



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN**

---

---

**Hongos de suelo asociados a necrosis  
presentes en cactáceas de la FESC-4**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERA AGRÍCOLA**

**P R E S E N T A:**

**YOLITZMA LIZET PÉREZ ALAMILLA**

**ASESOR: Biol. Marcos Espadas Reséndiz**

**COASESORA: Dra. Gloria de los Ángeles Zita  
Padilla**

**CUAUTILÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 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.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA  
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales  
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Hongos de suelo asociados a necrosis presentes en cactáceas de la FESC- 4

Que presenta la pasante: YOLITZMA LIZET PÉREZ ALAMILLA

Con número de cuenta: 31019558-6 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 07 de agosto de 2019.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en E. Elva Martínez Holguín	
VOCAL	Biol. Marcos Espadas Resendiz	
SECRETARIO	Dr. Gustavo Mercado Mancera	
1er. SUPLENTE	Dra. María Elena Quintana Sierra	
2do. SUPLENTE	Ing. Madel Jiménez Romano	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/javE

## **Agradecimientos**

Gracias al Universo y a la vida por ser tan abundante conmigo.

Gracias UNAM por todo lo que das, por abrigarme, abrirme el mundo y hacerme una profesionista.

Un agradecimiento especial a mí asesor de Tesis, Marcos Espadas Reséndiz, por abrirme las puertas del laboratorio a su cargo y proporcionarme las herramientas necesarias para llevar a cabo este trabajo, además de su amistad y consejos.

Gracias al Profesor Abel Bonfil y al PAPIME PE208515 "Materiales didácticos como Apoyo a la enseñanza de las ciencias naturales en el jardín botánico de la FESC", por los recursos destinados a éste proyecto.

Gracias a mi madre Ebeth por ser mi ejemplo a seguir y estar para mí siempre.

A Felipe y Tonatiuh por apoyarme y ser mis cómplices.

Gracias a Diego por ser mi compañero y sacar siempre lo mejor de mí.

A mis amigos Vicky, Itzel, Oscar Monroy, Nathalie y Erika por enseñarme a ver la vida de formas diferentes y por ser incondicionales.

Gracias a mi familia por su apoyo y sostén.

## CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>i</i>
ÍNDICE DE TABLAS	<i>ii</i>
RESUMEN	<i>iii</i>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo general	2
1.1.1. Objetivos específicos	2
1.2. Hipótesis	3
<b>II. ANTECEDENTES</b>	<b>4</b>
2.1. Descripción general de las especies estudiadas en este trabajo	4
2.1.1. <i>Astrophytum asterias</i>	4
2.1.2. <i>Cephalocereus senilis</i>	5
2.1.3. <i>Echinocereus subinermis</i>	7
2.1.4. <i>Neolloydia conoidea</i>	7
2.2. Descripción general del manejo de cactáceas bajo cubierta	8
2.2.1. Sustrato	10
2.2.2. Riego	10
2.2.3. Temperatura y ventilación	10
2.3. Manejo en el Jardín Botánico de la FES Cuautitlán	11
2.4. Patogénesis	13
2.5. Postulados de Koch	14
2.6. Enfermedades de cactus ocasionadas por hongos de suelo	15
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>17</b>
3.1. Metodología	17
3.1.1. Colecta	17
3.1.2. Aislamiento	18
3.1.2.1. Medios de cultivo	18
3.1.2.2. Dilución en serie de suelo	18
3.1.2.3. Cámara húmeda de partes vegetales	19
3.1.3. Cepa pura	20
3.1.4. Identificación	21
3.1.4.1. Validación	21

3.1.4.2.	Microcultivo	21
3.1.5.	Conservación de cepas	22
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>24</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>35</b>
<b>VI.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>36</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> <i>Astrophytum asterias</i>	4
<b>Figura 2.</b> <i>Cephalocereus senilis</i>	6
<b>Figura 3.</b> <i>Echinocereus subinermis</i>	7
<b>Figura 4.</b> <i>Neolloydia conoidea</i>	8
<b>Figura 5.</b> Diagrama del proceso de adquisición, manejo y destino de las plantas que ingresan a un jardín botánico, desde la experiencia mexicana	9
<b>Figura 6.</b> Localización del Jardín Botánico de la FES-C4	11
<b>Figura 7.</b> Material para realizar la colecta	17
<b>Figura 8.</b> SDA y PDA con antibiótico	18
<b>Figura 9.</b> Materiales empleados para la dilución en serie	19
<b>Figura 10.</b> Signo en <i>Neolloydia conoidea</i> con pudrición de tallo y raíz	20
<b>Figura 11.</b> Materiales para microcultivo	22
<b>Figura 12.</b> Crecimiento de micelio sobre tiras de papel filtro y vial de conservación	23
<b>Figura 13.</b> Contenido de las fichas de manejo y control de cepario	24
<b>Figura 14.</b> Frente y reverso de cepa de <i>Fusarium sp.</i> Cepa 3	26
<b>Figura 15.</b> Micografías de <i>Fusarium sp.</i> Cepa 3	27
<b>Figura 16.</b> Frente y anverso de cepa de <i>Fusarium sp.</i> Cepa 5	28
<b>Figura 17.</b> Micografías de <i>Fusarium sp.</i> Cepa 5	29
<b>Figura 18.</b> Cepas de <i>Alternaria sp</i> Cepa 2 en V8-agar y PDA respectivamente.	30
<b>Figura 19.</b> Micografías de <i>Alternaria sp</i> Cepa 2	31
<b>Figura 20.</b> Cepa de <i>Fusarium sp.</i> Cepa 6	32
<b>Figura 21.</b> Micografías de <i>Fusarium sp.</i> Cepa 6.	32

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
<b>Tabla 1.</b> Sustratos para macetas	10
<b>Tabla 2.</b> Planeación de actividades por año en las colecciones del JB-FESC	12
<b>Tabla 3.</b> Hongos identificados por especie de cactus	25

## RESUMEN

La identificación de hongos de suelo asociados a enfermedades en cactus bajo condiciones controladas, como las de cubiertas plásticas, no ha sido muy conocida ya que sólo pocos estudios reportan su impacto; la identificación de causas biológicas o factores que influyen en la vulnerabilidad o edad de vida de plantas amenazadas o raras, podría contribuir con la conservación de plantas (Feszt. y Mihalte, 2008).

Esta investigación aisló e identificó los hongos de suelo que se encuentran asociados a necrosis de cactáceas del jardín botánico de la FES-C; de ejemplares como peyotillo (*Astrophytum asterias*), viejito (*Cephalocereus senilis*), *Equinocereus* (*Echinocereus subinermis*) y biznaga (*Neolloydia conoidea*), de acuerdo con los primeros dos postulados de Koch.

Se realizaron diversas fases del experimento como la colecta, la elaboración de medios de cultivo, el aislamiento de los hongos por medio de cámara húmeda de partes vegetales y dilución en serie de suelo, la validación de las colonias, cepa pura, conservación de cepas, microcultivo, caracterización cultural e identificación de los hongos.

Dentro de los resultados se generaron 15 fichas de manejo y control de cepario, donde se describieron diferentes géneros de hongos de suelo como son *Acremonium sp.*, *Alternaria sp.*, *Aspergillus sp.*, *Cladosporium sp.*, *Fusarium sp.* y *Penicillium sp.*; cada ficha cuenta con su respectivo vial de conservación.

Se identificó a *Fusarium sp* (Cepa 3) como hongo asociado a necrosis en *Astrophytum asterias*. En *Cephalocereus senilis* el hongo asociado a la necrosis fue *Fusarium sp* (Cepa 5). *Alternaria sp.* (Cepa 2) es el hongo asociado a necrosis en *Echinocereus subinermis*. En *Neolloydia conoidea* se identificó a *Fusarium sp* (Cepa 6) como hongo asociado a la necrosis.

## INTRODUCCIÓN

La familia Cactaceae agrupa a una gran diversidad de plantas, entre las que destacan los cactus columnares (viejitos y tetechos); los cactus candelabroiformes (cardones, órganos y pitayas); las biznagas y biznaguitas (chilitos); algunas trepadoras como los nopalillos (*Heliocereus spp.*); las pitahayas (*Hylocereus spp.*), y una gran variedad de nopales, entre otras. El grupo está constituido por cerca de 2,000 especies, las cuales se encuentran distribuidas en el continente americano, desde el norte de Canadá hasta la Patagonia, y desde el nivel del mar, en dunas costeras, hasta los 5,100 msnm, en Perú (Bravo-Hollis y Scheinvar, 1999).

México es el centro más importante de concentración de Cactáceas (Mabberley, 1997, de CONABIO, 2012), ya que existen alrededor de 720 especies mexicanas y 518 especies son endémicas (SEMARNAT, 2015). El 60 % de los géneros presentes en México se encuentran en los desiertos Chihuahuense y Sonorense, así como algunos valles de Hidalgo y Querétaro (Arias *et al.*, 2012). También en la región de Tehuacán-Cuicatlán, en los estados de Puebla y Oaxaca existe una gran diversidad de cactus.

Desafortunadamente, una alta proporción de la familia Cactaceae presenta problemas de conservación (Arias *et al.*, 2005). La familia Cactaceae es la más amenazada, con relevancia en la biodiversidad mundial por el alto grado de endemismo (Royo *et al.*, 2014), se encuentran 324 especies colocadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 de especies de flora y fauna silvestres de México en categoría de riesgo, especies (SEMARNAT, 2010). Por otra parte, se argumenta que las cactáceas en riesgo o amenazadas son más vulnerables a la extinción (Hernández y Godinez, 1994).

El estudio de las enfermedades de cactáceas en las colecciones botánicas es muy importante ya que las condiciones de crecimiento específicas son totalmente diferentes de los hábitats naturales de estas especies. En condiciones de cubiertas plásticas, los cactus reciben un microclima específico, que asegura

parámetros físicos constantes que conducen a una baja resistencia y alta susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades (Feszt y Mihalte, 2008).

Poco se conoce sobre el daño por enfermedad que pueden tener algunas poblaciones de cactáceas, y no ha sido bien documentado ya que sólo pocos estudios reportan el impacto por hongos patógenos; la identificación de causas biológicas (u otras causas) o factores que influyen en la vulnerabilidad o importancia de la edad de vida de plantas amenazadas o raras, podría contribuir con la conservación de plantas (Feszt y Mihalte, 2008).

Las principales enfermedades en cactus son causadas por hongos y bacterias. Los hongos atacan las raíces y tallos, ocasionando la pudrición de la planta. Es común que los hongos aparezcan por la presencia de humedad por un tiempo prolongado (INIFAP, 2002).

Por lo anterior se plantearon los siguientes objetivos.

### 1.1. Objetivo general.

Identificar los hongos asociados a necrosis de peyotillo (*Astrophytum asterias*), viejito (*Cephalocereus senilis*), *echinocereus* (*Echinocereus subinermis*) y biznaga (*Neolloydia conoidea*) mediante la metodología inmersa en los primeros dos postulados de Koch.

#### 1.1.1. Objetivos específicos.

- Identificar y coleccionar los individuos afectados por los síntomas de necrosis, así como el sustrato en el que se desarrolla.
- Generar protocolos de colecta, validación, aislamiento e identificación.
- Realizar aislamientos de los hongos de suelo y partes vegetales y conservar las cepas puras de los mismos.

- Identificar el hongo asociado a la necrosis, mediante el empleo de las técnicas correspondientes para su caracterización, para comparar los resultados obtenidos con descripciones morfológicas relevantes del hongo en cuestión.

## 1.2. Hipótesis

Si se siguen los primeros dos postulados de Koch, lograremos identificar a los hongos asociados a las necrosis que presentan los cactus colectados del jardín botánico de la FESC-4

## II. ANTECEDENTES

### 2.1. Descripción general de las especies estudiadas en este trabajo.

#### 2.1.1. *Astrophytum asterias*

Distribución y hábitat: *Astrophytum asterias* (Figura 1) se distribuye desde el sur del estado de Texas (Starr County) hasta el noreste de México (Nuevo León y Tamaulipas) (Anderson, 2001).

La especie puede ser encontrada en dos tipos de comunidades vegetales: matorral espinoso tamaulipeco (MET) y matorral submontano (MS). Se encuentra en áreas bajo diferentes tipos de suelos, ricos en materia orgánica, en pendientes con alta pedregosidad así como en sitios susceptibles a inundaciones (Martínez *et al.*, 2004).



**Figura 1. *Astrophytum asterias*** (Cactust, s/f).

Amenazas y aspectos de conservación: El principal riesgo de amenaza es por la colecta y comercio ilegal por aficionados; por si fuera poco, la mayoría de los hábitats donde crecen éstas especies, son modificados para uso de ganadería, agricultura o por la apertura de caminos, y en ocasiones las poblaciones son eliminadas por completo poniendo en grave riesgo la viabilidad de la especie (Martínez *et al.*, 2004). Además de estas amenazas, las amenazas naturales que

generalmente son fatales para el cactus incluyen la enfermedad causada por el patógeno *Phytophthora infestans* (Martínez *et al.*, 2008).

Esta especie fue enlistada en octubre de 1993 como especie en peligro de extinción por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (U.S. Fish and Wildlife Service, 2013) y se encuentra en la lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como en peligro de extinción (SEMARNAT, 2010), está considerada en peligro de extinción debido a que presenta una distribución restringida y un bajo número de individuos (Martínez *et al.*, 2004).

Así mismo se encuentra en la lista de especies de plantas con flor prioritarias para la conservación 2014, donde el objetivo principal de determinar especies prioritarias es promover la conservación de otras especies y hábitat críticos por medio de la conservación de un número razonable y atendible de especies de importancia crucial (SEMARNAT, 2014). *Astrophytum asterias* está dentro del acuerdo internacional del CITES (Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) que tiene como finalidad velar porque el comercio de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia; se menciona en el apéndice I, donde se incluyen todas las especies en peligro de extinción, que su comercio está prácticamente prohibido (Benítez y Dávila, 2002).

#### 2.1.2. *Cephalocereus senilis*

Distribución y hábitat: especie endémica de México cuya distribución se restringe al estado de Hidalgo y parte de los estados de Guanajuato y Veracruz (Bravo-Hollis, 1978). Su hábitat se encuentra en pendientes muy pronunciadas y como elemento del matorral crasicaule, en grandes extensiones sobre laderas ricas en carbonato de calcio, areniscas y lutitas (Figura 2), y en climas del tipo BS (Franco, 2001).



**Figura 2. *Cephalocereus senilis*** (Consulta, s/f).

Amenazas y aspectos de conservación: Riemman (2000), en Choreño *et al.* (2002), mencionó como amenazas la extracción masiva de semillas que limita su multiplicación en su hábitat, la eliminación de plantas nodrizas por sobre pastoreo, la recolección de plantas jóvenes y la extracción de partes apicales de plantas adultas.

Se encuentra en la lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de la categoría de amenazada (SEMARNAT, 2010), dentro de la lista de especies de plantas con flor prioritarias para la conservación 2014 (SEMARNAT, 2014) y dentro del apéndice I y II del CITES, en el apéndice II se incluyen aquellas especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia (Benítez y Dávila, 2002).

Existen diversos estudios sobre la propagación *in vitro* para coadyuvar la conservación de la especie, asimismo el 27 de noviembre de 2000 se decretó la Reserva de la Biósfera “Barranca de Metztitlán” en la zona de distribución del Viejito (CONABIO, 2010).

### 2.1.3. *Echinocereus subinermis* (Figura 3).

Distribución y hábitat: está presente del Noroeste de México al oeste de la Sierra Madre Occidental (Anderson, 2001). Crece en lugares rocosos sombreados, en elevaciones de 450 a 1,150 m en bosques caducifolios bajos y bosques de robles (Paredes *et al.*, 2000).



**Figura 3.** *Echinocereus subinermis* (Vallicelli, s/f).

Amenazas y aspectos de conservación: Se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de la categoría de sujeto a protección especial (SEMARNAT, 2010), que son aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas (CONABIO, s/f). Asimismo está dentro del apéndice II del CITES.

### 2.1.4. *Neolloydia conoidea*

Distribución y hábitat: Las plantas del género *Neolloydia* se encuentran principalmente en piedra caliza, pero en ocasiones en yeso, en los suelos del Desierto de Chihuahua y en los matorrales secos de Texas y México (Figura 4), desde aproximadamente 800 m hasta más de 2,250 m de altitud. (Anderson, 1986).

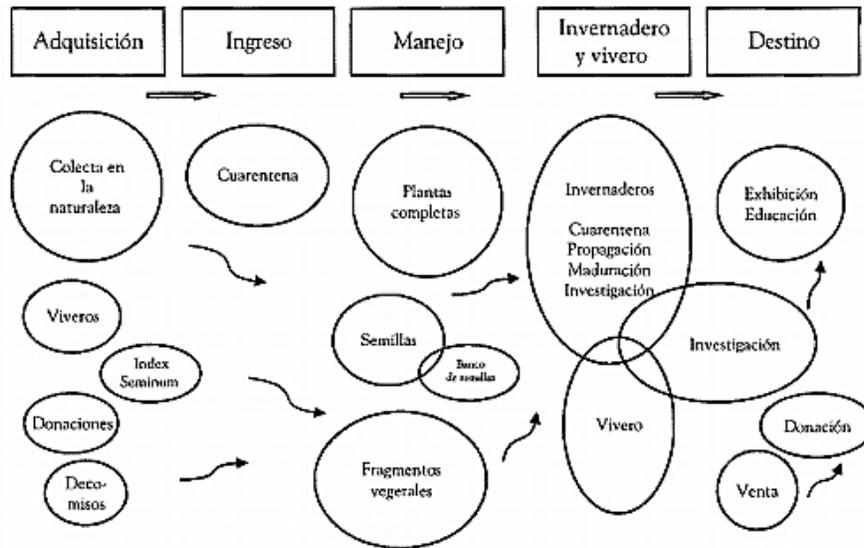


**Figura 4. *Neolloydia conoidea*** (Cactuseros, s/f).

Amenazas y aspectos de conservación: El pastoreo de ganado representa una amenaza para algunas subpoblaciones debido al pisoteo (Gómez *et al.*, 2017). La población de esta especie se encuentra estable, por lo que no hay muchos programas de conservación, ni investigación que coadyuve la conservación, pero se encuentra dentro del apéndice II del CITES.

## 2.2. Descripción general del manejo de cactáceas bajo cubierta

Para tratar de conservar la riqueza desértica se han implementado algunas labores de conservación como la colecta y preservación de semillas, el cultivo de cactus en invernadero con fines de investigación (Jiménez, 2011). En la figura 5 se muestra un diagrama del proceso de manejo de las plantas que ingresan a un jardín botánico.



**Figura 5. Diagrama del proceso de adquisición, manejo y destino de las plantas que ingresan a un jardín botánico, desde la experiencia mexicana (Lascurain et al., 2006).**

El manejo bajo cubierta permite controlar ciertas condiciones climáticas como luz, temperatura y agua, sin embargo, no se pueden replicar todas las condiciones ecológicas relevantes en la naturaleza, especialmente cuando se tienen muestras pequeñas de diversas especies (Vovides, 2006).

Se debe llevar una planeación de actividades como: preparación de sustratos, propagación, trasplante, riego, fertilización, control de plagas y enfermedades, así como el registro de las mismas y de las condiciones ambientales de la cubierta y del estado de los cactus.

Asimismo, para su manejo requieren distintos tipos de sustratos y recipientes adecuados para el trasplante (macetas u otros contenedores) de los cactus acorde a su tamaño y requerimientos; así como también contar con mecanismos apropiados para el riego y control de clima, que cuente con sistema automatizado de riego, clima, ventilación y luminosidad ( Lascurain et al., 2006).

### 2.2.1. Sustrato

Una mezcla idónea de suelo debe poseer ciertas características físicas como una buena porosidad para tener una elevada capacidad de retención de agua a bajas tensiones, y simultáneamente, una elevada capacidad de aireación de las raíces (Burés, s/f); además de ser nutritivo. Estas características se pueden lograr con una mezcla de diferentes compuestos que se muestran en la Tabla 1. Se debe esterilizar el sustrato (INIFAP, 2002).

**Tabla 1. Sustratos para macetas (INIFAP, 2002).**

Compuesto	Géneros		
	<i>Opuntia, Cereus, Echinopsis, Mammillaria</i>	<i>Echinocereus</i>	<i>Stenocactus, Astrophytum, Gymnocalyclum</i>
Mezcla (En partes o volúmenes)			
Tierra negra	2	1	1
Arena	1	1	3
Grava	1		
Tierra de hoja		1	1

### 2.2.2. Riego

No hay parámetros exactos, ya que depende de varios factores como el sustrato, el calor, la estación del año, el lugar. De primavera a otoño se puede regar a punto de escurrimiento cada 10 o 15 días y en invierno cada 20 o 30 días en días soleados (INIFAP, 2002).

### 2.2.3. Temperatura y ventilación

Debe existir una buena ventilación para evitar la proliferación de hongos. La temperatura debe mantenerse entre 25 a 35 °C. Para aquellas especies que se desarrollan en regiones con mucha luz y calor deben tener una malla sombra como mínimo de 50 %, por otro lado, las especies que proceden de sitios sombreados requieren 60 % de sombra todo el tiempo (INIFAP, 2002).

Si las condiciones de cultivo son adecuadas como un suelo rico en nutrimentos, riego adecuado y buena ventilación, es difícil tener problemas, pero de cualquier manera se tiene que estar atento a los posibles enemigos del cultivo (CONAFOR-UNAM, 2013).

### 2.3. Manejo en el Jardín Botánico de la FES Cuautitlán

El Jardín Botánico se ubica al norte de la zona metropolitana, Estado de México en el municipio de Cuautitlán Izcalli, km 2.5 de la carretera Cuautitlán-Teoloyucan, entre las coordenadas 19° 41' 27" de latitud Norte y 99° 11' 21" longitud Oeste (Figura 6).



**Figura 6. Localización del Jardín Botánico de la FES-C (Google-Earth, s/f).**

La superficie del Jardín Botánico de la FESC es de aproximadamente 1.7 ha; la unidad se encuentra dividida en dos principales áreas de desarrollo: 1) El área de producción y 2) El área de exhibición de ejemplares (áreas señaladas en la Figura 6). Dentro del Jardín Botánico de la FESC se encuentra la colección de Cactáceas que cuenta con un acervo de 348 accesiones que incluyen a 2,128 especímenes,

correspondientes a 279 taxa entre especies, subespecies y variedades aceptadas; representando el 67 % de los géneros presentes en el país; de este acervo 113 taxa está en un estatus de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-2010 (Bonfil *et al.*, 2018).

Dicho Jardín contribuye a la conservación y multiplicación de las cactáceas de México en estatus de riesgo, además posee la segunda colección de cactáceas más importante entre las instituciones educativas de México (Bonfil *et al.*, 2018).

En la Tabla 2, se indica el manejo en general que se realiza en las colecciones del Jardín Botánico, así como el periodo.

**Tabla 2. Planeación de actividades por año en las colecciones del JB-FESC.**

ACTIVIDAD / MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Registro datos: luz, humedad, temperatura, temperatura crítica, plantas sensibles.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Preparación de sustratos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Riegos	+	++	++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	+	+
Fertilización	(-)	+	++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	+	(-)
Sombra	0%	0-30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	0%	0%
Trasplantes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Deshierbes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Actividades para controlar <i>Erwinia carotovora</i> pudrición blanda	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Prevención de pudrición de raíces y tallos <i>Pythium</i> y <i>Phytophthora</i> .	X					X						
Prevención de antracnosis <i>Colletotrichum</i>												
Higiene, eliminar partes enfermas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Benomilo o cupravit (Phytozan Fungibac, Biozan fuerte)			X					X				
Pudrición del tallo viejitos o columnares <i>Drechslera cactivora</i>		X		x					x			
Pudrición por fusarium Fumagina en espinas de <i>Ferocactus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lavar a presión con jabón suave Jiro	X					X						
Prevención de Cochinillas Malation o Furadan, Biolyd	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Monitoreo de nematodos <i>Heterodera cactus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Prevención de escamas Aceite de neem					X			X				

## 2.4. Patogénesis

Las plantas están sanas cuando llevan a cabo todas sus funciones fisiológicas de manera óptima, las plantas presentarán enfermedad cuando una o varias de sus funciones son alteradas por los organismos patógenos o por determinadas condiciones del medio (Agrios, 2005).

Al principio de la enfermedad la planta no muestra síntomas visibles, tiempo después se producen cambios en la zona enferma y se hacen notar los síntomas.

Los hongos han desarrollado estrategias comunes para invadir las plantas una vez que sus inóculos establecen contacto con la superficie vegetal susceptible o que se encuentran en el suelo en un estado de reposo metabólico; el hongo a través de su dispersión y la adherencia de sus esporas en la superficie vegetal comienza a degradar enzimáticamente la cutícula y las esporas comienzan a germinar por la percepción de estímulos exógenos; el hongo va penetrando a partir de aberturas naturales, heridas naturales o artificiales, o en la superficie intacta por medio de enzimas o estructuras especializadas como los apresorios. Tras la penetración comienza la infección y colonización de la planta (Jiménez y Montesinos, 2010).

Pueden causar enfermedad perjudicando las células y tejidos vegetales por medio de la acción individual o combinada de cuatro mecanismos fundamentales: (I) producción y liberación de enzimas degradativas de la pared celular; (II) producción de toxinas que interfieren con el metabolismo; (III) producción y liberación de compuestos hormonales u otros que interfieren con el control normal del crecimiento y desarrollo; y (IV) la interferencia con la translocación normal de agua, nutrientes y metabolitos (Jiménez y Montesinos, 2010).

Las células y los tejidos afectados de las plantas enfermas comúnmente se debilitan o destruyen a causa de los agentes que ocasionan la enfermedad. La capacidad que tienen esas células y tejidos para llevar a cabo sus funciones normales disminuye o se anula por completo; como resultado, la planta muere o merma su crecimiento, los tipos de células o tejidos que son infectados determinan

el tipo de función fisiológica de la planta que será afectada. Así, la infección de la raíz (por ejemplo, la pudrición), dificulta la absorción del agua y de los nutrientes del suelo (Agrios, 2005).

Las enfermedades causadas por los factores del ambiente son el resultado de cambios extremos en las condiciones necesarias para la vida (temperatura, humedad, luz, entre otras) y de los excesos o deficiencias de sustancias químicas que absorben o necesitan las plantas (Agrios, 2005).

## 2.5. Postulados de Koch

Los postulados de Koch son un protocolo experimental que se realiza con la finalidad de establecer cuando un microorganismo está causando una patología.

En primer lugar, los postulados plantean la necesidad de la asociación constante de un agente biótico con el hospedero enfermo, para proceder luego a su aislamiento, su caracterización y su cultivo in vitro en ausencia de otros microorganismos. Una vez lograda esta segunda fase bajo condiciones axénicas, la inoculación de un hospedero sano con los propágulos de este microorganismo (células, esporas, etc.) debe reproducir y desencadenar el mismo cuadro patológico inicial, es decir, el mismo síndrome de la enfermedad con su típica sintomatología y alteraciones en el hospedero y, finalmente, los dos aislamientos del agente biótico, el natural y el cultivado, deben coincidir en sus rasgos morfológicos y biológicos relevantes (Volcy, 2008).

Según Agrios (2005), los cuatro postulados de Koch son:

1. El patógeno debe encontrarse asociado con la enfermedad en todas las plantas enfermas que se "examinen".
2. El patógeno debe aislarse y desarrollarse en un cultivo puro en medios nutritivos y se deben describir sus características (parásito no obligado) o bien debe permitirse que se desarrolle sobre una planta hospedante susceptible (parásito obligado) y registrar su presencia y los efectos que produzca.

3. El patógeno que se desarrolle en un cultivo puro debe ser inoculado en plantas sanas de la misma variedad o especie en que apareció la enfermedad y debe producir la misma enfermedad en las plantas inoculadas.
4. El patógeno debe aislarse una vez más en un cultivo puro y sus características deben corresponder a las anotadas en el segundo punto.

A pesar de ser una herramienta útil en el estudio etiológico de las enfermedades, el protocolo de Koch no puede ser aplicado siempre con el rigor requerido cuando se trata de patógenos obligados que no crecen en medios sintéticos de laboratorio.

## 2.6. Enfermedades de cactus ocasionadas por hongos de suelo

Existen diversos hongos que causan pudriciones en los cactus en campo; como el hongo *Drechslera cactivora* causa la pudrición del tallo en la especie *Schumbergera truncata* aunque también incluye otras especies como *Mammillaria*, *Echinocactus*, *Echinocereus*, *Cereus*, *Cephalocereus*, *Lophocereus*, *Ferocactus* y *Lemairreocereus*. El hongo *Fusarium oxysporum* que se ha identificado como el agente causal de la pudrición basal del tallo en el cactus navidad, en *Cereus schotii*. *Fusarium sp* y *Rhizoctonia sp* causantes de la pudrición de la raíz. *Phytophthora parasítica* y *Pythium aphanidermatum* que causan la mancha basal del tallo y la pudrición de la raíz en el cactus navidad (*Zygocactus truncatus*) (De la Torre, 2001).

