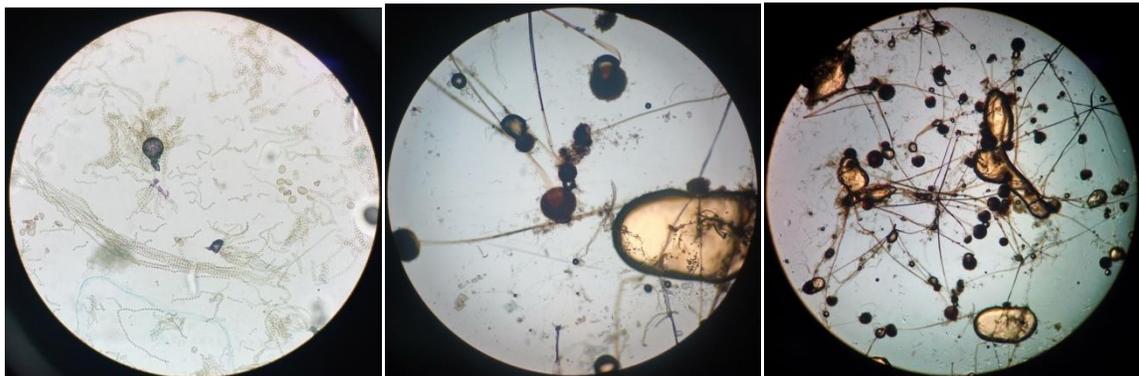
CM2-2-2-3 *Rhizopus* a la izquierda, al centro M10-1a-1-1 micelio estéril y a la derecha M10-1a-1-2 *Penicillium*



M10-1b-2-1 *Rhizopus* a la izquierda, al centro M10-1b-2-1 micelio estéril y a la derecha M10-1b-2-2 *Verticillium-Penicillium*



M10-1b-2-2 *Verticillium-Penicillium* a la izquierda, al centro M11-1c-2-1 *Penicillium* y a la derecha M11-1c-2-2 *Verticillium*



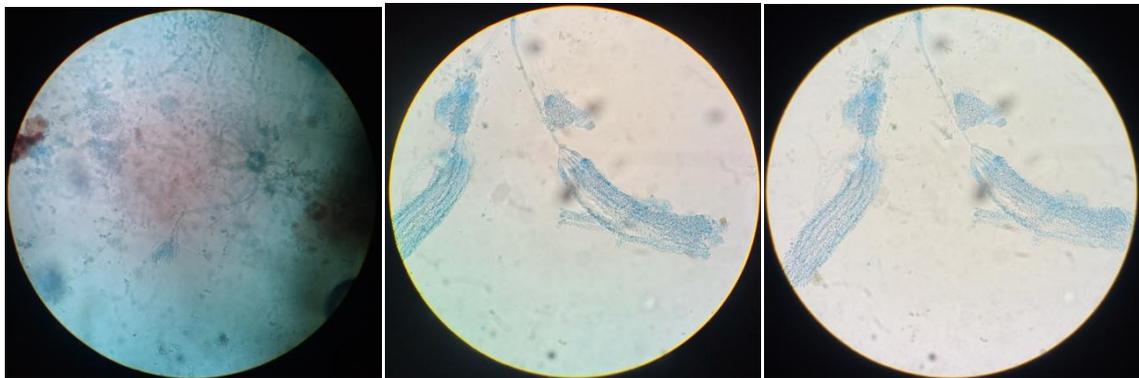
M11-1c-2-3 *Penicillium* a la izquierda, al centro M11-1c-2-4 *Rhizopus* y a la derecha M11-1c-2-4 *Rhizopus*



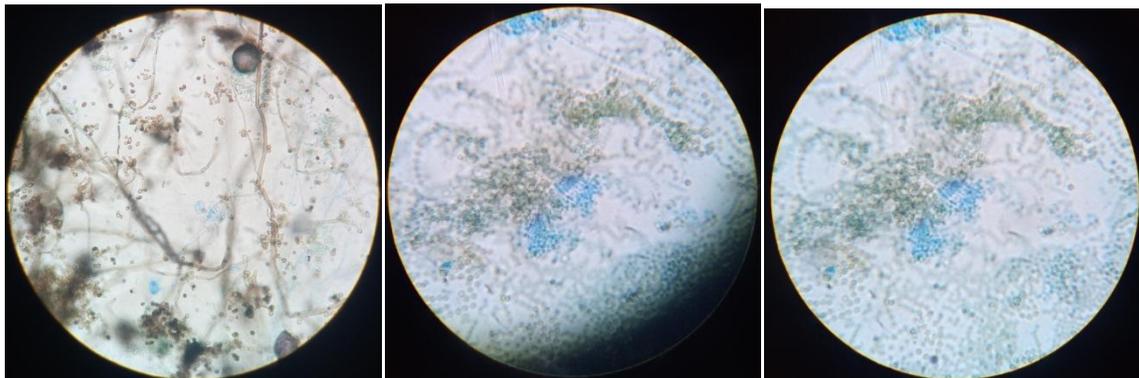
M11-2a-1-1 *Penicillium* a la izquierda, al centro M11-2a-1-2 *Penicillium* y a la derecha M11-2a-4-1 *Rhizopus*-micelio estéril



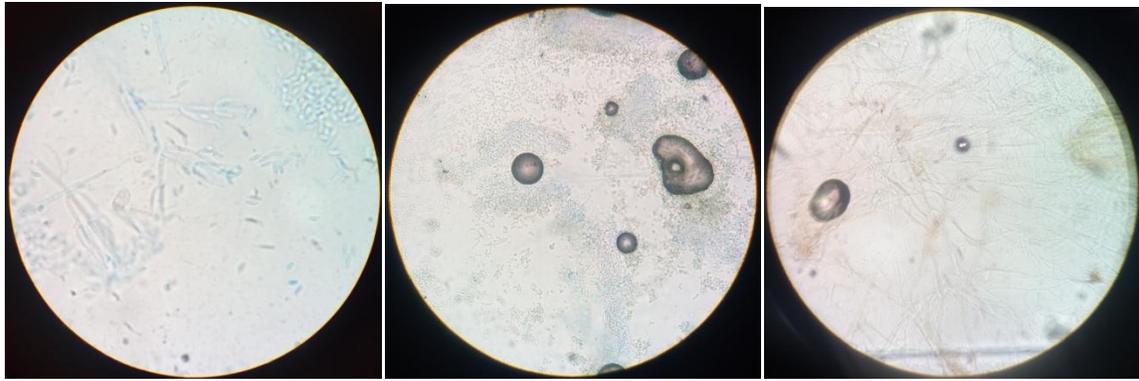
M11-2a-4-1 *Rhizopus*-micelio estéril a la izquierda, al centro M11-2a-4-2 *Verticillium* y a la derecha M11-2a-4-2 *Penicillium*



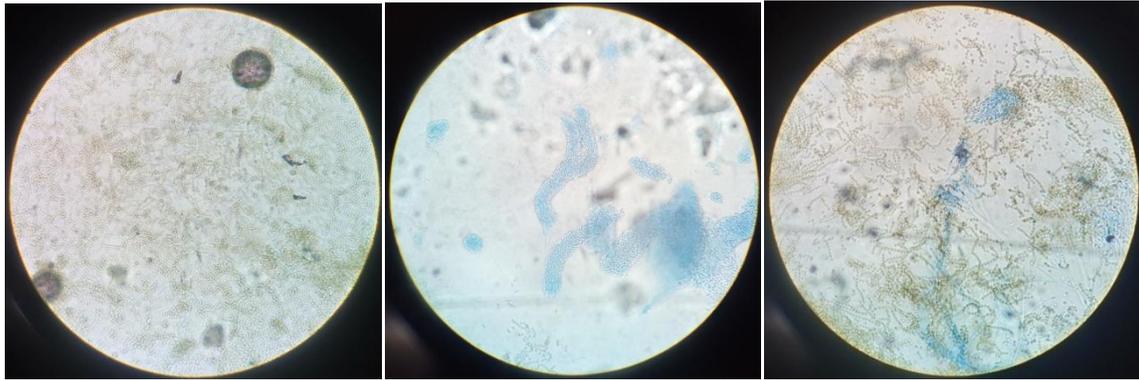
M11-2b-2-1 *Verticillium* a la izquierda, al centro M11-2b-2-2 *Isaria* y a la derecha M11-2b-2-2 *Isaria*



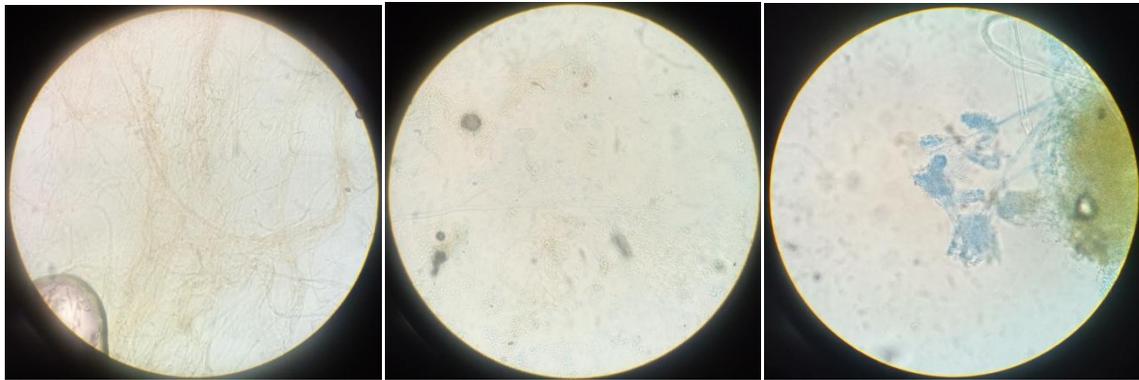
M11-2b-2-3 *Cladosporium-Verticillium* a la izquierda, al centro M11-2b-2-4 *Penicillium* y a la derecha M11-2b-2-4 *Penicillium*



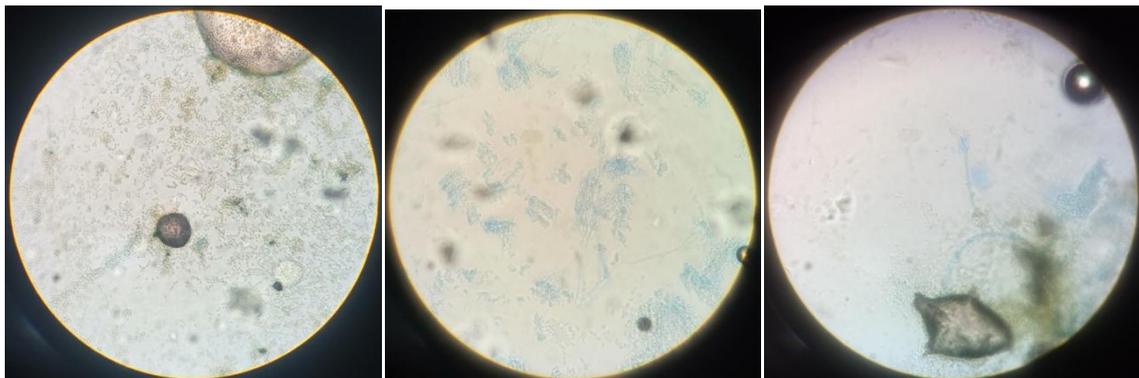
M11-2b-3-1 *Verticillium* a la izquierda, al centro M11-2b-3-2 *Penicillium* y a la derecha M11-2c-1-1 micelio estéril



M11-2c-1-2 *Penicillium* a la izquierda, al centro M11-2c-2-1 *Isaria* y a la derecha M11-2c-2-2 *Penicillium*



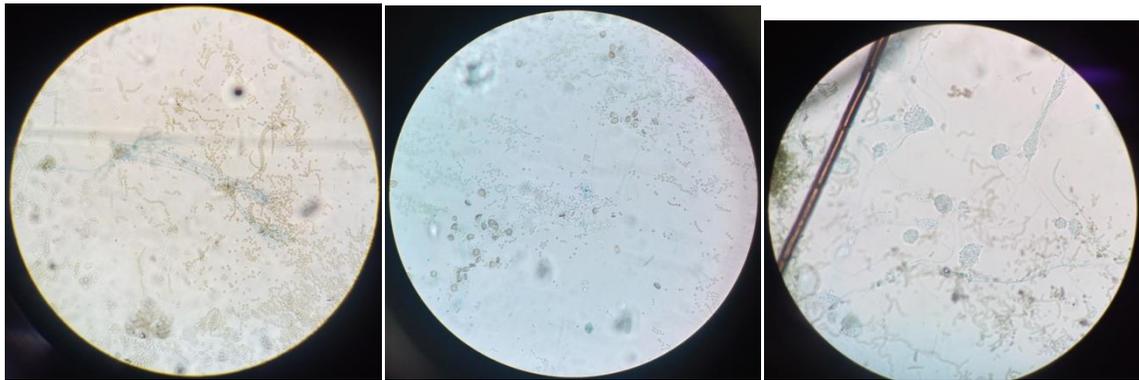
M11-2c-4-1 micelio estéril a la izquierda, al centro M11-2c-4-2 *Acremonium* y a la derecha M11-2c-4-2 *Paecilomyces*



M11-2c-4-3 *Penicillium* a la izquierda, al centro AM2-1-1-1 *Isaria* y a la derecha AM2-1-1-2 *Acremonium-Penicillium*



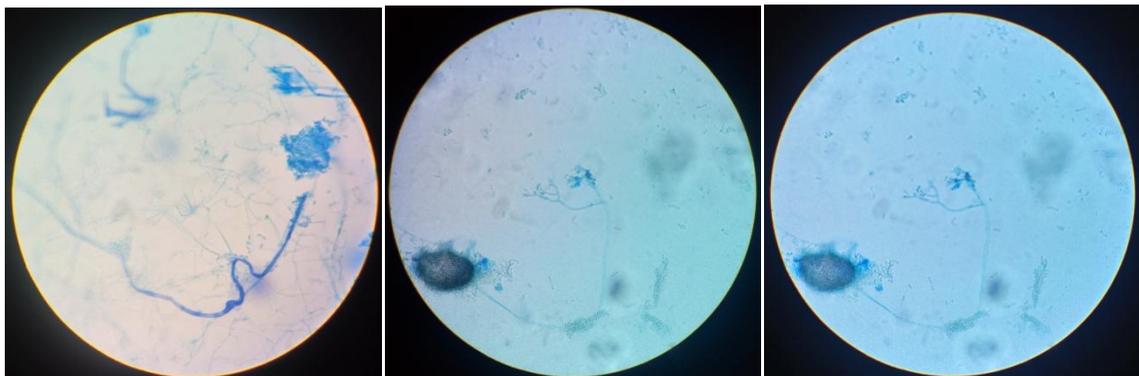
AM2-1-3-1 *Verticillium* a la izquierda, al centro AM2-1-3-2 *Aspergillus* y a la derecha AM2-1-3-2 *Acremonium*



AM2-1-3-3 *Penicillium* a la izquierda, al centro AM2-3-1-1 *Penicillium* y a la derecha AM2-3-1-2 *Verticillium*



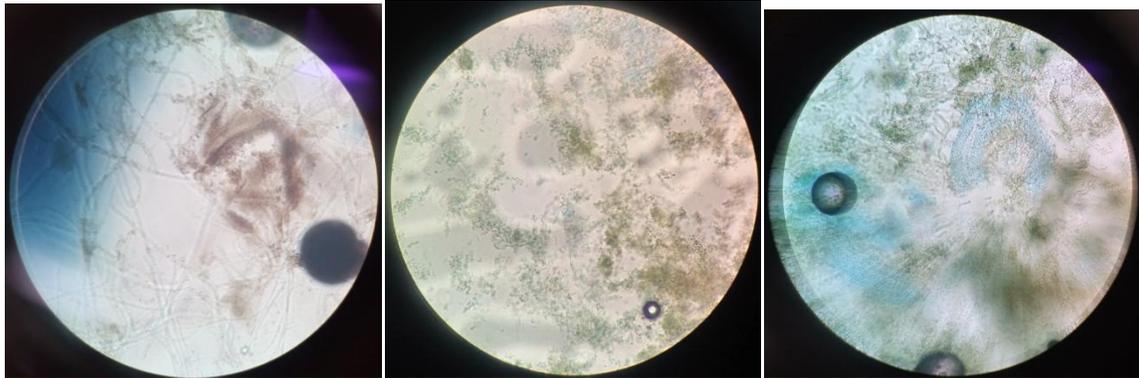
En las tres imágenes se muestra AM2-3-1-4 *Rhizopus*



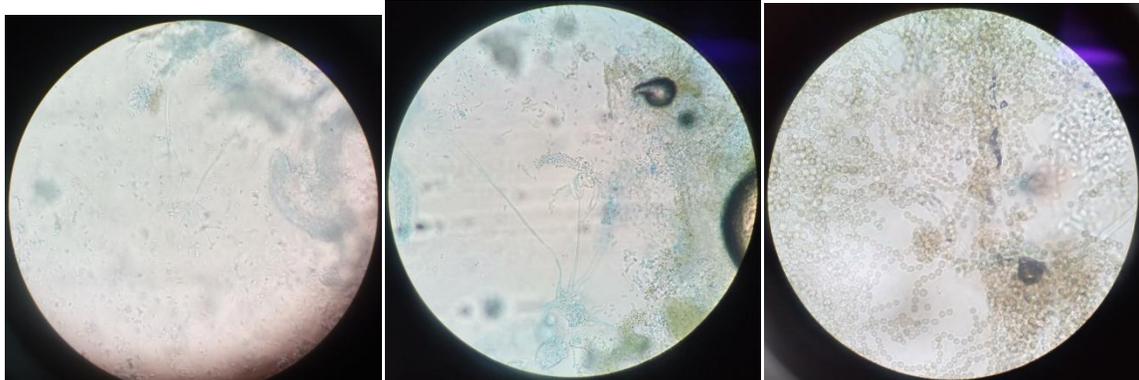
AM4-1-1-1 *Verticillium* a la izquierda, al centro AM4-1-1-2 *Penicillium* y a la derecha AM4-1-1-2 *Penicillium*



AM4-1-1-3 *Paecilomyces* a la izquierda, al centro AM4-1-3-1 *Rhizopus* y a la derecha AM4-1-3-2 *Verticillium*



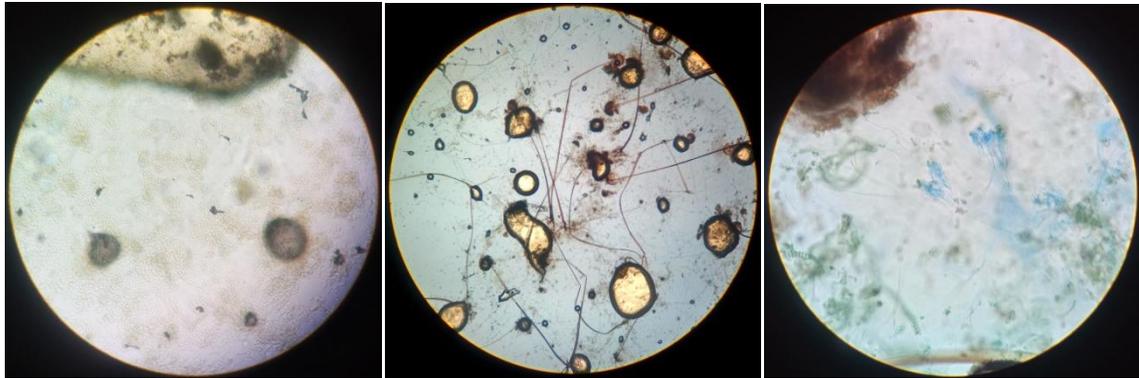
AM4-1-4-1 *Chromelosporium* a la izquierda, al centro AM4-1-4-2 *Penicillium* y a la derecha AM4-1-4-3 *Penicillium*