Enfermedades en raíz y tallo de *Cereus* causadas por *Fusarium oxysporum*, *Helminthosporium cactivorum* y *Phymatotrichum omnivorum*; en raíz de *Mammillaria* por *Phymatotrichum omnivorum*; enfermedades en los semilleros de *Carnegie* por *Fusarium solani*, *F. oxysporum*; en raíz de *Opuntia* causada por *Phytophthora parasítica* y *Pythium debaryanum*; en raíz de *Echinocactus* por *Phymatotrichum omnivorum* y *Aspergillus alliaceus*, en raíz de *Zygocactus truncatus* por *Phytophthora parasítica* y en tallo de *Rhipsalidopsis* por *Drechslera cactivora* (*Helminthosporium cactivorum*). *Monographella opuntiae* causa

antracnosis en *Cereus*, *Echinocactus*, *Mammillaria* y *Opuntia*. *Fusarium oxysporum* pudrición del tallo en *Zygocactus* (Kenneth, 2008).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en dos fases, una de campo y otra de laboratorio, las cuales se describen a continuación.

#### 3.1. Metodología

##### 3.1.1. Colecta

Se colectaron cuatro especies de la colección de cactus, del jardín botánico de la FES-C, que presentaban síntomas de necrosis en raíz y tallo; los síntomas se identificaron con ayuda de la clave de identificación de síntomas y signos (Anexo 1). Los cactus se colocaron en bolsas de plástico negro junto con la maceta y el suelo donde se encontraban; se documentaron fotográficamente.

Con el uso del GPS (Figura 7) se georreferenció el sitio de procedencia de la colecta y se llenó un formato de colecta por cada individuo correspondiente, en el Anexo 2 se muestra el llenado de un formato de colecta.



**Figura 7. Material para realizar la colecta.**

### 3.1.2. Aislamiento

Se elaboraron medios de cultivo para aislar los hongos asociados a las necrosis, mediante la técnica de cámara húmeda de partes vegetales y dilución en serie de suelo, para posteriormente validarlos y caracterizarlos; así como obtener la cepa pura.

#### 3.1.2.1. Medios de cultivo

Los medios de cultivo que se realizaron fueron PDA (papa-dextrosa-agar), SDA (sabouraud-dextrosa-agar) (Figura 8) y V8 agar (jugo de ocho verduras-agar), todos con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ). En el anexo 3 se indican los materiales utilizados para su elaboración.



**Figura 8. SDA (sabouraud-dextrosa-agar) y PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico.**

#### 3.1.2.2. Dilución en serie de suelo

Se secó al aire el suelo de prueba de 250 g (peso húmedo) de cada ejemplar colectado. Para esto se extendió el suelo de prueba uniformemente sobre una bandeja de plástico estéril (rociada y limpiada con etanol al 70 %).

Por cada individuo colectado, se preparó una dilución de suelo  $1 \times 10^{-1}$ , con la balanza granataria se pesó un gramo de suelo seco y se agregó a un tubo de ensaye estéril con 10 mL de agua destilada estéril (en condiciones axénicas), se agitó con ayuda del vórtex, para equilibrar la homogeneidad (Figura 9).

Con una pipeta estéril, se transfirió 1 mL de la suspensión a otro tubo con 9 mL de agua destilada estéril, se etiquetó como  $10^{-2}$ . Éste paso se repitió hasta que se obtuvieron una serie de diluciones de hasta  $10^{-6}$ , agitando bien entre cada transferencia de suspensión (Lane *et al.*, 2012).

De la dilución  $10^{-3}$  se tomó una alícuota de 1 mL, la cual se sembró en una caja con medio de cultivo y se extendió el diluyente homogéneamente sobre la superficie de agar.

Se hizo lo propio con la dilución  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  y  $10^{-6}$ . Se selló cada caja con parafilm y se incubaron en posición invertida a una temperatura de  $\pm 26$  °C durante dos días. Cada placa se etiquetó debidamente.



**Figura 9. Materiales empleados para la dilución en serie.**

### 3.1.2.3. Cámara húmeda de partes vegetales

A partir de los individuos colectados se utilizó el dispositivo de cámara húmeda, el cual consiste en una caja de Petri con papel filtro húmedo, en la cual se colocaron

las partes vegetales infectadas (tallo) previamente lavado y desinfectado con cloro al 4 % durante tres minutos (Figura 10). Se incubaron a temperatura 24-26 °C (Monroy y Lizarazo, 2010). Al momento en el que se presentó el signo, éste se tomó directamente (en condiciones asépticas) con una jeringa de insulina y se sembró en PDA.



**Figura 10. Signo en *Neolloydia conoidea* con pudrición de tallo y raíz.**

### 3.1.3. Cepa pura

Un cultivo puro, es el desarrollo de un organismo libre del crecimiento de otros organismos. Se obtiene mediante el aislamiento del hongo a partir del cultivo o fuente de inóculo original (Monzón, 2001).

A partir de las colonias que se presentaron en las cajas de la dilución en serie a las 48 horas, y de los aislados directamente del signo, se seleccionaron las colonias que no estaban contaminadas y que se pudieron aislar sin dificultad, principalmente de la dilución  $10^{-6}$  que presentaba menor cantidad de unidades formadoras de colonia (UFC).

En condiciones asépticas en la campana de flujo laminar, con un bisturí estéril, se tomó cada colonia seleccionada y se colocó en su correspondiente caja de Petri estéril de 9 mm con PDA. Se selló con parafilm y se incubó cada cepa o colonia a una temperatura de  $\pm 26$  °C (Domínguez *et al.*, 2013).

#### 3.1.4. Identificación

Se identificó el hongo de cada cepa pura que se obtuvo de manera favorable, sin contaminaciones y con un crecimiento óptimo; para la identificación se hizo la caracterización cultural de las cepas, tomando en cuenta los caracteres cualitativos de la cepa como el color de la colonia, la textura, la topografía y se midió el crecimiento. Posteriormente se realizó la validación para determinar el género del hongo y el microcultivo para la descripción microscópica y medición de estructuras del hongo, como el tamaño de las hifas, conidias, conidióforos, entre otras (Solé, 2002). Para la identificación morfológica de los hongos se utilizaron claves dicotómicas propuestas por Watanabe (2010).

##### 3.1.4.1. Validación

Cuidadosamente, se cortó un fragmento cuadrado de dos a tres cm de cinta adhesiva y se sujetó con unas pinzas para evitar huellas dactilares en la superficie adhesiva, se presionó ligeramente en la zona de interés (esporulación) con la ayuda de una aguja de disección y se despegó con cuidado.

Se agregaron una a dos gotas de azul de lactofenol al portaobjetos y se colocó encima la cinta adhesiva con la muestra hacia abajo lo más extendida posible, evitando formar burbujas de aire, la laminilla temporal que se obtuvo se observó con el microscopio óptico, se describieron las estructuras observadas y se compararon con la literatura (Cañedo y Ames, 2004).

##### 3.1.4.2. Microcultivo

Los microcultivos (Figura 11) que se realizaron fueron de las cepas seleccionadas que se validaron y donde se determinó el género correspondiente.

En la campana de flujo laminar en condiciones asépticas, con un bisturí estéril se cuadrículó el medio de cultivo de la caja de Petri con PDA en cuadros de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup>, uno de los cuadros se transfirió al portaobjetos que integra el dispositivo de microcultivo. Con el asa micológica estéril se tomó el

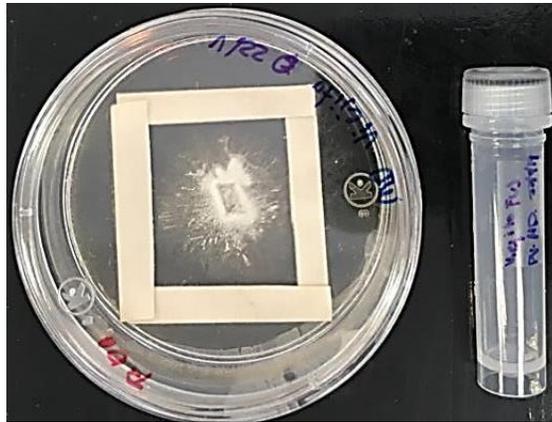
inóculo de la cepa correspondiente y se sembró en las orillas superiores e inferiores del cuadro de PDA, se colocó el cubreobjetos sobre el cuadro de PDA inoculado, se agregaron 2 mL de agua estéril en el fondo de la cámara de microcultivo, en el papel filtro para mantener la humedad, sin mojar el área de crecimiento del hongo, se selló el dispositivo de microcultivo con papel parafilm y se etiquetó; se realizaron más microcultivos, cuatro en total por cepa; el crecimiento del hongo se detuvo cada 24 horas a las 24, 48, 72 y 96 horas respectivamente (Hernández y Monter, 2013).



**Figura 11. Materiales para microcultivo.**

### 3.1.5. Conservación de cepas

Se utilizó la técnica de papel filtro estéril, ya que nos permite conservar la cepa en poco espacio y sin riesgo de contaminación. La inoculación de las tiras se hace colocando cuatro tiras de papel filtro estéril, formando un cuadrado, en cajas de Petri de plástico de 55 mm con PDA; en medio del cuadrado formado, se siembra un trozo de agar con el inóculo del hongo, todo esto en condiciones asépticas. Se incuba a una temperatura de  $\pm 26^{\circ}\text{C}$  hasta que el micelio del hongo cubra las tiras de papel filtro (Figura 12), posteriormente las tiras se colocan en microtubos con tapón de 2 mL para su conservación a  $4^{\circ}\text{C}$  (Silva, 2011).



**Figura 12. Crecimiento de micelio sobre tiras de papel filtro y vial de conservación.**

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el anexo 4 se presentan los resultados en formato de fichas de manejo y control de cepario, cuyo contenido se muestra en la Figura 13, estas fichas serán parte del cepario que se encuentra en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Ciencias Agrícolas, de la FES-C.

1. Nombre Científico
  - 1.1 Taxonomía
  - 1.2 Micrografías
2. Colecta
  - 2.1 Fecha
  - 2.2 Hospedero
  - 2.3 Ubicación
    - 2.3.1 Georreferencia
3. Técnica de aislamiento
4. Medio de cultivo
5. Técnica de identificación
6. Características macroscópicas
  - 6.1 Características culturales de la colonia
7. Clave morfológica de género
  - 7.1 Descripción de género
  - 7.2. Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de la especie

**Figura 13. Contenido de las fichas de manejo y control de cepario.**

En las especies estudiadas se identificaron 15 especies de hongos (Tabla 3).

**Tabla 3. Hongos identificados por especie de cactus.**

<b>Cactus</b>	<b>Hongos identificados</b>	<b>Hongo asociado a la necrosis</b>
<i>Astrophytum asterias</i>	<i>Acremonium sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> Cepa 1 <i>Cladosporium sp.</i> Cepa 1 <i>Fusarium sp.</i> Cepa 2 <i>Fusarium sp.</i> Cepa 3	<i>Fusarium sp.</i> Cepa 3
<i>Cephalocereus senilis</i>	<i>Penicillium sp.</i> <i>Cladosporium sp.</i> Cepa 2 <i>Fusarium sp.</i> Cepa 4 <i>Alternaria sp.</i> Cepa 1 <i>Fusarium sp.</i> Cepa 5	<i>Fusarium sp.</i> Cepa 5
<i>Echinocereus subinermis</i>	<i>Aspergillus sp.</i> Cepa 1 <i>Alternaria sp.</i> Cepa 2	<i>Alternaria sp.</i> Cepa 2
<i>Neolloydia conoidea</i>	<i>Aspergillus sp.</i> Cepa 2 <i>Aspergillus sp.</i> Cepa 3 <i>Fusarium sp.</i> Cepa 6	<i>Fusarium sp.</i> Cepa 6

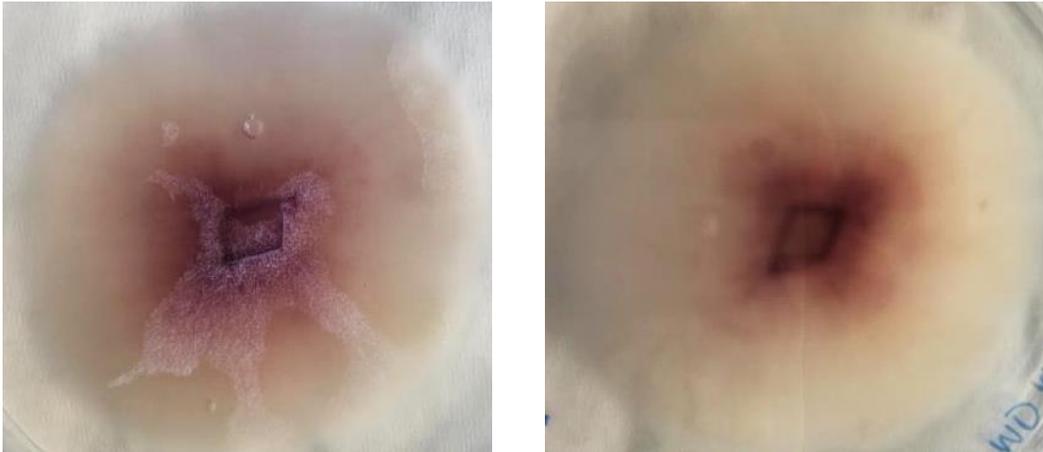
#### 4.1 Descripción de los hongos asociados a necrosis.

En *Astrophytum asterias* se identificó *Fusarium sp* Cepa 3 como hongo asociado a necrosis. Sus características se describen a continuación.

*Fusarium* es un parásito facultativo con alta capacidad de sobrevivir en materia orgánica y que a la vez tiene la capacidad de atacar la planta cuando esta sufre algún tipo de desbalance. Los principales mecanismos de dispersión del patógeno son los movimientos de suelo infectado, el agua de escorrentía y el uso de almácigo infectado (Retana *et al.*, 2018).

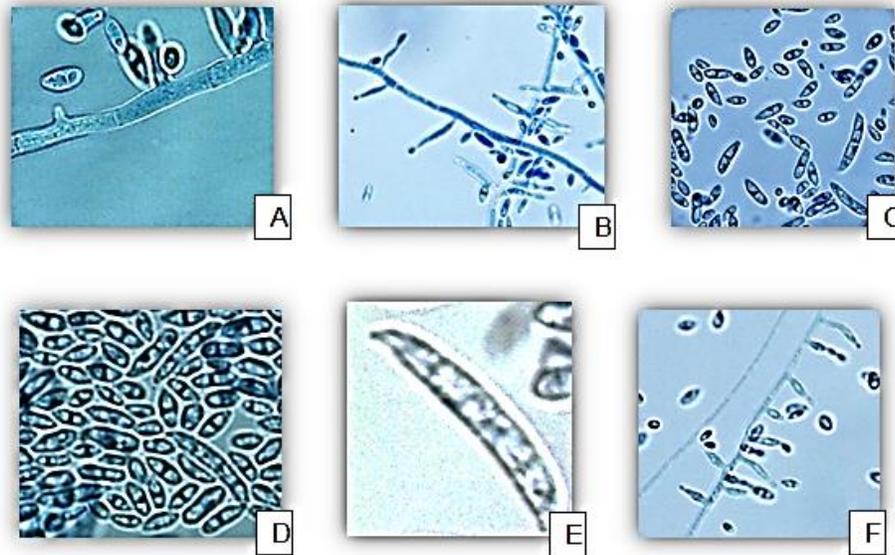
Aislamiento directo del signo (cámara húmeda de partes vegetales). Cepa pura en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol (200 µg mL<sup>-1</sup>), microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol (200 µg mL<sup>-1</sup>).

Características macroscópicas: colonia incubada a  $26\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$  (Figura 14). Colonia con crecimiento radial color blanco y textura vellosa, en la periferia crecimiento somático hialino, al centro una pigmentación color violeta, reverso similar. Olor a papa. Crecimiento de 51 mm en siete días ( $7.28\text{ mm día}^{-1}$ ).



**Figura 14. Frente y reverso de cepa de *Fusarium sp* Ceba 3.**

Características microscópicas: micelio hialino, con hifas septadas; microconidios ovales unicelulares (inmaduros) y bicelulares, de 1 a 2 septos, de  $4.8\text{ }\mu\text{m}$  de ancho y hasta  $12\text{ }\mu\text{m}$  de largo, germinación de los microconidios a partir de monofiálides que se encontraron principalmente en la periferia del cubreobjetos; macroconidios en forma de canoa (típicos del género) hialinos, con el lado dorsal más curvo que el lado ventral, célula apical de forma papilada y célula basal con muescas distintamente, de hasta cinco septos, de  $4.8\text{ }\mu\text{m}$  de ancho y  $21.6\text{ }\mu\text{m}$  de largo (Figura 15).



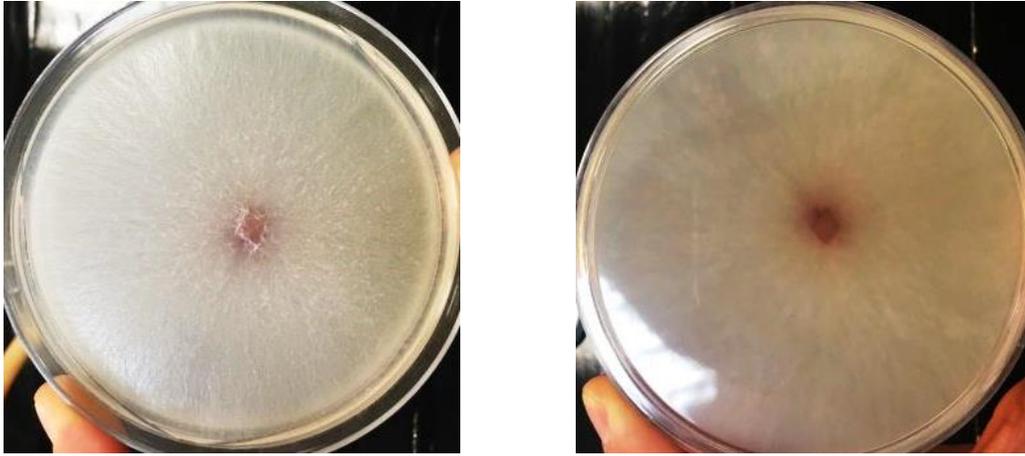
A. Hifas septadas (96 horas) 100x. B. Formación de monofialides (96 horas) 40x. C. y D. Micro y macroconidios (96 horas) 40 y 100x respectivamente. E. Macroconidio con 5 segmentos (96 horas) 100x. F. Germinación de microconidios de monofialides (96 horas) 40x.

**Figura 15. Micografías de *Fusarium sp* Ceba 3.**

En *Cephalocereus senilis* se identificó *Fusarium sp* Ceba 5 como hongo asociado a necrosis. Sus características se describen a continuación.

Aislamiento directo del signo (cámara húmeda de partes vegetales). Cepa pura en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol (200 µg mL<sup>-1</sup>), microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol (200 µg mL<sup>-1</sup>).

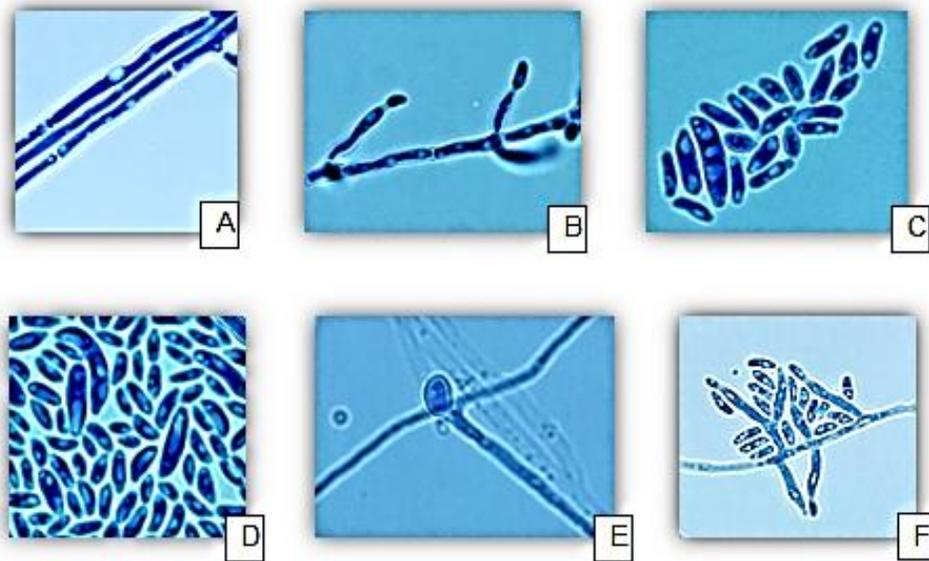
Características macroscópicas: colonia incubada a 26 °C ±1 (Figura 16). Colonia con crecimiento radial color blanco y textura vellosa, en la periferia crecimiento somático hialino, al centro una pigmentación roja tenue. Olor a papa. Crecimiento de 78 mm en siete días (11.14 mm día<sup>-1</sup>).



**Figura 16. Frente y anverso de cepa de *Fusarium sp* Ceba 5.**

Características microscópicas: micelio hialino septado; microconidios ovales unicelulares y bicelulares, de uno a dos septos, de 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho y hasta 9.6  $\mu\text{m}$  de largo, se producen a partir de monofiálides; macroconidios en forma de canoa (típicos del género), hialinos con el lado dorsal más curvo que el lado ventral, célula apical de forma contusa y célula basal apenas en forma angular o de muesca, de máximo cuatro septos, de 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho y 16.8  $\mu\text{m}$  de largo (Figura 17).

Un microcultivo se sometió por 96 horas a una temperatura de 2 °C para inducir formación de clamidosporas, sin embargo no se presentaron.



A<sup>10</sup>. Hifas septadas (24 horas) 100x. B. Formación de monofálides (24 horas) 100x. C. y D. Micro y macroconidios (48 horas) 100x. E. Conidio con germinación polar (72 horas) 100x. F. Formación de microconidios del conidióforo (72 horas).

**Figura 17. Micografías de *Fusarium sp* Ceba 5.**

En *Echinocereus subinermis* se identificó *Alternaria sp* Ceba 2 como hongo asociado a necrosis. Sus características se describen a continuación.

Las especies del género *Alternaria* son tanto parásitas de plantas como saprófitas en sustratos orgánicos, éstas últimas están involucradas en la degradación de material vegetal. La identificación de especies dentro del género *Alternaria* es compleja ya que a diferencia de otros géneros de Hyphomycetes, *Alternaria* no ha sido sujeto a una revisión taxonómica integral (Fernández, 2015).

Aislamiento directo del signo (cámara húmeda de partes vegetales). Cepa pura en PDA (papa-dextrosa-agar) y V8-agar con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

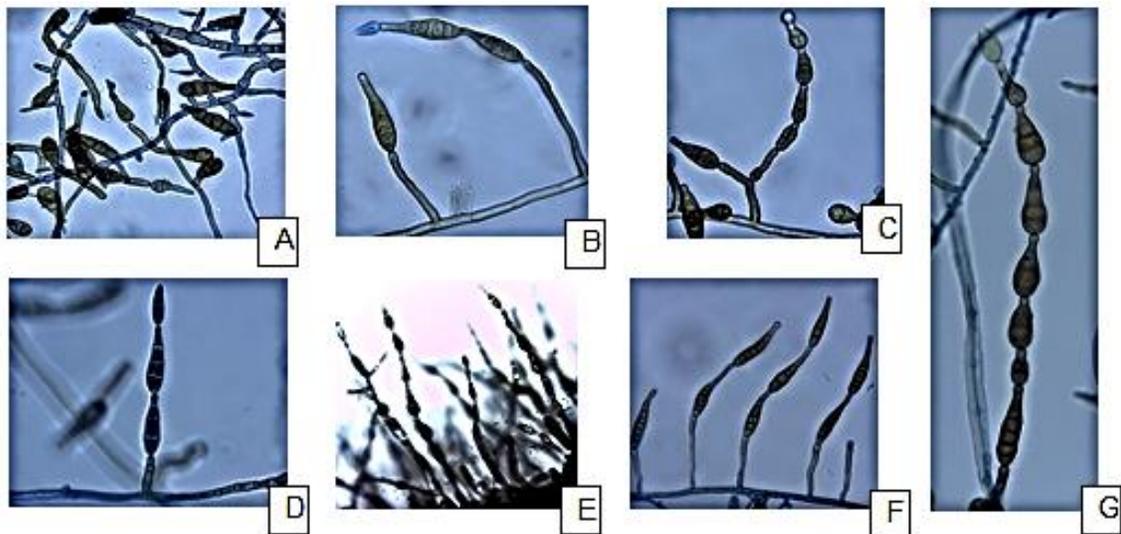
Características macroscópicas: colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$  (Figura 18). En PDA, la cepa tiene un crecimiento radial verde, topografía plana y textura algodonosa, en la periferia crecimiento somático hialino, al centro una pigmentación verde

intenso. Presenta un anillo de esporulación de 45 mm a los siete días. Olor a papa. En V8-agar la colonia es similar, solo la pigmentación es más oscura, casi negra. Diámetro de crecimiento de 80 mm en siete días (11.42 mm día<sup>-1</sup>).



**Figura 18. Cepas de *Alternaria sp* Ceba 2 en V8-agar y PDA respectivamente.**

Características microscópicas: micelio septado color café olivo; conidióforos primarios que emergen de la parte media del segmento, con hasta 22 segmentos, cortos a largos (450.5  $\mu\text{m}$ ), simples, algunos ramificados; conidios inmaduros esféricos con un segmento y de 10.16  $\mu\text{m}$ , conidios maduros obclavados pequeños, de 35.56 x 10.16  $\mu\text{m}$ , que se reducen en un pico cónico, ligeramente contraídos en los septos transversales (7), pocos septos longitudinales (3), en cadenas de hasta nueve conidios, 210  $\mu\text{m}$ , donde al principio de la cadena se forman los conidios más grandes y estrechamente ovoides a casi cilíndricos y los conidios secundarios posteriores se vuelven progresivamente más pequeños y más anchos a medida que la cadena se alarga. Conidióforos secundarios se forman lateralmente (Figura 19).



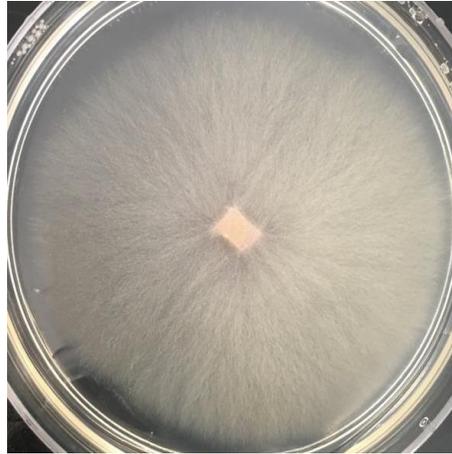
A<sup>15</sup>. Conidios con germinación polar (72 horas) 100x. B. Formación de conidios en cadena del conidióforo (72 horas) 100x. C. Conidióforo primario y conidióforo secundario lateral (72 horas) 100x. D. Conidios septados transversalmente y longitudinalmente (72 horas) 100x. E. Cadenas de conidios emergiendo del cuadro de microcultivo. (72 horas) 100x. F. Formación de cadenas de conidios del conidióforo (72 horas). 100x. G. Cadena de 8 conidios catenulados (72 horas) 100x.

**Figura 19. Micografías de *Alternaria sp* Cepa 2.**

En *Neolloydia conoidea* se identificó *Fusarium sp* Cepa 6 como hongo asociado a necrosis. Sus características se describen a continuación.

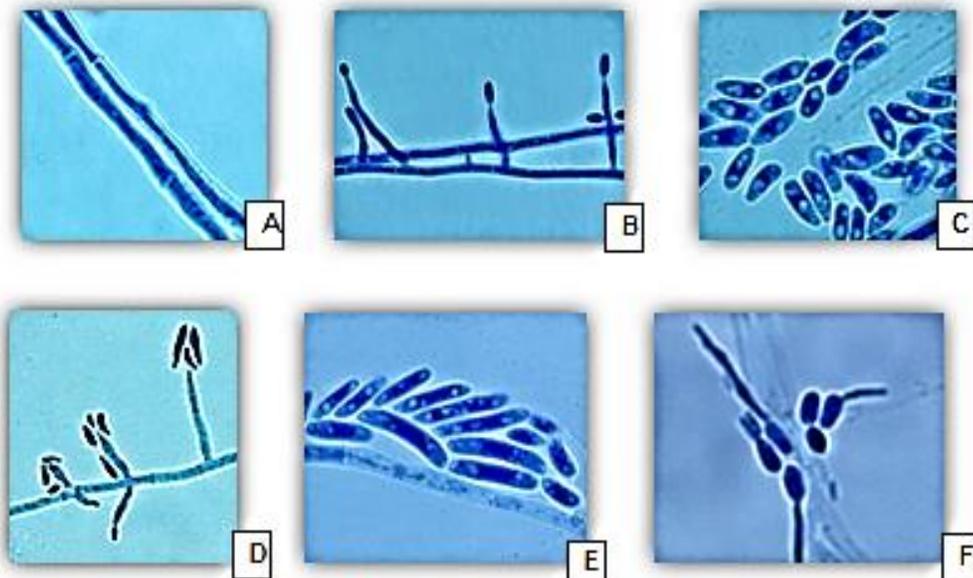
Aislamiento directo del signo (cámara húmeda de partes vegetales). Cepa pura en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

Características macroscópicas: colonia incubada a  $26 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$  (Figura 20). Colonia con crecimiento radial color blanco y textura vellosa, en la periferia crecimiento somático hialino, al centro una pigmentación roja tenue. Olor a papa. Crecimiento de 77 mm en siete días ( $11 \text{ mm día}^{-1}$ ).