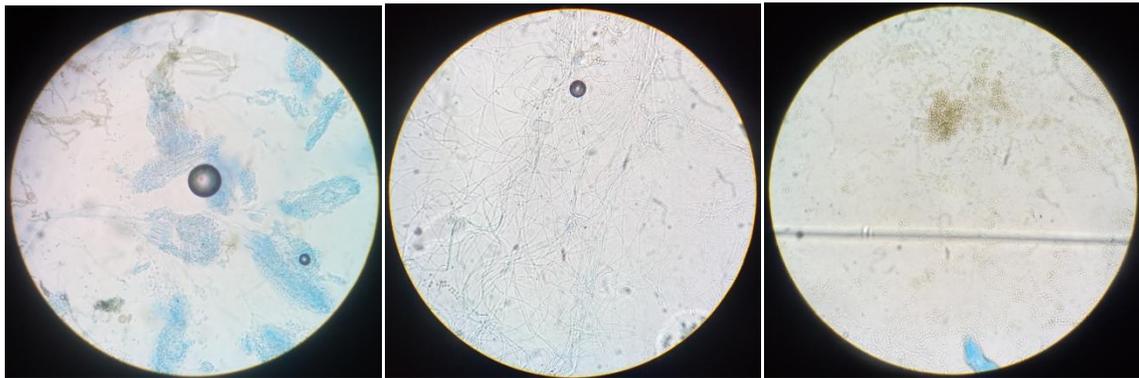
AM4-1-5-1 *Verticillium* a la izquierda, al centro AM4-1-5-2 *Penicillium* y a la derecha AM4-1-5-3 *Penicillium*



AM4-2-1-1 *Isaria* a la izquierda, al centro AM4-2-1-2 *Isaria* y a la derecha AM4-2-1-2 *Penicillium*



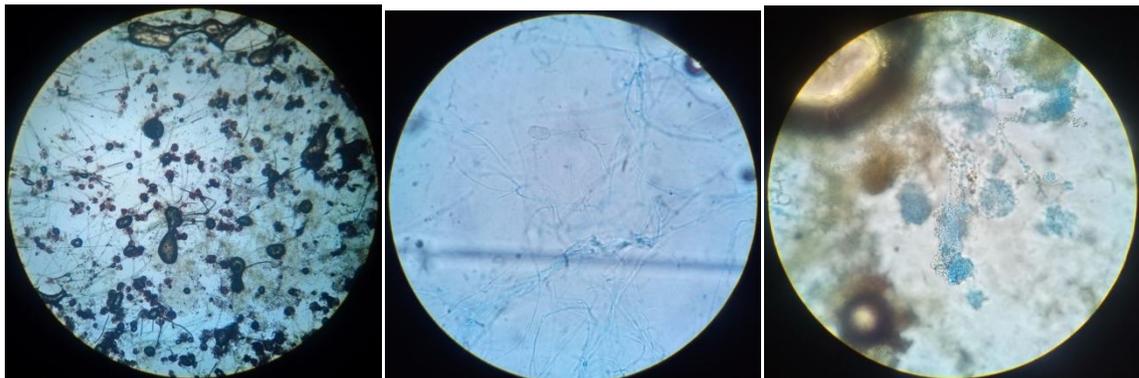
AM4-2-1-3 *Penicillium* a la izquierda, al centro y a la derecha AM4-2-2-1 *Rhizopus-Isaria-Penicillium*



AM4-2-2-2 *Isaria* a la izquierda, al centro AM4-2-3-1 micelio estéril y a la derecha AM4-2-3-2 *Aspergillus*



AM4-2-3-3 *Acremonium-Aspergillus* a la izquierda y al centro, a la derecha AM4-2-3-4 *Aspergillus*



AM4-2-3-4 *Aspergillus* a la izquierda, al centro AM4-2-4-1 micelio estéril y a la derecha AM4-2-4-2 *Isaria-Aspergillus*



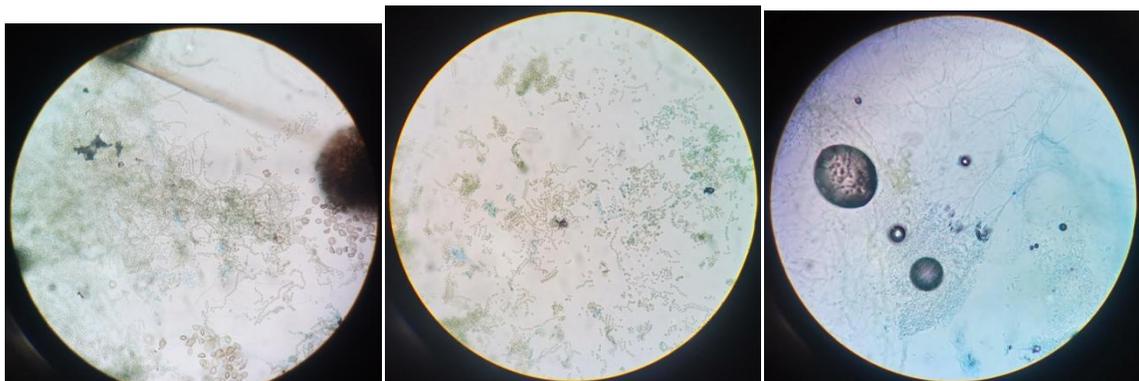
AM4-2-4-2 *Isaria-Aspergillus* a la izquierda, al centro AM4-2-4-3 *Acremonium-Penicillium* y a la derecha AM4-3-1-1 *Isaria-Penicillium*



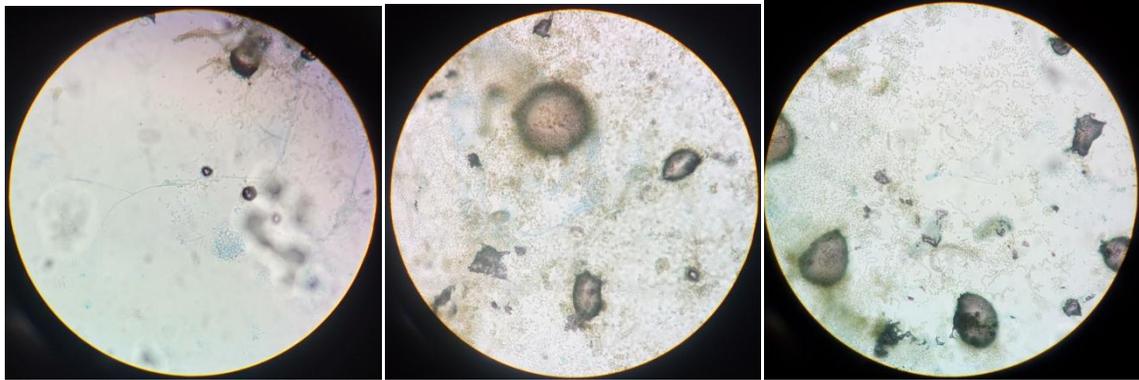
AM4-3-1-1 *Rhizopus-Isaria-Penicillium* en las tres imágenes aparecen esos géneros



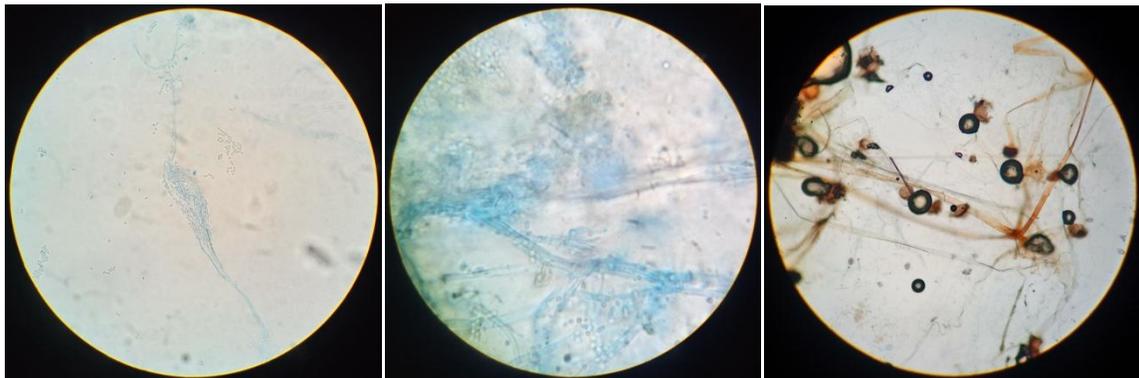
AM4-3-1-2 *Penicillium* a la izquierda y al centro y la derecha AM4-3-2-1 *Rhizopus-Aspergillus*



AM4-3-2-2 *Penicillium* a la izquierda, al centro AM4-3-2-3 *Aspergillus* y a la derecha AM4-3-3-1 *Isaria*



AM4-3-3-2 *Verticillium-Aspergillus* a la izquierda y al centro, a la derecha AM4-3-3-3 *Aspergillus*



AM5-3-1-1 *Verticillium* a la izquierda, al centro AM5-3-1-2 *Penicillium* y a la derecha AM5-3-2-0 *Rhizopus*

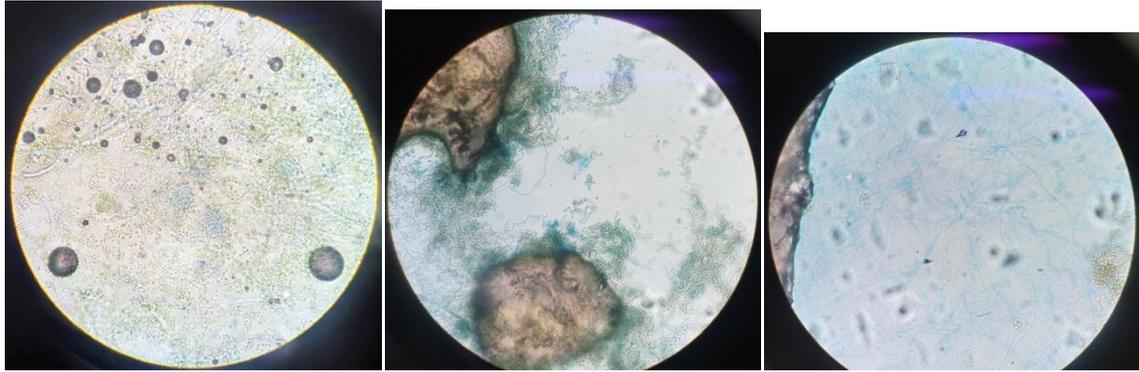


AM5-3-2-1 *Rhizopus* a la izquierda y al centro AM5-3-2-2 *Verticillium-Penicillium*

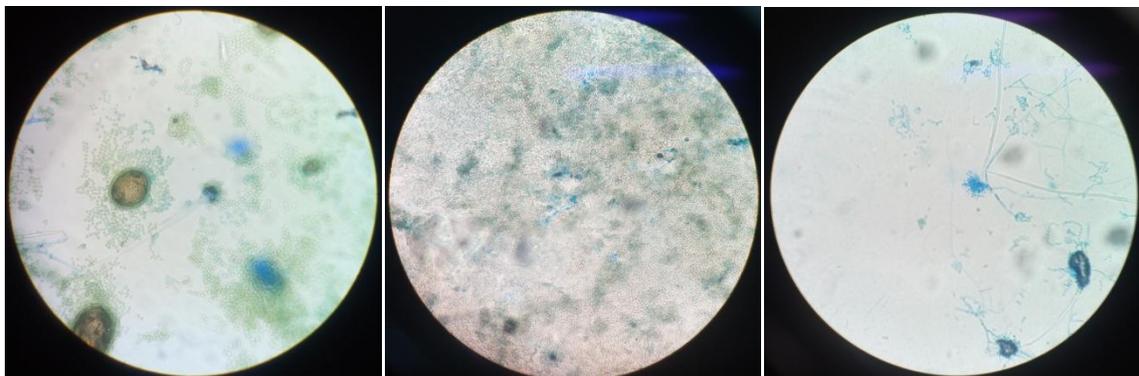
Anexo 4.

Hongos del Agar Rosa de Bengala

Aquí se muestran las fotos que se tomaron de todos los hongos identificados en las muestras de las cajas Petri en el medio de Agar Rosa de Bengala.



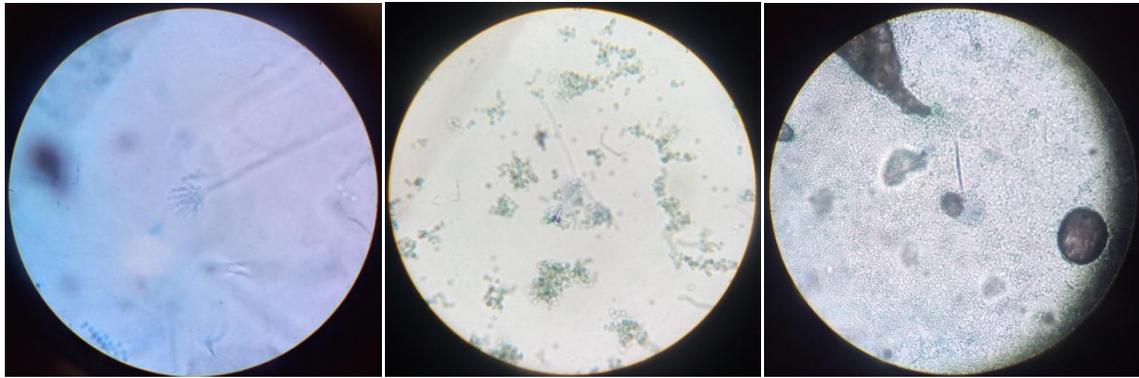
AM1-1-1 *Aspergillus* tIII a la izquierda, al centro AM1-1-2 *Penicillium* tI y a la derecha AM1-1-3 micelio estéril



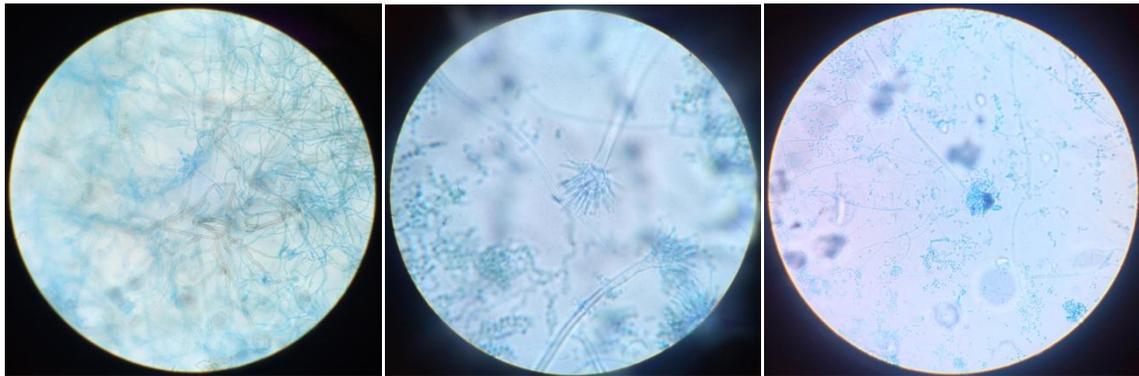
AM1-2-1 *Aspergillus* tIV a la izquierda, al centro AM1-2-2 *Penicillium* tI y a la derecha AM1-3-1 *Aspergillus* tVI



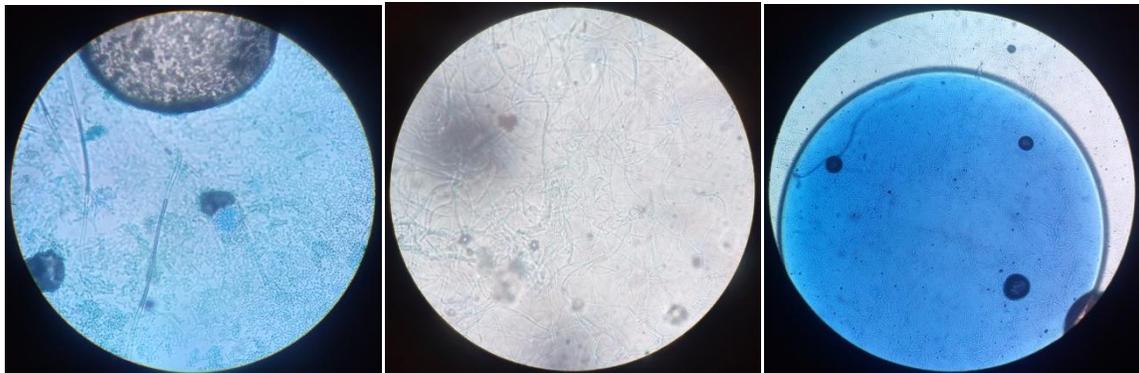
AM2-1-1 micelio estéril a la izquierda, al centro AM2-2-1 *Aspergillus* tVI y a la derecha AM2-3-1 micelio estéril



AM2-3-2 *Aspergillus* tII a la izquierda, al centro AM3-1-1 *Scopulariopsis* tI y a la derecha AM3-1-2 *Aspergillus* tI



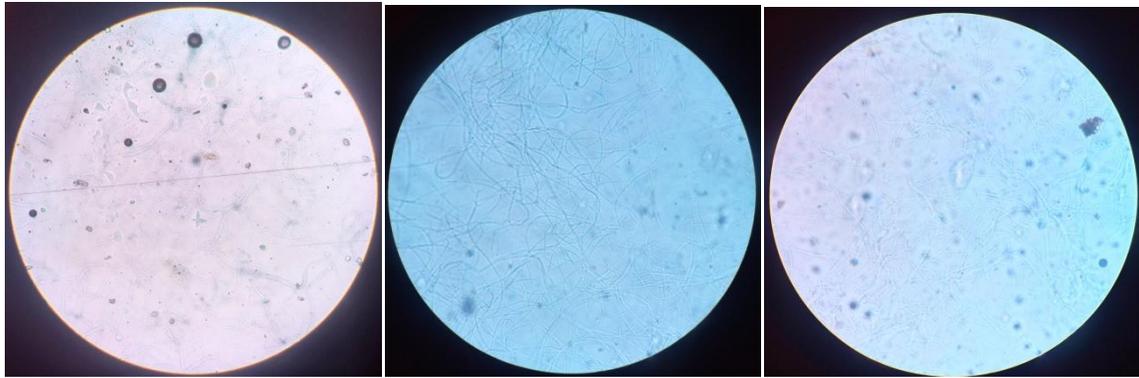
AM3-1-3 *Cladosporium* tIII a la izquierda, al centro AM3-2-1 *Aspergillus* tI y a la derecha AM3-2-2 *Aspergillus* tVIII



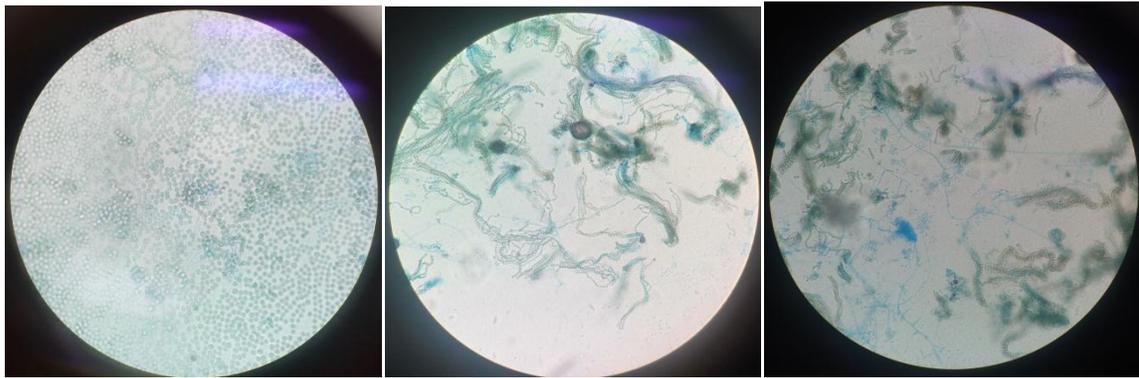
AM3-2-3 *Aspergillus* tI a la izquierda, al centro AM4-1-1 micelio estéril y a la derecha AM4-1-6 micelio estéril



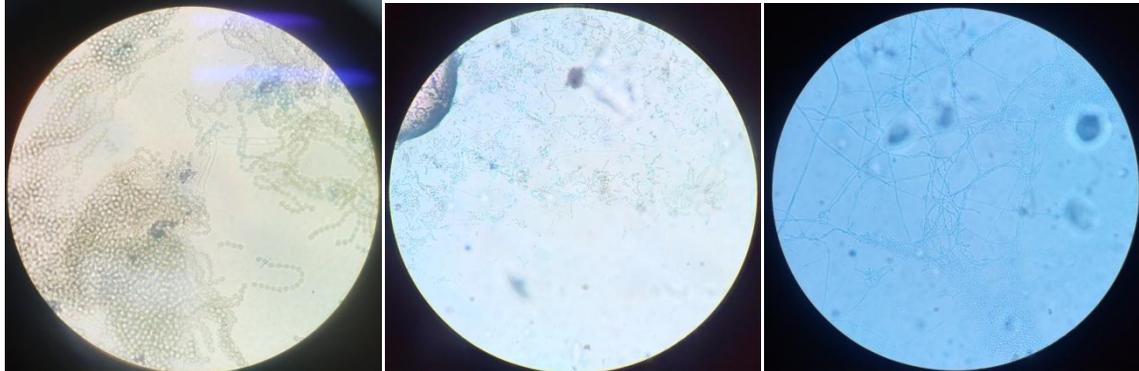
AM4-1-7 *Aspergillus* tVI a la izquierda, al centro AM4-2-2 micelio estéril y a la derecha AM4-2-3 micelio estéril



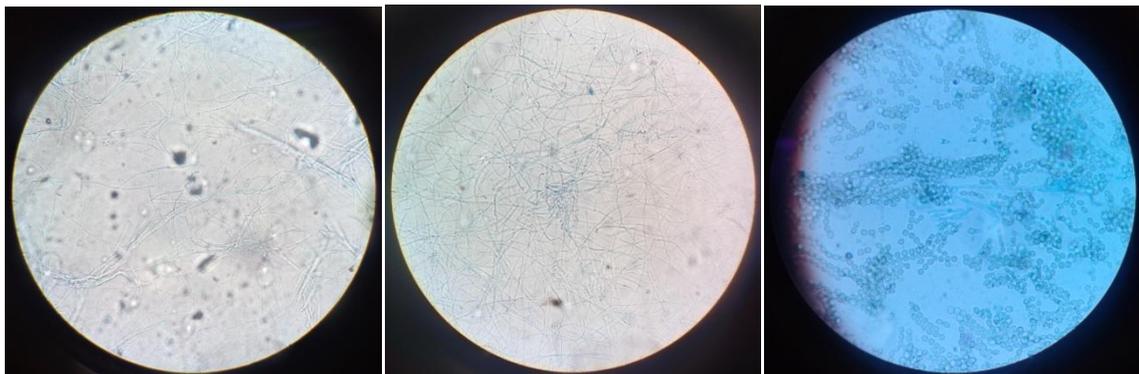
AM4-2-4 micelio estéril a la izquierda, al centro AM4-3-2 micelio estéril y a la derecha AM4-3-4 micelio estéril



AM5-1-1 *Scopulariopsis* tI a la izquierda, al centro y a la derecha AM5-1-2 *Acremonium* tII



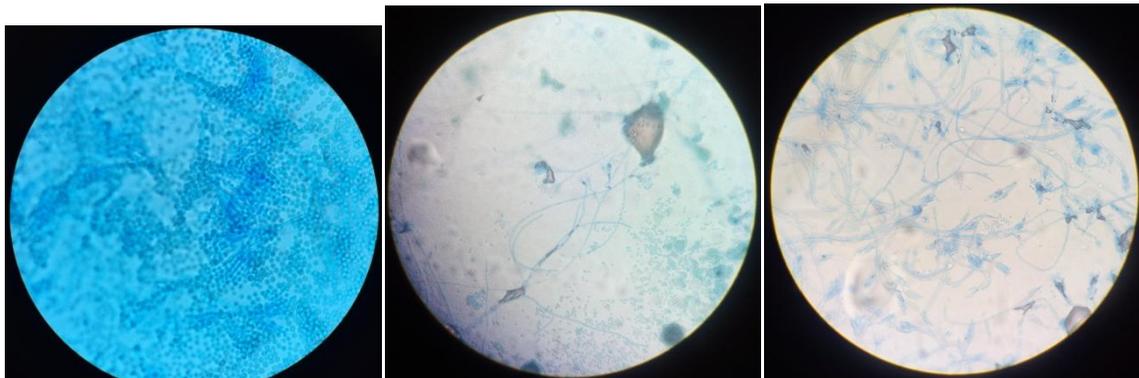
AM5-1-2 *Penicillium* tI a la izquierda, al centro AM5-2-1 *Scopulariopsis* tI y a la derecha AM5-2-2 *Acremonium* tIII



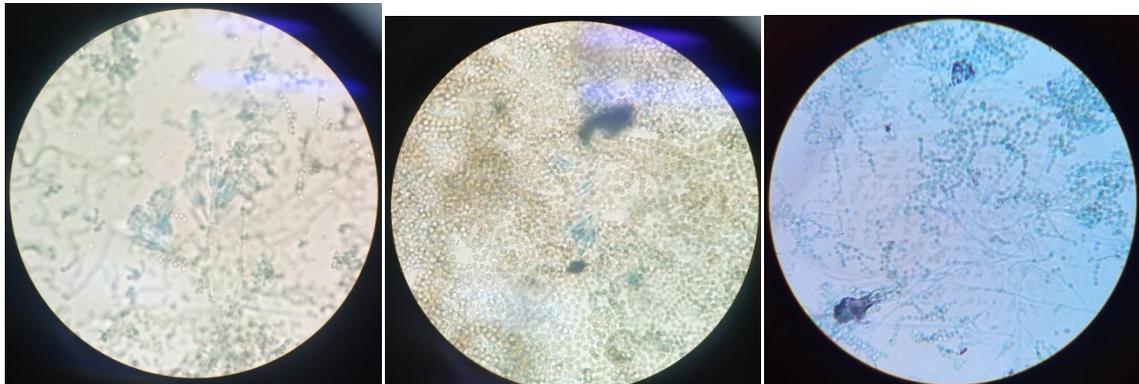
AM5-3-1 micelio estéril a la izquierda, al centro AM5-3-2 micelio estéril y a la derecha AM6-1-1 *Scopulariopsis* tI



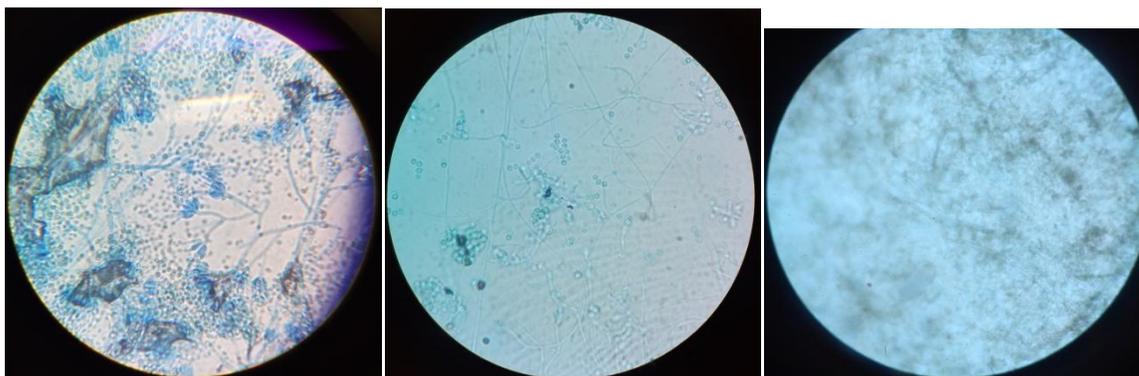
AM7-1-1 *Scopulariopsis* tI a la izquierda, al centro AM7-2-1 *Aspergillus* tV y a la derecha AM7-3-1 *Scopulariopsis* tI



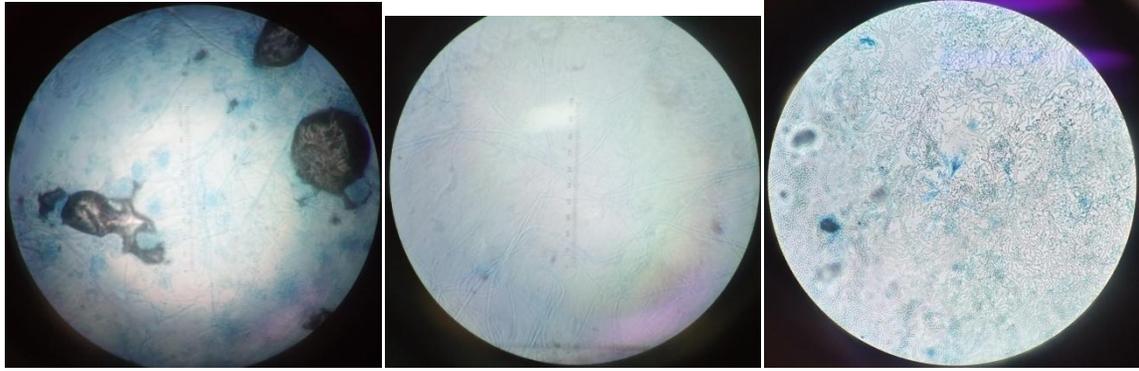
AM7-3-2 *Penicillium* tI a la izquierda, al centro CAM8-1-1 *Penicillium* tII y a la derecha CAM8-2-1 *Penicillium* tII



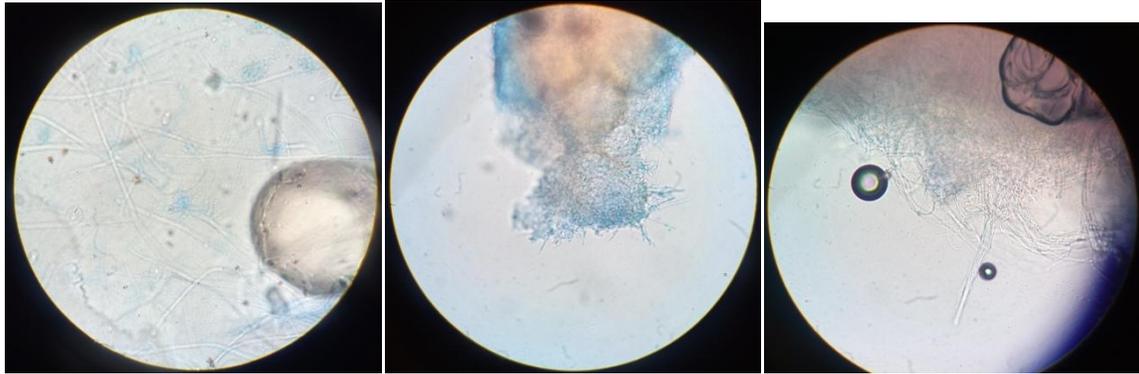
CAM8 - 3 - 1 *Scopulariopsis* tII a la izquierda, al centro CAM8 - 3 - 2 *Scopulariopsis* tII y a la derecha CAM9 - 2 - 1 *Scopulariopsis* tII



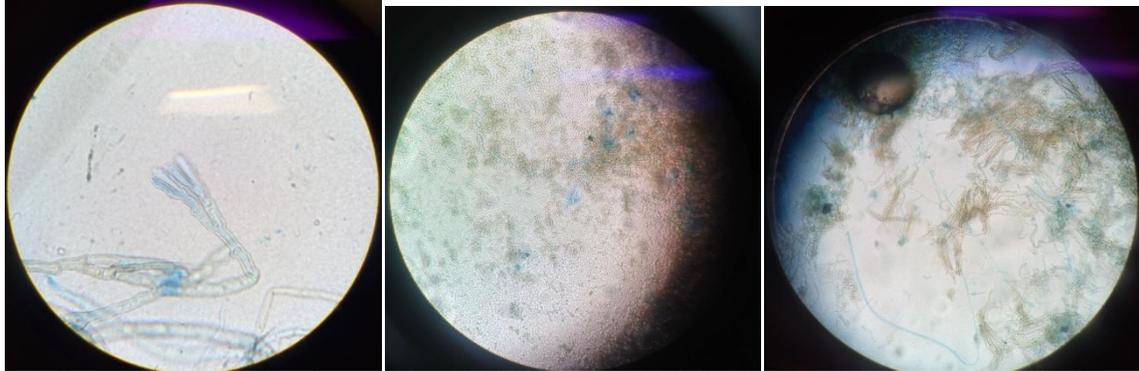
CAM9-2-2 *Penicillium* tI a la izquierda, al centro CAM9-3-1 *Scopulariopsis* tI y a la derecha CAM15-1-1 *Cladosporium* tIII



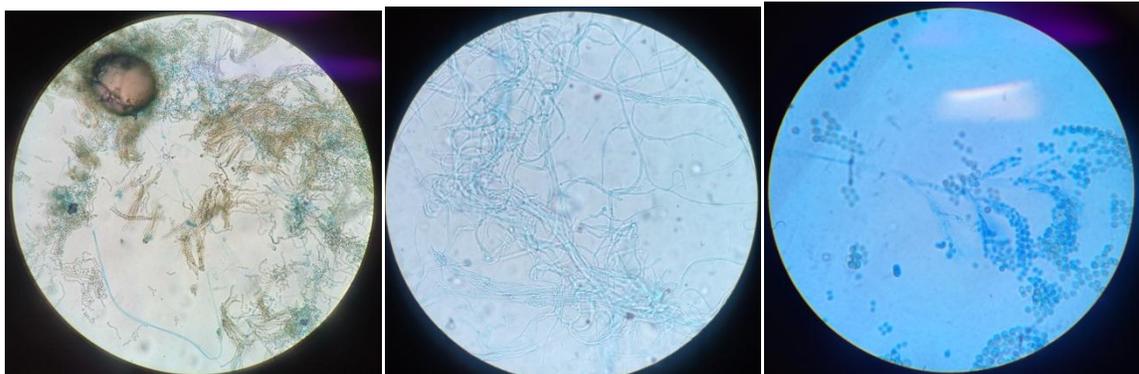
CAM15-1-3 *Aspergillus* tI a la izquierda, al centro CAM15-1-4 micelio estéril y a la derecha CAM15-3-2 *Penicillium* tII



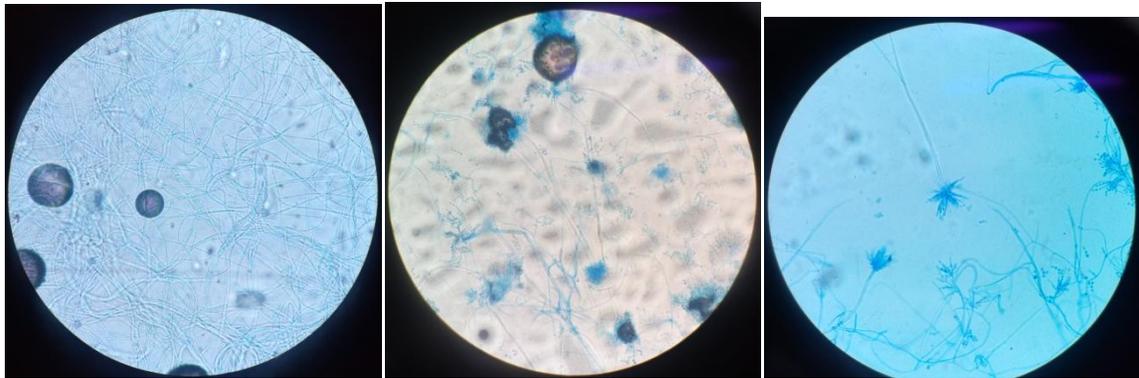
CAM15-3-1 *Aspergillus* tVIII a la izquierda, al centro CM1-1-1 micelio estéril y a la derecha CM1-1-2 micelio estéril



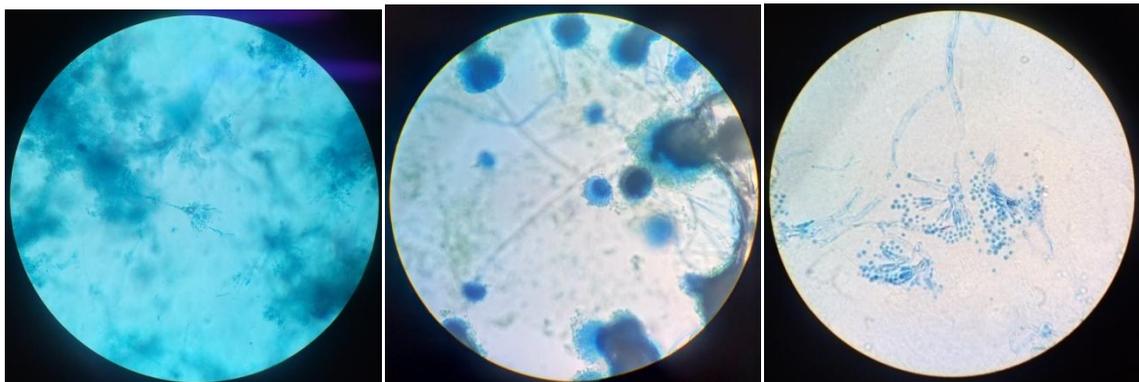
CM1-1-3 *Stachybotrys* tI a la izquierda, al centro CM1-3-1 *Penicillium* tII y a la derecha CM1-3-2 *Acremonium* tII



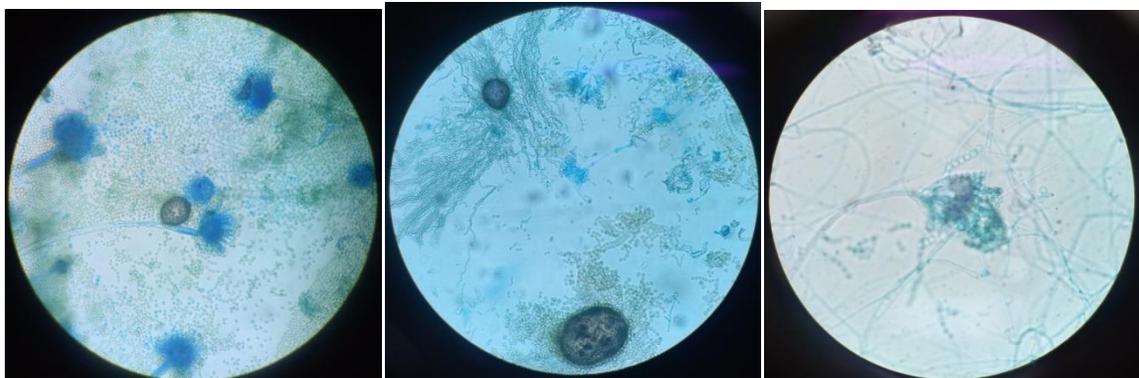
CM1-3-2 *Acremonium* tII a la izquierda, al centro CM2-2-2 micelio estéril y a la derecha CM2-2-3 *Penicillium* tI



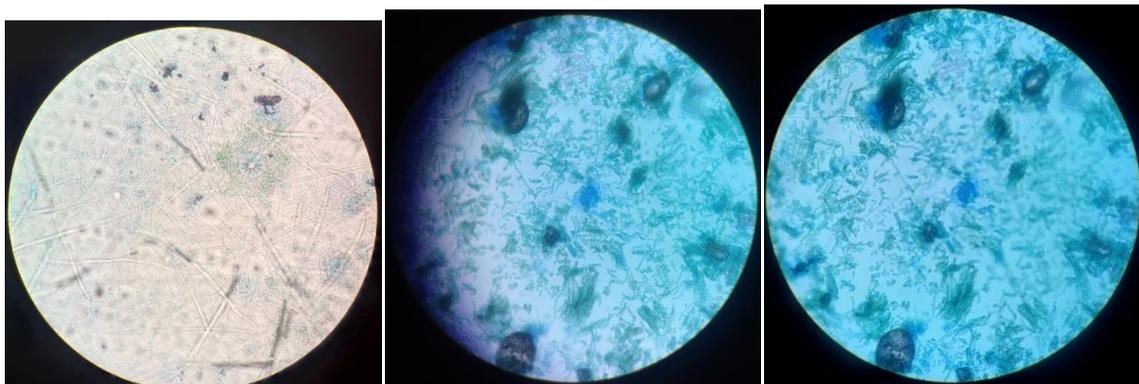
CM2-3-2 micelio estéril a la izquierda, al centro CM3-2-1 *Aspergillus* tI y a la derecha CM3-3-1 *Aspergillus* tII