**Figura 20. Ceba de *Fusarium sp* Ceba 6.**

Características microscópicas: micelio hialino septado, microconidios ovaes unicelulares y bicelulares, de uno a dos septos, de 2.54  $\mu\text{m}$  de ancho y hasta 9.6  $\mu\text{m}$  de largo, se producen a partir de monofálides; macroconidios hialinos con el lado dorsal más curvo que el lado ventral, célula apical de forma contusa y célula basal apenas en forma angular o de muesca, de máximo cuatro septos, de 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho y 19.2  $\mu\text{m}$  de largo (Figura 21).



A<sup>13</sup>. Hifas septadas (24 horas) 100x. B. Formación de conidióforos (24 horas) 100x. C. Microconidios (24 horas) 100x. D. Formación de microconidios de monofálides (48 horas) 40x. E. Macroconidios (48 horas) 100x. F. Conidias con germinación polar (72 horas) 40x.

**Figura 21. Micografías de *Fusarium sp* Ceba 6.**

En *Astrophytum asterias* se identificó una especie de *Fusarium* Cepa 3 asociada a la necrosis a partir del aislamiento directo de partes vegetales infectadas (Ficha 5), y en el sustrato se identificaron cuatro hongos como son *Acremonium sp.*, *Cladosporium sp.* y dos especies diferentes de *Fusarium* (Fichas 1 a la 4) .

En el suelo de *Cephalocereus senilis*, a partir de la dilución en serie, se encontraron cuatro hongos diferentes y se identificaron como *Penicillium sp.*, *Cladosporium sp.*, *Alternaria sp.* y *Fusarium sp* (Fichas 6 a la 9); en el aislamiento directo se halló el hongo asociado a la necrosis, una especie de *Fusarium* Cepa 5 que muestra características morfométricas similares al que se encontró en el suelo (Ficha 10).

Se identificó una especie de *Aspergillus* en el suelo de *Echinocereus subinermis* (Ficha 14) y en el aislamiento directo a *Alternaria sp* Cepa 2 como hongo asociado a la necrosis (Ficha 15), esta especie de *Alternaria* muestra semejanzas en sus características morfométricas con la especie encontrada en *Cephalocereus senilis* (Ficha 9).

En *Neolloydia conoidea*, de la dilución en serie, se aislaron e identificaron dos especies diferentes de *Aspergillus* (Fichas 11 y 12); el hongo asociado a la necrosis, aislado por método directo, es una especie de *Fusarium* Cepa 6(Ficha 13).

El suelo es un hábitat complejo que contiene una comunidad diversa de microorganismos, en la mayoría de los suelos los hongos son el principal componente de la microbiota, los hongos del suelo pueden ser saprobios facultativos o parásitos facultativos. Los hongos generalmente se dispersan fácilmente, pueden colonizar una amplia variedad de sustratos y pueden tolerar diversas condiciones ambientales. Las especies más comunes en el suelo pertenecen a géneros como *Acremonium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, entre otros (Rosique, 2004). Hongos como *Alternaria* y *Cladosporium* se han aislado del suelo, las rocas y las raíces de las plantas (Santiago *et al.*, 2018). Asimismo, Watanabe (2010), reporta a estos géneros como hongos de suelo, en el

Atlas ilustrado de hongos del suelo y semillas, dentro de la sección de Deuteromycetes.

De la Torre (2001) menciona que el hongo *Fusarium oxysporum* se ha identificado como el agente causal de la pudrición basal del tallo en *Zygocactus truncatus*, *Fusarium sp* como causante de la pudrición de la raíz y tallo, así como Kenneth (2008) relaciona a *Fusarium solani* como causante de pudriciones en los semilleros de cactáceas.

Hong *et al.* (2018), en su investigación de la aparición de enfermedades y diagnóstico rápido en cactus injertados, menciona a *Alternaria spp.* como pudrición de la cabeza en *Gymnocalycium mihanovichii* var. *Friedrichii* y la enfermedad de podredumbre basal surgió como el síntoma más común en los *Notocactus scopa* causado por *F. oxysporum*.

Con esta información se puede inferir que los hongos asociados a necrosis en las especies estudiadas son una especie de *Fusarium*, que presenta macroconidios gruesos característicos, en diferentes especies como *Astrophytum asterias*, *Cephalocereus senilis* y *Neolloydia conoidea*, se aisló tanto en el suelo como en las partes vegetales enfermas; otra especie de *Fusarium* con macroconidias casi ausentes que se aisló directamente de tejido vegetal enfermo de *Astrophytum asterias*; asimismo *Alternaria* Secc. *Alternata* se identificó como hongo asociado a necrosis en *Echinocereos subinermis* y se presentó en el suelo de *Cephalocereus senilis*.

## V. CONCLUSIONES

Se identificaron y trabajaron cuatro especies de la colección de cactus del Jardín Botánico del FESC que presentaban necrosis en raíz y tallo, como son peyotillo (*Astrophytum asterias*), viejito (*Cephalocereus senilis*), echinocereus (*Echinocereus subinermis*) y biznaga (*Neolloydia conoidea*).

Se generaron protocolos de colecta, validación, aislamiento e identificación.

Se hicieron los aislamientos de suelo y partes vegetales, y se conservaron las cepas puras de los mismos y se integraron al cepario del Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Ciencias Agrícolas, de la FESC.

Se lograron los dos primeros postulados de Koch y con ello se aislaron e identificaron a los hongos asociados a las necrosis en las especies estudiadas del Jardín Botánico de la FESC-4.

Se identificó a *Fusarium sp* Cepa 3 (Ficha 5) como hongo asociado a necrosis en *Astrophytum asterias*.

En *Cephalocereus senilis* el hongo asociado a la necrosis fue *Fusarium sp* Cepa 5 (Ficha 10)

*Alternaria sp.* Cepa 2 (Ficha 15) es el hongo asociado a necrosis en *Echinocereus subinermis*.

En *Neolloydia conoidea* se identificó a *Fusarium sp* Cepa 6 (Ficha 13) como hongo asociado a la necrosis.

Se concluye que el objetivo general y los específicos fueron cumplidos.

Se acepta la hipótesis de trabajo, por lo que, si se siguen los primeros dos postulados de Koch se lograrán identificar a los hongos asociados a las necrosis que presentan los cactus colectados del Jardín Botánico de la FESC-4

## VI. LITERATURA CITADA

- Ábrego, A.O., Velázquez, S.L.M. 2017. Diagnóstico de enfermedades fungosas del café en el Ejido de Zaragoza, Ocosingo, Chiapas. Memoria del 2° Congreso Universitario de Ciencias Agroalimentarias. Cuauitlán Izcalli, Edo. Méx.: FESC-UNAM.
- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology (5 ed.). Elsevier Academic Press. New York, USA. 803 pp.
- Anderson, E. 1986. A revision of the genus *Neolloydia* B. & R. (Cactaceae). British Cactus and Succulent Society, 1-28.
- Anderson, E. 2001. The cactus family. Oregon, U.S.A.: Timber Press, Inc. 776 pp
- Arias C.E., Piñeros E.P. 2008. Aislamiento e identificación de hongos filamentosos de muestras de suelo de los paramos de Guasca y Cruz Verde (Trabajo de grado). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. 155 pp.
- Arias, S., Guzmán, U., Mandujano, M., Soto G.M., Golubov, J. 2005. Las especies mexicanas de cactáceas en riesgo de extinción. *CACTÁCEAS y suculentas mexicanas*, 50(4): 100-125.
- Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, L., Vázquez-Benítez, B. 2012. Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. Fascículo 95: 1-235.
- Benítez, H., Dávila, P. 2002. Las cactáceas mexicanas en el contexto de las CITES. *Biodiversitas*, 40: 8-11.
- Bennett, J. 2010. An Overview of the Genus *Aspergillus*. *Aspergillus: Molecular Biology and Genomics*. M. Machida y K. Gomi (eds.), Caister Academic Press, Norfolk, Reino Unido. 17 pp.

- Bonfil, A., Azcárraga, M., Jácquez, P., Quintana, M., De-Marcos, L., Jiménez, M., Serrano, S. 2018. Jardín Botánico de la FES Cuautitlán, UNAM "José Mariano Mociño y Losada". Edo. Méx. México. 11 pp.
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. 1:103-699.
- Bravo-Hollis, H., Scheinvar, L. 1999. El interesante mundo de las cactáceas. 2a edición. Fondo de Cultura Económica. México. 233pp.
- Brayford, D., Honda, B., Mantiri, F., Samuels, G. 2004. *Neonectria* and *Cylindrocarpon*: the *Nectria mammoidea* group and species lacking microconidia. *Mycologia*, 96(3):572-597.
- Burés, S. s/f. Manejo de sustratos. Junta de andalucia. Barcelona, España. 15pp.
- Cactus art. s/f. *Astrophytum asterias*. Recuperado el 05 de marzo de 2019, de [http://www.cactus-art.biz/schede/ASTROPHYTUM/Astrophytum\\_asterias/Astrophytum\\_asterias\\_aaa/Astrophytum\\_asterias.htm](http://www.cactus-art.biz/schede/ASTROPHYTUM/Astrophytum_asterias/Astrophytum_asterias_aaa/Astrophytum_asterias.htm)
- Cactuseros. s/f. *Neolloydia conoidea*. Recuperado el 05 de marzo de 2019, de [https://www.cactuseros.com/Especie/15091/Neolloydia\\_conoidea.html](https://www.cactuseros.com/Especie/15091/Neolloydia_conoidea.html)
- Cañedo, V., Ames, T. 2004. Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 62pp.
- Choreño, J., González, H., Terrazas, T., Hernández, A. 2002. Propagación in vitro de *Cephalocereus senilis* Haworth Pfeiffer a partir de aréolas. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 8(2): 183-196.
- CONABIO. 2010. Cacto viejito (*Cephalocereus senilis* Pfeiffer 1838). Fichas de especies mexicanas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D.F. 4pp.

- CONABIO. 2012. Cactus y biznagas. Recuperado el 26 de marzo de 2017, de [https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran\\_familia/plantas/magnoliayMarg/cactaceas.html](https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/plantas/magnoliayMarg/cactaceas.html)
- CONABIO. s/f. Categorías de riesgo en México. Recuperado el 26 de marzo de 2017, de <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/catRiesMexico.html>
- CONAFOR-UNAM. 2013. Manual Práctico: Conservación y restauración de cactáceas y otras plantas suculentas mexicanas. SEMARNAT. México. 110pp.
- Consulta Plantas. s/f. *Cephalocereus senilis*. Recuperado el 05 de marzo de 2019, de <http://www.consultaplantas.com/index.php/plantas-por-nombre/plantas-de-la-a-a-la-c/187-cuidados-de-la-planta-cephalocereus-senilis-o-cabeza-de-viejo>
- De la Torre, R. 2001. Inventario fitopatológico de las especies vegetales dominantes en la región de Zapotitlán de las Salinas, Pue. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. R013. México, D.F. 69pp.
- Del-Valle, P. 2016. Principios Biodinámicos de las especies fúngicas *Penicillium* sp. G1-a14 y *Penicillium spathulatum* B35 (Tesis Doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México. CDMX, México. 172pp.
- Domínguez R.D., Vázquez R.H., Reyes R.B., Arzaluz R.J., Martínez C.A. 2013. Aislamiento y purificación del hongo ectomicorrízico *Helvella lacunosa* en diferentes medios de cultivo. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16(1), 51-59.
- Fabrega, A., Agut, M., Calvo, M. 2002. El género *Alternaria*: Características morfológicas y capacidad de producción de micotoxinas. *Anales de la Real Academia de Doctores*, 6: 357-367.

- Fernández, M. 2015. Identificación y caracterización de grupos de especies de *Alternaria* y *Pithomyces* asociados a enfermedades del trigo en Argentina (Tesis de Maestría). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. 132pp.
- Feszt, G., Mihalte, L. 2008. Health evaluation of cactus collection in botanical garden at Cluj-Napoca, Romania. *Journal of Applied Horticulture*, 11(2):146-149.
- Franco, F. 2001. Influencia de los hongos endomicorrizicos en el crecimiento de plántulas de *Cephalocereus senilis* (Haw.) Pfeiff (Trabajo de grado). Universidad Nacional Autónoma de México. Edo. de Méx, México. 67 pp.
- Gómez H. C., Sánchez, E., Martínez, G., Bárcenas, R. 2017. *Neolloydia conoidea*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2017.
- Google Earth. s.f.. Localización del Jardín Botánico de la FES-C. Recuperado el 9 de septiembre de 2018, de <https://earth.google.com/web/@19.69125834,-99.18936748,2317.77407211a,16.92531735d,35y,-171.91288772h,54.42241677t,0r>
- Hernández , H., Godinez A.H. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Botanica Mexicana*, 26: 33-52.
- Hernández, M., Monter, N. 2013. Implantación a Microescala para Determinar las Características Fisiológicas de Hongos Miceliales y Levaduras en el Laboratorio de Microbiología General II de la Carrera de QFB de la FES Zaragoza (Trabajo de Grado). UNAM. D.F., México. 82pp.
- Heuchert, B., Braun, U., Schubert , K. 2005. Morphotaxonomic revision of fungicolous *Cladosporium* species (hyphomycetes). *Schlechtendalia*, 1-78.
- Holliday, P. 1995. *Fungus diseases of tropical crops*. Dover Publications. NY,USA. 607 pp.

Hong, S., Cho, H., Shim, C., Kwak, Y.S. 2018. Investigation of disease occurrences and rapid diagnosis in grafted cactus. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125(1): 109-114.

INIFAP. 2002. Propagación y mantenimiento de cactaceas. Folleto Técnico 21. San Luis Potosí, S.L.P., México.

Institut National de Santé Publique. 2016. *Acremonium* spp. Québec, Canadá.

International Mycological Association (IMA). 2016. *Acremonium*. Obtenido de Mycobank:  
<http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank&Rec=31504&Fields=All>

International Mycological Association (IMA). 2017. *Alternaria*. Obtenido de Mycobank: <http://www.mycobank.org/BioloMICSDetails.aspx?Rec=31788>

International Mycological Association (IMA). 2016. *Aspergillus*. Obtenido de Mycobank:  
<http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank&Rec=32325&Fields=All>

International Mycological Association (IMA). 2016. *Cladosporium*. Obtenido de Mycobank:  
<http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank&Rec=33538&Fields=All>

International Mycological Association (IMA). 2016. *Penicillium*. Obtenido de Mycobank:  
<http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank&Rec=39268&Fields=All>

International Mycological Association (IMA). 2017. *Fusarium*. Obtenido de Mycobank: <http://www.mycobank.org/BioloMICSDetails.aspx?Rec=41506>

- Jiménez D.R., Montesinos S.D. 2010. Enfermedades de las plantas causadas por hongos y oomicetos. Naturaleza y control integrado. Phytoma/ S.E.F. Valencia, España. 340pp.
- Jiménez, C. 2011. Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. Revista Digital Universitaria, 12(1): 1-23.
- Kenneth, R. 2008. Westcott's Plant Disease Handbook. 7a edición. Springer. NY, USA. 1032 pp.
- Lane, C., Beales, P., Hughes, K. 2012. Fungal Plant Pathogens (Principles and Protocols). CABI Publishing. Wallingford, U.K.: 324pp.
- Lascurain, M., Sánchez, O., Luna, V., Iglesias, C. 2006. Jardines botánicos, conceptos, operación y manejo "Adquisición, ingreso y manejo de material vegetal en un jardín botánico". 1ª edición. Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, A.C. Yucatán, México. 113-121.
- Lawrence, D., Rotondo, F., Gannibal, P. 2016. Biodiversity and taxonomy of the pleomorphic genus *Alternaria*. Mycological Progress, 15(3): 1-22.
- Leslie, J., Summerell, B. 2006. The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell Publishing. Iowa, USA. 386pp.
- Martínez, J., Mandujano, M., Golubov, J., Soto, M., Verhulst, J. 2004. Análisis del Método de Evaluación de Riesgo (MER) del "Falso peyote" (*Astrophytum asterias* (Zucc) Lem.) en México. Cactáceas y Suculentas Mexicanas, Tomo XLIX Año 49 (4): 118-126.
- Martínez A.J., Golubov, J., Mandujano, M., Jurado, E. 2008. Causas de mortalidad individual del "falso peyote" *Astrophytum asterias* (cactaceae); una cactácea amenazada: el efecto de daño de herbivoría en poblaciones mexicanas. CienciaUAT, 3(1): 70-74.
- Monroy, L., Lizarazo, L. 2010. Identificación de hongos fitopatógenos asociados al roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.), en los municipios de encino (Santander),

- Arcabuco, y Tipacoque (Boyacá). *Revista Colombia Forestal*, 13(2): 347-356.
- Monzón, A. 2001. Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. *Manejo Integrado de Plagas*. Costa Rica. (63): 95-103.
- Paredes A.R., Van-Devender, T., Felger, R. 2000. *Cactáceas de Sonora, México: su diversidad, uso y conservación*. IMADES/Arizona-Sonora Desert Museum Press. Texas, USA. 143pp.
- Piraccini, M., Tosti, A. 2004. White superficial onychomycosis: epidemiological, clinical and pathological study of 79 patient. *Arch. Dermatol.*, 140(6): 696-701.
- Refai, M., Hassan, A., & Hamed, M. 2015. *Monograph on The Genus Fusarium*. Universidad del Cairo. Cairo, Egipto. 276 pp.
- Retana , K., Ramírez C.J., Castro, O., Blanco M.M. 2018. Caracterización morfológica y molecular de *Fusarium oxysporum* f. sp. Apii asociado a la marchitez del apio en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 42(1): 115-126.
- Rosique, J. 2004. *Diversidad y abundancia de los hongos microscópicos del suelo de un tintal de Tabasco, México. (Tesis de Maestría)*. Facultad de Ciencias, UNAM. D.F., México.
- Royo M.M.H., Melgoza C.A., Quintana M.G. 2014. Especies vegetales en peligro, su distribución y estatus de conservación de los ecosistemas donde se presentan. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5(22): 86-103.
- Santiago, I., Gonçalves, V., Gómez S.B., Galetovic, A., Luiz, R. 2018. Fungal diversity in the Atacama Desert. *Antonie van Leeuwenhoek*, 11(8): 1345-1360.

- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. DOF: 30/12/2010.
- SEMARNAT. 2014. Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. DOF 05/03/2014.
- SEMARNAT. 2015. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. SEMARNAT. México.
- Silva, M. 2011. Hongos asociados a *Typha domingensis* Pers. Tule en canales de riego en tres regiones de México (Trabajo de Grado). Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán, México.
- Solé, M. 2002. Caracterización morfológica y molecular de hongos queratinofílicos: el orden onygenales (Tesis doctoral). Universitat Rovira i Virgili. Tarragona, España.
- The University of Adelaide. 2016. *Penicillium*. Obtenido de Mycology Online: <https://mycology.adelaide.edu.au/descriptions/hyphomycetes/penicillium/>
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2013. REVISIÓN DE 5 AÑOS-Cactus Estrella (*Astrophytum asterias*). Corpus Christi Ecological Services Field Office. Texas, USA.
- UCO. s/f. *Cladosporium Link ex Fr.* Obtenido de Aeromicrobiología de Córdoba: <http://www.uco.es/aerobiologia/hongos/cladospo.htm>
- Ulloa, M., Hanlin, T.R. 2006. Nuevo Diccionario Ilustrado de Micología. The American Phytopathological Society Press . Minnesota, USA. 672pp.
- Vallicelli, V. s/f. *Echinocereus subinermis*. Obtenido de La enciclopedia de CACTI: [http://www.iliflora.com/Encyclopedia/CACTI/Family/Cactaceae/16544/Echinocereus\\_subinermis](http://www.iliflora.com/Encyclopedia/CACTI/Family/Cactaceae/16544/Echinocereus_subinermis)

- Volcy, C. 2008. Génesis y evolución de los postulados de Koch y su relación con la fitopatología. Una revisión. *Agonomía Colombiana*, 26(1): 107-115.
- Vovides, A. 2006. Jardines botánicos, conceptos, operación y manejo “Aspectos curatoriales de un jardín botánico”. 1ª edición. Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, A.C. Yucatán, México. 105-113.
- Watanabe, T. 2010. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. 3ª edición. CRC Press. Florida, USA. 426pp.
- Woudenberg, J., Groenewald, J., Binder, M., Crous, P. 2013. *Alternaria* redefined. *Studies in Mycology*, 75: 171-212.

# **ANEXOS**

## Anexo 1. Clave de identificación de síntomas y signos.



### CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE SÍNTOMAS Y SIGNOS *Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán*



#### 1. NECROSIS.

Caracterizadas por la degeneración y muerte celular.

##### 1.1 PLESIONECROSIS.

Si se presentan antes de que ocurra la muerte celular.

###### 1.1.1 AMARILLAMIENTO.

El tejido foliar toma coloraciones amarillentas debido a la destrucción de la clorofila.

###### 1.1.2 MARCHITEZ.

Presencia de tejidos débiles y flácidos, debido a la pérdida de la turgencia celular provocada por la carencia de agua, por lo regular, por el taponamiento de los vasos conductores a causa de los patógenos.

###### 1.1.3 HIDROSIS.

Manchas traslúcidas, acuosas, como pequeñas manchas de agua contenidas dentro de los espacios intercelulares. Estas acumulaciones de líquidos provienen de células que han sufrido daños en sus membranas celulares.

##### 1.2 HOLONECROSIS.

Si se manifiesta hasta que las células y los tejidos mueren.

###### 1.2.1 EN TEJIDOS DE ALMACENAMIENTO.

###### PUDRICIÓN BLANDA.

Si es antecedido por hidrosis y por un reblandecimiento de los tejidos.

###### MOMIFICACIÓN.

El agua es eliminada rápidamente de los tejidos, por lo que el órgano atacado se seca, quedando con un aspecto arrugado, duro y seco.

###### 1.2.2 EN TEJIDOS VERDES

###### AHOGAMIENTO O “DAMPING-OFF”.

Marchitez y caída de las plantitas de almácigo, como consecuencia de la muerte (necrosis) de las células del cuello del tallo.

###### CHAMUSCADO.

Necrosis localizada alrededor del borde de la hoja.

## **Continuación de Anexo 1. Clave de identificación de síntomas y signos.**

### **TIZÓN.**

Necrosis extendida en toda la lámina foliar.

### **MANCHADO.**

Zonas de tejido necrótico bien definidas, de diversos colores y tamaños en ocasiones rodeadas por un borde púrpura o de algún otro color.

### **TIRO DE MUNICIÓN.**

Manchas necróticas muy pequeñas que posteriormente se rasgan y se caen dejando pequeños orificios.

### **RONCHA O ERUPCIÓN.**

Manchas necróticas sobre las que existe crecimiento micelial oscuro.

### **ABIGARRADO.**

Manchas necróticas muy pequeñas extendidas en todo el órgano.

### **RAYADO.**

Zonas alargadas de necrosis, a lo largo de las venas y tallos.

### **BANDEADO.**

Zonas necróticas alargadas, en las regiones intervenales de la lámina.

### **QUEMADURA.**

Repentina desecación, debilitación y muerte de toda la hoja debido a la acción indirecta de la actividad del patógeno.

### **ESCALDADURA.**

Necrosis epidérmica que da como resultado un blanqueado de la epidermis y de los tejidos adyacentes en el fruto y las hojas.

### **AGOSTAMIENTO.**

Muerte repentina de brotes o yemas foliares.

### **DESGRANAMIENTO.**

Necrosis extensiva que provoca la caída de los frutos.

### **1.2.3 EN TEJIDOS LEÑOSOS.**

#### **CÁNCER.**

Necrosis restringida a los tejidos corticales del tallo o raíz, generalmente rodeado de un callo de tejido sano.

## **Continuación de Anexo 1. Clave de identificación de síntomas y signos.**

### **MUERTE REGRESIVA.**

Necrosis extensiva que se origina en el ápice de brotes y corre hacia la base, generalmente después de la hibernación.

### **SANGRADURA.**

Exudado de tejidos leñosos, de consistencia acuosa, generalmente de colores vivos.

### **GOMOSIS.**

Exudado de consistencia viscosa o gomosa, generalmente en frutos.

**Anexo 2. Formato de colecta de *Astrophytum asterias* (Modificado de Ábrego y Velázquez, 2017).**



**FORMATO DE COLECTA DE EJEMPLARES FITOPATOLÓGICOS (CAMPO)**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán



A) DATOS GENERALES	
Colecta No.	1
Localidad	FESC-C4
Coordenadas	19° 41' 30" Lat. N, -99° 11' 25.2708" Long. O.
Fecha	10/08/2017
Nombre Científico	<i>Astrophytum asterias</i>
Nombre Común	Peyotillo



B) APARIENCIA GENERAL DEL HOSPEDERO		
Marchitez	Áreas muertas	Tizones
Amarillamiento	Manchas foliares	Desarrollo anormal
Observaciones y/o especificaciones:		

D) TIPO DE SÍNTOMA
<i>Anexo 1 : Clave de identificación de síntomas y signos.</i>
Síntoma: Plesionecrosis

F) CONDICIONES DURANTE LA APARICIÓN DE LOS SÍNTOMAS Y DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD		
Precipitación	Vientos	T° alta
Granizo	Heladas	HR alta

H) QUÍMICOS APLICADOS		
Fertilizantes	Defoliantes	
Herbicidas	Fungicidas	Otro

Observaciones y/o especificaciones: Fertilizante Peters, Insecticida orgánico a base de canela y chile y Diazinon. Fungicida Captán y previcur.
---

C) ÓRGANOS AFECTADOS				
Raíz	Tallo	Hoja	Flor	Fruto

E) SIGNO
<i>Anexo 1: Clave de identificación de síntomas y signos.</i>
<b>Signo: MARCHITEZ.</b> Presencia de tejidos débiles y flácidos, debido a la pérdida de la turgencia celular provocada por la carencia de agua, por lo regular, por el taponamiento de los vasos conductores a causa de los patógenos.

G) LABORES CULTURALES		
Riego	Materia orgánica	Podas
Aclareos	Fertilizaciones	Otro

Observaciones y/o especificaciones: Riego de 2 a 3 veces por semana. Trasplante 1 vez al año. Fertilizaciones constantes de marzo a noviembre.
--

I) CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
Observaciones y/o especificaciones: pH neutro, textura porosa para un buen drenaje (tepojal) dependiendo del tamaño de la cactácea el sustrato será de diferentes dimensiones. Los semilleros si requieren de un 30 por ciento de materia orgánica para un buen desarrollo.

### **Anexo 3. Medios de cultivo.**

#### **PDA (papa-dextrosa-agar)**

- 39g L<sup>-1</sup> de PDA (formulado comercial).
- 1 L de agua destilada.
- 200 µg mL<sup>-1</sup> de antibiótico cloranfenicol.

Se suspenden 39 g del PDA en un litro de agua destilada, se calienta agitando frecuentemente y se deja que hierva por un minuto para disolver completamente el medio, se esteriliza durante 20 minutos en autoclave a 121 °C. Cuando el medio está aún líquido pero no muy caliente se agrega el antibiótico.

#### **SDA (sabouraud-dextrosa-agar)**

- 65g L<sup>-1</sup> de SDA (formulado comercial).
- 1 L de agua destilada.
- 200 µg mL<sup>-1</sup> de antibiótico cloranfenicol.

Se suspenden 65 g de medio deshidratado en un litro de agua destilada, se calienta agitando frecuentemente y se deja hervir durante un minuto para disolver completamente los ingredientes, evitando el sobrecalentamiento. Se esteriliza a 121 °C durante 20 minutos. Cuando el medio está aún líquido pero no muy caliente se agrega el antibiótico.

#### **V8A (jugo V8-Agar)**

- 300 mL de jugo V8 (marca HERDEZ).
- 700 mL de agua destilada.
- 15 g L<sup>-1</sup> de agar bacteriológico.
- 200 µg mL<sup>-1</sup> de antibiótico cloranfenicol.

Mezclar el jugo V8 con el agua destilada, y se suspenden los 15 g de agar en la mezcla, durante 20 minutos en autoclave a 121 °C. Cuando el medio está aún líquido pero no muy caliente se agrega el antibiótico.

#### **Anexo 4. Formato de fichas de manejo y control de cepario.**

Las fichas de manejo y control de cepario están conformadas por una portada con el nombre del hongo identificado, el nombre científico del hongo, su taxonomía, microfotografías que muestran las imágenes de estructuras microscópicas relevantes para la identificación, ya que esto nos da una información general que nos permite conocer el hongo.

También contiene información de la colecta del ejemplar como la fecha, la especie colectada con su respectiva fotografía con el síntoma, la ubicación con su georreferenciación. Asimismo viene información de la técnica de aislamiento del hongo, los medios de cultivo utilizados para la cepa pura y para el microcultivo, la técnica de identificación, con esto se señala la metodología utilizada y las condiciones de desarrollo del hongo.