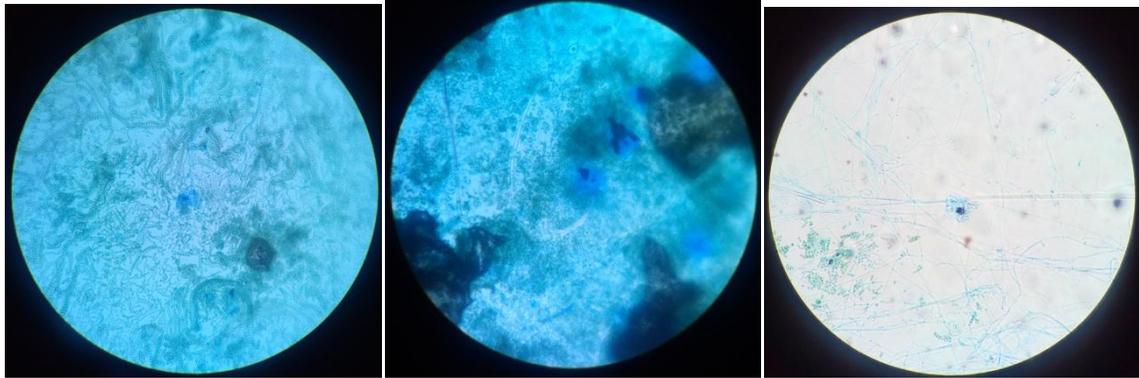
CM3-3-2 *Penicillium* tII a la izquierda, al centro CM4-1-1 *Aspergillus* tI y a la derecha CM4-1-2 *Penicillium* tII



CM4-3-1 *Aspergillus* tI a la izquierda, al centro CM4-3-2 *Penicillium* tII y a la derecha CM5-1-1 *Aspergillus* tIV



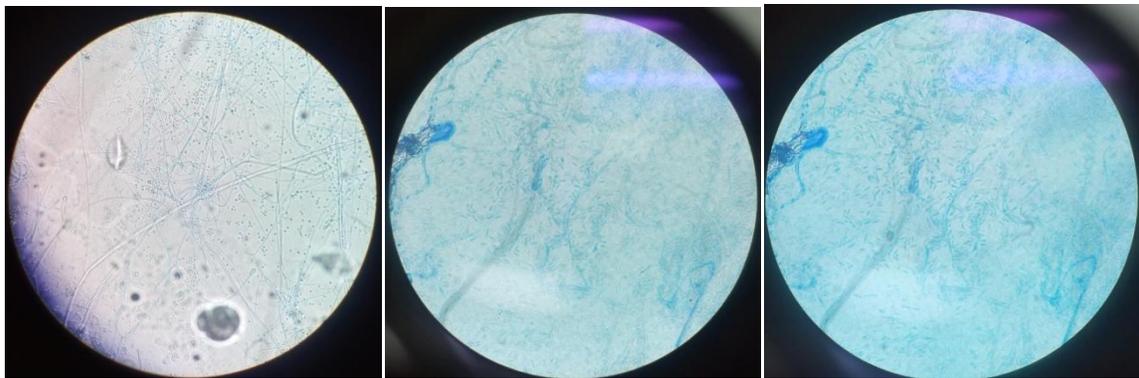
CM5-3-1 *Aspergillus* tI a la izquierda, al centro y a la derecha CM5-3-2 *Aspergillus* tI



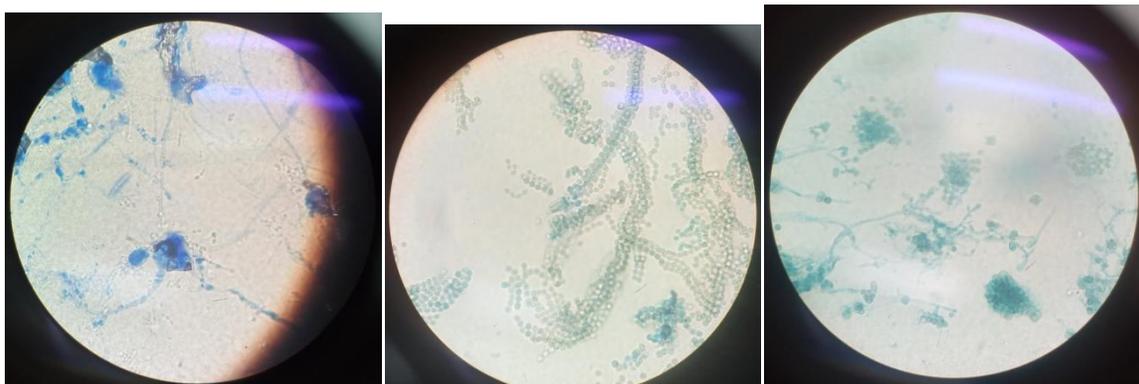
CM5-3-3 *Scopulariopsis* tII a la izquierda, al centro CM5-3-4 *Aspergillus* tI y a la derecha CM6-1-1 *Aspergillus* tVI



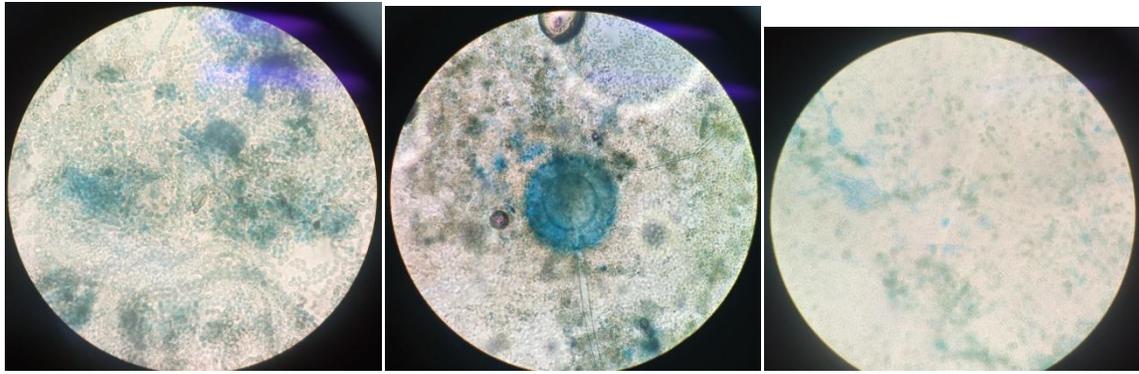
CM6-1-2 *Aspergillus* tI a la izquierda, al centro CM6-2-2 *Cladosporium* tIV y a la derecha CM6-2-5 *Penicillium* tIII



CM6-3-1 *Aspergillus* tVI a la izquierda, al centro y la derecha CM6-3-2 *Cladosporium* tIII



CM6-3-3 *Acremonium* tI a la izquierda, al centro CM7-1-1 *Aspergillus* tVIII y a la derecha CM7-1-4 *Trichoderma* tI



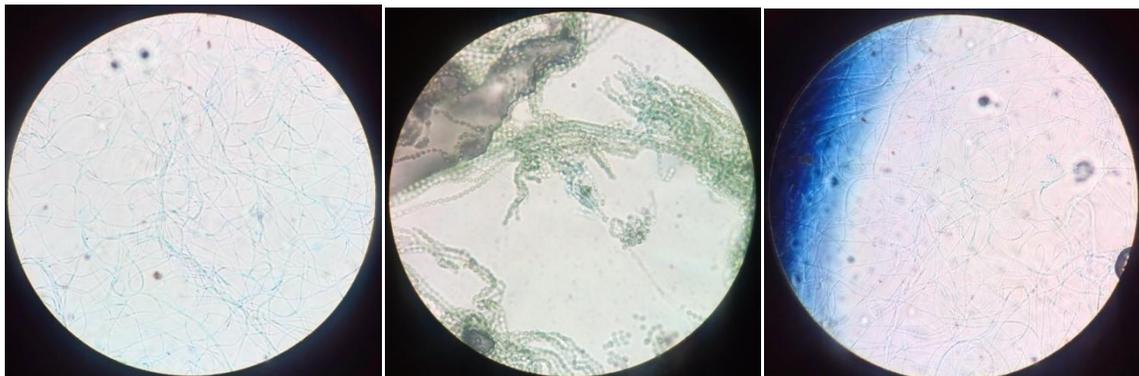
CM7-2-1 *Scopulariopsis* tII a la izquierda, al centro CM7-2-2 *Aspergillus* tI y a la derecha CM7-3-1 *Verticillium* tI



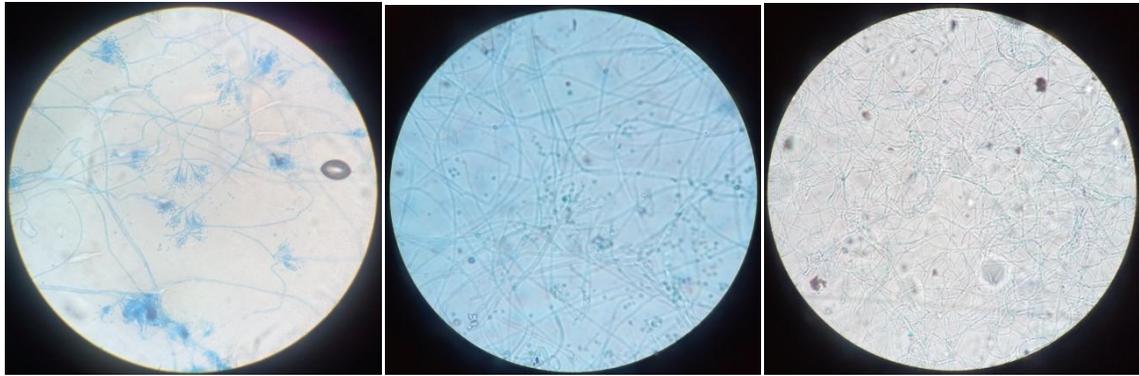
M10-1a-1 micelio estéril a la izquierda, al centro M10-1b-2 micelios estériles y a la derecha M10-1c-1 *Stachybotrys* tI



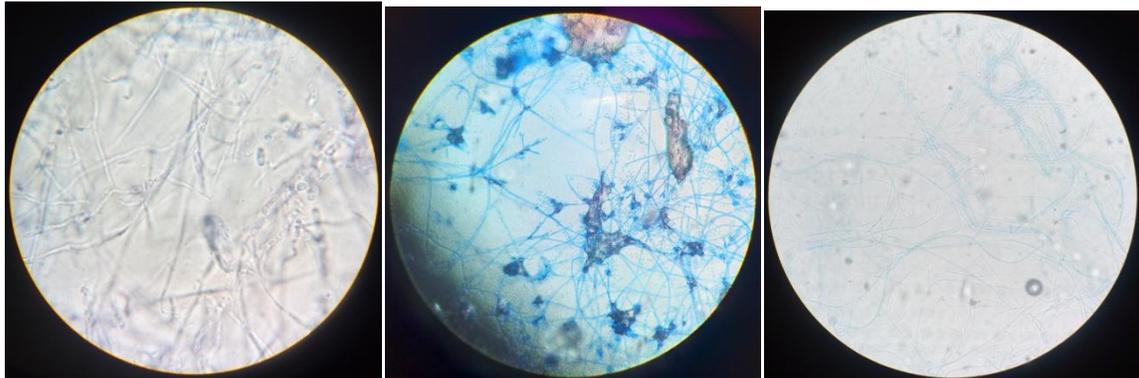
M10-1c-2 *Aspergillus* tI a la izquierda y al centro, a la derecha M10-1c-3 *Aspergillus* tI



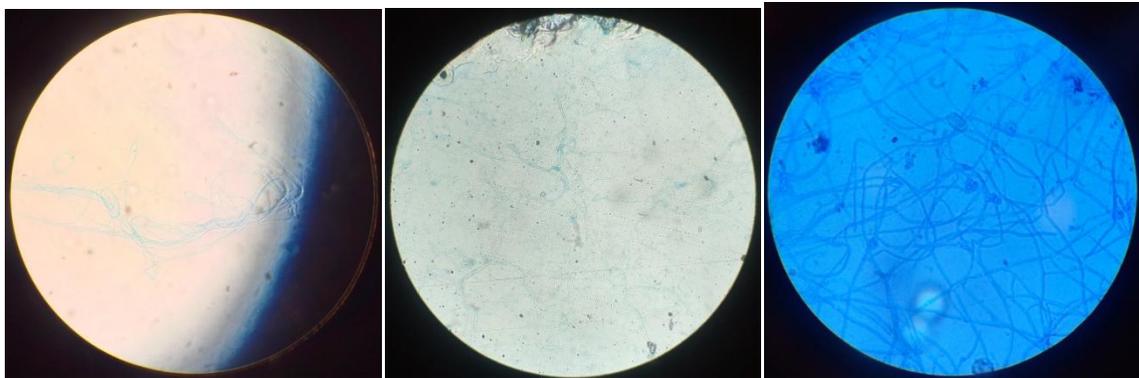
M10-2a-1 micelio estéril a la izquierda, al centro M10-2b-1 *Scopulariopsis* tII y a la derecha M10-2b-2 micelios estériles



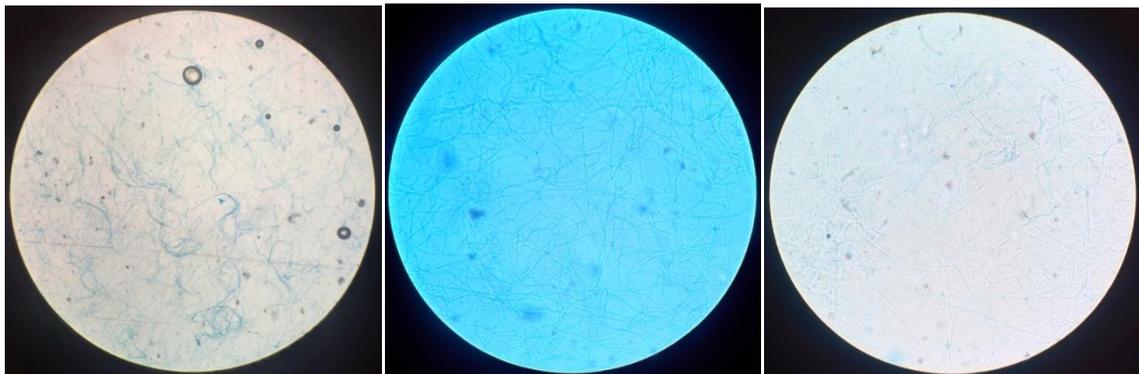
M10-2b-3 *Penicillium* tIII a la izquierda, al centro M10-2c-1 *Trichoderma* tI y a la derecha M10-2c-2 micelio estéril



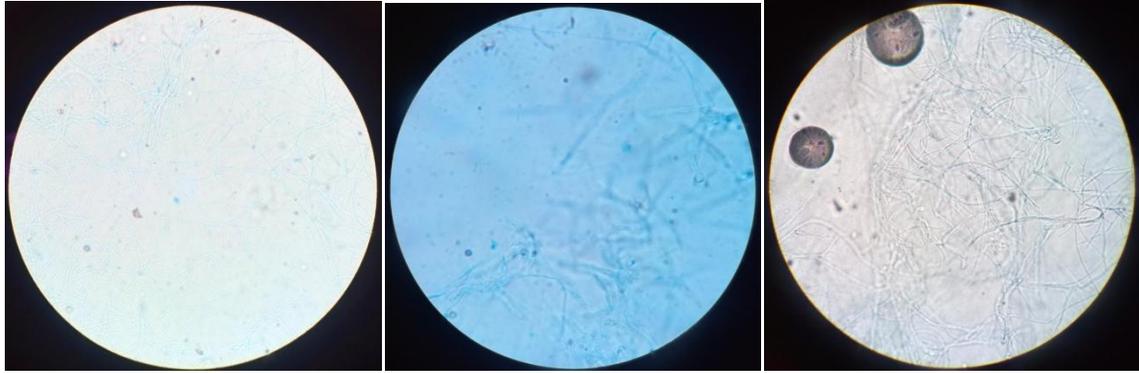
M11-1a-1 *Fusarium* tI a la izquierda, al centro M11-1a-2 *Penicillium* tI y a la derecha M11-2a-1 micelio estéril



M11-2a-3 micelios estériles a la izquierda, al centro M11-2a-4 micelios estériles y a la derecha M11-2b-1 *Fusarium* tI



M11-2b-1 micelio estéril a la izquierda, al centro M11-2b-2 micelios estériles y a la derecha M11-2b-3 micelios estériles



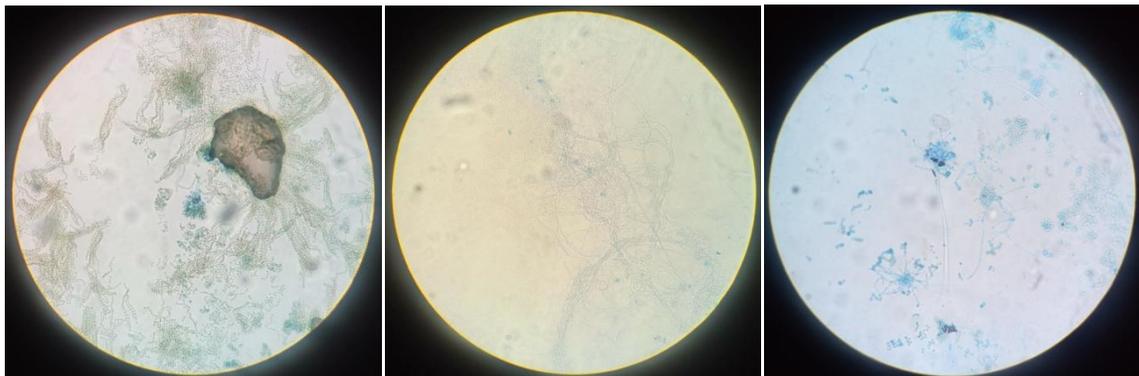
M11-2b-4 micelios estériles a la izquierda, al centro M11-2b-5 micelios estériles y a la derecha M11-2c-1 micelio estéril



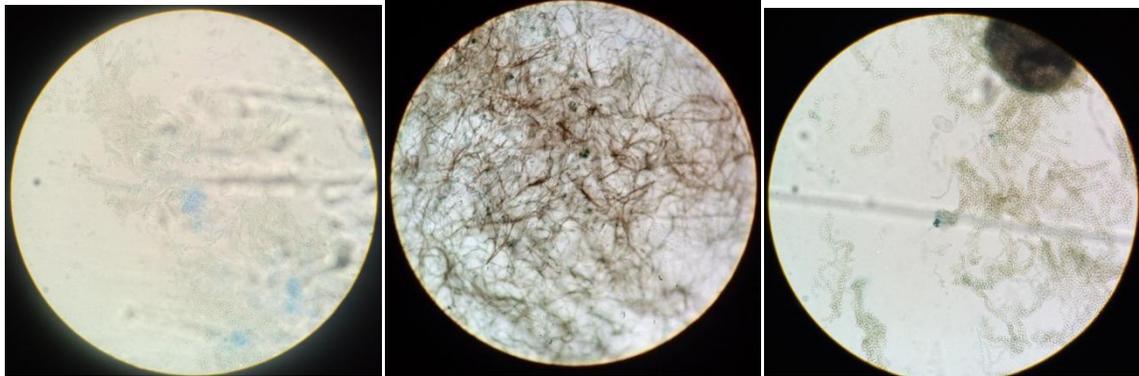
M11-2c-2 micelios estériles a la izquierda, al centro M11-2c-4 micelios estériles y a la derecha M11-2c-5 micelios estériles