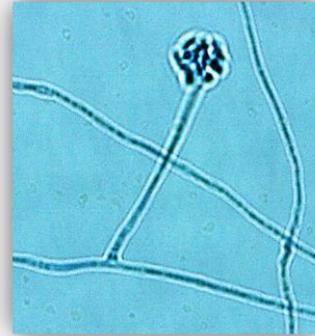
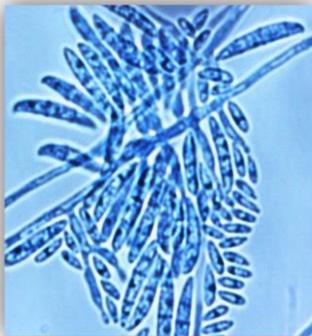
Consecutivamente se muestran las características y descripciones específicas del hongo, como las características culturales de la colonia, la clave de identificación del género, descripción del género, la descripción y medidas de las estructuras microscópicas.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN  
INGENIERÍA AGRÍCOLA



# 1. *Acremonium* sp.



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2. Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de <i>Acremonium sp.</i></b>	<b>5</b>

## 1. Nombre científico.

*Acremonium* sp (Link)

### 1. 1 Taxonomía (International Mycological Association, 2016).

Súper Reino: *Eukaryota*

Reino: *Fungi*

Subreino: *Dikarya*

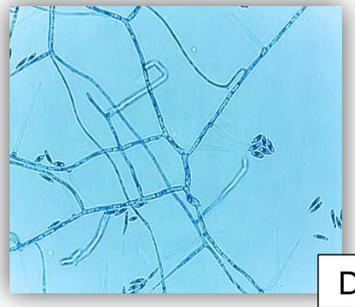
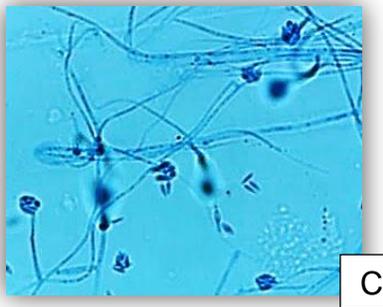
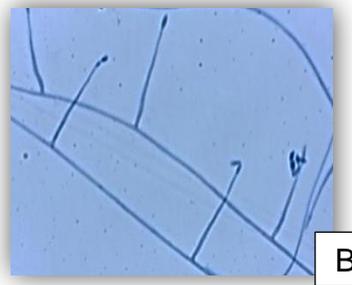
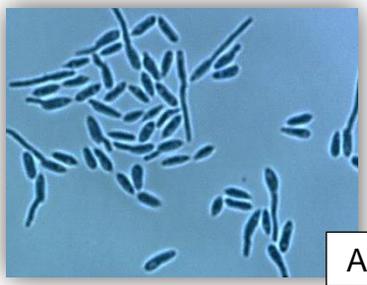
División: *Ascomycota*

Orden: *Hypocreales*

Familia: *Hypocreaceae*

Género: *Acremonium*

### 1.2 Micrografías.



A<sup>1</sup>. Germinación de hialosporas (24 horas) 100x. B. Formación de conidióforos (48 horas) 40x. C. Formación de cabezas (72 horas) 40x. D. Conidios dispuestos en cabezuela, característicos del género (96 horas) 40x.

---

<sup>1</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

21 de marzo de 2017

### **2.2 Hospedero.**

Suelo con peyotillo que presentaba pudrición de raíz.



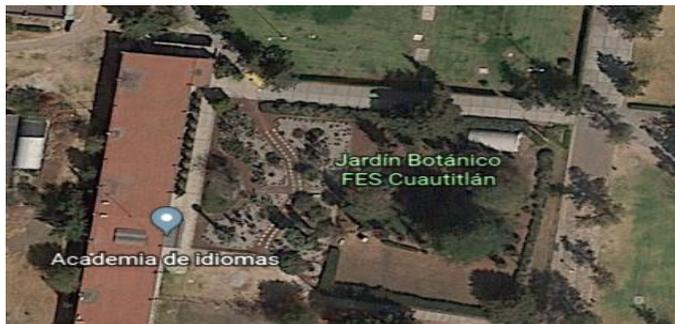
***Astrophytum asterias* con pudrición de raíz.**

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google-Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Dilución en serie de suelo.

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en V8A (jugo V8-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

### 5. Técnica de identificación.

Validación, cepa pura, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . Cepa incolora, con apariencia cremosa y con una textura lisa, topografía plana, en la periferia crecimiento somático hialino de aspecto algodonoso. Reverso con mismo aspecto. Crecimiento lento, alcanzando un diámetro de 13 mm en una semana ( $1.85 \text{ mm día}^{-1}$ ).



**Cepa de *Acremonium* sp.**

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

1. Conidia con una célula.....	7
7. Conidióforos sin célula apical hinchada .....	8
8. Conidia hialina.....	13
13. Conidia no globosa.....	14
14. Conidia no en forma de barco o lunar, ni con apéndices.....	15
15. Conidia clavada.....	18
18. Conidióforos poco desarrollados.....	19
19. Fiálides y conidia ambos hialinos.....	20
20. Conidia con una célula.....	<b>Acremonium</b>

### 7.1 Descripción de Género

El género *Acremonium*, es un taxón de distribución mundial, saprofita, común en el suelo, hojas y heno. La similitud entre sus numerosas especies, dificulta su identificación (Piraccini y Tosti, 2004)

Koneman y Roberts, 1987, mencionan que las colonias son de color blanco grisáceo, crema o durazno claro, lisas por la producción de un delicado micelio aéreo corto. Se ven variantes de las colonias blancas, rosadas y gris-amarillas. Microscópicamente, los conidióforos son largos delicados y casi como pelos (Arias y Piñeros, 2008).

Las colonias demoran diez días en alcanzar un diámetro de 15 a 30 mm en agar papa dextrosa (PDA) a 20 °C. Las dimensiones de las fialides son de 30 - 70 x 1,5 -3,5 µm (Brayford *et al.*, 2004).

Las conidias o hialosporas, son oblongas (1-3 x 4-8 mm), generalmente unicelulares, hialinas o pigmentadas. Por lo general, aparecen en grupos, en bolas o raramente como cadenas frágiles; las conidias pueden agregarse en cabezas viscosas en el vértice de cada fiálide, unidas por un material gelatinoso (Institut National de Santé Publique, 2016).

## **7.2. Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Acremonium sp.***

Micelio hialino, con hifas septadas; esporas hialinas unicelulares fusiformes con un ancho de 1.2  $\mu\text{m}$  y de largo de 4.8 a 7.2  $\mu\text{m}$ ; conidióforo simple, no septado que llega a los 24  $\mu\text{m}$  de largo, en el extremo apical del conidióforo presenta una cabezuela mucosa formada de hialosporas agregadas con diámetro desde los 4.8 a los 12  $\mu\text{m}$ .



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN  
INGENIERÍA AGRÍCOLA



## 2. *Fusarium sp.* Cepa 1



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras</b>	<b>5</b>
microscópicas de <i>Fusarium sp.</i>	

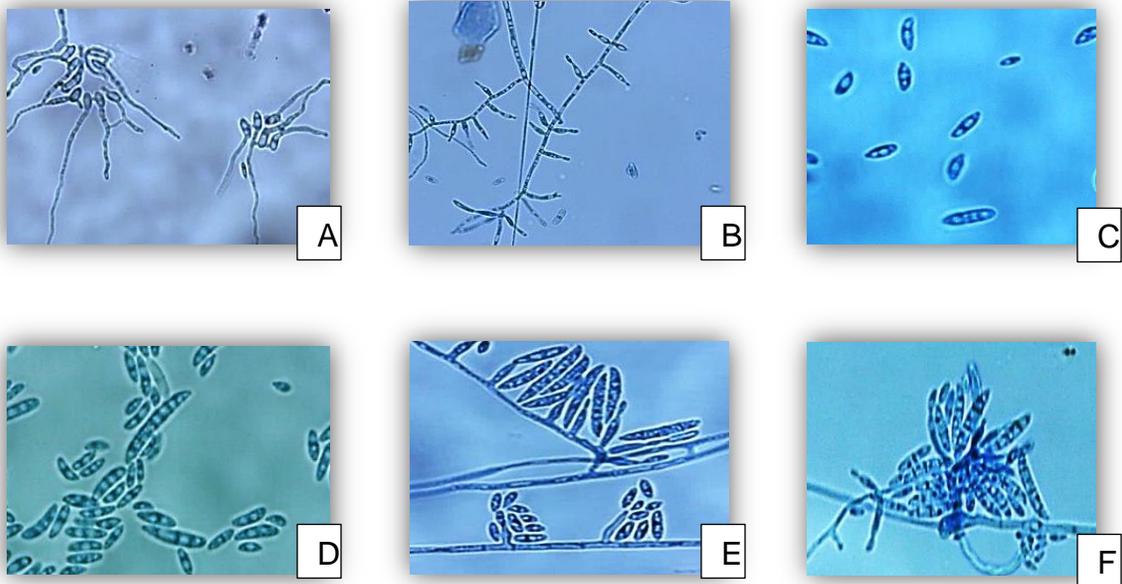
## 1. Nombre científico.

*Fusarium sp.* (Link)

### 1.1 Taxonomía (International Mycological Association, 2017).

Súper Reino: *Eukaryota*  
Reino: *Fungi*  
Subreino: *Dikarya*  
División: *Ascomycota*  
Clase: *Sordariomycetes*  
Orden: *Hypocreales*  
Familia: *Nectriaceae*  
Género: *Fusarium*

### 1.2 Micrografías.



A<sup>2</sup>. Conidios con germinación polar (48 horas) 40x. B. Formación de monofiálides (24 horas) 40x. C. Microconidias con hasta tres septos (24 horas) 100x. D. Macroconidias (48 horas) 100x. E. Esporulación de macro y microconidias (72 horas) 100x. F. Esporodocio (96 horas) 100x.

---

<sup>2</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

10 de agosto de 2017

### **2.2 Hospedero.**

Suelo con peyotillo que presentaba pudrición de raíz.



***Astrophytum asterias* con pudrición de raíz.**

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google-Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Dilución en serie de suelo.

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en SDA (sabouraud-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

### 5. Técnica de identificación.

Validación, cepa pura, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . Cepa con crecimiento radial color blanco y textura algodonosa, al centro una pigmentación difusible roja tenue y en la periferia crecimiento somático hialino, topografía con ligeras depresiones por bordes que van del centro hacia la periferia, reverso similar, aroma a papa. Crecimiento de 67 mm en cinco días ( $13.4 \text{ mm día}^{-1}$ ).



Frente y reverso de cepa de *Fusarium sp.*

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

1. Conidios con dos o más células.....	6
6. Conidios con más de dos células.....	7
7. Conidios con apéndices terminales.....	10
10. Conidios no filiformes.....	12
12. Conidios en forma lunar, con célula de pie .....	<b>Fusarium</b>

### 7.1 Descripción de Género

*Fusarium* es un patógeno facultativo con alta capacidad de sobrevivir en materia orgánica y que a la vez tiene la capacidad de atacar la planta cuando esta sufre algún tipo de desbalance. Los principales mecanismos de dispersión del patógeno son los movimientos de suelo infectado, el agua de escorrentía y el uso de almácigo infectado (Retana *et al.*, 2018).

Básicamente pueden desarrollarse tres formas de conidios, las microconidias que en general son fialosporas; aunque en algunas especies, por ejemplo *F. fusaroides*, se forman microconidios como blastosporas; las macroconidias son fusoides, uno o más septada, con una célula del pie que lleva un talón; las esporas en reposo (Clamidosporas) se forman en muchas especies, son globosas con una pared gruesa, intercaladas, solitarias, en cadenas o grumos, o terminal en ramas laterales cortas, también pueden formarse a partir de células del macroconidio (Holliday, 1995).

Gran cantidad de especies del género presentan colonias lanosas a algodonosas, planas y extendidas, de colores que pueden ser blanco, crema, canela, salmón, canela, amarillo, rojo, violeta, rosa o morado; y en el reverso, puede ser incoloro, bronceado, rojo, morado oscuro, o marrón. Los esporodoquios consisten en masas de conidióforos ramificados que en el cultivo se acumulan y se ven macroscópicamente como cuerpos elevados de color claro. Los macroconidios nacen del esporodoquio, son fialosporas, en su mayoría son largos, delgados, más bien puntiagudos en ambos extremos. Se pueden formar microconidios que por lo general, están presentes en el micelio aéreo del crecimiento del cultivo, apareciendo como esporas pequeñas, generalmente unicelulares, y de forma

ovalada, aunque en algunas especies pueden ser apiculadas, con forma de lágrima o en forma de pera y, a veces, incluso esféricas; pueden ser fialosporas o también pueden ser blastosporas, que son esporas secas producidas por brotes en la punta del conidióforo. Las clamidiosporas existen en algunas, pero no en todas las *Fusarium spp.*; tales esporas son más o menos esféricas, de aproximadamente 7-16 de diámetro, ocurren a menudo individualmente, pero a veces son dobles o incluso están en cadenas o en grandes grupos en algunas especies, se forman en conidios o en hifas, ya sea de manera terminal o intercalar, y aparecen generalmente cuando los nutrientes disponibles se están agotando y el cultivo ya es antiguo (Refai *et al.*, 2015).

## **7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Fusarium sp.***

Micelio hialino septado; microconidios ovoides de hasta tres células, mayormente de un septo pero algunos con hasta tres septos, de 3.6  $\mu\text{m}$  de ancho y hasta 16.8  $\mu\text{m}$  de largo, se producen a partir de monofiálides; macroconidias en forma de canoa (típica del género), hialinas con el lado dorsal más curvo que el lado ventral, célula apical de forma contusa y célula basal apenas en forma angular o de muesca, de tres a ocho septos, de hasta 7.2  $\mu\text{m}$  de ancho y 28.8  $\mu\text{m}$  de largo.



### 3. *Cladosporium* sp. Cepa 1



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de <i>Cladosporium sp.</i></b>	<b>5</b>

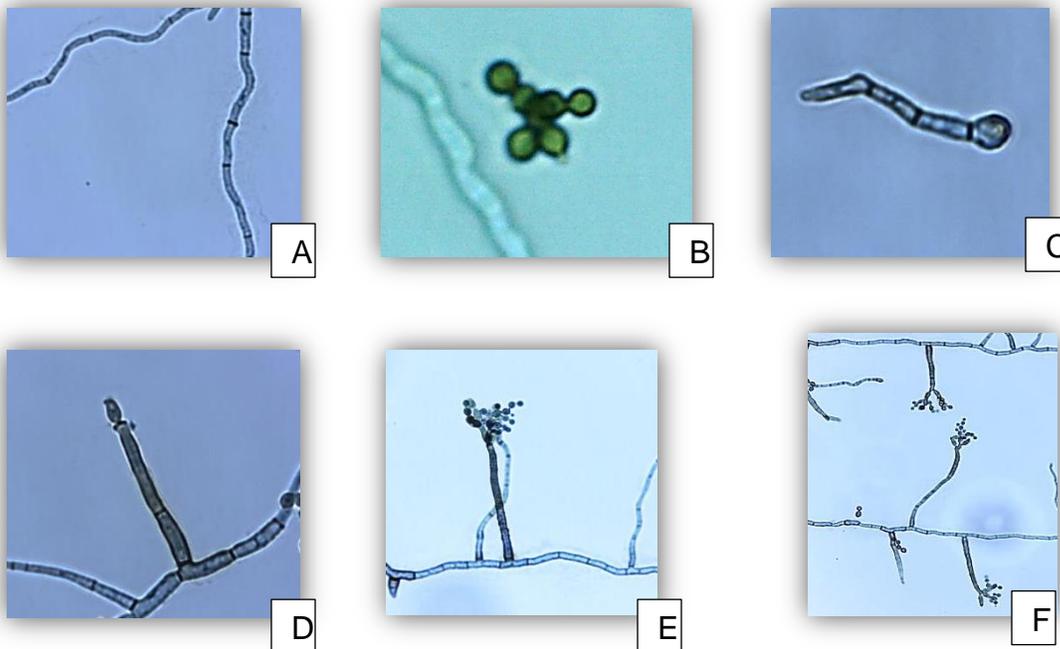
## 1. Nombre científico.

*Cladosporium sp* (Link)

### 1.1 Taxonomía (International Mycological Association, 2016).

Súper Reino: *Eukaryota*  
Reino: *Fungi*  
Subreino: *Dikarya*  
División: *Ascomycota*  
Clase: *Dothideomycetes*  
Orden: *Capnodiales*  
Familia: *Cladosporiaceae*  
Género: *Cladosporium*

### 1.2 Micrografías.



A<sup>3</sup>. Hifas septadas color verde oliva(24 horas) 40x. B. Blastosporas (24 horas) 100x. C. Conidio con germinación polar (24 horas) 100x. D. Formación de conidióforo (48 horas) 100x. E. y F. Conidióforo con fiálides y blastosporas catenuladas (72 horas) 100x. y (96 horas) 40x.

---

<sup>3</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

10 de agosto de 2017

### **2.2 Hospedero.**

Suelo con peyotillo que presentaba pudrición de raíz.



***Astrophytum asterias* con pudrición de raíz.**

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google-Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Dilución en serie de suelo.

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en SDA (sabouraud-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

### 5. Técnica de identificación.

Validación, cepa pura, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . Cepa color verde grisáceo, de textura aterciopelada y crecimiento somático hialino en la periferia de tamaño reducido. Presenta un tipo de rugosidad que hace que tenga ciertas elevaciones irregulares y bordes radiales del centro hacia la periferia. Crecimiento del diámetro de 3.7 mm por día.



**Cepa de *Cladosporium* sp.**

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

1. Conidióforos bien desarrollados.....	11
11. Células conidiógenas no diferenciadas.....	16
16. Conidia unicelular.....	17
17. Conidia pigmentada.....	19
19. Conidia elipsoidal y otras.....	<b>Cladosporium</b>

### 7.1 Descripción de Género

*Cladosporium* forma colonias de color oliváceo y a veces grises o marrones; aterciopeladas, algodonosas o pelosas; a veces presenta estromas. Sus conidióforos son simples o poco ramificados, con una coloración marrón o verdosa, y de superficie lisa o ligeramente granulosa en algunas especies. Muchas de sus especies poseen ramoconidios con o sin septos. La célula conidiógena es poliblastica, generalmente integrada y simpodial; da lugar a conidios que generalmente quedan en cadenas acrópetas, o a veces se presentan solitarios. Pueden ser de forma variada (elipsoidales, limoniformes, oblongos, esféricos, subesféricos, fusiformes), con una cicatriz en la base y pueden ser unicelulares o poseer uno a tres septos transversales; poseen pared lisa, verrugosa o equinada, hialina a pigmentada, de color oliváceo a marrón oscuro. Los conidios de *Cladosporium* pueden aparecer encadenados o solitarios. Poseen un tamaño aproximado de 3-7 x 2-4 (UCO, s/f).

Micelio inmerso o superficial; hifas ramificadas, septadas, subhialinas a pigmentadas, lisas. Células conidiógenas integradas, terminales o intercaladas, monoblasticas o generalmente poliblasticas, de proliferación simpodial, locus conidiógenos conspicuos, protuberantes, engrosados, refractivos a oscurecidos, compuestos por una cúpula convexa central, rodeados por un borde periclínico elevado (coronado); formación conidial holoblastica (Heuchert *et al.*, 2005).

Estroma a veces presente. Conidióforos macronematosos, semi-macronematoso y a veces también micro-nematoso. Conidióforos macronematosos rectos o flexibles, en su mayoría no ramificados o con ramas restringidas a la región apical que forman un estípite y la cabeza, café oliva o café, liso o verrugoso.

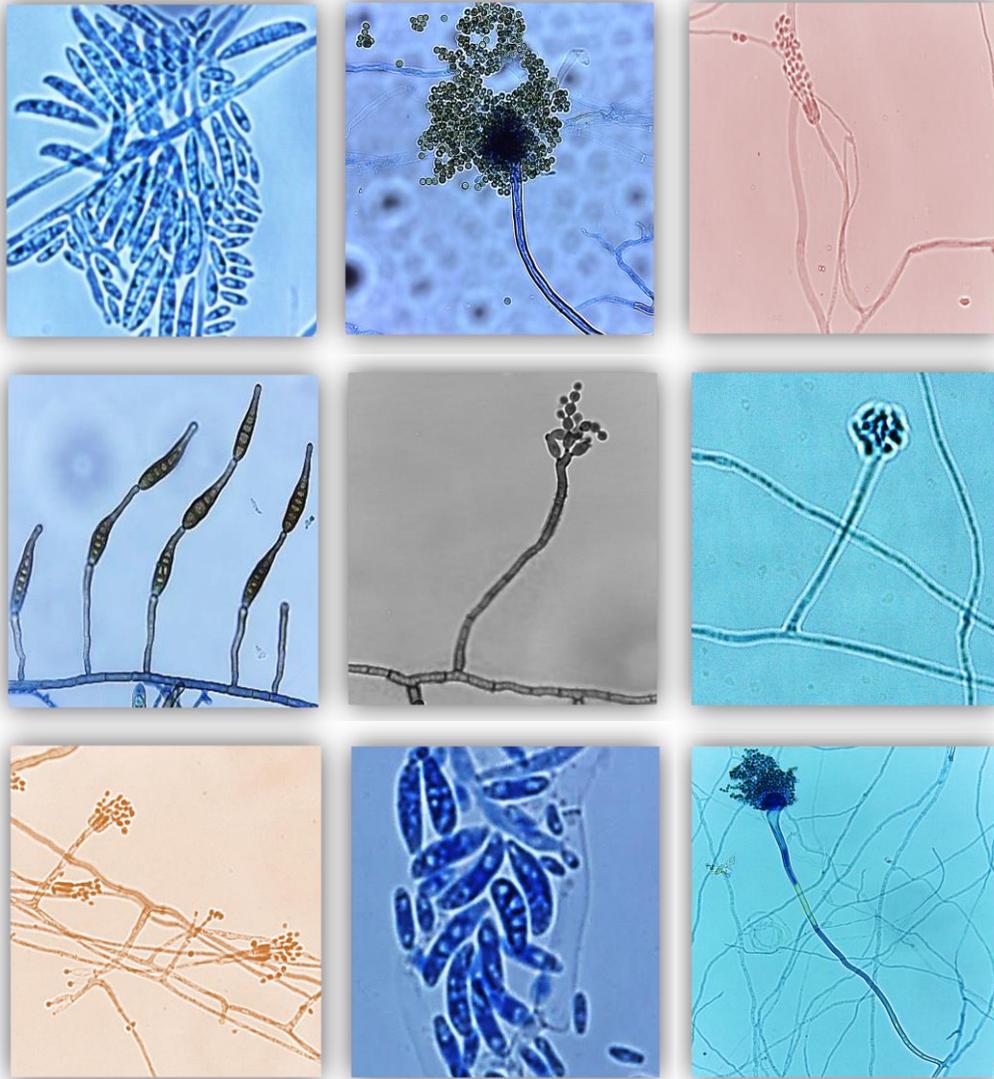
Ramoconidia a menudo presente. Conidia catenulada como regla, pero a veces solitaria, especialmente en spp. con conidias grandes, a menudo en cadenas ramificadas, acropleurógena, simples, cilíndricas, doliformes, elipsoidales, fusiformes, ovoides, esféricas o subesféricas, a menudo con una cicatriz distintivamente protuberante en cada extremo o solo en la base, de café oliva pálido café oliva oscuro o café, liso, verrugoso o equinulado, con cero a tres u ocasionalmente más septos (Holliday, 1995).

## **7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Cladosporium sp.***

Hifas septadas, de ancho desde 2.4  $\mu\text{m}$  a 4.8  $\mu\text{m}$ , color oliváceo; conidios globosos, sin septos, de pared lisa, con diámetro de 3.6  $\mu\text{m}$  a 7.2  $\mu\text{m}$ ; conidióforo septado, semimacronematoso, de 29  $\mu\text{m}$  a 74.5  $\mu\text{m}$  de largo, ramificado en la parte apical formando una cabeza con conidios catenulados que llegan a medir de largo 12  $\mu\text{m}$ .



## 4. *Fusarium* sp. Cepa 2.



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de <i>Fusarium sp.</i></b>	<b>5</b>

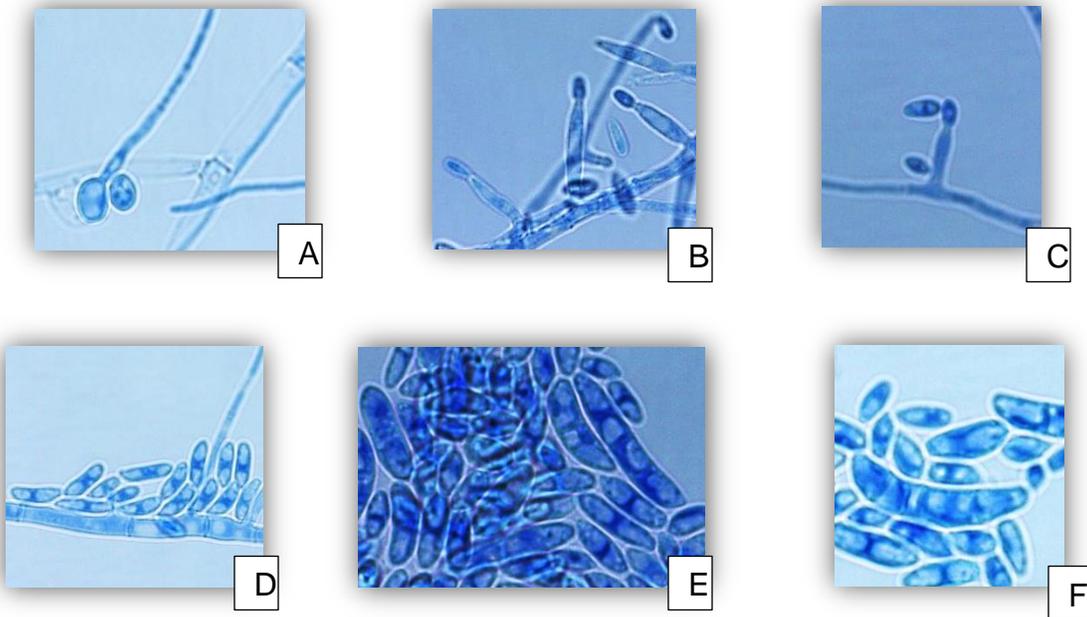
## 1. Nombre científico.

*Fusarium sp.* (Link)

### 1.1 Taxonomía (International Mycological Association, 2017).

Súper Reino: *Eukaryota*  
Reino: *Fungi*  
Subreino: *Dikarya*  
División: *Ascomycota*  
Clase: *Sordariomycetes*  
Orden: *Hypocreales*  
Familia: *Nectriaceae*  
Género: *Fusarium*

### 1.2 Micrografías.



A.<sup>4</sup> Conidio con germinación polar (96 horas) 100x. B. Formación de monofiálides (96 horas) 100x. C. Germinación de microconidio de monofiálde (96 horas) 100x. D. Microconidias (96 horas) 100x. E y F. Macro y microcondios (96 horas) 100x.

---

<sup>4</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

10 de agosto de 2017

### **2.2 Hospedero.**

Suelo con peyotillo que presentaba pudrición de raíz.



***Astrophytum asterias* con pudrición de raíz.**

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google-Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Dilución en serie de suelo.

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

### 5. Técnica de identificación.

Validación, cepa pura, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . Cepa con crecimiento radial color blanco y textura algodonosa, al centro una pigmentación difusible rosa y en la periferia crecimiento somático hialino, aroma a papa. Crecimiento de 45 mm en cinco días ( $9 \text{ mm día}^{-1}$ ).



Frente y reverso de cepa de *Fusarium sp.*

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

1. Conidios con dos o más células.....	6
6. Conidios con más de dos células.....	7
7. Conidios con apéndices terminales.....	10
10. Conidios no filiformes.....	12
12. Conidios en forma lunar, con célula de pie .....	<b>Fusarium</b>

### 7.1 Descripción de Género

*Fusarium* es un patógeno facultativo con alta capacidad de sobrevivir en materia orgánica y que a la vez tiene la capacidad de atacar la planta cuando esta sufre algún tipo de desbalance. Los principales mecanismos de dispersión del patógeno son los movimientos de suelo infectado, el agua de escorrentía y el uso de almácigo infectado (Retana *et al.*, 2018).

Básicamente pueden desarrollarse tres formas de conidios, las microconidias que en general son fialosporas; aunque en algunas especies, por ejemplo *F. fusaroides*, se forman microconidios como blastosporas; las macroconidias son fusoides, una o más septada, con una célula del pie que lleva un talón; las esporas en reposo (Clamidosporas) se forman en muchas especies, son globosas con una pared gruesa, intercaladas, solitarias, en cadenas o grumos, o terminal en ramas laterales cortas, también pueden formarse a partir de células del macroconidio (Holliday, 1995).

Gran cantidad de especies del género presentan colonias lanosas a algodonosas, planas y extendidas, de colores que pueden ser blanco, crema, canela, salmón, canela, amarillo, rojo, violeta, rosa o morado; y en el reverso, puede ser incoloro, bronceado, rojo, morado oscuro, o marrón. Los esporodoquios consisten en masas de conidióforos ramificados que en el cultivo se acumulan y se ven macroscópicamente como cuerpos elevados de color claro. Los macroconidios nacen del esporodoquio, son fialosporas, en su mayoría son largos, delgados, más bien puntiagudos en ambos extremos. Se pueden formar microconidios que por lo general, están presentes en el micelio aéreo del crecimiento del cultivo, apareciendo como esporas pequeñas, generalmente unicelulares, y de forma

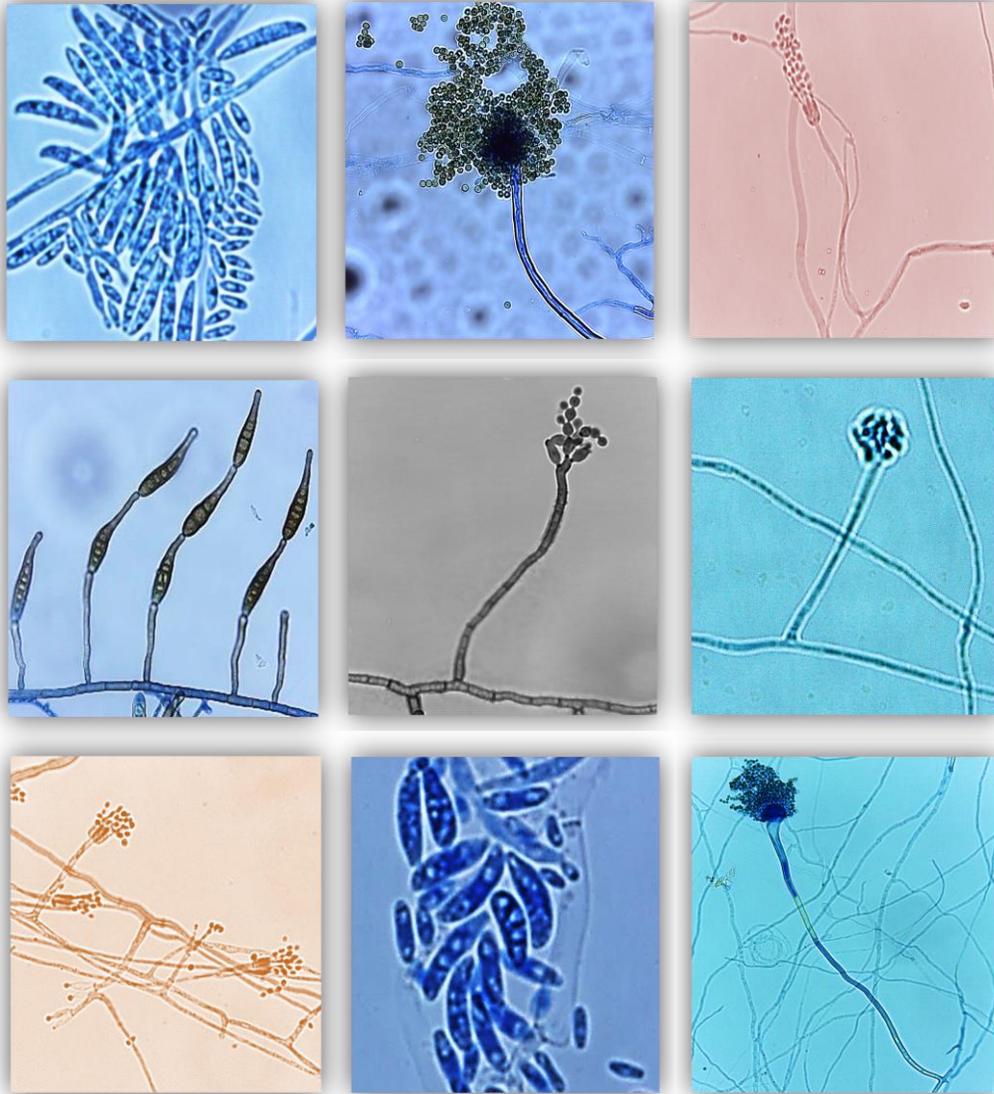
ovalada, aunque en algunas especies pueden ser apiculadas, con forma de lágrima o en forma de pera y, a veces, incluso esféricas; pueden ser fialosporas o también pueden ser blastosporas, que son esporas secas producidas por brotes en la punta del conidióforo. Las clamidiosporas existen en algunas, pero no en todas las *Fusarium spp.*; tales esporas son más o menos esféricas, de aproximadamente 7-16 de diámetro, ocurren a menudo individualmente, pero a veces son dobles o incluso están en cadenas o en grandes grupos en algunas especies, se forman en conidios o en hifas, ya sea de manera terminal o intercalar, y aparecen generalmente cuando los nutrientes disponibles se están agotando y el cultivo ya es antiguo (Refai *et al.*, 2015).

## **7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Fusarium sp.***

Micelio hialino septado; microconidios ovales de hasta tres células, mayormente de dos segmentos pero algunos con hasta tres segmentos, de 5.08  $\mu\text{m}$  de ancho y hasta 15.24  $\mu\text{m}$  de largo, se producen a partir de monofiálides; macroconidias en forma de canoa (típica del género), hialinas con el lado dorsal más curvo que el lado ventral, célula apical de forma contusa y célula basal en forma de pie, de tres a cinco septos, mayormente cuatro de hasta 5.08  $\mu\text{m}$  de ancho y 20.32  $\mu\text{m}$  de largo.



## 5. *Fusarium* sp. Cepa 3.



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de <i>Fusarium sp.</i></b>	<b>5</b>

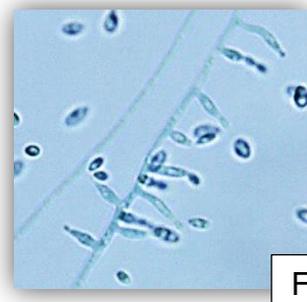
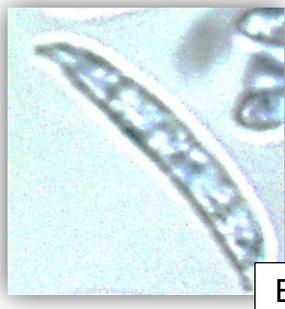
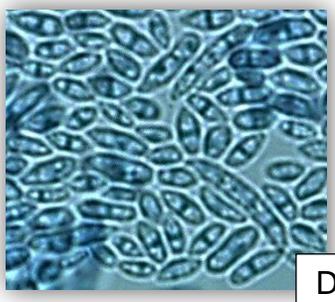
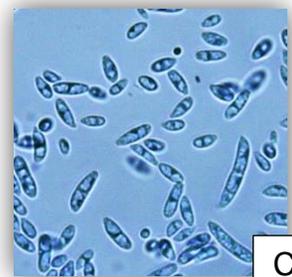
## 1. Nombre científico.

*Fusarium sp.* (Link)

### 1.1 Taxonomía (International Mycological Association, 2017).

Súper Reino: *Eukaryota*  
Reino: *Fungi*  
Subreino: *Dikarya*  
División: *Ascomycota*  
Clase: *Sordariomycetes*  
Orden: *Hypocreales*  
Familia: *Nectriaceae*  
Género: *Fusarium*

### 1.2 Micrografías.



A<sup>5</sup>. Hifas septadas (96 horas) 100x. B. Formación de monofiálides (96 horas) 40x. C. y D. Micro y macroconidios (96 horas) 40 y 100x respectivamente. E. Macroconidio con cinco segmentos (96 horas) 100x. F. Germinación de microconidios de monofiálides (96 horas) 40x.

<sup>5</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

10 de agosto de 2017

### **2.2 Hospedero.**

Peyotillo que presentaba pudrición de tallo y raíz.



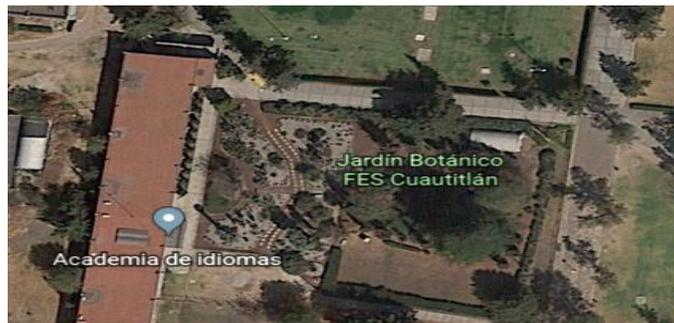
***Astrophytum asterias.***

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google-Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Aislamiento directo del signo (cámara húmeda de partes vegetales).

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

### 5. Técnica de identificación.

Validación, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . Colonia con crecimiento radial color blanco y textura vellosa, en la periferia crecimiento somático hialino, al centro una pigmentación color violeta, reverso similar. Olor a papa. Crecimiento de 51 mm en siete días ( $7.28 \text{ mm día}^{-1}$ ).



**Anverso y reverso de cepa de *Fusarium sp.***

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

1. Conidios con dos o más células.....	6
6. Conidios con más de dos células.....	7
7. Conidios con apéndices terminales.....	10
10. Conidios no filiformes.....	12
12. Conidios en forma lunar, con célula de pie .....	<b>Fusarium</b>

### 7.1 Descripción de Género

*Fusarium* es un patógeno facultativo con alta capacidad de sobrevivir en materia orgánica y que a la vez tiene la capacidad de atacar la planta cuando esta sufre algún tipo de desbalance. Los principales mecanismos de dispersión del patógeno son los movimientos de suelo infectado, el agua de escorrentía y el uso de almácigo infectado (Retana *et al.*, 2018).

Se considera generalmente perteneciente a los Hyphyomycetes moniliaceos. Básicamente pueden desarrollarse tres formas de conidios, las microconidias que en general son fialosporas; aunque en algunas especies, por ejemplo *F. fusaroides*, se forman microconidios como blastosporas; las macroconidias son fusoides, una o más septada, con una célula del pie que lleva un talón; las esporas en reposo (Clamidosporas) se forman en muchas especies, son globosas con una pared gruesa, intercaladas, solitarias, en cadenas o grumos, o terminal en ramas laterales cortas, también pueden formarse a partir de células del macroconidio (Holliday, 1995).

Gran cantidad de especies del género presentan colonias lanosas a algodonosas, planas y extendidas, de colores que pueden ser blanco, crema, canela, salmón, canela, amarillo, rojo, violeta, rosa o morado; y en el reverso, puede ser incoloro, bronceado, rojo, morado oscuro, o marrón. Los esporodoquios consisten en masas de conidióforos ramificados que en el cultivo se acumulan y se ven macroscópicamente como cuerpos elevados de color claro. Los macroconidios nacen del esporodoquio, son fialosporas, en su mayoría son largos, delgados, más bien puntiagudos en ambos extremos. Se pueden formar microconidios que por lo general, están presentes en el micelio aéreo del crecimiento del cultivo,

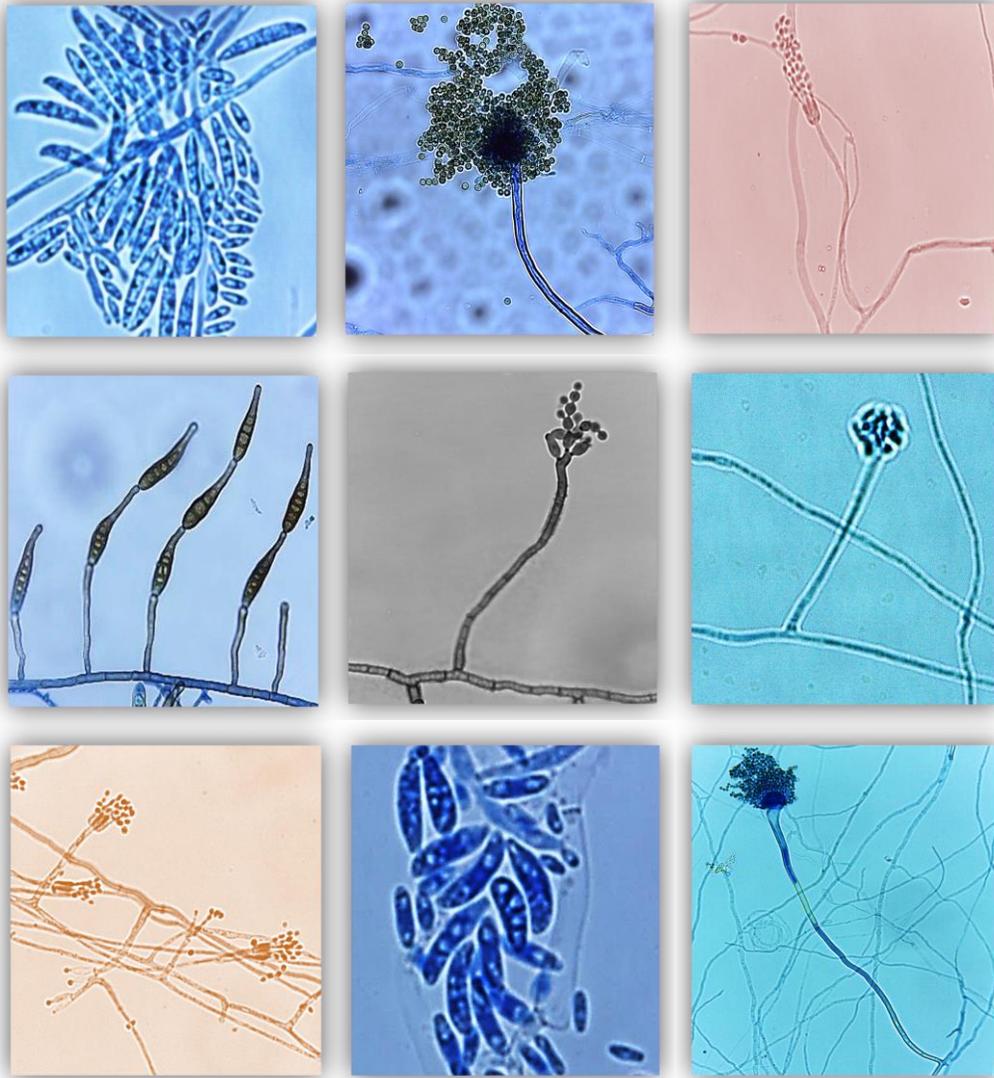
apareciendo como esporas pequeñas, generalmente unicelulares, y de forma ovalada, aunque en algunas especies pueden ser apiculadas, con forma de lágrima o en forma de pera y, a veces, incluso esféricas; pueden ser fialosporas o también pueden ser blastosporas, que son esporas secas producidas por brotes en la punta del conidióforo. Las clamidiosporas existen en algunas, pero no en todas las *Fusarium spp.*; tales esporas son más o menos esféricas, de aproximadamente 7-16 de diámetro, ocurren a menudo individualmente, pero a veces son dobles o incluso están en cadenas o en grandes grupos en algunas especies, se forman en conidios o en hifas, ya sea de manera terminal o intercalar, y aparecen generalmente cuando los nutrientes disponibles se están agotando y el cultivo ya es antiguo (Refai *et al.*, 2015).

## **7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Fusarium sp.***

Micelio hialino, con hifas septadas; microconidios ovales unicelulares (inmaduros) y bicelulares, de uno a dos septos, de 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho y hasta 12  $\mu\text{m}$  de largo, germinación de los microconidios a partir de monofiálides que se encontraron principalmente en la periferia del cubreobjetos; macroconidios en forma de canoa (típicos del género) hialinos, con el lado dorsal más curvo que el lado ventral, célula apical de forma papilada y célula basal con muescas distintamente, de hasta 5 septos, de 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho y 21.6  $\mu\text{m}$  de largo.



## 6. *Penicillium* sp.



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de <i>Penicillium sp.</i></b>	<b>5</b>

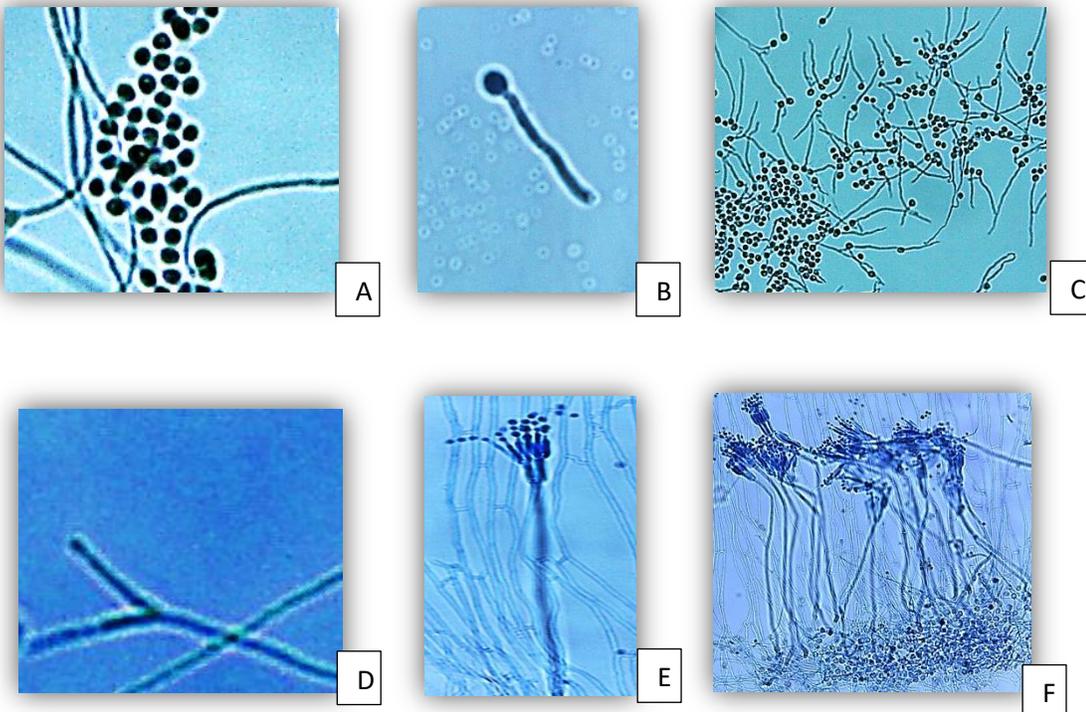
## 1. Nombre científico.

*Penicillium* sp (Link)

### 1.1 Taxonomía (International Mycological Association, 2016).

Súper Reino: *Eukaryota*  
Reino: *Fungi*  
Subreino: *Dikarya*  
División: *Ascomycota*  
Clase: *Euascomycetes*  
Orden: *Eurotiales*  
Familia: *Aspergillaceae*  
Género: *Penicillium*

### 1.2 Micrografías.



A<sup>6</sup>. Conidias globosas. (24 horas). 100x B y C. Conidios con germinación polar (24 horas). 100x y 40 x. D. Formación de conidióforo (48 horas) 100x. E. Formación de métula, fiálides y fialosporas (72horas) 40x. F. Penicilios con fialosporas en cadena, características del género. (96 horas) 40x.

---

<sup>6</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

10 de agosto de 2017

### **2.2 Hospedero.**

Suelo con viejito que presentaba pudrición de raíz.



***Cephalocereus senilis* con pudrición de raíz.**

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google-Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Dilución en serie.

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en SDA (sabouraud-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

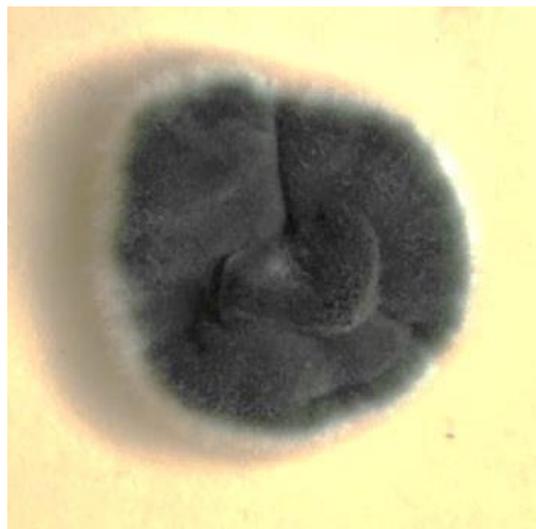
### 5. Técnica de identificación.

Validación, cepa pura, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . Cepa color verde grisáceo, de textura aterciopelada, algodonosa y crecimiento somático blanco en la periferia de tamaño reducido. Presenta un tipo de rugosidad que hace que tenga ciertas elevaciones irregulares. Crecimiento del diámetro de 4 mm por día.



Cepa de *Penicillium sp.*

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

1. Conidia una célula.....	7
7. Conidióforos sin una célula apical hinchada.....	8
8. Conidia hialina.....	13
13. Conidia no globosa.....	14
14. Conidia no en forma de barco o lunar, ni a menudo con apéndices.....	15
15. Conidia clavada.....	18
18. Conidióforos bien desarrollados.....	21
21. Conidios secos.....	22
22. Conidióforos hialinos, esporas agregadas en fila.....	23
23. Conidia no cilíndrica.....	24
24. Conidia globosa, penicilios bien desarrollados.....	<b>Penicillium</b>

### 7.1 Descripción de Género

Okuda et al (2000) menciona que las colonias de *Penicillium* son generalmente circulares, con borde neto muchas veces sin fructificación y mostrando el color del micelio. Inicialmente son blancas y luego se convierten en verdes, verde azuladas, gris verdosas, amarillentas o hasta rosadas. La superficie de la colonia madura puede ser aterciopelada, filamentosa, vellosa, lanosa o de textura algodonosa (Del-Valle, 2016).

Microscópicamente, las cadenas de los conidios unicelulares se producen en la sucesión basípeta de una célula conidiógena especializada llamada fiálide. Los conidios están en largas cadenas secas, divergentes o en columnas, son globulares, elipsoidales, cilíndricos o fusiformes, hialinos o verdosos, lisos o de pared rugosa. Los esclerocios son producidos por algunas especies (The University of Adelaide, 2016).

Micelio vegetativo incoloro o pálido o de color intenso, septado, ya sea predominantemente sumergido o parcialmente como cuerdas de hifas. Conidióforos que surgen de a las hifas sumergidas o aéreas, más o menos perpendiculares, separadas unas de otras o en algún grado agregadas en fascículos o compactadas en coremias definidas, septadas, lisas o ásperas, terminando en un ramal de ramas en forma de escoba. La última consiste en una sola espiral de órganos portadores de esporas (fiálides), o dos a varias veces

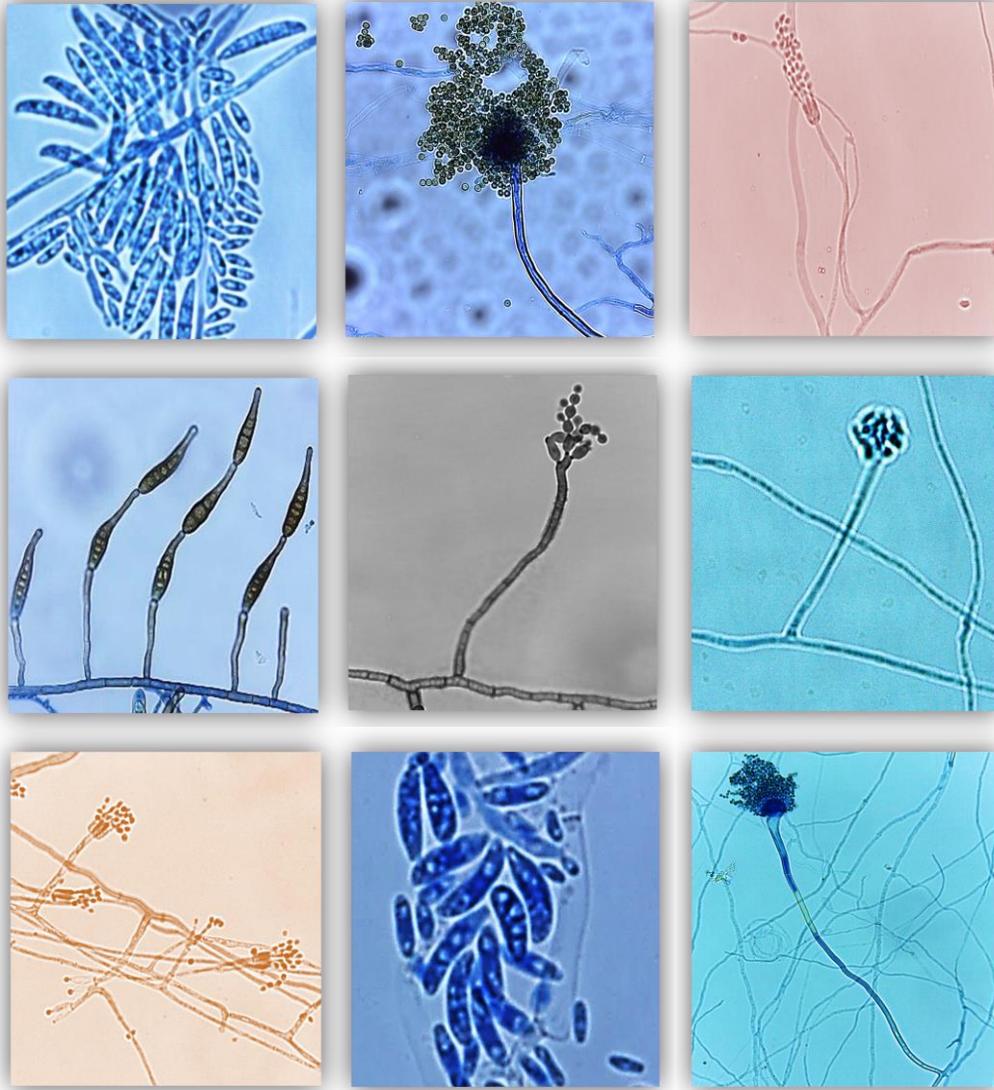
ramificadas verticiladas, con el sistema de ramificación simétrico o asimétrico, siendo las ramas finales las fiálides (Holliday, 1995).

## **7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Penicillium sp.***

Hifas hialinas, septadas de hasta 4.32  $\mu\text{m}$  de ancho; conidios globosos, lisos, de 1.92  $\mu\text{m}$  a 7.2  $\mu\text{m}$  de diámetro conidióforo septado de 117.6  $\mu\text{m}$  a 165.6  $\mu\text{m}$  de largo que en su parte apical presenta fiálides en forma de escoba y que producen cadenas de esporas.



## 7. *Cladosporium* sp. Cepa 2.



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de <i>Cladosporium sp.</i></b>	<b>5</b>

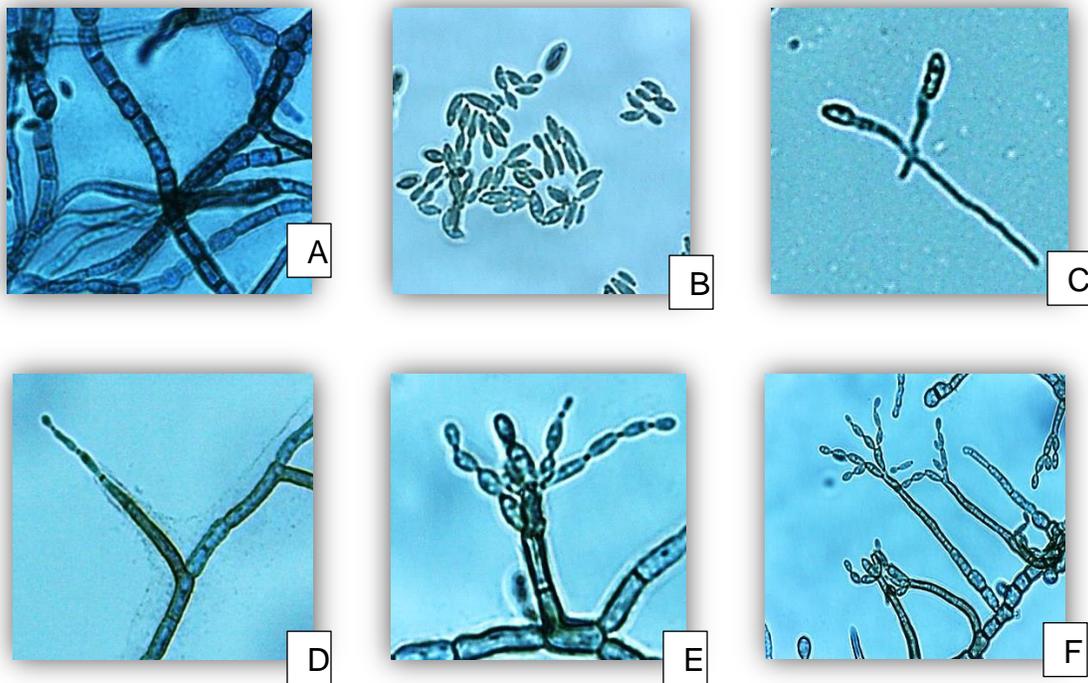
## 1. Nombre científico.

*Cladosporium sp* (Link)

### 1.1 Taxonomía (International Mycological Association, 2016).

Súper Reino: *Eukaryota*  
Reino: *Fungi*  
Subreino: *Dikarya*  
División: *Ascomycota*  
Clase: *Dothideomycetes*  
Orden: *Capnodiales*  
Familia: *Cladosporiaceae*  
Género: *Cladosporium*

### 1.2 Micrografías.



A<sup>7</sup>. Hifas septadas color verde oliva(24 horas) 40x. B. Blastosporas (24 horas) 100x. C. Conidio con germinación polar (24 horas) 100x. D. Formación de conidióforo (48 horas) 100x. E. y F. Conidióforo con fiálides y blastosporas catenuladas (72 horas) 100x. y (96 horas) 40x.