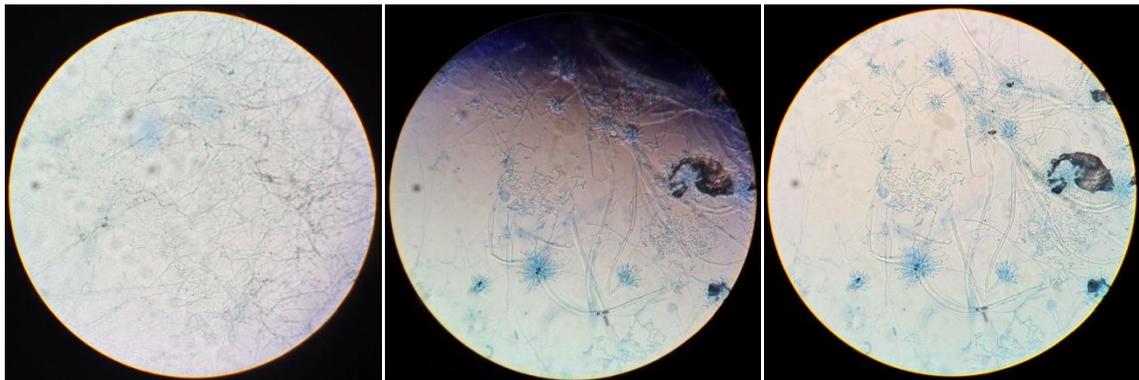
AM17-1-1 *Cladosporium* tIV a la izquierda, al centro AM17-1-2 *Cladosporium* tIV y a la derecha AM17-1-3 *Alternaria* tII



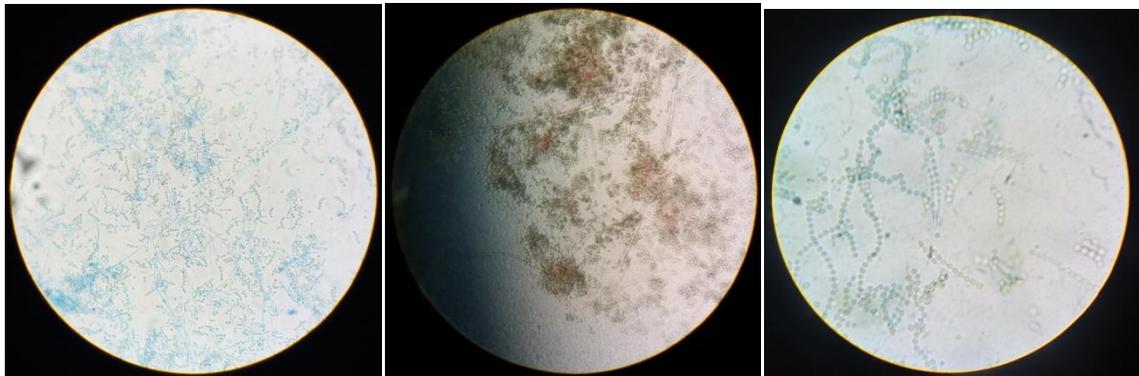
AM17-1-4 *Penicillium* tI a la izquierda, al centro AM17-1-5 *Acremonium* tI y a la derecha AM17-1-6 *Aspergillus* tV



AM17-1-7 *Penicillium* tIII a la izquierda, al centro AM17-2-2 *Cladosporium* tIV y a la derecha AM17-2-3 *Penicillium* tI



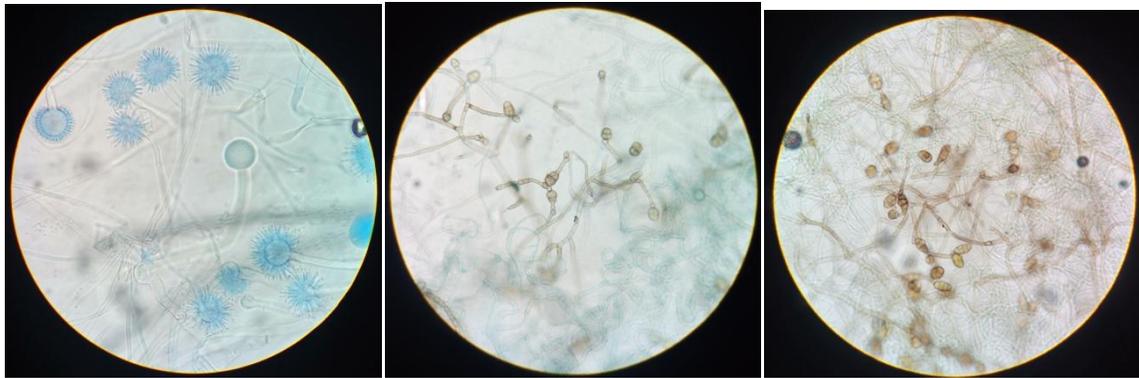
AM17-2-4 micelio estéril a la izquierda, al centro y a la derecha AM17-2-5 *Aspergillus* tI



AM17-2-6 *Penicillium* tI a la izquierda, al centro AM17-2-7 *Aspergillus* tIV y a la derecha AM18-1-1 *Penicillium* tI



AM18-1-2 *Aspergillus* tI a la izquierda, al centro AM18-1-3 *Bispora* tI y a la derecha AM18-1-4 *Aspergillus* tI



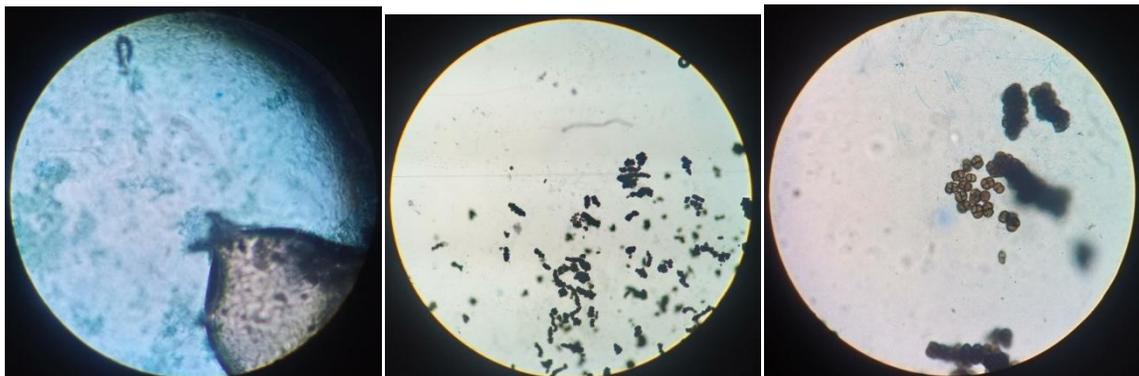
AM18-1-4 *Aspergillus* tI a la izquierda, al centro AM18-2-1 *Alternaria* tII y a la derecha AM18-2-2 *Alternaria* tIII



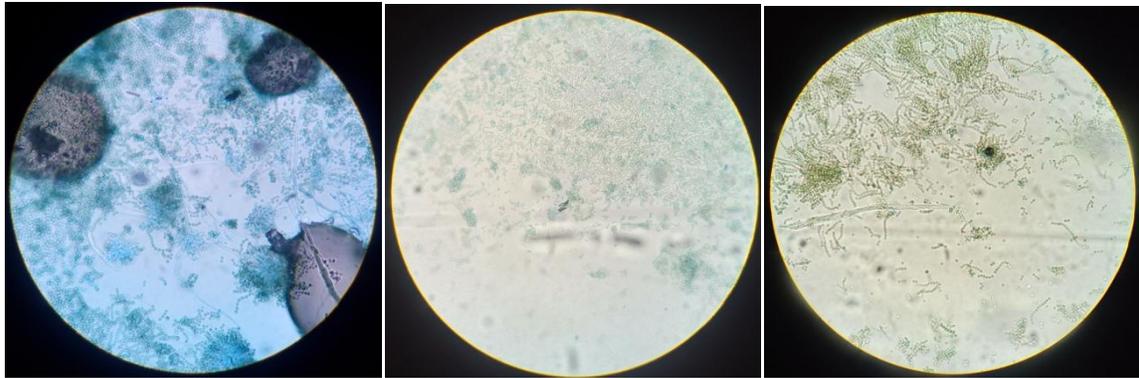
AM18-2-3 *Penicillium* tI a la izquierda, al centro AM18-2-4 *Aspergillus* tVII y a la derecha AM18-2-5 *Aspergillus* tIII



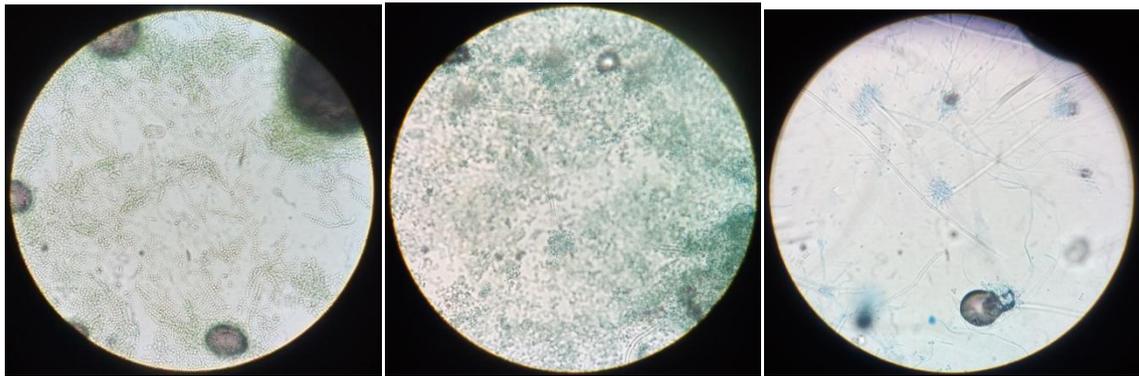
AM19-1-1 *Penicillium* tII a la izquierda, al centro AM19-1-2 micelio estéril y a la derecha AM19-1-3 *Aspergillus* tIV



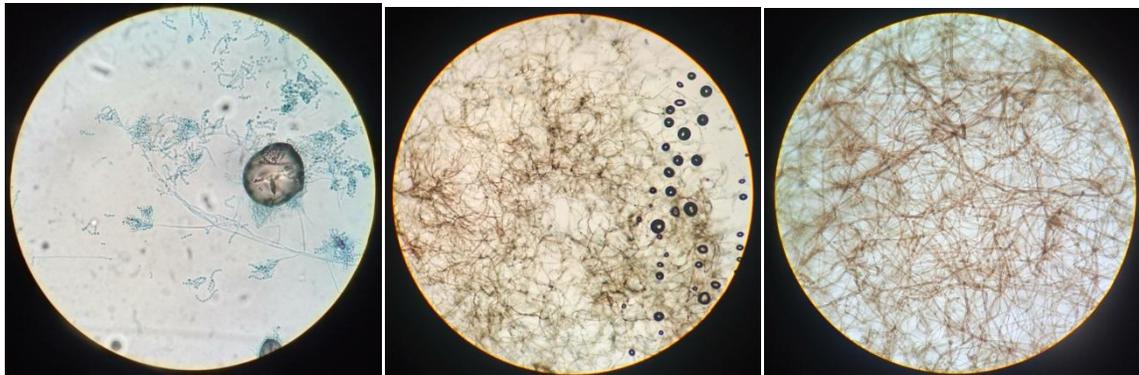
AM19-1-4 *Aspergillus* tVIII a la izquierda, al centro y a la derecha AM19-2-1 *Bispora* tI



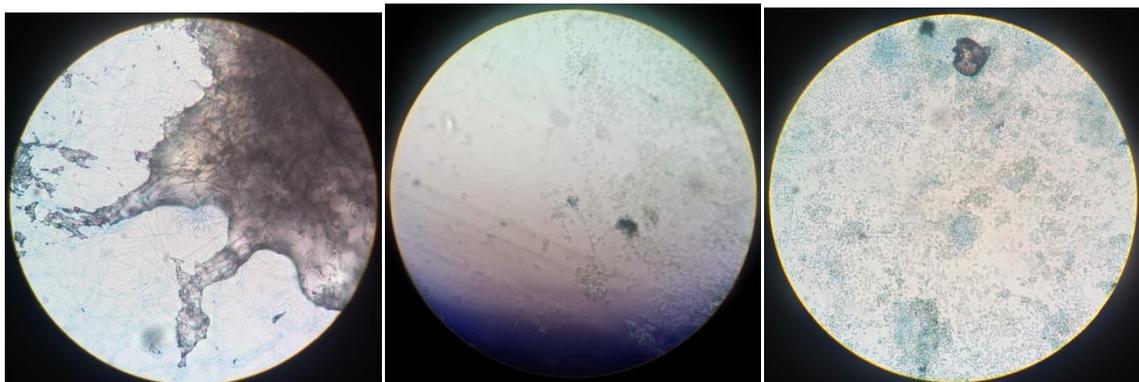
AM19-2-2 *Aspergillus* tVII a la izquierda, al centro AM19-2-3 *Penicillium* tII y a la derecha AM20-1-1 *Aspergillus* Nt



AM20-2-1 *Aspergillus* tVII a la izquierda y al centro, a la derecha AM20-2-2 *Aspergillus* tI



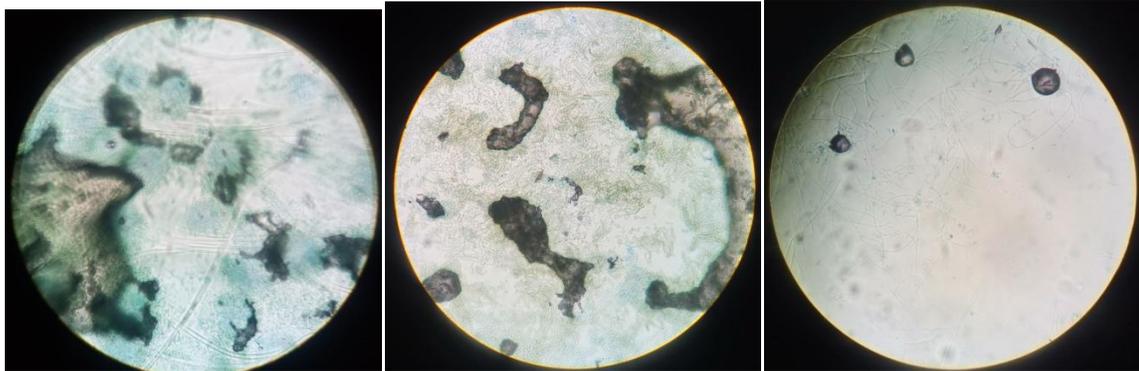
AM20-2-3 *Penicillium* tI a la izquierda, al centro CM17-1-1 *Cladosporium* tII y a la derecha CM17-1-2 *Cladosporium* tI



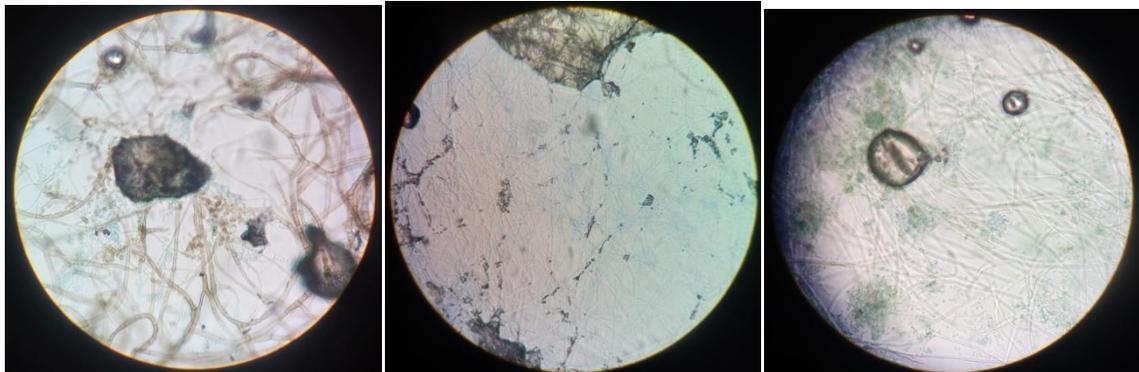
CM17-1-3 *Aspergillus* tI a la izquierda, al centro CM17-1-4 *Penicillium* tI y a la derecha CM17-1-5 *Aspergillus* tVI



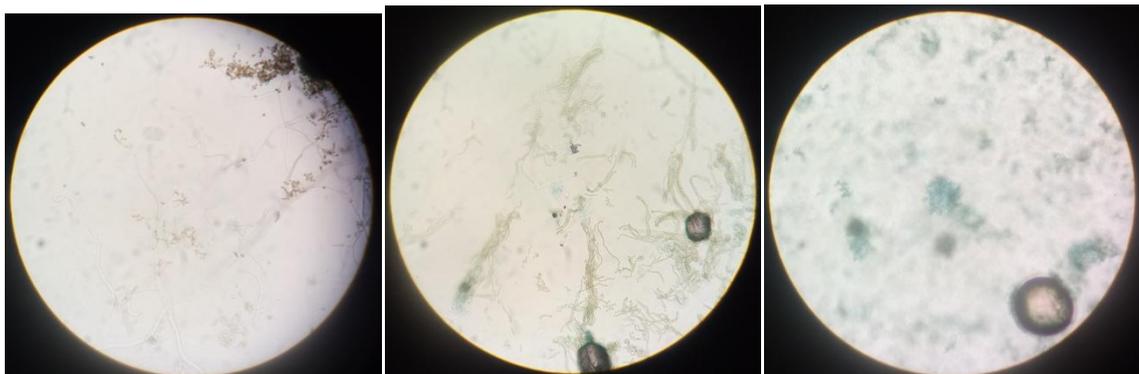
CM17-2-1 *Cladosporium* tI a la izquierda, al centro CM17-2-2 *Penicillium* tII y a la derecha CM17-2-3 *Aspergillus* tVI



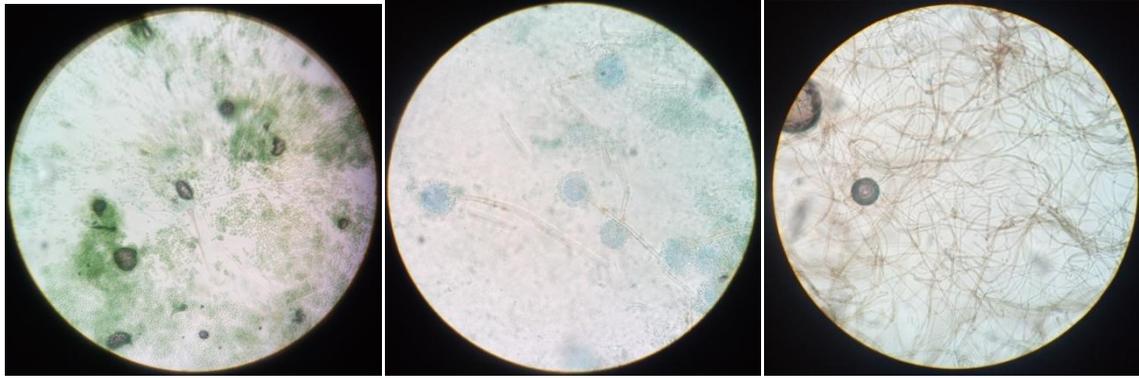
CM17-2-4 *Aspergillus* tI a la izquierda, al centro CM18-1-1 *Penicillium* tII y a la derecha CM18-1-2 *Penicillium* tIII