---

<sup>7</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

10 de agosto de 2017

### **2.2 Hospedero.**

Suelo con viejito que presentaba pudrición de raíz.



***Cephalocereus senilis* con pudrición de raíz.**

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google-Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Dilución en serie.

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en SDA (sabouraud-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

### 5. Técnica de identificación.

Validación, cepa pura, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . Colonia color verde grisáceo, de textura aterciopelada y crecimiento somático hialino en la periferia de tamaño reducido. Topografía abrupta, bordes del centro hacia la periferia. Crecimiento del diámetro de 3.4 mm por día.



**Cepa de *Cladosporium sp.***

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

1. Conidióforos bien desarrollados.....	11
11. Células conidiógenas no diferenciadas.....	16
16. Conidia unicelular.....	17
17. Conidia pigmentada.....	19
19. Conidia elipsoidal y otras.....	<b>Cladosporium</b>

### 7.1 Descripción de Género

*Cladosporium* forma colonias de color oliváceo y a veces grises o marrones; aterciopeladas, algodonosas o pelosas; a veces presenta estromas. Sus conidióforos son simples o poco ramificados, con una coloración marrón o verdosa, y de superficie lisa o ligeramente granulosa en algunas especies. Muchas de sus especies poseen ramoconidios con o sin septos. La célula conidiógena es poliblastica, generalmente integrada y simpodial; da lugar a conidios que generalmente quedan en cadenas acrópetas, o a veces se presentan solitarios. Pueden ser de forma variada (elipsoidales, limoniformes, oblongos, esféricos, subesféricos, fusiformes), con una cicatriz en la base y pueden ser unicelulares o poseer uno a tres septos transversales; poseen pared lisa, verrugosa o equinada, hialina a pigmentada, de color oliváceo a marrón oscuro. Los conidios de *Cladosporium* pueden aparecer encadenados o solitarios. Poseen un tamaño aproximado de 3-7 x 2-4 (UCO, s/f).

Micelio inmerso o superficial; hifas ramificadas, septadas, subhialinas a pigmentadas, lisas. Células conidiógenas integradas, terminales o intercaladas, monoblasticas o generalmente poliblasticas, de proliferación simpodial, loci conidígeos conspicuos, protuberantes, engrosados, refractivos a oscurecidos, compuestos por una cúpula convexa central, rodeados por un borde periclínico elevado (coronado); formación conidial holoblastica (Heuchert *et al.*, 2005).

Estroma a veces presente. Conidióforos macronematosos, semi-macronematoso y a veces también micro-nematoso. Conidióforos macronematosos rectos o flexibles, en su mayoría no ramificados o con ramas restringidas a la región apical que forman un estípite y la cabeza, café oliva o café, liso o verrugoso.

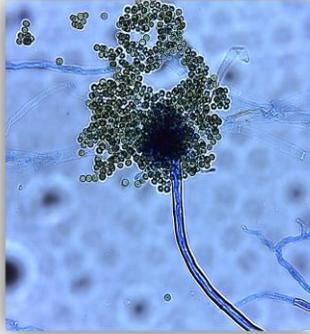
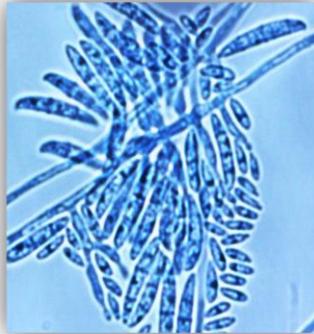
Ramoconidia a menudo presente. Conidia catenulada como regla, pero a veces solitaria, especialmente en spp. con conidias grandes, a menudo en cadenas ramificadas, acropleurógena, simples, cilíndricas, doliformes, elipsoidales, fusiformes, ovoides, esféricas o subesféricas, a menudo con una cicatriz distintivamente protuberante en cada extremo o solo en la base, de café oliva pálido café oliva oscuro o café, liso, verrugoso o equinulado, de 0 a 3 u ocasionalmente más septos (Holliday, 1995).

## **7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Cladosporium sp.***

Hifas septadas, de ancho desde 2.88  $\mu\text{m}$  a 7.2  $\mu\text{m}$ , color verde oliváceo; conidios elpsoides, sin septos, de hasta 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho por 12.2  $\mu\text{m}$  de largo; conidióforo septado, semimacronematoso, de 12  $\mu\text{m}$  a 55.2  $\mu\text{m}$  de largo, ramificado en la parte apical formando una cabeza con conidios catenulados.



## 8. *Fusarium* sp. Cepa 4.



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de <i>Fusarium sp.</i></b>	<b>5</b>

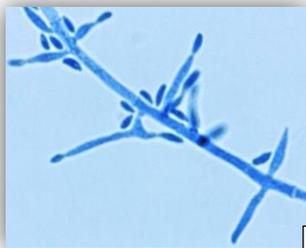
## 1. Nombre científico.

*Fusarium sp.* (Link)

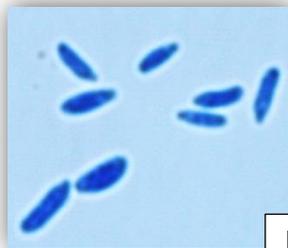
### 1.1 Taxonomía (International Mycological Association, 2017).

Súper Reino: *Eukaryota*  
Reino: *Fungi*  
Subreino: *Dikarya*  
División: *Ascomycota*  
Clase: *Sordariomycetes*  
Orden: *Hypocreales*  
Familia: *Nectriaceae*  
Género: *Fusarium*

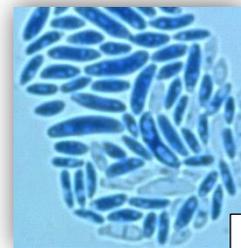
### 1.2 Micrografías.



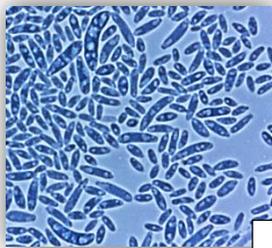
A



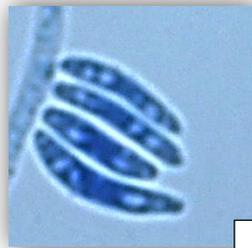
B



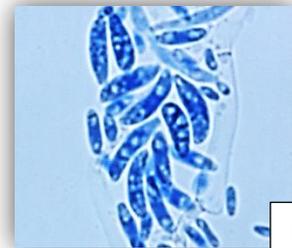
C



D



E



F

A<sup>8</sup>.. Formación de monofiálides (96 horas) 40x. B. Microconidias (96 horas) 100x. C y D. Macro y microcondios (96 horas) 100 y 40x. E y F. Macroconidias (96 horas) 100x.

---

<sup>8</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## 2. Colecta.

### 2.1 Fecha.

10 de agosto de 2017

### 2.2 Hospedero.

Suelo con viejito que presentaba pudrición de raíz.



***Cephalocereus senilis* con pudrición de raíz.**

### 2.3 Ubicación.

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### 2.3.1 Georreferenciación.

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Figura 18. Ubicación satelital de colecta (Google-Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Dilución en serie de suelo.

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

### 5. Técnica de identificación.

Validación, cepa pura, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . Cepa con crecimiento radial color blanco y textura algodonosa, al centro una pigmentación difusible rosa y en la periferia crecimiento somático hialino, aroma a papa. Crecimiento de 49 mm en cinco días ( $9.8 \text{ mm día}^{-1}$ ).



**Cepa de *Fusarium* sp.**

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

1. Conidios con 2 o más células.....	6
6. Conidios con más de 2 células.....	7
7. Conidios con apéndices terminales.....	10
10. Conidios no filiformes.....	12
12. Conidios en forma lunar, con célula de pie .....	<b>Fusarium</b>

### 7.1 Descripción de Género

*Fusarium* es un patógeno facultativo con alta capacidad de sobrevivir en materia orgánica y que a la vez tiene la capacidad de atacar la planta cuando esta sufre algún tipo de desbalance. Los principales mecanismos de dispersión del patógeno son los movimientos de suelo infectado, el agua de escorrentía y el uso de almácigo infectado (Retana *et al.*, 2018).

Básicamente pueden desarrollarse tres formas de conidios, las microconidias que en general son fialosporas; aunque en algunas especies, por ejemplo *F. fusaroides*, se forman microconidios como blastosporas; las macroconidias son fusoides, uno o más septada, con una célula del pie que lleva un talón; las esporas en reposo (Clamidosporas) se forman en muchas especies, son globosas con una pared gruesa, intercaladas, solitarias, en cadenas o grumos, o terminal en ramas laterales cortas, también pueden formarse a partir de células del macroconidio (Holliday, 1995).

Gran cantidad de especies del género presentan colonias lanosas a algodonosas, planas y extendidas, de colores que pueden ser blanco, crema, canela, salmón, canela, amarillo, rojo, violeta, rosa o morado; y en el reverso, puede ser incoloro, bronceado, rojo, morado oscuro, o marrón. Los esporodoquios consisten en masas de conidióforos ramificados que en el cultivo se acumulan y se ven macroscópicamente como cuerpos elevados de color claro. Los macroconidios nacen del esporodoquio, son fialosporas, en su mayoría son largos, delgados, más bien puntiagudos en ambos extremos. Se pueden formar microconidios que por lo general, están presentes en el micelio aéreo del crecimiento del cultivo, apareciendo como esporas pequeñas, generalmente unicelulares, y de forma

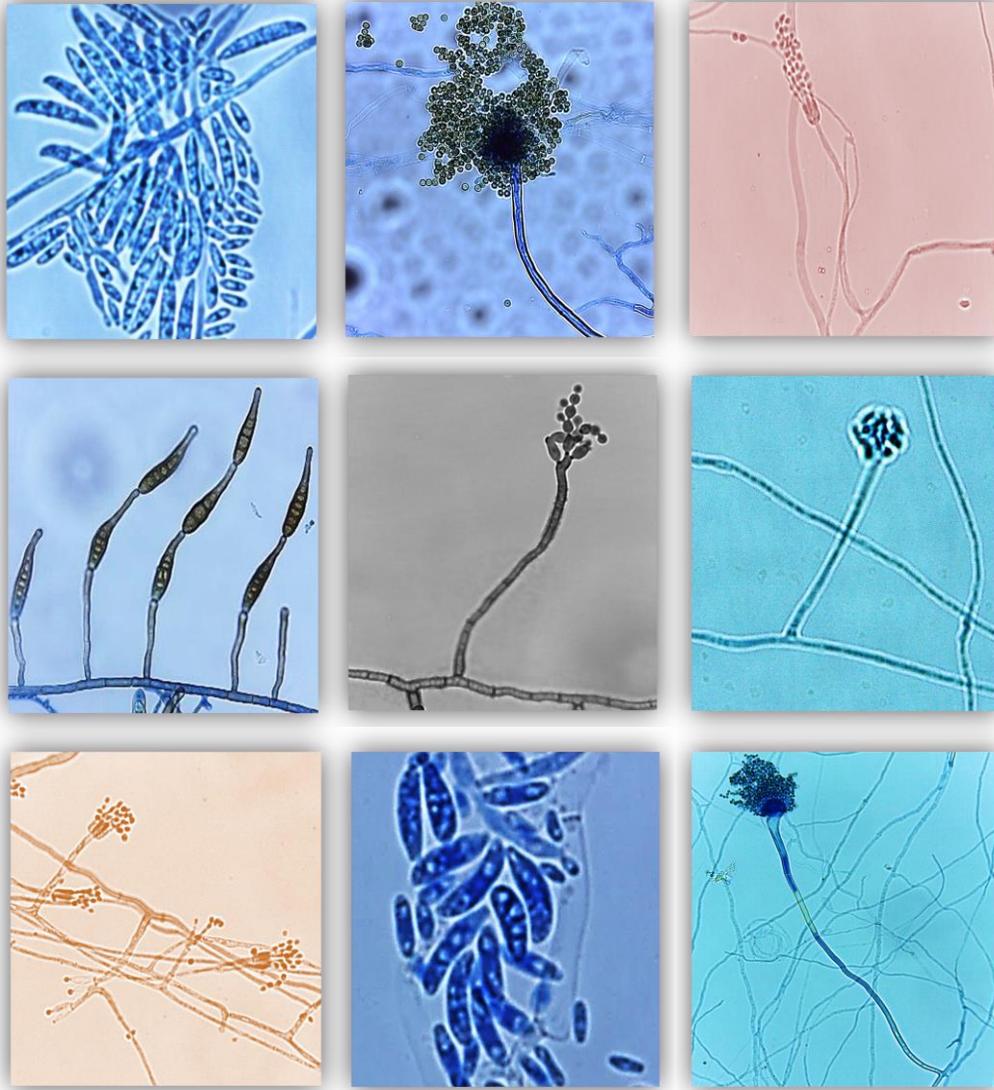
ovalada, aunque en algunas especies pueden ser apiculadas, con forma de lágrima o en forma de pera y, a veces, incluso esféricas; pueden ser fialosporas o también pueden ser blastosporas, que son esporas secas producidas por brotes en la punta del conidióforo. Las clamidiosporas existen en algunas, pero no en todas las *Fusarium spp.*; tales esporas son más o menos esféricas, de aproximadamente 7-16 de diámetro, ocurren a menudo individualmente, pero a veces son dobles o incluso están en cadenas o en grandes grupos en algunas especies, se forman en conidios o en hifas, ya sea de manera terminal o intercalar, y aparecen generalmente cuando los nutrientes disponibles se están agotando y el cultivo ya es antiguo (Refai *et al.*, 2015).

## **7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Fusarium sp.***

Micelio hialino septado; microconidios ovals de hasta tres células, mayormente de un septo pero algunos con hasta tres septos, de 2.54  $\mu\text{m}$  de ancho y hasta 15.24  $\mu\text{m}$  de largo, se producen a partir de monofiálides; macroconidias robustas en forma de canoa (típica del género), hialinas con el lado dorsal más curvo que el lado ventral, célula apical de forma contusa y célula basal apenas en forma angular o de muesca, de hasta cinco septos, mayormente cuatro de hasta 7.62  $\mu\text{m}$  de ancho y 28.8  $\mu\text{m}$  de largo.



## 9. *Alternaria* sp. (Sección *Alternata*). Cepa 1.



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de <i>Alternaria sp.</i></b>	<b>5</b>

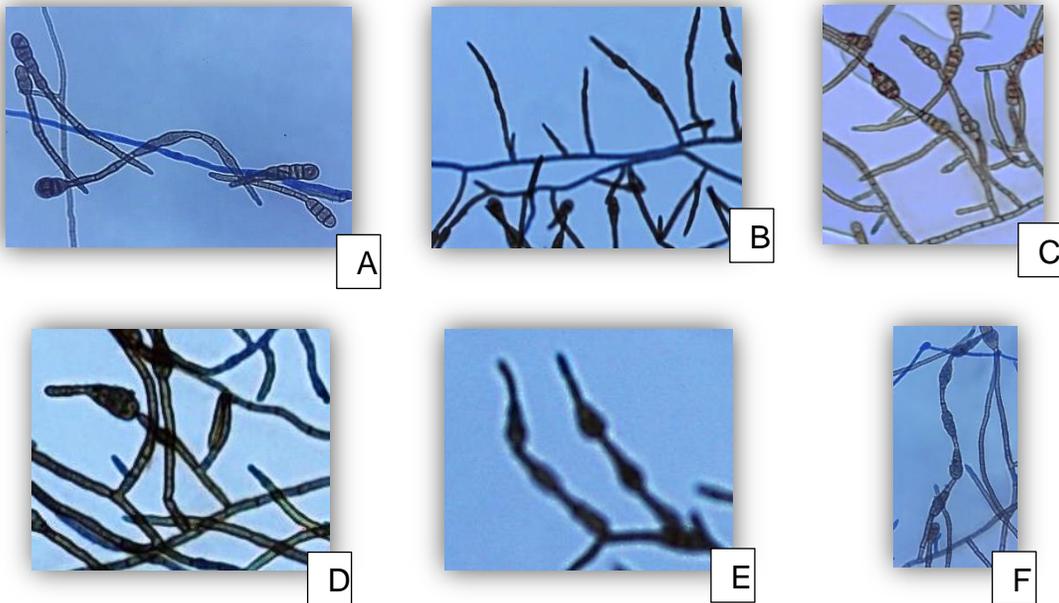
## 1. Nombre científico.

*Alternaria sp.* (Nees)

### 1.1 Taxonomía (Mycobank, 2017).

Súper Reino: *Eukaryota*  
Reino: *Fungi*  
Subreino: *Dikarya*  
División: *Ascomycota*  
Clase: *Dothideomycetes*  
Orden: *Pleosporales*  
Familia: *Pleosporaceae*  
Género: *Alternaria*

### 1.2 Micrografías.



A<sup>9</sup>. Conidios con germinación polar (96 horas) 40x. B. Formación de conidios en cadena del conidióforo (96 horas) 10x. C. Conidios septados transversalmente y longitudinalmente (96 horas) 10x. D. Conidióforo primario y conidióforo secundario lateral (96 horas) 10x. E. Formación de cadenas de conidios del conidióforo (96 horas) 40x. F. Cadena de cinco conidios catenulados (96 horas) 40x.

---

<sup>9</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

10 de agosto de 2017

### **2.2 Hospedero.**

Suelo con viejito que presentaba pudrición de raíz.



***Cephalocereus senilis* con pudrición de raíz.**

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google-Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Dilución en serie.

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en PDA (papa-dextrosa-agar) y V8-agar con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

### 5. Técnica de identificación.

Validación, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . En PDA, la cepa tiene un crecimiento radial verde olivo, topografía plana y textura algodonosa, en la periferia crecimiento somático hialino, al centro una pigmentación verde intenso, reverso similar. Olor a papa. Diámetro de crecimiento de 54 mm en 5 días ( $10.8 \text{ mm día}^{-1}$ ).



Cepa de *Alternaria sp* en V8-agar y PDA

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

Porospora

1. Conidios septados transversalmente y longitudinalmente (muriformes)..... 2
2. Conidias ovadas o claviformes, a menudo bien picudas..... **Alternaria**

### 7.1 Descripción de Género

Las cepas del género *Alternaria*, presentan unas colonias de color grisáceo, marrón negruzco o negro. El micelio es parcialmente superficial o sumergido; las hifas son coloreadas marrón oliváceas u oliváceas. La formación de estroma es poco frecuente y carece de setas. (Fabrega *et al.*, 2002).

Conidióforos de color marrón pálido, simples o ramificados, que llevan conidios catenulados en el ápice y las partes fértiles apicales. Conidios catenulados, en su mayoría hasta nueve en una cadena, a menudo ramificados. Conidios porosporosos, desarrollados acropetalmente, (oscuros) marrones, cilíndricos o en forma de huso, a menudo con picos cilíndricos, muriformes compuestas por tres a cuatro (ocho) paredes transversales y una a dos paredes longitudinales. Conidioforos 17–40 (-139) × 3–3.9 µm. Conidia 18–45(-70.5) × 6.5–15.5 (-17) µm: picos 2.5–35 × 7–7.5 µm (Watanabe, 2010).

Las especies del género *Alternaria* son tanto parásitas de plantas como saprófitas en sustratos orgánicos, éstas últimas están involucradas en la degradación de material vegetal. La identificación de especies dentro del género *Alternaria* es compleja ya que a diferencia de otros géneros de Hyphomycetes, *Alternaria* no ha sido sujeto a una revisión taxonómica integral (Fernández, 2015).

Diagnóstico: la sección **Alternata** contiene conidióforos primarios rectos o curvos, cortos a largos, simples o ramificados, con uno o varios loci conidiogénicos apicales. Los conidios son obclavados, elipsoides largos, de tamaño pequeño o moderado, septados, ligeramente contraídos cerca de algunos septos, con pocos septos longitudinales, en cadenas moderadamente largas a largas, simples o ramificadas. El cuerpo de conidio puede reducirse gradualmente en un pico cónico

o conidióforo secundario. Los conidióforos secundarios se pueden formar apical o lateralmente con uno o unos pocos loci conidiógenos (Woudenberg *et al.*, 2013).

Los conidióforos primarios son curvos o rectos, cortos a muy largos, simples o ramificados con uno a varios loci conidiogénicos terminales. Los conidios se originan en cadenas moderadamente largas a largas que son simples o ramificadas. Los conidios son de tamaño pequeño o moderado, 20–35 (60) × 8–12 μm, obclavado, elipsoide largo o elipsoide, septado transversalmente de tres a siete (11), con una ligera constricción en algunos septos y uno a dos septos longitudinales en una o unas pocas divisiones transversales. La mayoría de los conidios se estrechan gradualmente en un pico apical cónico o conidióforo secundario. El pico apical (5 a 10 μm, algunas veces hasta 35 μm) es generalmente más corto que el cuerpo conidial. Los conidióforos secundarios pueden formarse apical o lateralmente y son cortos a moderadamente largos, con uno o unos pocos loci conidiógenos. Las ascosporas son de 7–43 × 13–14 μm, de elipsoide a fusoide con una ligera constricción en algunos septos, tres a siete septos transversales, uno a dos septos longitudinales en los segmentos centrales, células terminales sin septos o un tabique longitudinal u oblicuo (Lawrence *et al.*, 2016).

## **7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Alternaria sp.***

Micelio septado color café olivo; conidióforos primarios que emergen de la parte media del segmento, con más de 15 segmentos, cortos a largos (137.16 μm), simples, algunos ramificados; conidios inmaduros esféricos con un segmento y de 12.07 μm, conidios maduros obclavados pequeños, de 38.1 × 12.7 μm, que se reducen en un pico cónico, ligeramente contraídos en los septos transversales (6), pocos septos longitudinales (2), en cadenas de hasta cinco conidios, 320.32 μm, donde al principio de la cadena se forman los conidios más grandes y estrechamente ovoides a casi cilíndricos y los conidios secundarios posteriores se vuelven progresivamente más pequeños y más anchos a medida que la cadena se alarga. Conidióforos secundarios se forman lateralmente.



## 10. *Fusarium* sp. Cepa 5.



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de <i>Fusarium sp.</i></b>	<b>5</b>

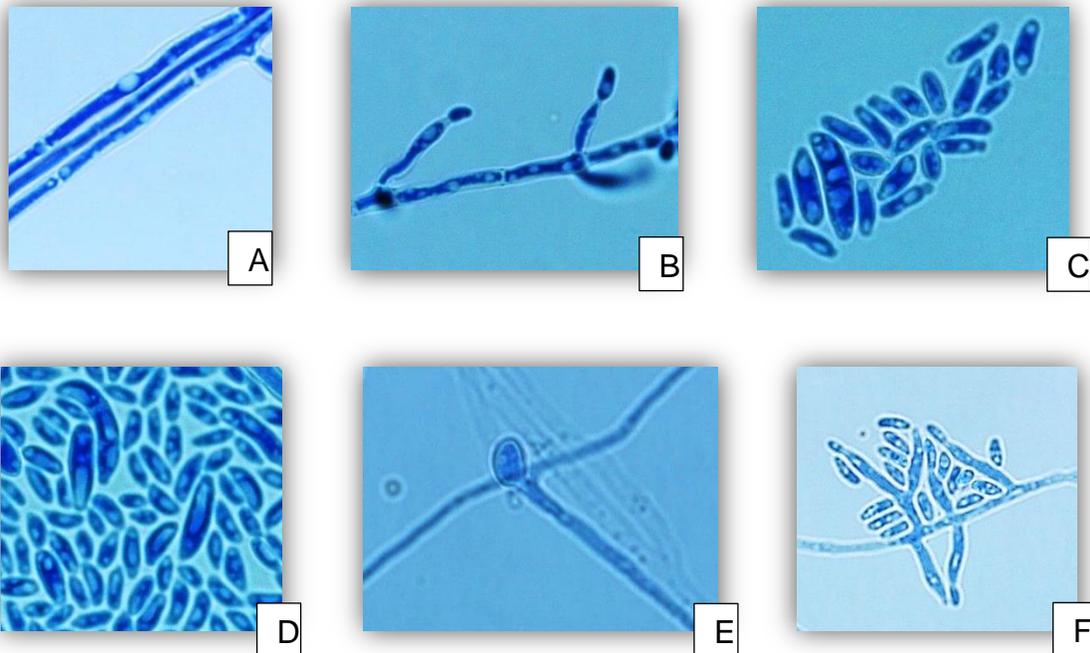
## 1. Nombre científico.

*Fusarium sp.* (Link)

### 1.1 Taxonomía (International Mycological Association, 2017).

Súper Reino: *Eukaryota*  
Reino: *Fungi*  
Subreino: *Dikarya*  
División: *Ascomycota*  
Clase: *Sordariomycetes*  
Orden: *Hypocreales*  
Familia: *Nectriaceae*  
Género: *Fusarium*

### 1.2 Micrografías.



A<sup>10</sup>. Hifas septadas (24 horas) 100x. B. Formación de monofiálides (24 horas) 100x. C. y D. Micro y macroconidios (48 horas) 100x. E. Conidio con germinación polar (72 horas) 100x. F. Formación de microconidios del conidióforo (72 horas).

---

<sup>10</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

10 de agosto de 2017

### **2.2 Hospedero.**

Viejito que presentaba pudrición de tallo y raíz.



***Cephalocereus senilis.***

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google-Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Aislamiento directo del signo (cámara húmeda de partes vegetales).

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

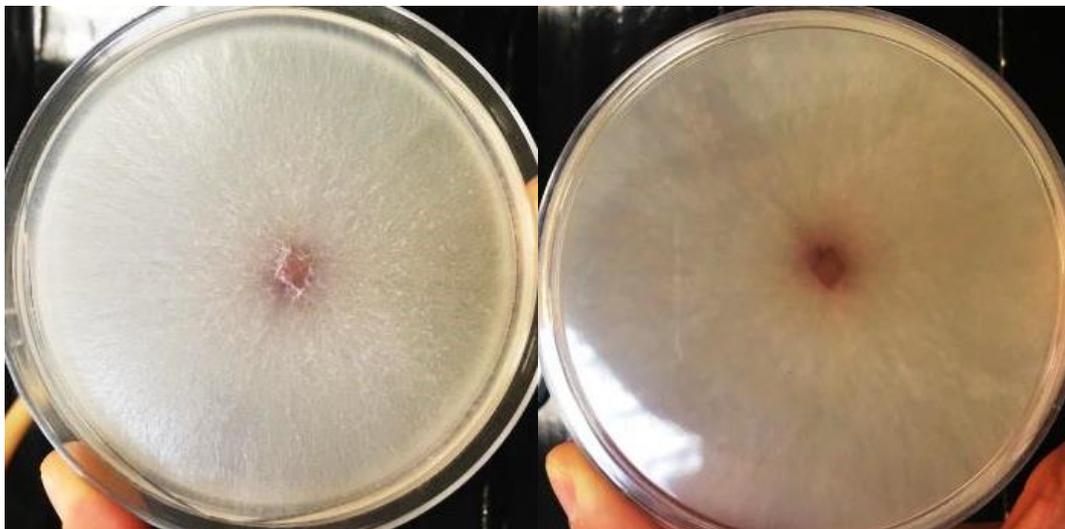
### 5. Técnica de identificación.

Validación, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . Colonia con crecimiento radial color blanco y textura vellosa, en la periferia crecimiento somático hialino, al centro una pigmentación roja tenue. Olor a papa. Crecimiento de 78 mm en siete días ( $11.14 \text{ mm día}^{-1}$ ).



Frente y reverso de cepa de *Fusarium sp.*

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

1. Conidios con dos o más células.....	6
6. Conidios con más de dos células.....	7
7. Conidios con apéndices terminales.....	10
10. Conidios no filiformes.....	12
12. Conidios en forma lunar, con célula de pie .....	<b>Fusarium</b>

### 7.1 Descripción de Género

*Fusarium* es un patógeno facultativo con alta capacidad de sobrevivir en materia orgánica y que a la vez tiene la capacidad de atacar la planta cuando esta sufre algún tipo de desbalance. Los principales mecanismos de dispersión del patógeno son los movimientos de suelo infectado, el agua de escorrentía y el uso de almácigo infectado (Retana *et al.*, 2018).

Se considera generalmente perteneciente a los Hyphyomycetes moniliaeos. Básicamente pueden desarrollarse tres formas de conidios, las microconidias que en general son fialosporas; aunque en algunas especies, por ejemplo *F. fusaroides*, se forman microconidios como blastosporas; las macroconidias son fusoides, uno o más septada, con una célula del pie que lleva un talón; las esporas en reposo (Clamidosporas) se forman en muchas especies, son globosas con una pared gruesa, intercaladas, solitarias, en cadenas o grumos, o terminal en ramas laterales cortas, también pueden formarse a partir de células del macroconidio (Holliday, 1995).

Gran cantidad de especies del género presentan colonias lanosas a algodonosas, planas y extendidas, de colores que pueden ser blanco, crema, canela, salmón, canela, amarillo, rojo, violeta, rosa o morado; y en el reverso, puede ser incoloro, bronceado, rojo, morado oscuro, o marrón. Los esporodoquios consisten en masas de conidióforos ramificados que en el cultivo se acumulan y se ven macroscópicamente como cuerpos elevados de color claro. Los macroconidios nacen del esporodoquio, son fialosporas, en su mayoría son largos, delgados, más bien puntiagudos en ambos extremos. Se pueden formar microconidios que por lo general, están presentes en el micelio aéreo del crecimiento del cultivo,

apareciendo como esporas pequeñas, generalmente unicelulares, y de forma ovalada, aunque en algunas especies pueden ser apiculadas, con forma de lágrima o en forma de pera y, a veces, incluso esféricas; pueden ser fialosporas o también pueden ser blastosporas, que son esporas secas producidas por brotes en la punta del conidióforo. Las clamidiosporas existen en algunas, pero no en todas las *Fusarium spp.*; tales esporas son más o menos esféricas, de aproximadamente 7-16 de diámetro, ocurren a menudo individualmente, pero a veces son dobles o incluso están en cadenas o en grandes grupos en algunas especies, se forman en conidios o en hifas, ya sea de manera terminal o intercalar, y aparecen generalmente cuando los nutrientes disponibles se están agotando y el cultivo ya es antiguo (Refai *et al.*, 2015).

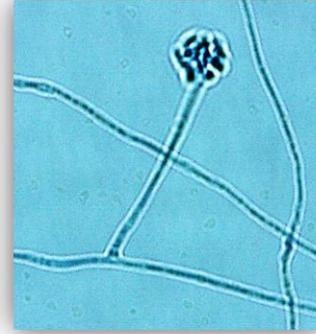
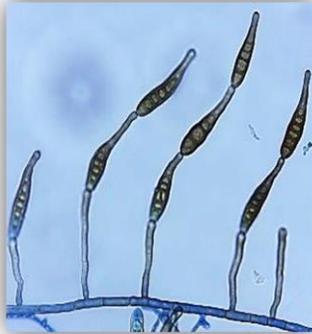
## **7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Fusarium sp.***

Micelio hialino septado; microconidios ovales unicelulares y bicelulares, de uno a dos septos, de 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho y hasta 9.6  $\mu\text{m}$  de largo, se producen a partir de monofiálides; macroconidios en forma de canoa (típicos del género), hialinos con el lado dorsal más curvo que el lado ventral, célula apical de forma contusa y célula basal apenas en forma angular o de muesca, de máximo cuatro septos, de 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho y 16.8  $\mu\text{m}$  de largo.

Un microcultivo se sometió por 96 horas a una temperatura de 2°C para inducir formación de clamidiosporas, sin embargo no se presentaron.



## 11. *Aspergillus* sp. Cepa 2.



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de <i>Aspergillus sp.</i></b>	<b>5</b>

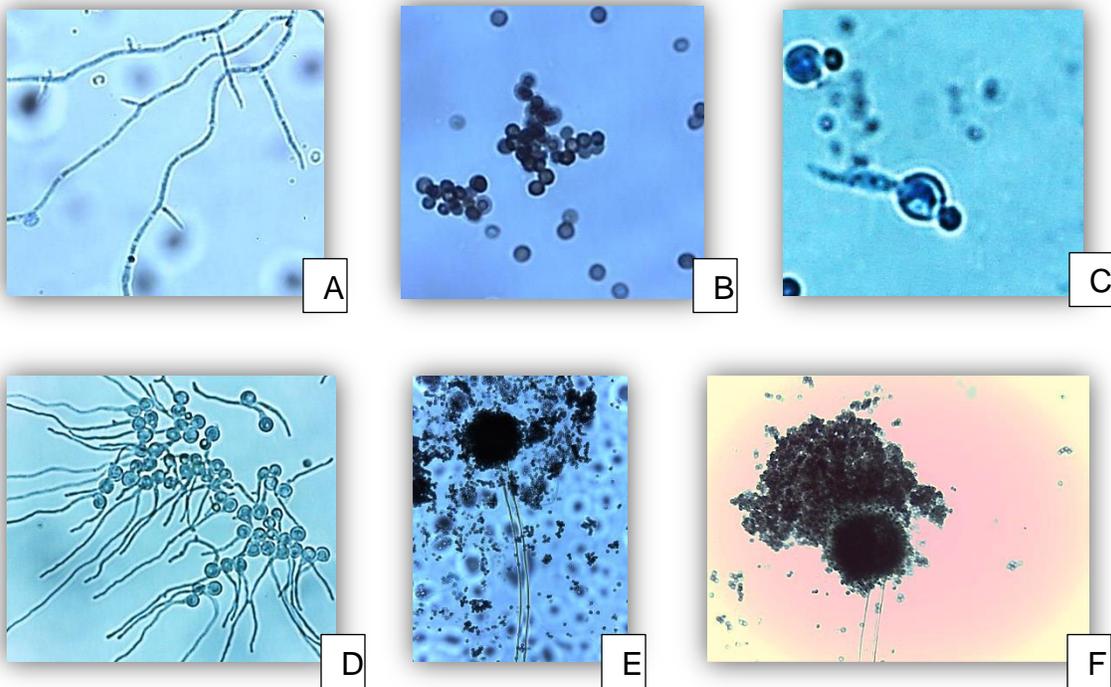
## 1. Nombre científico.

*Aspergillus sp* (Link)

### 1.1 Taxonomía (International Mycological Association, 2016).

Súper Reino: *Eukaryota*  
Reino: *Fungi*  
Subreino: *Dikarya*  
División: *Ascomycota*  
Clase: *Euascomycetes*  
Orden: *Eurotiales*  
Familia: *Aspergillaceae*  
Género: *Aspergillus*

### 1.2 Micrografías.



A<sup>11</sup>. Hifas septadas. (24 horas). 40x B. Conidias unicelulares. (24 horas). 100x C y D. Germinación de conidias (24 horas). 100x. E. Conidias sobre fiálides dispuestas en toda la superficie de la vesícula del conidióforo (96 horas) 40x. F. Cabeza aspergilar (96 horas) 100x.

---

<sup>11</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

16 de octubre de 2017

### **2.2 Hospedero.**

Suelo con biznaga que presentaba pudrición de raíz y tallo.



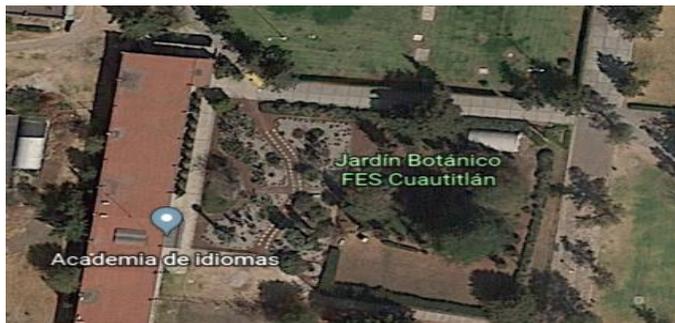
***Neolloydia conoidea* con pudrición de tallo y raíz.**

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Dilución en serie.

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

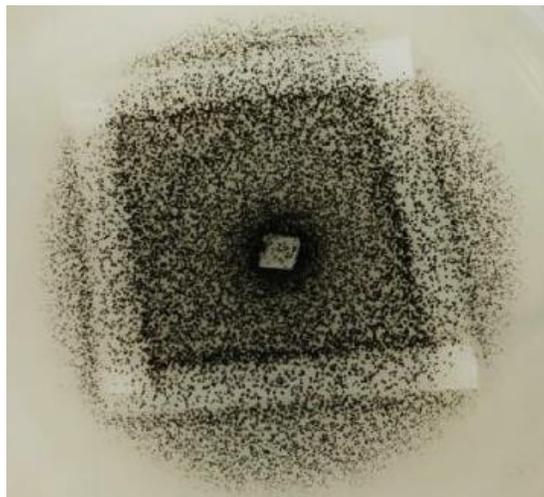
### 5. Técnica de identificación.

Validación, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ . Cepa de color verde oliva, con borde filamentososo, micelio liso (casi pegado al medio), en la periferia crecimiento somático hialino. Presenta cabezuelas de estructuras reproductivas que se van concentrando hacia el centro de la colonia. Sin olor característico. Crecimiento del diámetro de  $16.5 \text{ mm día}^{-1}$ .



**Cepa de *Aspergillus* sp.**

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

1. Conidios de una celda..... 7
7. Conidióforos con células apicales infladas que llevan numerosas fiálides.....Aspergillus

### 7.1 Descripción de Género

Colonias efusivas, de diversos colores, a menudo verdes o amarillentas, a veces marrones o negras. Conidióforos macronematosos, mononematosos. Células conidiógenas monofialídicas, discretas, varias que surgen juntas en los extremos de las ramas terminales o sobre la superficie de la vesícula, en su mayoría determinadas, ampuliformes o lageniformes, a veces se presentan collarettes. Conidios catenulados, secos, semi-endógenos o acrógenos, esféricos, de diversos colores, lisos, rugosos, verruculosos o equinulados, a veces con espinas dispuestas en espiral, aceptadas (Holliday, 1995).

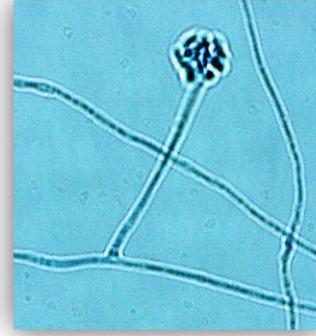
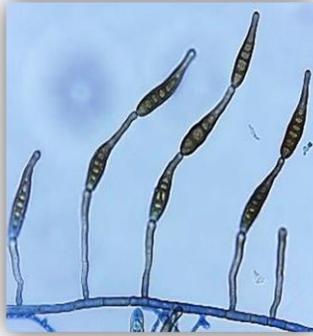
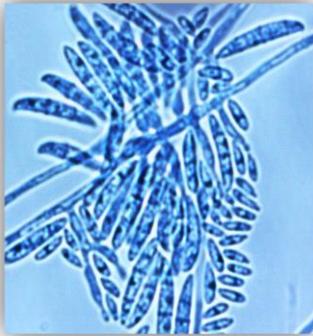
Durante la diferenciación micelial, ciertas células se agrandan, desarrollan una pared celular pesada y forman "células de pie" en forma de "T" o "L" (que no son células separadas) que producen un único conidióforo perpendicular al eje largo de la célula. La rama hifal erecta que se desarrolla desde la célula del pie es el conidióforo, que se agranda en su vértice para formar una vesícula redondeada, elíptica o en forma de palo. El área fértil de la vesícula da lugar a una capa de células llamadas fiálides que producen largas cadenas de esporas mitóticas llamadas conidios o conidiosporas. El tamaño y la disposición de las cabezas conidiales, así como el color de las esporas que llevan, son importantes características de identificación. Por ejemplo, las especies en el grupo *A. niger* tienen esporas negras, el grupo *A. ochraceus* es amarillo a marrón, mientras que *A. fumigatus*, *A. nidulans* y *A. flavus* son verdes (Bennett, 2010).

## **7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Aspergillus sp.***

Micelio hialino, hifas septadas; conidios globosos de 2.4  $\mu\text{m}$  a 4.8  $\mu\text{m}$  de diámetro, los maduros con coloración café; conidióforos alargados, hialinos con borde negro, de hasta 2.4 mm que terminan en una vesícula redondeada de 12  $\mu\text{m}$  a 57.6  $\mu\text{m}$  de diámetro; con fiálides que producen esporas en cadena y forman cabezas conidiales de hasta 96  $\mu\text{m}$  de diámetro, con pigmentación negra.



## 12. *Aspergillus* sp. Cepa 3.



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de <i>Aspergillus sp.</i></b>	<b>5</b>

## 1. Nombre científico.

*Aspergillus sp* (Link)

### 1.1 Taxonomía (International Mycological Association, 2016).

Súper Reino: *Eukaryota*

Reino: *Fungi*

Subreino: *Dikarya*

División: *Ascomycota*

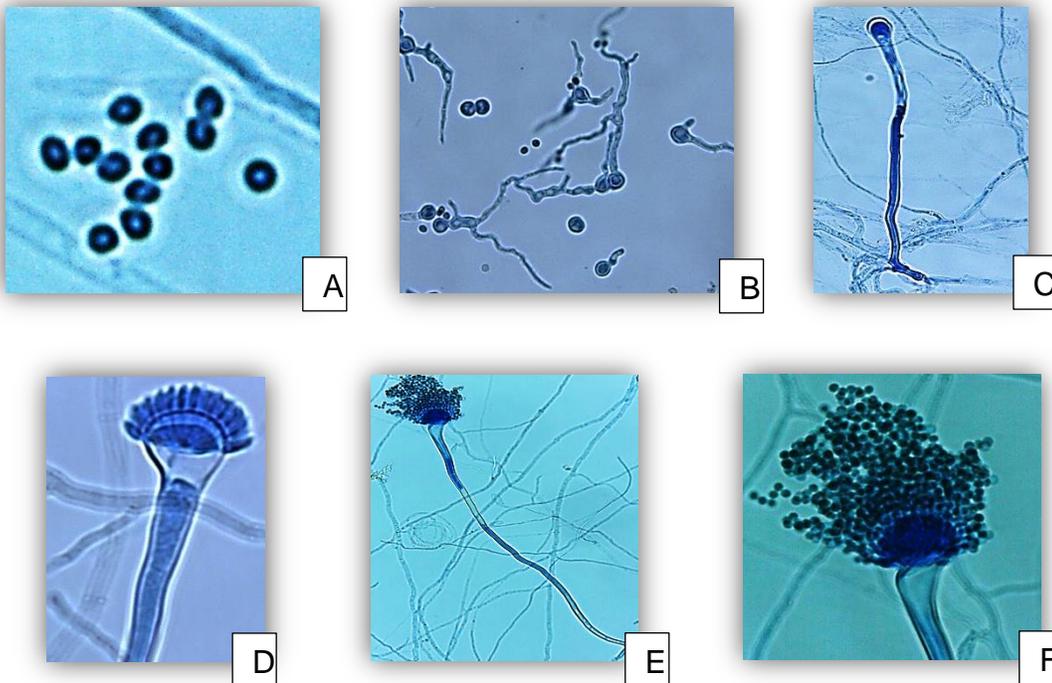
Clase: *Euascomycetes*

Orden: *Eurotiales*

Familia: *Aspergillaceae*

Género: *Aspergillus*

### 1.2 Micrografías.



A<sup>12</sup>. Conidias unicelulares. (24 horas). 100x B. Germinación de de conidias (24 horas). 100x. C. Formación de conidióforo y vesícula. Se observa la célula de pie. (48 horas) 40x. D. Formación de vesícula y fiálides (72horas) 100x. E. Conidias sobre fiálides dispuestas en toda la superficie de la vesícula del conidióforo (96 horas) 40x. F. Cabeza aspergilar (96 horas) 100x.

---

<sup>12</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

16 de octubre de 2017

### **2.2 Hospedero.**

Suelo con biznaga que presentaba pudrición de raíz y tallo.



***Neolloydia conoidea* con pudrición de tallo y raíz.**

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google Earth, s/f).**

### **3. Técnica de aislamiento.**

Dilución en serie.

### **4. Medio de Cultivo.**

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

### **5. Técnica de identificación.**

Validación, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### **6. Características macroscópicas.**

#### **6.1 Características culturales de la colonia.**

Colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . Cepa de aspecto filamentososo, con el centro color verde oliva, el resto color blanco. Crecimiento somático, hialino en la periferia. Cepa sin aroma particular. Crecimiento del diámetro de  $13.75 \text{ mm día}^{-1}$ .



**Cepa de *Aspergillus sp.***

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

- 1. Conidios de una celda..... 7
- 7. Conidióforos con células apicales infladas que llevan numerosas fiálides.....Aspergillus

### 7.1 Descripción de Género

Colonias efusivas, de diversos colores, a menudo verdes o amarillentas, a veces marrones o negras. Conidióforos macronematosos, mononematosos. Células conidiógenas monofialídicas, discretas, varias que surgen juntas en los extremos de las ramas terminales o sobre la superficie de la vesícula, en su mayoría determinadas, rara vez percurrentes, ampuliformes o lageniformes, a veces se presentan collarettes. Conidios catenulados, secos, semi-endógenos o acrógenos, esféricos, de diversos colores, lisos, rugosos, verruculosos o equinulados, a veces con espinas dispuestas en espiral, aceptadas (Holliday, 1995).

Durante la diferenciación micelial, ciertas células se agrandan, desarrollan una pared celular pesada y forman "células de pie" en forma de "T" o "L" (que no son células separadas) que producen un único conidióforo perpendicular al eje largo de la célula. La rama hifal erecta que se desarrolla desde la célula del pie es el conidióforo, que se agranda en su vértice para formar una vesícula redondeada, elíptica o en forma de palo. El área fértil de la vesícula da lugar a una capa de células llamadas fiálides que producen largas cadenas de esporas mitóticas llamadas conidios o conidiosporas. El tamaño y la disposición de las cabezas conidiales, así como el color de las esporas que llevan, son importantes características de identificación. Por ejemplo, las especies en el grupo *A. niger* tienen esporas negras, el grupo *A. ochraceus* es amarillo a marrón, mientras que *A. fumigatus*, *A. nidulans* y *A. flavus* son verdes (Bennett, 2010).

## **7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Aspergillus sp.***

Micelio hialino, hifas septadas; conidios globosos de 2.4  $\mu\text{m}$  a 4.32  $\mu\text{m}$  de diámetro; conidióforos que en la base se generan a partir de una célula de pie en forma de T, hialinos de hasta 148.8  $\mu\text{m}$  que terminan en una vesícula elíptica de 16.8  $\mu\text{m}$  de largo por 24  $\mu\text{m}$  de ancho; con fiálides de hasta 9.6  $\mu\text{m}$  de largo que producen esporas en cadena, con una pigmentación tenue verde, y forman cabezas conidiales de 43.2  $\mu\text{m}$  de largo por 48  $\mu\text{m}$  de ancho.



### 13. *Fusarium* sp. Cepa 6.



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras</b>	<b>5</b>
microscópicas de <i>Fusarium sp.</i>	

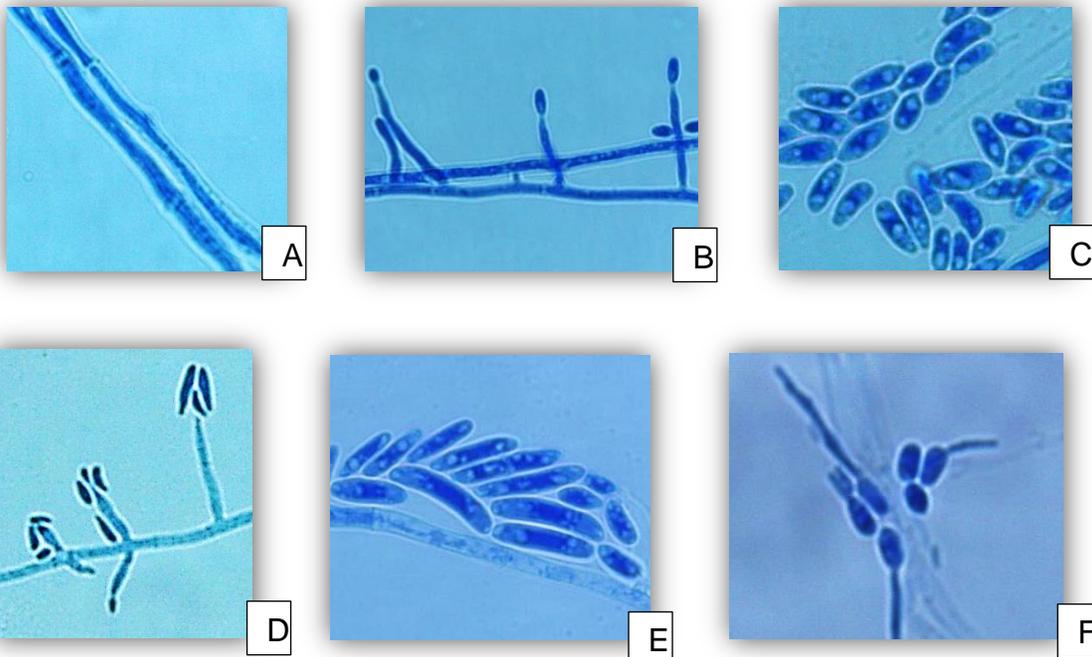
## 1. Nombre científico.

*Fusarium* (Link)

### 1.1 Taxonomía (International Mycological Association, 2017).

Súper Reino: *Eukaryota*  
Reino: *Fungi*  
Subreino: *Dikarya*  
División: *Ascomycota*  
Clase: *Sordariomycetes*  
Orden: *Hypocreales*  
Familia: *Nectriaceae*  
Género: *Fusarium*

### 1.2 Micrografías.



A<sup>13</sup>. Hifas septadas (24 horas) 100x. B. Formación de conidióforos (24 horas) 100x. C. Microconidios (24 horas) 100x. D. Formación de microconidios de monofálides (48 horas) 40x. E. Macroconidios (48 horas) 100x. F. Conidias con germinación polar (72 horas) 40x.

---

<sup>13</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

10 de agosto de 2017

### **2.2 Hospedero.**

Biznaga que presentaba pudrición de tallo y raíz.



***Neolloydia conoidea.***

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Aislamiento directo del signo (cámara húmeda de partes vegetales).

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

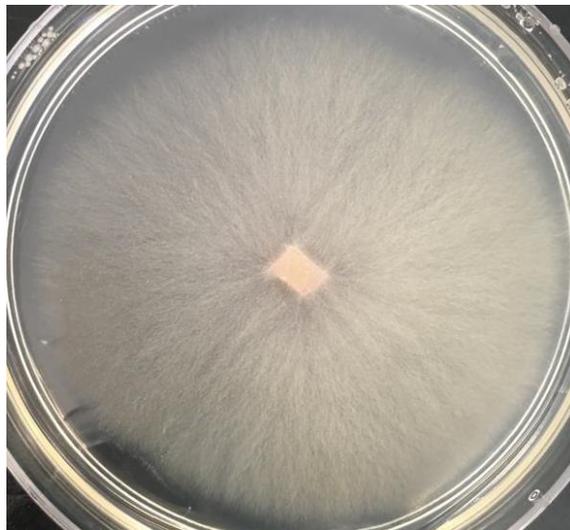
### 5. Técnica de identificación.

Validación, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . Colonia con crecimiento radial color blanco y textura vellosa, en la periferia crecimiento somático hialino, al centro una pigmentación roja tenue. Olor a papa. Crecimiento de 77 mm en siete días ( $11 \text{ mm día}^{-1}$ ).



Cepa de *Fusarium sp.*

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

1. Conidios con dos o más células.....	6
6. Conidios con más de dos células.....	7
7. Conidios con apéndices terminales.....	10
10. Conidios no filiformes.....	12
12. Conidios en forma lunar, con célula de pie .....	<b>Fusarium</b>

### 7.1 Descripción de Género

*Fusarium* es un patógeno facultativo con alta capacidad de sobrevivir en materia orgánica y que a la vez tiene la capacidad de atacar la planta cuando esta sufre algún tipo de desbalance. Los principales mecanismos de dispersión del patógeno son los movimientos de suelo infectado, el agua de escorrentía y el uso de almácigo infectado (Retana *et al.*, 2018).

Se considera generalmente perteneciente a los Hyphyomycetes moniliaceos. Básicamente pueden desarrollarse tres formas de conidios, las microconidias que en general son fialosporas; aunque en algunas especies, por ejemplo *F. fusaroides*, se forman microconidios como blastosporas; las macroconidias son fusoides, uno o más septada, con una célula del pie que lleva un talón; las esporas en reposo (Clamidosporas) se forman en muchas especies, son globosas con una pared gruesa, intercaladas, solitarias, en cadenas o grumos, o terminal en ramas laterales cortas, también pueden formarse a partir de células del macroconidio (Holliday, 1995).

Gran cantidad de especies del género presentan colonias lanosas a algodonosas, planas y extendidas, de colores que pueden ser blanco, crema, canela, salmón, canela, amarillo, rojo, violeta, rosa o morado; y en el reverso, puede ser incoloro, bronceado, rojo, morado oscuro, o marrón. Los esporodoquios consisten en masas de conidióforos ramificados que en el cultivo se acumulan y se ven macroscópicamente como cuerpos elevados de color claro. Los macroconidios nacen del esporodoquio, son fialosporas, en su mayoría son largos, delgados, más bien puntiagudos en ambos extremos. Se pueden formar microconidios que por lo general, están presentes en el micelio aéreo del crecimiento del cultivo,

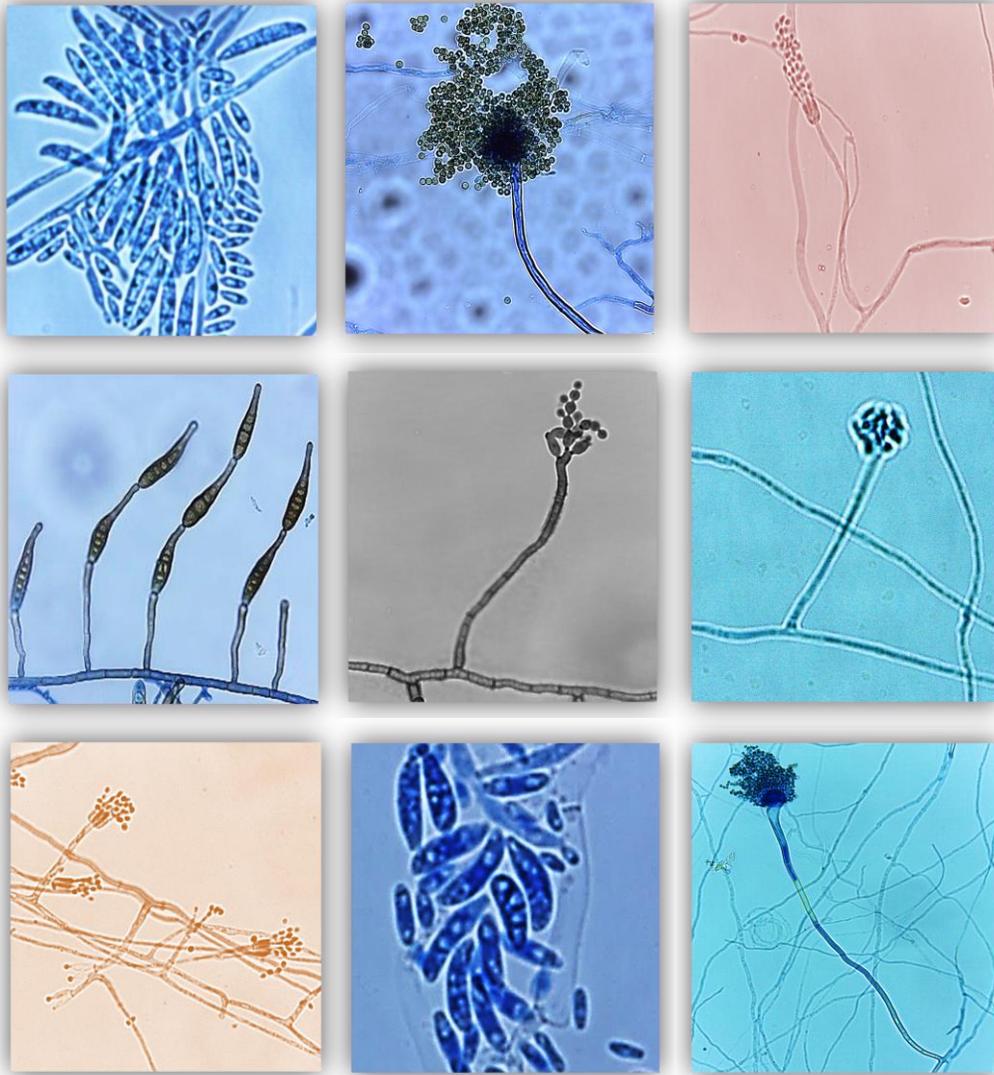
apareciendo como esporas pequeñas, generalmente unicelulares, y de forma ovalada, aunque en algunas especies pueden ser apiculadas, con forma de lágrima o en forma de pera y, a veces, incluso esféricas; pueden ser fialosporas o también pueden ser blastosporas, que son esporas secas producidas por brotes en la punta del conidióforo. Las clamidiosporas existen en algunas, pero no en todas las *Fusarium spp.*; tales esporas son más o menos esféricas, de aproximadamente 7-16 de diámetro, ocurren a menudo individualmente, pero a veces son dobles o incluso están en cadenas o en grandes grupos en algunas especies, se forman en conidios o en hifas, ya sea de manera terminal o intercalar, y aparecen generalmente cuando los nutrientes disponibles se están agotando y el cultivo ya es antiguo (Refai *et al.*, 2015).

### **7.3 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Fusarium*.**

Micelio hialino septado, microconidios ovales unicelulares y bicelulares, de uno a dos septos, de 2.54  $\mu\text{m}$  de ancho y hasta 9.6  $\mu\text{m}$  de largo, se producen a partir de monofiálides; macroconidios hialinos con el lado dorsal más curvo que el lado ventral, célula apical de forma contusa y célula basal apenas en forma angular o de muesca, de máximo cuatro septos, de 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho y 19.2  $\mu\text{m}$  de largo.