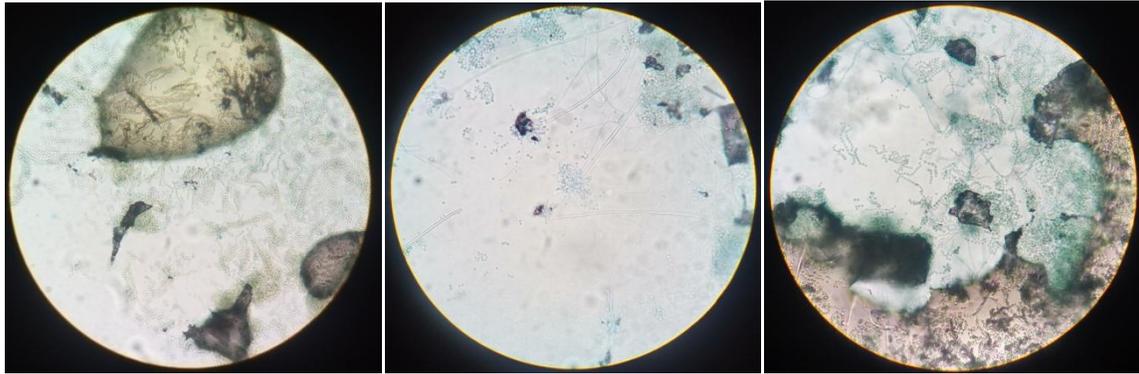
CM18-1-3 *Cladosporium* tI a la izquierda, al centro CM18-1-4 micelio estéril y a la derecha CM18-1-5 *Aspergillus* tV



CM18-2-1 *Cladosporium* tI a la izquierda, al centro CM18-2-2 *Penicillium* tIV y a la derecha CM18-2-3 *Aspergillus* tVI



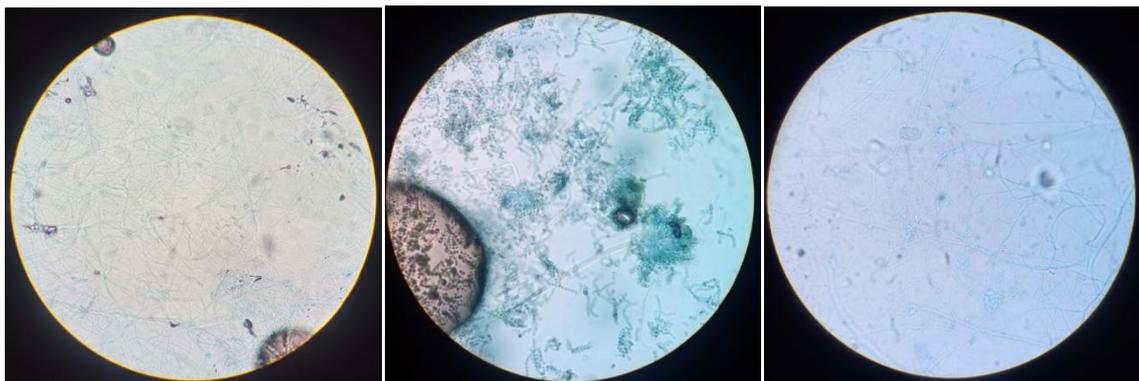
CM18-2-4 *Aspergillus* tIV a la izquierda, al centro CM18-2-5 *Aspergillus* tI y a la derecha CM19-1-1 *Cladosporium* tII



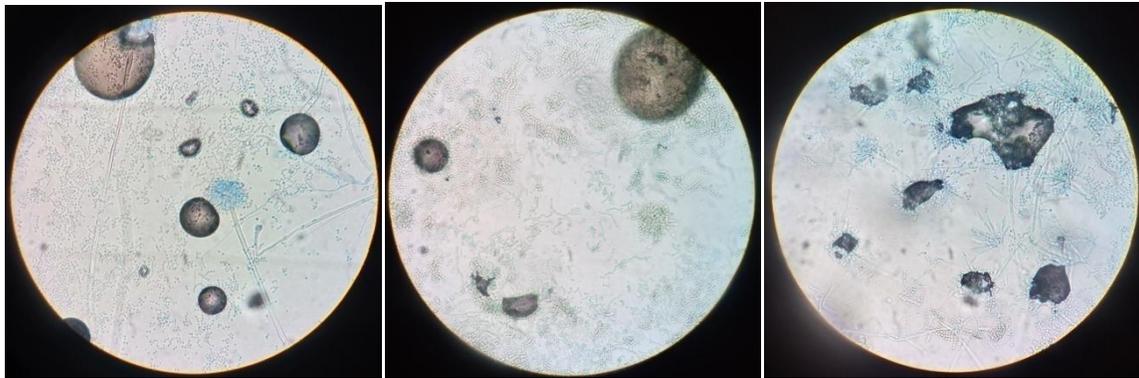
CM19-1-2 *Penicillium* tI a la izquierda, al centro CM19-1-3 *Aspergillus* tI y a la derecha CM19-1-4 *Penicillium* tII



CM19-1-5 *Penicillium* tI a la izquierda, al centro CM19-2-1 *Penicillium* tI y a la derecha CM19-2-2 *Penicillium* tII



CM19-2-3 micelio estéril a la izquierda, al centro CM19-2-4 *Aspergillus* tV y a la derecha CM20-1-1 micelio estéril



CM20-1-2 *Aspergillus* tI a la izquierda, al centro CM20-1-3 *Aspergillus* Nt y a la derecha CM20-1-4 *Aspergillus* tV

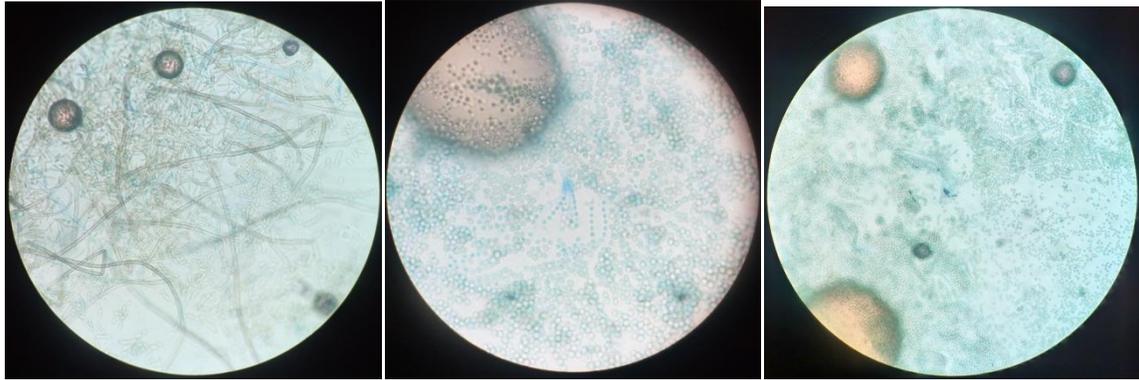


CM20-2-1 *Penicillium* tIII a la izquierda, al centro CM20-2-2 *Aspergillus* tI y a la derecha CM20-2-3 micelio estéril

Anexo 5.

Hongos del Agar de Czapek

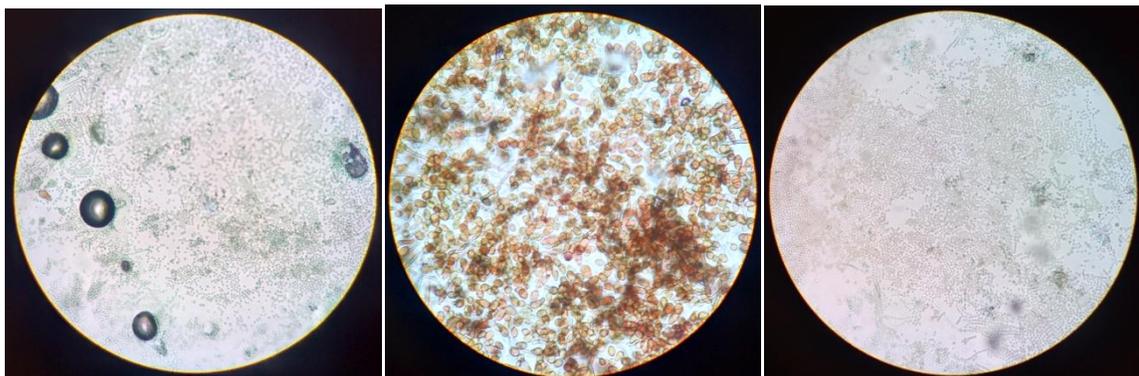
Aquí se muestran las fotos que se tomaron de todos los hongos identificados en las muestras de las cajas Petri en el medio de Agar de Czapek.



AM1 - 2 - 1 *Acremonium* tI a la izquierda, al centro AM2 - 1 - 1 *Scopulariopsis* tII y a la derecha AM2 - 2 - 1 *Scopulariopsis* tII



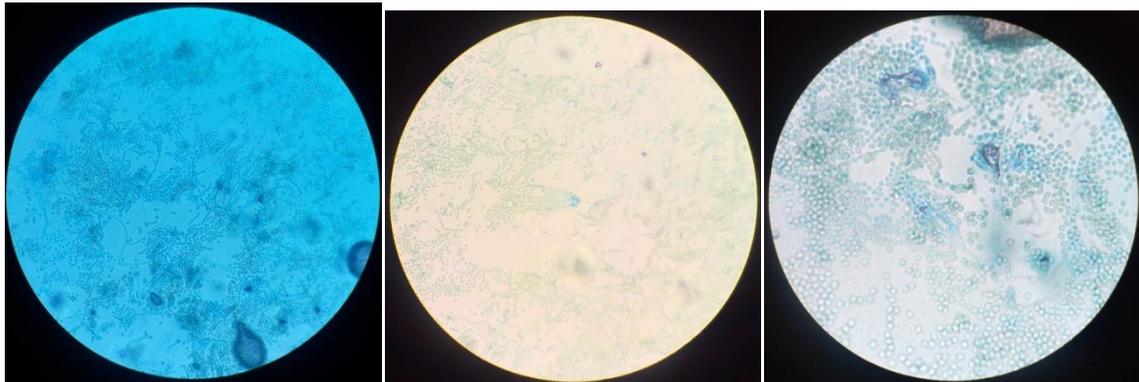
AM3 - 1 - 1 *Scopulariopsis* tII a la izquierda, al centro AM3 - 1 - 3 *Penicillium* tII y a la derecha AM3 - 2 - 1 *Scopulariopsis* tI



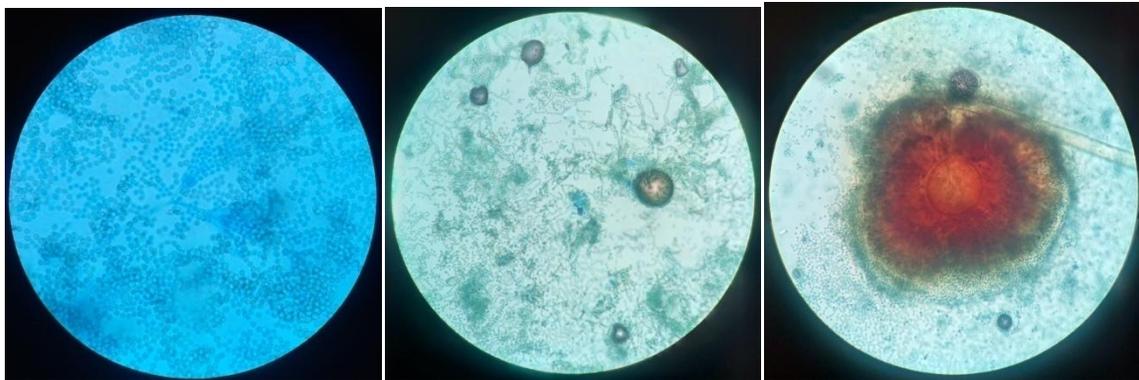
AM4 - 1 - 1 *Scopulariopsis* tI a la izquierda, al centro AM4 - 1 - 2 *Alternaria* tI y a la derecha AM4 - 2 - 1 *Scopulariopsis* tI



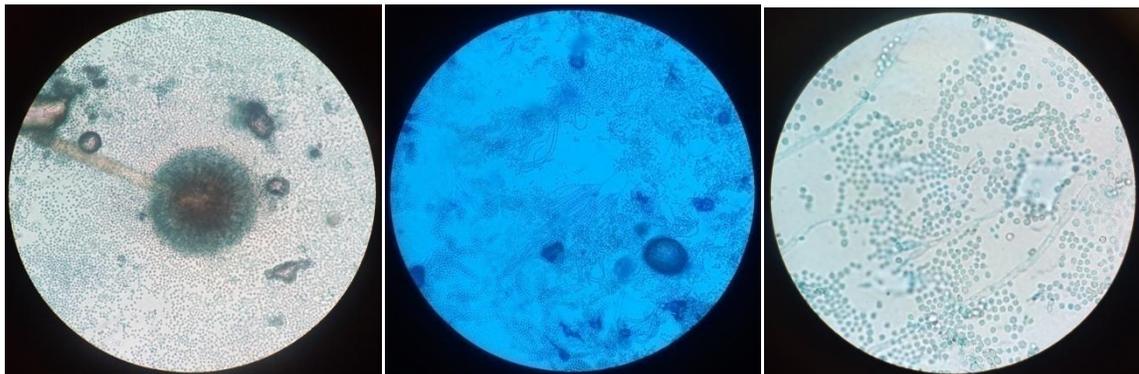
AM4 - 2 - 2 *Alternaria* tI a la izquierda, al centro AM4 - 2 - 3 micelio estéril y a la derecha AM5 - 1 - 1 *Scopulariopsis* tII



AM5 - 2 - 1 *Scopulariopsis* tII a la izquierda, al centro AM6 - 1 - 1 *Scopulariopsis* tII y a la derecha AM6 - 2 - 1 *Scopulariopsis* tI



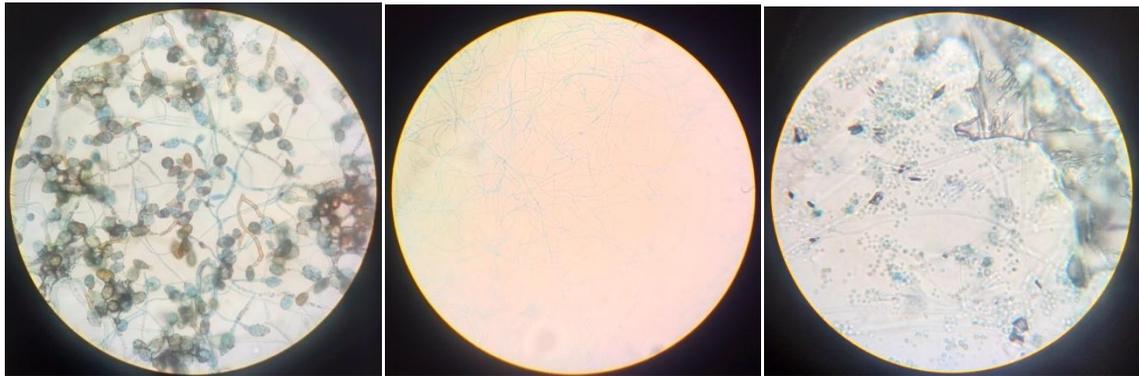
AM6 - 2 - 2 *Scopulariopsis* tII a la izquierda, al centro AM6 - 1 - 2 *Scopulariopsis* tI y a la derecha AM7 - 1 - 1 *Aspergillus* tI



AM7 - 1 - 1 *Aspergillus* tI a la izquierda, al centro AM7 - 1 - 2 *Scopulariopsis* tII y a la derecha AM7 - 2 - 1 *Scopulariopsis* tI



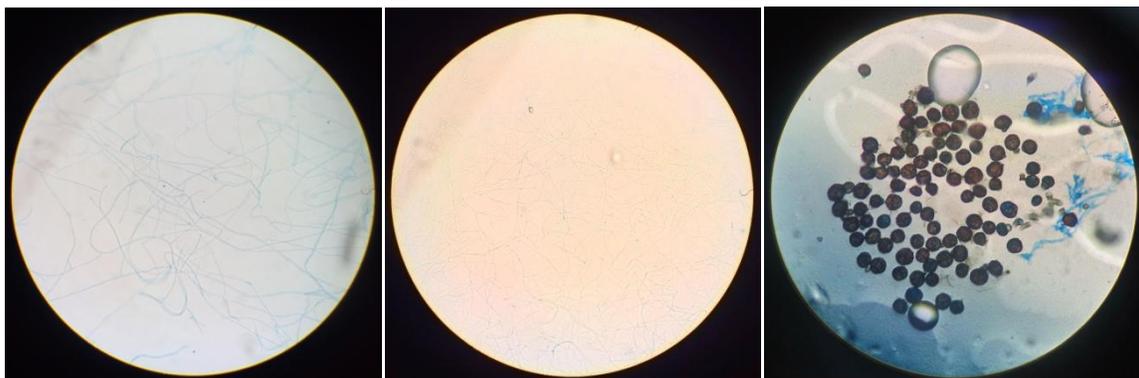
CAM8 - 1 - 1 *Penicillium* tI a la izquierda, al centro CAM8 - 1 - 2 *Alternaria* tI y a la derecha CAM8 - 2 - 1 *Penicillium* tI



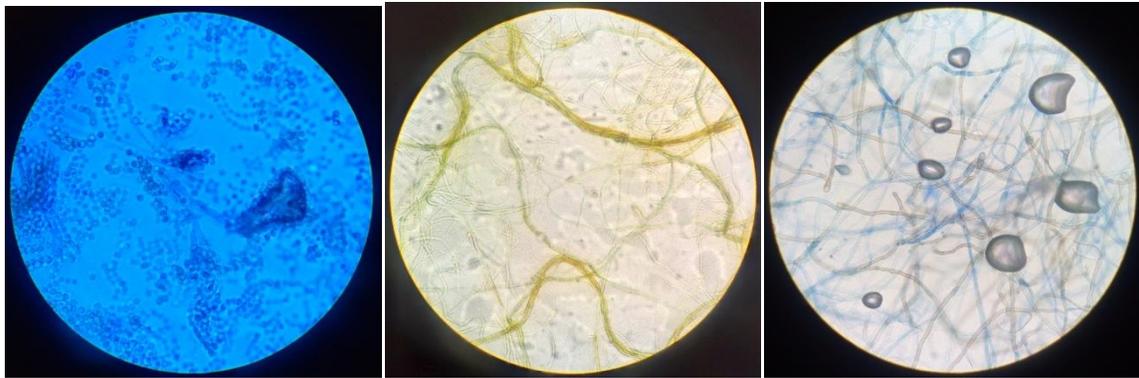
CAM8 - 2 - 2 *Alternaria* tII a la izquierda, al centro CAM9 - 1 - 1 micelio estéril y a la derecha CAM9 - 1 - 2 *Scopulariopsis* tI



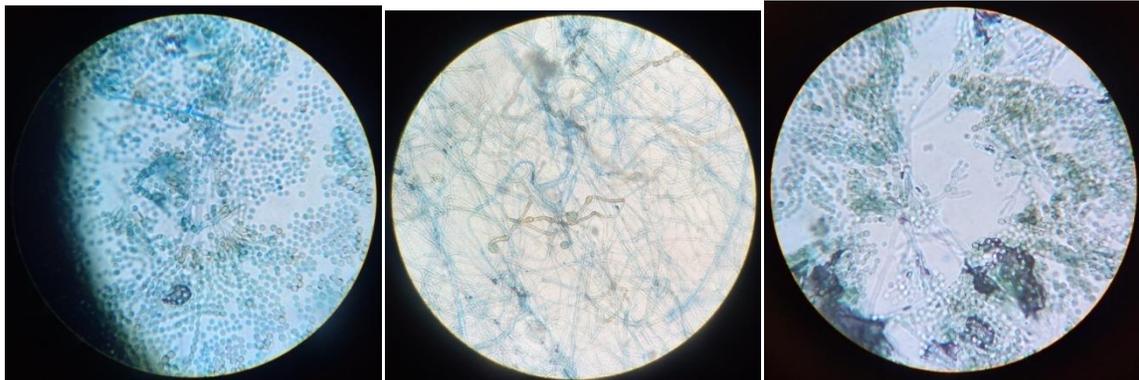
CAM9 - 1 - 3 *Bispora* tI a la izquierda, al centro CAM9 - 2 - 1 *Scopulariopsis* tII y a la derecha CAM9 - 2 - 2 *Fusarium* tI