## 14. *Aspergillus sp.* Cepa 1.



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de <i>Aspergillus sp.</i></b>	<b>5</b>

## 1. Nombre científico.

*Aspergillus sp* (Link)

### 1.1 Taxonomía (International Mycological Association, 2016).

Súper Reino: *Eukaryota*

Reino: *Fungi*

Subreino: *Dikarya*

División: *Ascomycota*

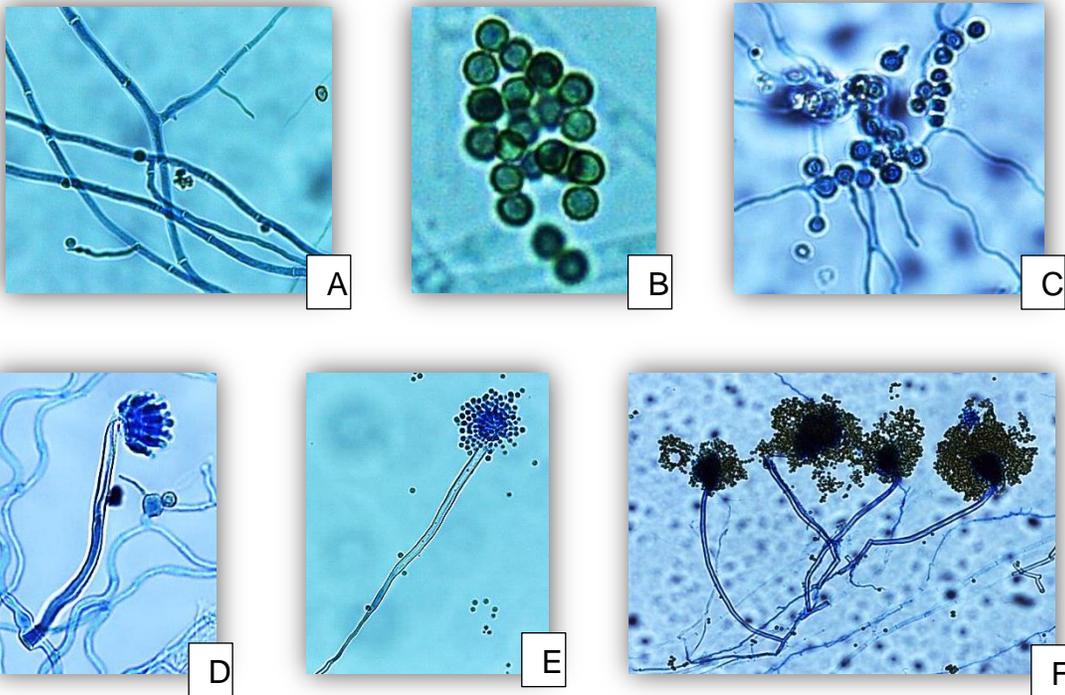
Clase: *Euascomycetes*

Orden: *Eurotiales*

Familia: *Aspergillaceae*

Género: *Aspergillus*

### 1.2 Micrografías.



A<sup>14</sup>. Hifas septadas. (24 horas). 40x B. Conidias unicelulares. (24 horas). 100x C. Germinación de conidias (24 horas). 100x. D. Formación de conidióforo y vesícula (48 horas) 40x. E. Conidias sobre fiálides dispuestas en toda la superficie de la vesícula del conidióforo (96 horas) 40x. F. Cabezas aspergílares (96 horas) 100x.

<sup>14</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

16 de octubre de 2017

### **2.2 Hospedero.**

Suelo con *Echinocereus subinermis* que presentaba pudrición de raíz y tallo.



***Echinocereus subinermis* con pudrición de tallo y raíz.**

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Dilución en serie.

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

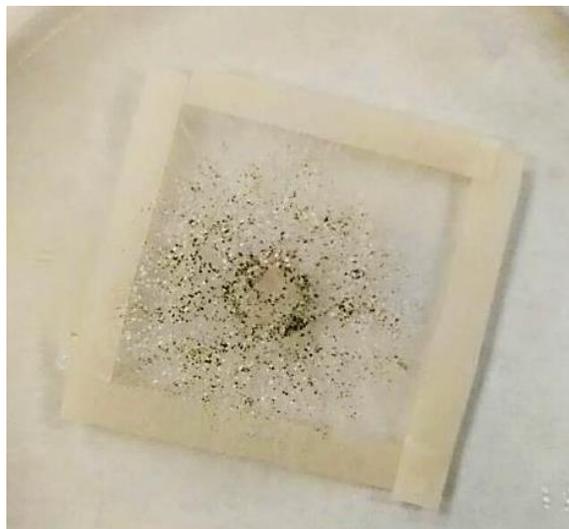
### 5. Técnica de identificación.

Validación, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$ . Cepa de aspecto filamentososo, presenta cabezuelas aéreas color verde oliva. Crecimiento somático hialino en la periferia. No presenta algún aroma característico. Crecimiento del diámetro de  $13.3 \text{ mm día}^{-1}$ .



**Cepa de *Aspergillus sp.***

## 7. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

- 1. Conidios de una celda..... 7
- 7. Conidióforos con células apicales infladas que llevan numerosas fiálides.....Aspergillus

### 7.1 Descripción de Género

Colonias efusivas, de diversos colores, a menudo verdes o amarillentas, a veces marrones o negras. Conidióforos macronematosos, mononematosos. Células conidiógenas monofialídicas, discretas, varias que surgen juntas en los extremos de las ramas terminales o sobre la superficie de la vesícula, en su mayoría determinadas, rara vez percurrentes, ampuliformes o lageniformes, a veces se presentan collarettes. Conidios catenulados, secos, semi-endógenos o acrógenos, esféricos, de diversos colores, lisos, rugosos, verruculosos o equinulados, a veces con espinas dispuestas en espiral, aceptadas (Holliday, 1995).

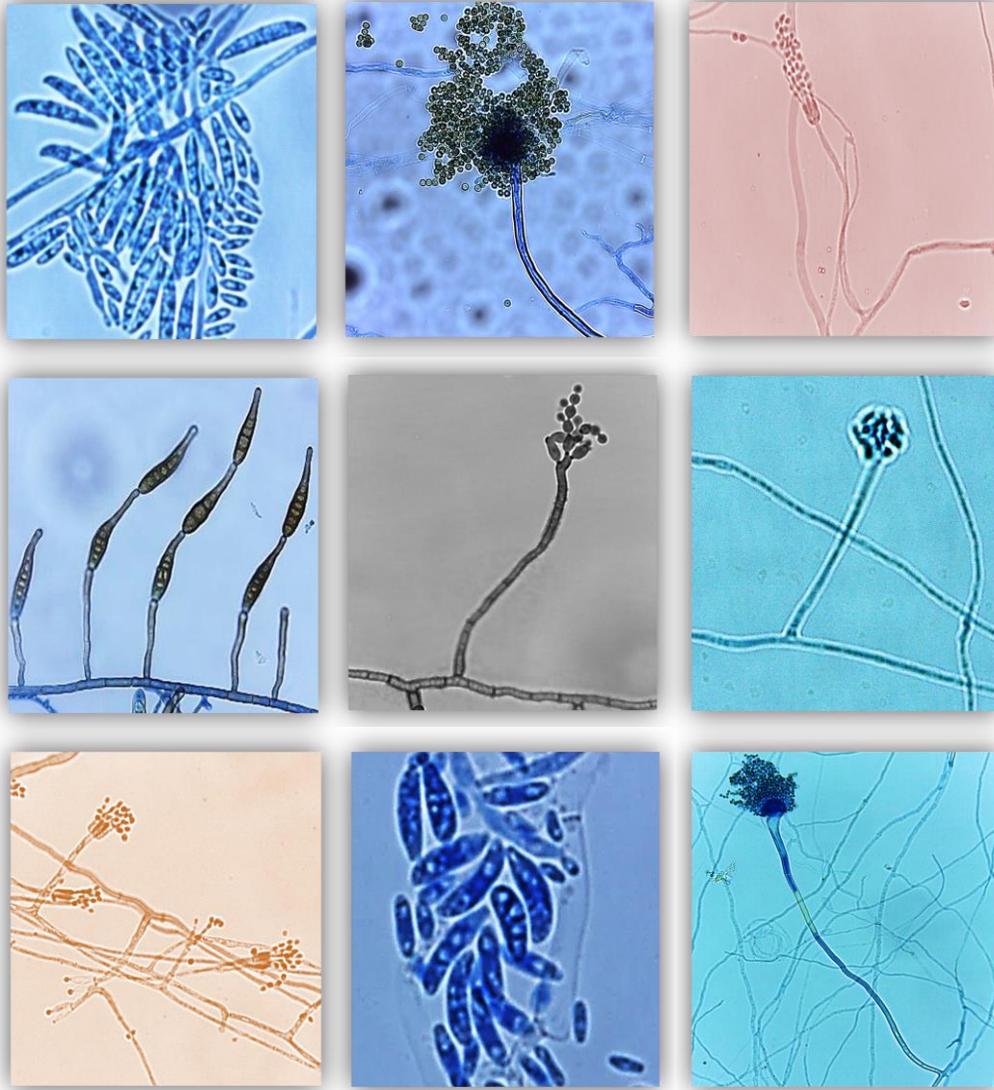
Durante la diferenciación micelial, ciertas células se agrandan, desarrollan una pared celular pesada y forman "células de pie" en forma de "T" o "L" (que no son células separadas) que producen un único conidióforo perpendicular al eje largo de la célula. A veces es difícil ver la "célula" del pie, pero cuando son visibles, los morfólogos lo toman como una fuerte evidencia de que un aislado es una especie de *Aspergillus*. La rama hifal erecta que se desarrolla desde la célula del pie es el conidióforo, que se agranda en su vértice para formar una vesícula redondeada, elíptica o en forma de palo. El área fértil de la vesícula da lugar a una capa de células llamadas fiálides que producen largas cadenas de esporas mitóticas llamadas conidios o conidiosporas. El tamaño y la disposición de las cabezas conidiales, así como el color de las esporas que llevan, son importantes características de identificación. Por ejemplo, las especies en el grupo *A. niger* tienen esporas negras, el grupo *A. ochraceus* es amarillo a marrón, mientras que *A. fumigatus*, *A. nidulans* y *A. flavus* son verdes (Bennett, 2010).

## **7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Aspergillus sp.***

Micelio hialino, hifas septadas; conidios globosos de color verde oliva, de 2.4  $\mu\text{m}$  a 7.2  $\mu\text{m}$  de diámetro; conidióforos hialinos de hasta 784.8  $\mu\text{m}$  que terminan en una vesícula elíptica de 28.8  $\mu\text{m}$  de largo por 48  $\mu\text{m}$  de ancho; con fiálides de hasta 9.6  $\mu\text{m}$  de largo que producen esporas en cadena y forman cabezas conidiales de 26.4  $\mu\text{m}$  de largo por 33.6  $\mu\text{m}$  de ancho.



## 15. *Alternaria* sp. (Sección *Alternata*). Cepa 2.



## ÍNDICE

<b>1. Nombre Científico</b>	<b>1</b>
<b>1. 1 Taxonomía</b>	<b>1</b>
<b>1. 2 Micrografías</b>	<b>1</b>
<b>2. Colecta</b>	<b>2</b>
<b>2. 1 Fecha</b>	<b>2</b>
<b>2. 2 Hospedero</b>	<b>2</b>
<b>2. 3 Ubicación</b>	<b>2</b>
<b>2.3.1 Georreferencia</b>	<b>2</b>
<b>3. Técnica de aislamiento</b>	<b>3</b>
<b>4. Medio de cultivo</b>	<b>3</b>
<b>5. Técnica de identificación</b>	<b>3</b>
<b>6. Características macroscópicas</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Características culturales de la colonia</b>	<b>3</b>
<b>7. Clave morfológica de género</b>	<b>4</b>
<b>7.1 Descripción de género</b>	<b>4</b>
<b>7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de <i>Alternaria sp.</i></b>	<b>5</b>

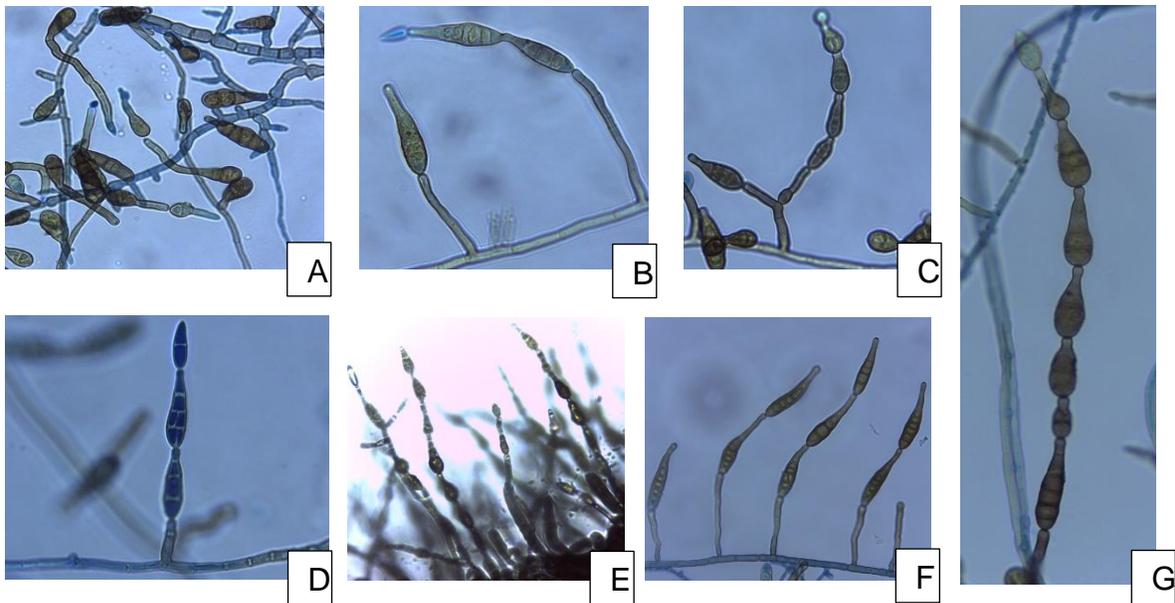
## 1. Nombre científico.

*Alternaria sp.* (Nees)

### 1.1 Taxonomía (Mycobank, 2017).

Súper Reino: *Eukaryota*  
Reino: *Fungi*  
Subreino: *Dikarya*  
División: *Ascomycota*  
Clase: *Dothideomycetes*  
Orden: *Pleosporales*  
Familia: *Pleosporaceae*  
Género: *Alternaria*

### 1.2 Micrografías.



A<sup>15</sup>. Conidios con germinación polar (72 horas) 100x. B. Formación de conidios en cadena del conidióforo (72 horas) 100x. C. Conidióforo primario y conidióforo secundario lateral (72 horas) 100x. D. Conidios septados transversalmente y longitudinalmente (72 horas) 100x. E. Cadenas de conidios emergiendo del cuadro de microcultivo. (72 horas) 100x. F. Formación de cadenas de conidios del conidióforo (72 horas). 100x. G. Cadena de 8 conidios catenulados (72 horas) 100x.

---

<sup>15</sup> Micrografías a partir de preparaciones permanentes. El número de horas de las micrografías no indican el tiempo del ciclo de desarrollo del hongo, sino el tiempo asignado a la preparación permanente.

## **2. Colecta.**

### **2.1 Fecha.**

10 de agosto de 2017

### **2.2 Hospedero.**

*Echinocereus* que presentaba pudrición de tallo y raíz.



***Echinocereus subinermis.***

### **2.3 Ubicación.**

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastian Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

#### **2.3.1 Georreferenciación.**

19° 41' 30" Latitud N, 99° 11' 25.2708" Longitud W.



**Ubicación satelital de colecta (Google Earth, s/f).**

### 3. Técnica de aislamiento.

Aislamiento directo del signo (cámara húmeda de partes vegetales).

### 4. Medio de Cultivo.

- Las características macroscópicas se observaron en una cepa en PDA (papa-dextrosa-agar) y V8-agar con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).
- Las características microscópicas se describieron de los microcultivos en PDA (papa-dextrosa-agar) con antibiótico cloranfenicol ( $200 \mu\text{g mL}^{-1}$ ).

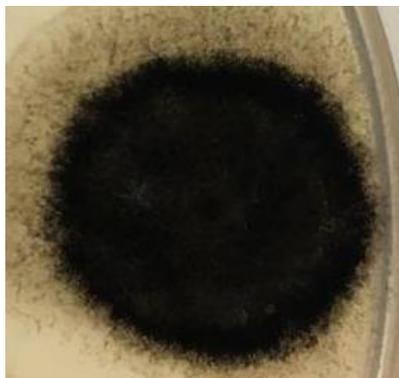
### 5. Técnica de identificación.

Validación, microcultivo y comparación de las características macro y microscópicas con guías descriptivas.

### 6. Características macroscópicas.

#### 6.1 Características culturales de la colonia.

Colonia incubada a  $26 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ . En PDA, la cepa tiene un crecimiento radial verde, topografía plana y textura algodonosa, en la periferia crecimiento somático hialino, al centro una pigmentación verde intenso. Presenta un anillo de esporulación de 45 mm a los siete días. Olor a papa. En V8-agar la colonia es similar, solo la pigmentación es más oscura, casi negra. Diámetro de crecimiento de 80 mm en siete días ( $11.42 \text{ mm día}^{-1}$ ).



**Cepas de *Alternaria sp* en V8-agar y PDA respectivamente.**

## 6. Clave Morfológica de Género (Watanabe, 2010).

Porospora

1. Conidios septados transversalmente y longitudinalmente (muriformes)..... 2
2. Conidias ovadas o claviformes, a menudo bien picudas..... **Alternaria**

### 7.1 Descripción de Género

Las cepas del género *Alternaria*, presentan unas colonias de color grisáceo, marrón negruzco o negro. El micelio es parcialmente superficial o sumergido; las hifas son coloreadas marrón oliváceas u oliváceas. La formación de estroma es poco frecuente y carece de setas. (Fabrega *et al.*, 2002).

Conidióforos de color marrón pálido, simples o ramificados, que llevan conidios catenulados en el ápice y las partes fértiles apicales. Conidios catenulados, en su mayoría hasta nueve en una cadena, a menudo ramificados. Conidios porosporosos, desarrollados acropetalmente, (oscuros) marrones, cilíndricos o en forma de huso, a menudo con picos cilíndricos, muriformes compuestas por tres a cuatro (ocho) paredes transversales y una a dos paredes longitudinales. Conidioforos 17–40 (-139) × 3–3.9 µm. Conidia 18–45(-70.5) × 6.5–15.5 (-17) µm: picos 2.5–35 × 7–7.5 µm (Watanabe, 2010).

Las especies del género *Alternaria* son tanto parásitas de plantas como saprófitas en sustratos orgánicos, éstas últimas están involucradas en la degradación de material vegetal. La identificación de especies dentro del género *Alternaria* es compleja ya que a diferencia de otros géneros de Hyphomycetes, *Alternaria* no ha sido sujeto a una revisión taxonómica integral (Fernández, 2015).

Diagnóstico: la sección **Alternata** contiene conidióforos primarios rectos o curvos, cortos a largos, simples o ramificados, con uno o varios loci conidiogénicos apicales. Los conidios son obclavados, elipsoides largos, de tamaño pequeño o moderado, septados, ligeramente contraídos cerca de algunos septos, con pocos septos longitudinales, en cadenas moderadamente largas a largas, simples o ramificadas. El cuerpo de conidio puede reducirse gradualmente en un pico cónico

o conidióforo secundario. Los conidióforos secundarios se pueden formar apical o lateralmente con uno o unos pocos loci conidiógenos (Woudenberg *et al.*, 2013).

Los conidióforos primarios son curvos o rectos, cortos a muy largos, simples o ramificados con uno a varios loci conidiogénicos terminales. Los conidios se originan en cadenas moderadamente largas a largas que son simples o ramificadas. Los conidios son de tamaño pequeño o moderado, 20–35 (60) × 8–12 μm, obclavado, elipsoide largo o elipsoide, septado transversalmente tres a siete (11), con una ligera constricción en algunos septos y uno a dos septos longitudinales en una o unas pocas divisiones transversales. La mayoría de los conidios se estrechan gradualmente en un pico apical cónico o conidióforo secundario. El pico apical (5 a 10 μm, algunas veces hasta 35 μm) es generalmente más corto que el cuerpo conidial. Los conidióforos secundarios pueden formarse apical o lateralmente y son cortos a moderadamente largos, con uno o unos pocos loci conidiógenos (Lawrence *et al.*, 2016).

## **7.2 Descripción y mediciones registradas de estructuras microscópicas de *Alternaria sp.***

Micelio septado color café olivo; conidióforos primarios que emergen de la parte media del segmento, con hasta 22 segmentos, cortos a largos (450.5 μm), simples, algunos ramificados; conidios inmaduros esféricos con un segmento y de 10.16 μm, conidios maduros obclavados pequeños, de 35.56 x 10.16 μm, que se reducen en un pico cónico, ligeramente contraídos en los septos transversales (7), pocos septos longitudinales (3), en cadenas de hasta nueve conidios, 210 μm, donde al principio de la cadena se forman los conidios más grandes y estrechamente ovoides a casi cilíndricos y los conidios secundarios posteriores se vuelven progresivamente más pequeños y más anchos a medida que la cadena se alarga. Conidióforos secundarios se forman lateralmente.

## **Anexo 5. Glosario** (Ulloa y Hanlin, 2006).

**Acrógeno:** que nace en el ápice.

**Acrópetas:** se refiere a lo que se desarrolla desde la base hacia el ápice.

**Acropleurógena:** lo que está en la parte superior, el extremo de algo, ápice o sumidad; que se origina en el ápice y después se vuelve hacia un costado debido al crecimiento indeterminado del ápice.

**Ampuliforme:** de forma de botella, hinchada, particularmente en la parte basal. Se aplica especialmente a la célula conidiógena que se hincha para formar un área fértil sobre la que se producen muchos conidios simultáneamente, de manera que cubren toda su superficie.

**Apéndice:** parte saliente de alguna otra estructura, generalmente accesoria. Se llaman apéndices las distintas estructuras que se presentan en muy diversos órganos fúngicos.

**Aseptado:** sin tabiques (septos).

**Apiculada:** que termina en una puntita o pequeño mucrón.

**Basípeta:** se refiere a lo que se desarrolla desde el ápice hacia la base, es decir, que el grado de crecimiento es tanto mayor cuanto más alejado se encuentra de la base; por ejemplo, en una cadena de conidios con sucesión basípeta, el conidio que está en la base es el más joven, el de más reciente formación.

**Blastospora:** espora de reproducción asexual, que se origina por gemación.

**Cabezuelas:** parte superior de un conidióforo donde se producen las células conidiógenas.

**Catenulada:** que forma una cadenita o semejante a ella.

**Clamidospora:** espora de origen asexual, recubierta por una pared celular recia y de tipo perdurante, que funciona como espora de resistencia o latencia.

**Clavada:** en forma de clava o mazo.

**Célula de pie:** célula hifal que soporta una célula esporógena o un talo.

## **Continuación de Anexo 5. Glosario (Ulloa y Hanlin, 2006).**

**Célula conidiógena:** en los hongos conidiales se refiere a una célula fértil, especializada en la producción de conidios.

**Clavada:** en forma de clava o mazo.

**Collarete:** copa o estructura de forma de cáliz que se presenta en el ápice o porción subterminal de la fiálide.

**Conidio:** es una espora asexual, no móvil, generalmente formada en el ápice o en un lado de una célula esporógena especializada. Pueden ser uni, bi o pluricelulares y secos o mucosos.

**Conidióforo:** Hifa simple o ramificada, que ve diferencia morfológicamente.

**Coremio:** manojos de hifas esporógenas a modo de escoba. También llamado sinema.

**Doliforme:** de forma de barril.

**Endógeno:** cualquier estructura producida o desarrollada en el interior de otra estructura.

**Equinulado:** cubierto con espinas, pero con las espinas más pequeñas y débiles que equinado.

**Esclerocio:** estructura endurecida compuesta de tejido fúngico que resiste condiciones desfavorables del medio; los esclerocios están compuestos de plecténquima, con una corteza firme, frecuentemente quitinizada y de color moreno o negrozco, aunque puede tener otras coloraciones; son capaces de germinar y reiniciar un crecimiento vegetativo.

**Espora:** pequeña unidad de propagación, unicelular o multicelular, asexual o sexual, móvil o inmóvil, que es capaz de originar a un nuevo individuo.

**Esporodoquio:** pequeño estroma compacto, en forma de cojinete, en el que nacen conidióforos cortos productores de esporas (conidios).

**Estípite:** pie que sostiene el íleo de un basidiocarpo.

**Estroma:** masa compacta de hifas somáticas, constituida de plecténquima, sobre la cual o dentro de la cual se producen hifas fértiles que generan órganos productores asexuales o sexuales.

## **Continuación de Anexo 5. Glosario** (Ulloa y Hanlin, 2006).

**Fiálide:** tipo de célula conidiógena, en forma de botella, que produce conidios blásticos en sucesión basípeta; es una de las células conidiógenas más comunes entre los hongos imperfectos.

**Fialospora:** espora de reproducción asexual, formada por abstricción en el ápice de una fiálide.

**Filiforme:** de forma de hilo, fino y delgado, como una fibrilar de lino.

**Fusiforme:** como un huso, agusado en los extremos.

**Fusoide:** como un huso, agusado en los extremos, también llamado fusiforme.

**Hialino:** transparente e incoloro, como si fuera de cristal, o por lo menos diáfano. Inicialmente, las hifas, las esporas y otros tipos de estructuras son hialinas en la mayoría de los hongos y en muchos permanecen así incluso en la madurez.

**Hialospora:** espora hialina de reproducción asexual; término aplicado a se aplica principalmente a hongos imperfectos.

**Hifa:** filamento tubular que representa la unidad estructural de la mayoría de los hongos. Las dos formas generales de hifas que presentan los hongos son las cenocíticas y las septadas.

**Holoblástico:** tipo de desarrollo conidial a partir de una porción de la célula conidiógena en el que el primordio del conidio sufre un notorio agrandamiento antes de que dicho primordio sea delimitado por un septo. Cuando todas las capas de la pared de la célula conidiógena están involucradas en la síntesis de la pared del conidio.

**Lageniforme:** se aplica al órgano o estructura ventruda en la base y con la parte superior más angosta.

**Locus conidiógeno:** punto fértil donde se generan los conidios.

**Macroconidio:** conidio o espora de reproducción asexual, que se distingue del Microconidio tanto por su mayor tamaño como por ser pluricelular.

**Macronematosos:** se dice de un conidióforo especializado, que se distingue morfológicamente de las hifas asimilativas subyacentes o adyacentes en el resto del micelio.

## **Continuación de Anexo 5. Glosario** (Ulloa y Hanlin, 2006).

**Métula:** célula de un conidioforo que lleva las fiálides.

**Micelio:** conjunto o masa de hifas que constituye el cuerpo vegetativo o taló de un hongo.

**Microconidio:** se refiere a un conidio pequeño, generalmente unicelular.

**Micronematoso:** conidióforo que no se distingue morfológicamente de las hifas en el resto del micelio.

**Monoblástica:** tipo de célula conidiógena holoblástica que produce un conidio en un solo punto o lugar.

**Monofiládica:** se aplica a una fiálide que tiene un solo sitio a través del cual se producen los conidios.

**Mononematoso:** conidióforo constituido por una sola hifa o filamento.

**Obclavado:** forma de clava o porra con la parte ensanchada en la base.

**Penicilo:** esporóforo asexual en forma de pincel, constituido de un conidióforo o pedicelo que soporta un racimo de células conidiógenas (fiálides), y que también puede tener otros elementos (como las ramas y las métulas) dependiendo de las especies.

**Poliblástica:** tipo de célula conidiógena holoblástica que produce yemas (los primordios de los conidios) en varios puntos o sitios.

**Ramoconidio:** rama intercalar o apical de un conidióforo, que al desprenderse funciona como un conidio.

**Saprófito:** vegetal heterótrofo que se nutre a expensas de animales o plantas muertos y de diversos restos orgánicos en descomposición o descompuestos. Comúnmente, y de manera equivocada, se aplica a los hongos, que no son plantas, por lo que para estos últimos es preferible utilizar el término saprobio.

**Saprobio:** organismo que se desarrolla sobre un ser orgánico muerto o sobre sustancias orgánicas, y utiliza estos sustratos como alimento. La mayoría de los hongos son saprobios.

**Septado:** con septos o particiones, como las hifas de la mayoría de los hongos. Se opone a cenocítico o aceptado.

## **Continuación de Anexo 5. Glosario (Ulloa y Hanlin, 2006).**

**Simpodial:** tipo de ramificación en el que un eje semeja un tallo simple, pero está formado de las bases de varios ejes originados sucesivamente como ramas una de la otra.

**Somático:** relativo al cuerpo, ya sea en estructura o en funciones, pero no a las partes o fases reproductoras.

**Verruculoso:** con la superficie áspera, ornamentada de prominencias diminutas o microscópicas semejantes a verrugas.

**Vesícula:** hinchamiento en la parte apical de los conidióforos, el cual tiene varias formas según las especies, y dan origen a las fiálides, productoras de conidios o a métulas y fiálides.