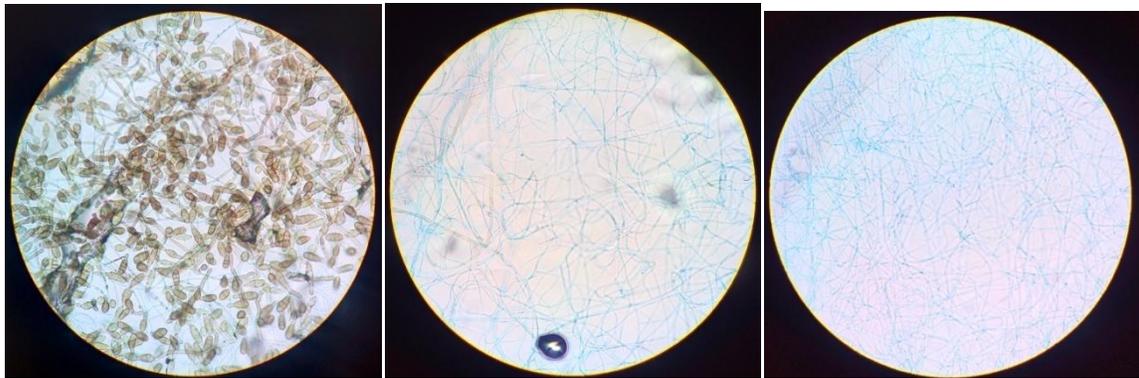
CAM9 - 2 - 2 micelio estéril a la izquierda, al centro CAM9 - 2 - 3 micelio estéril y a la derecha CAM9 - 2 - 4 *Bispora* tI



CAM15 - 1 - 1 *Scopulariopsis* tI a la izquierda, al centro CAM15 - 1 - 2 micelio estéril y a la derecha CAM15 - 1 - 3 *Alternaria* tI



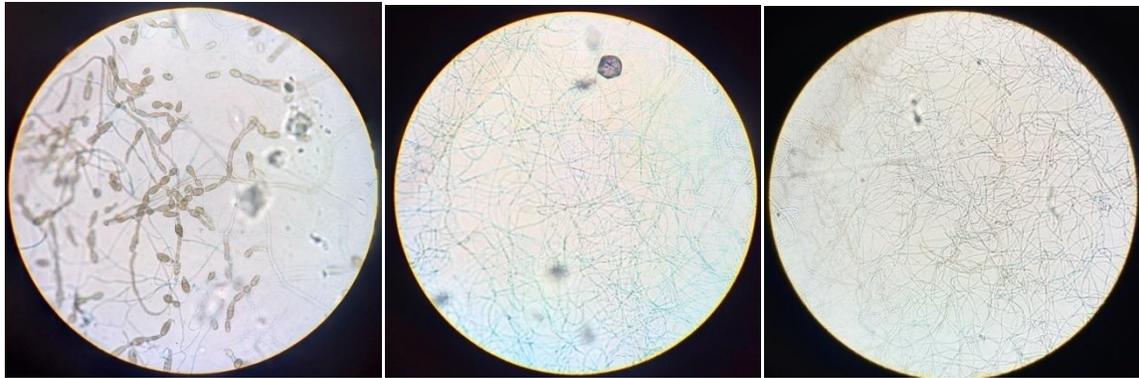
CAM15 - 2 - 1 *Scopulariopsis* tII a la izquierda, al centro CAM15 - 2 - 3 *Alternaria* tI y a la derecha CM1 - 1 - 1 *Scopulariopsis* tI



CM1 - 1 - 2 *Alternaria* tI a la izquierda, al centro CM1 - 1 - 3 micelio estéril y a la derecha CM1 - 1 - 4 micelio estéril



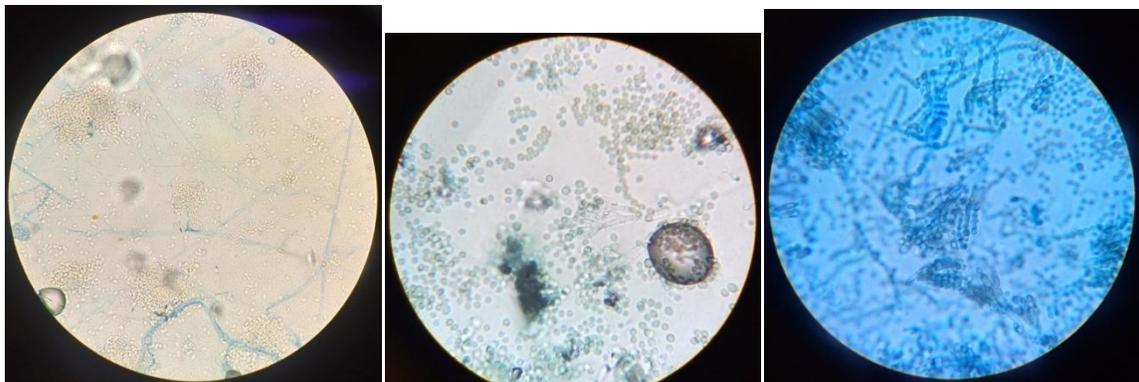
CM1 - 1 - 5 *Alternaria* tII a la izquierda, al centro CM1 - 2 - 1 *Aspergillus* tI y a la derecha CM1 - 2 - 2 *Scopulariopsis* tI



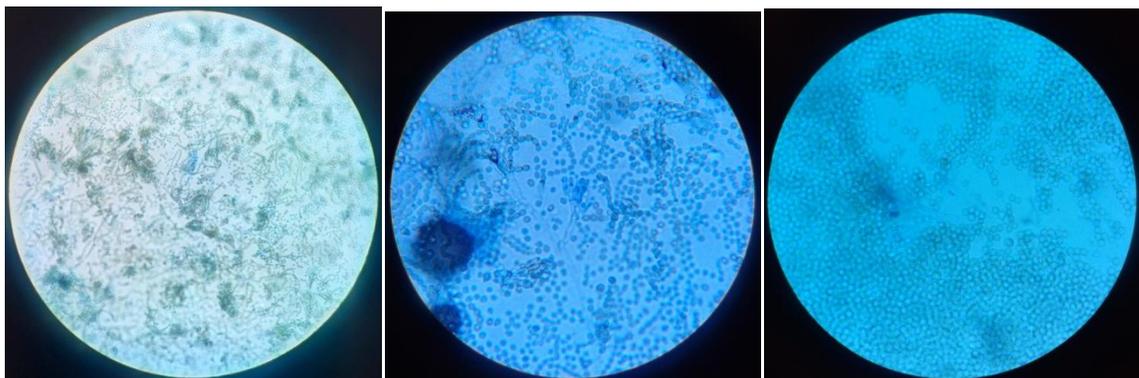
CM1 - 2 - 3 *Alternaria* tII a la izquierda, al centro CM1 - 2 - 4 micelio estéril y a la derecha CM1 - 2 - 5 micelio estéril



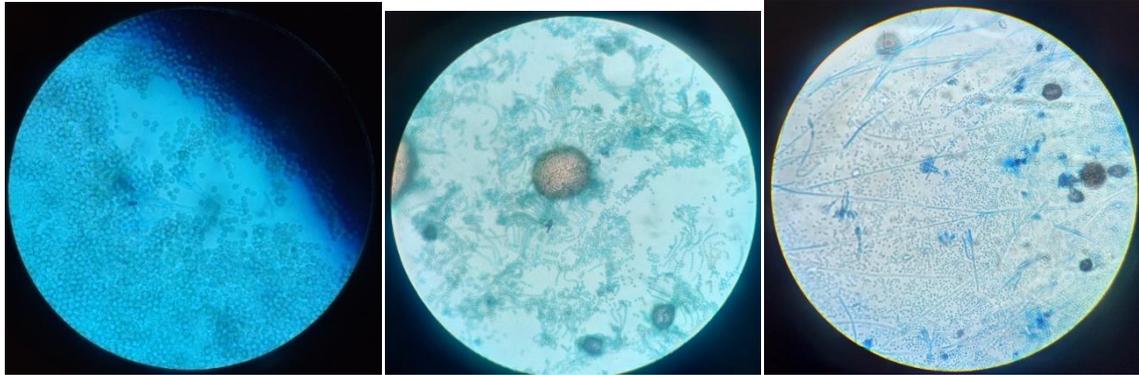
CM1 - 2 - 6 micelio estéril a la izquierda, al centro CM1 - 2 - 7 *Scopulariopsis* tI y a la derecha CM2 - 1 - 2 *Penicillium* tI



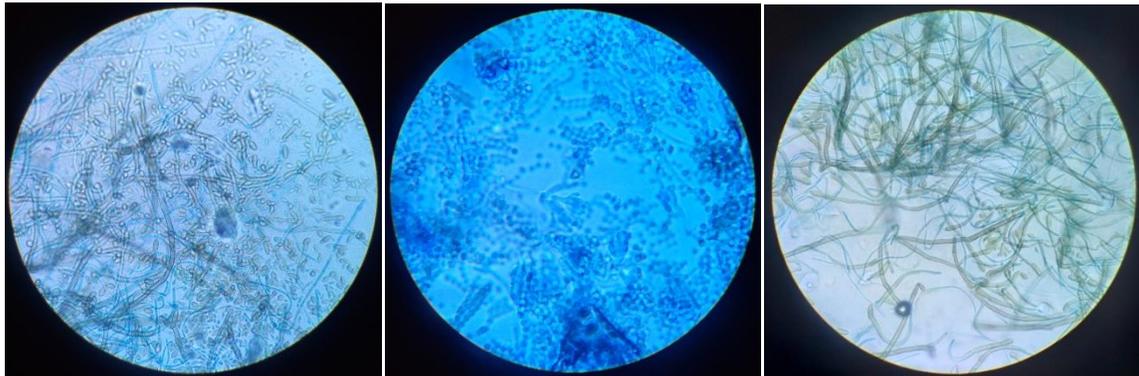
CM2 - 1 - 3 *Acremonium* tII a la izquierda, al centro CM2 - 1 - 1 *Scopulariopsis* tI y a la derecha CM3 - 1 - 1 *Scopulariopsis* tII



CM3 - 1 - 1 *Scopulariopsis* tII a la izquierda, al centro CM3 - 2 - 1 *Scopulariopsis* tI y a la derecha CM4 - 1 - 1 *Scopulariopsis* tII



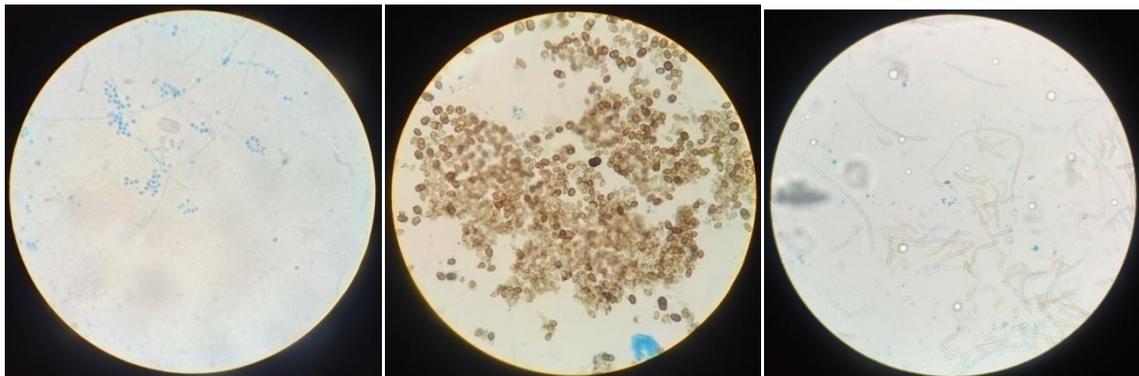
CM4 - 1 - 1 *Scopulariopsis* tII a la izquierda, al centro CM4 - 2 - 1 *Scopulariopsis* tII y a la derecha CM5 - 1 - 1 *Penicillium* tII



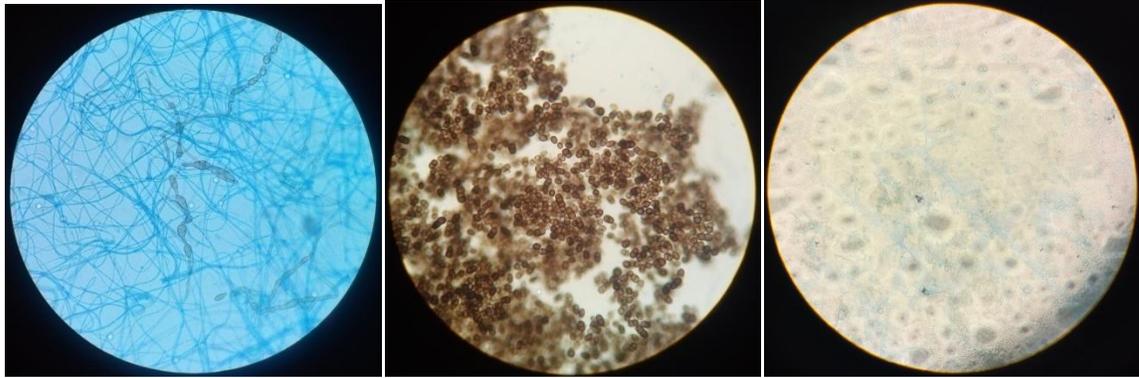
CM5 - 1 - 2 *Cladosporium* tIV a la izquierda, al centro CM5 - 2 - 1 *Penicillium* tII y a la derecha CM5 - 2 - 2 *Cladosporium* tIV



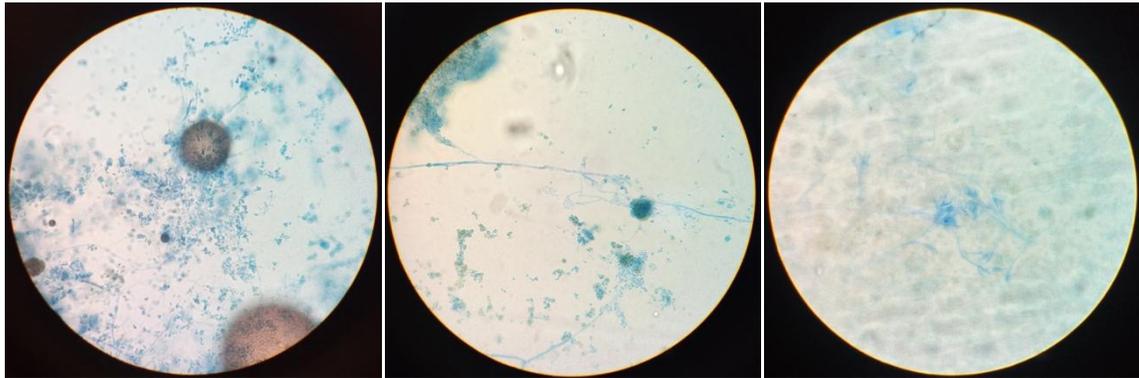
CM6 - 1 - 1 *Alternaria* tI a la izquierda, al centro CM6 - 1 - 2 *Acremonium* tI y a la derecha CM6 - 1 - 3 *Acremonium* tIII



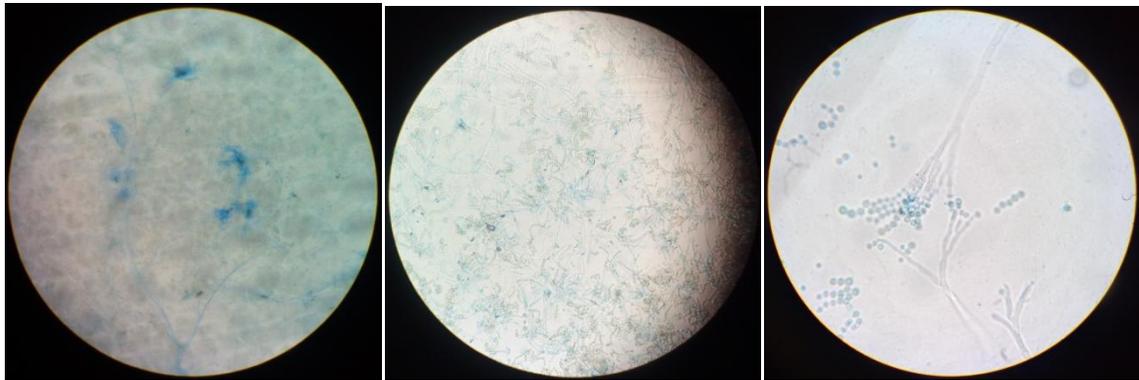
CM6 - 1 - 4 *Beauveria* tI a la izquierda, al centro CM6 - 1 - 5 *Bispora* tI y a la derecha CM6 - 2 - 1 *Acremonium* tI



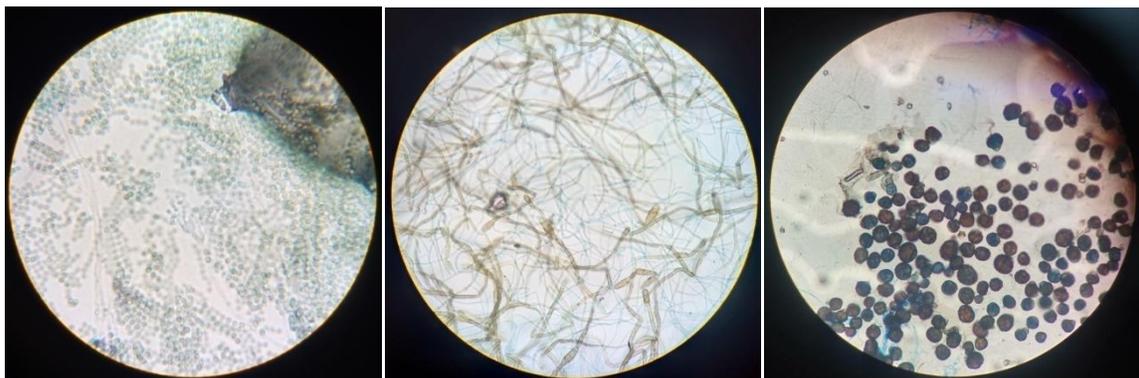
CM6 - 2 - 1 *Alternaria* tI a la izquierda, al centro CM6 - 2 - 3 *Bispora* tI y a la derecha CM7 - 1 - 1 *Acremonium* tIII



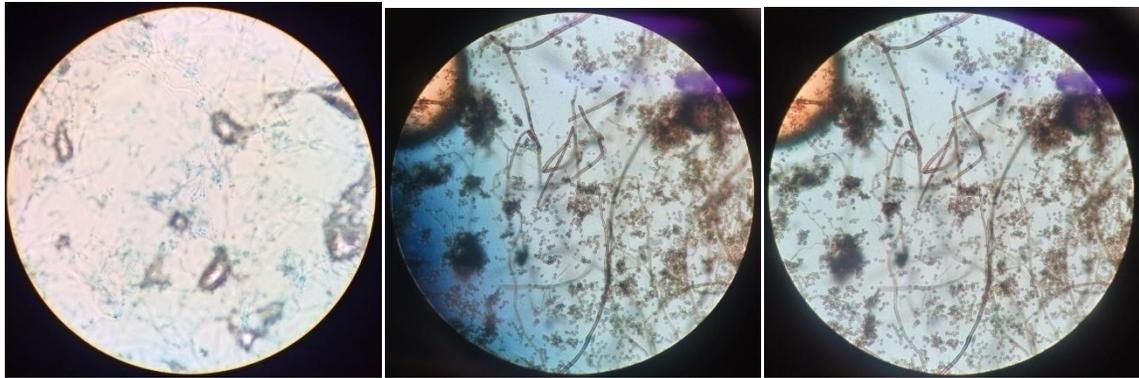
CM7 - 1 - 2 *Trichoderma* tI a la izquierda, al centro CM7 - 1 - 3 *Acremonium* tII y a la derecha CM7 - 2 - 2 *Acremonium-Penicillium* tII



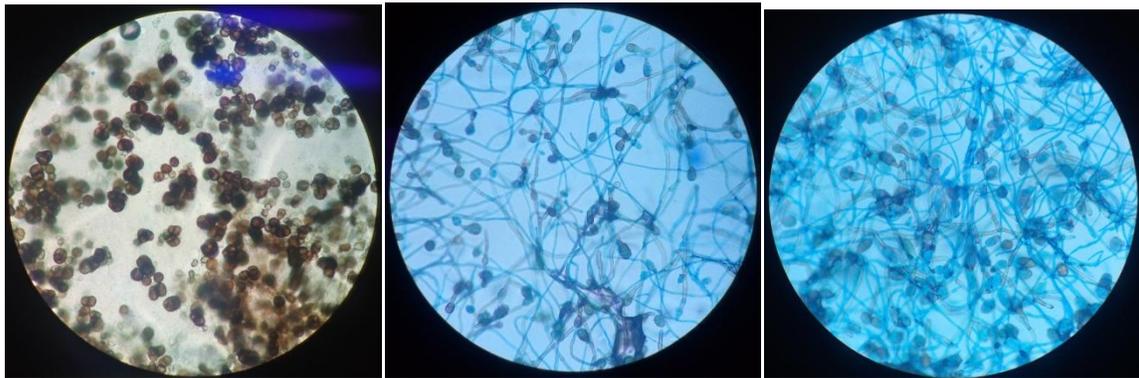
CM7 - 2 - 3 *Penicillium* tI a la izquierda, al centro M10 - 1a - 2 *Scopulariopsis* tI y a la derecha M10 - 2a - 1 *Scopulariopsis* tI



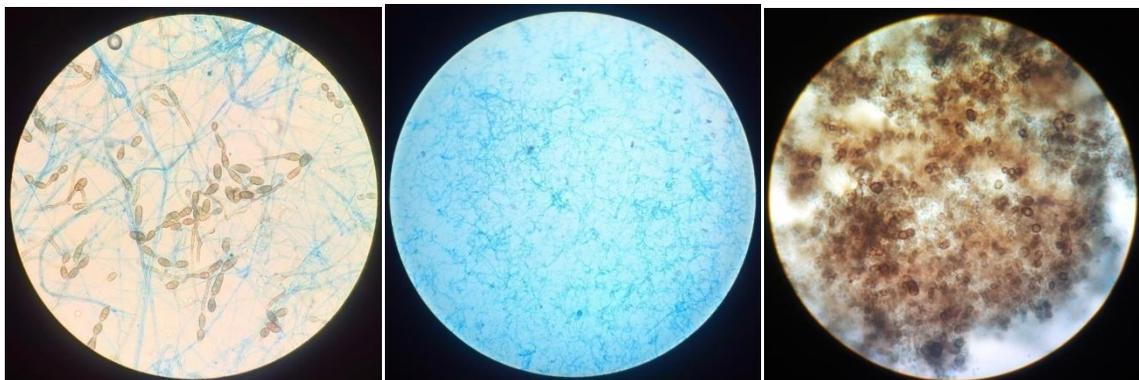
M10 - 2a - 2 *Scopulariopsis* tII a la izquierda, al centro M10 - 2a - 3 *Alternaria* tI y a la derecha M10 - 2a - 4 *Bispora* tI



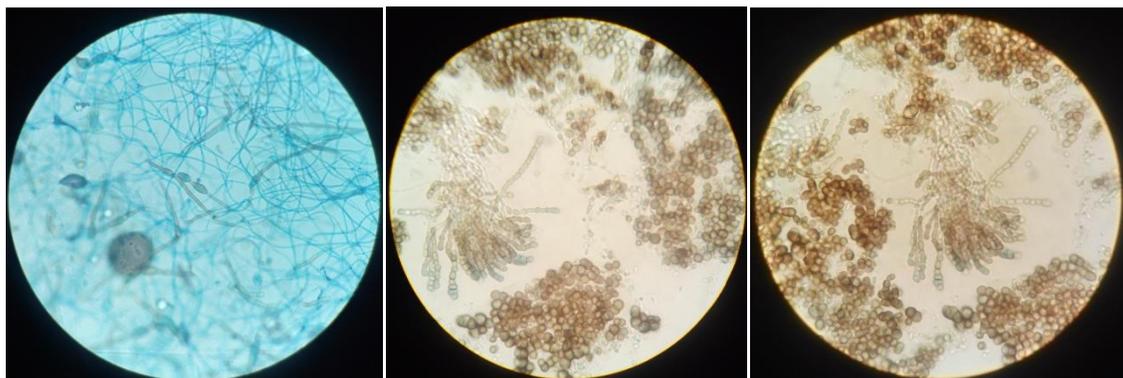
M10 - 2b - 1 *Scopulariopsis* tI a la izquierda, al centro y a la derecha M10 - 2b - 2 *Cladosporium* tIII



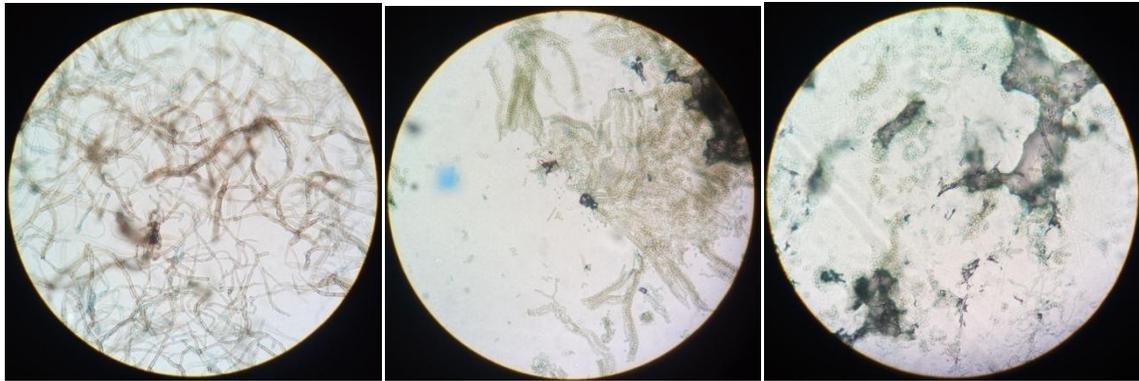
M10 - 2b - 3 *Bispora* tI a la izquierda, al centro M11 - 1a - 1 *Alternaria* tI y a la derecha M11 - 1b - 2 *Alternaria* tI



M11 - 2a - 1 *Alternaria* tI a la izquierda, al centro M11 - 2a - 3 micelios estériles y a la derecha M11 - 2a - 4 *Bispora* tI



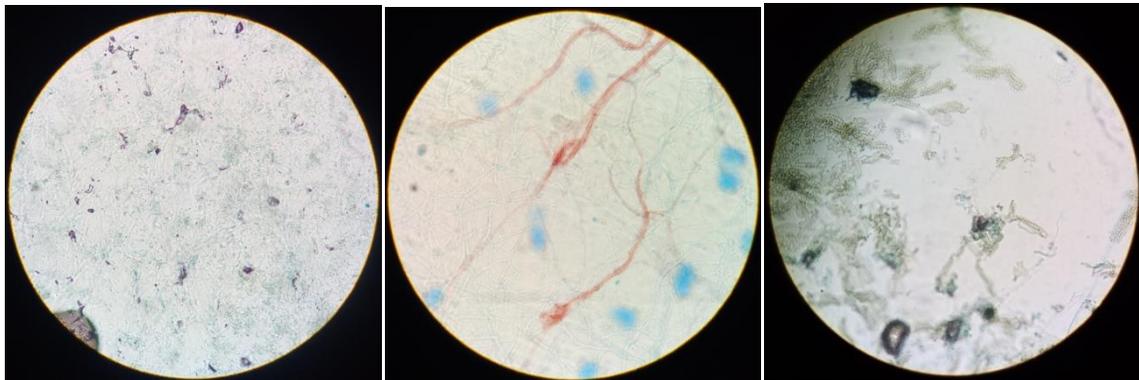
M11 - 2b - 2 *Alternaria* tI a la izquierda, al centro y a la derecha M11 - 1a - 2 *Bispora* tI



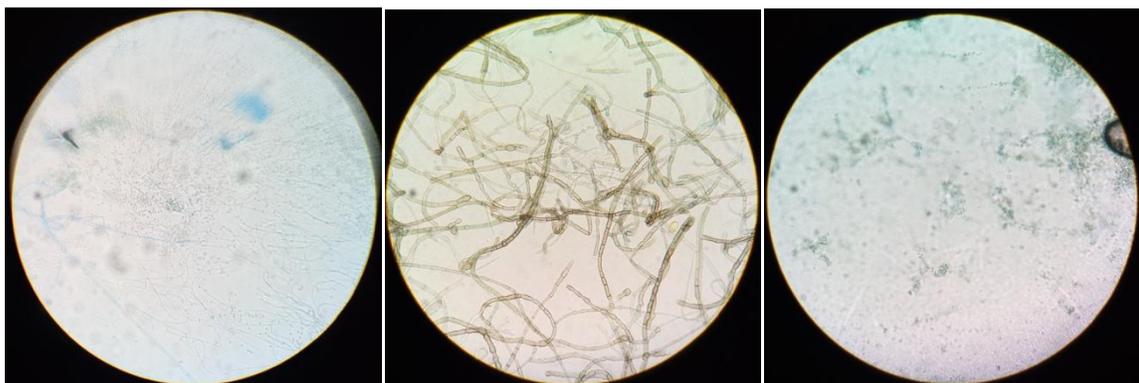
AM17 - 1 - 1 *Cladosporium* tI a la izquierda, al centro AM17 - 1 - 2 *Penicillium* tII y a la derecha AM17 - 1 - 3 *Penicillium* tII



AM17 - 1 - 4 *Trichoderma* tI a la izquierda, al centro AM17 - 2 - 1 *Cladosporium* tIV y a la derecha AM17 - 2 - 2 *Penicillium* tI



AM17 - 2 - 3 *Penicillium* tII a la izquierda, al centro AM18 - 1 - 1 *Fusarium* tI y a la derecha AM18 - 1 - 2 *Penicillium* tI



AM18 - 1 - 3 *Aspergillus* tIV a la izquierda, al centro AM18 - 2 - 1 *Cladosporium* tIII y a la derecha AM18 - 2 - 2 *Penicillium* tI



AM19 - 1 - 1 *Penicillium* tIV a la izquierda, al centro AM19 - 1 - 2 *Penicillium* tII y a la derecha AM19 - 2 - 1 *Penicillium* tI



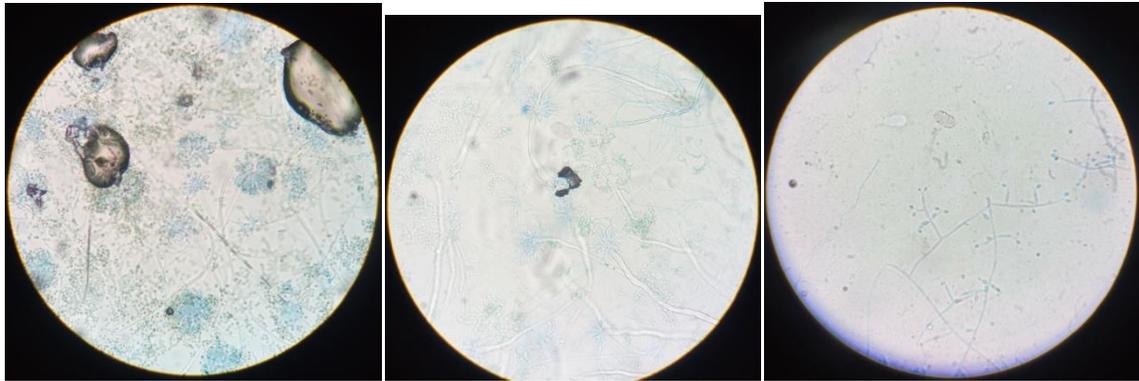
AM19 - 2 - 2 *Penicillium* tI-*Aspergillus* tVIII a la izquierda y al centro, a la derecha AM20 - 1 - 1 *Penicillium* tIII



AM20 - 2 - 1 *Penicillium* tI a la izquierda, al centro y a la derecha AM20 - 2 - 2 *Aureobasidium* tI



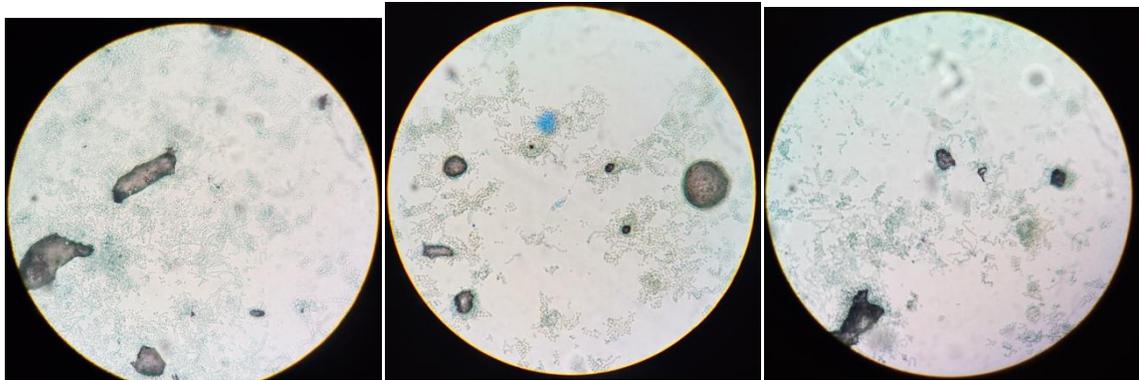
CM17 - 1 - 1 *Aspergillus* tI a la izquierda, al centro CM17 - 1 - 2 *Penicillium* tI y a la derecha CM17 - 1 - 3 *Penicillium* tI



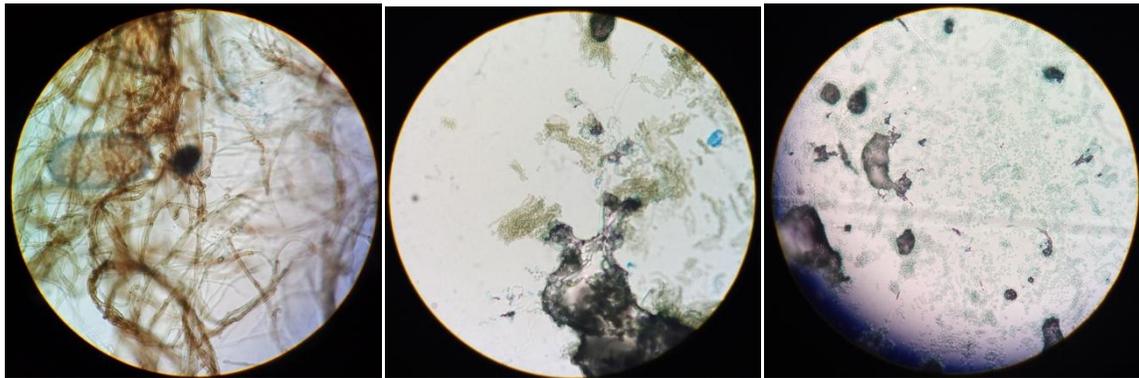
CM17 - 2 - 1 *Aspergillus* tI a la izquierda, al centro CM17 - 2 - 2 *Aspergillus* tV y a la derecha CM17 - 2 - 3 *Trichoderma* tI



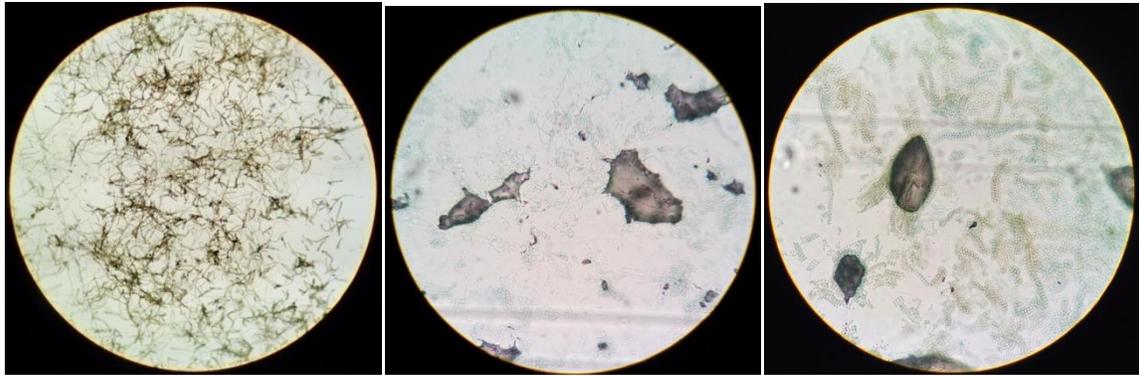
CM18 - 1 - 1 *Penicillium* tII a la izquierda, al centro CM18 - 1 - 2 *Penicillium* tI y a la derecha CM18 - 1 - 3 *Penicillium* tIII



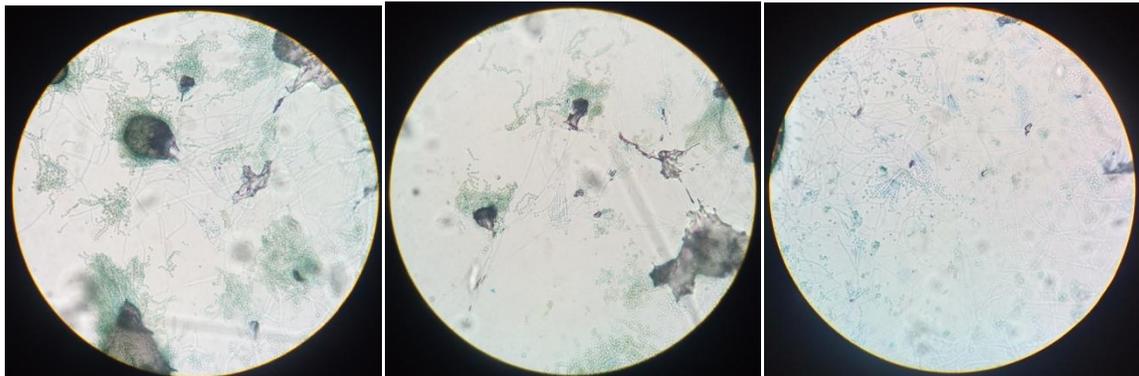
CM18 - 2 - 1 *Penicillium* tI a la izquierda, al centro CM18 - 2 - 2 *Penicillium* tI y a la derecha CM18 - 2 - 3 *Penicillium* tI



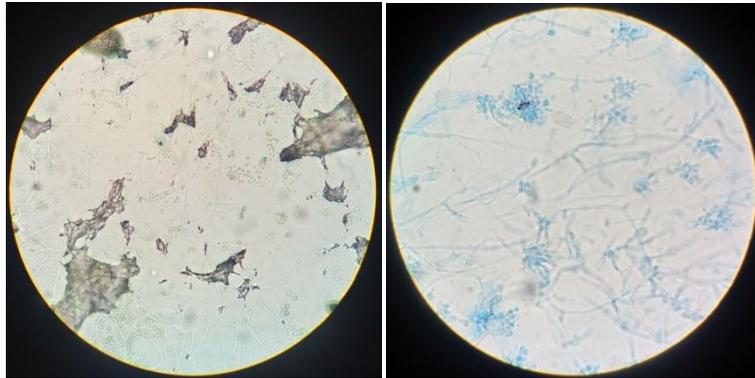
CM19 - 1 - 1 *Cladosporium* tIV a la izquierda, al centro CM19 - 1 - 2 *Penicillium* tI y a la derecha CM19 - 1 - 3 *Penicillium* tI



CM19 - 2 - 1 *Cladosporium* tII a la izquierda, al centro CM19 - 2 - 2 *Penicillium* tI y a la derecha CM19 - 2 - 3 *Penicillium* tI



CM20 - 1 - 1 *Penicillium* tIV a la izquierda, al centro CM20 - 1 - 2 *Penicillium* tIII y a la derecha CM20 - 1 - 3 *Penicillium* tII



CM20 - 2 - 1 *Penicillium* tIII a la izquierda y a la derecha CM20 - 2 - 2 *Aspergillus* tVI