

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

PROYECTO  
POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS  
PORTADORES DE MICOVIRUS

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL  
POR INVESTIGACIÓN

**Microhongos del suelo en Tlalpan, Ciudad de  
México.**

QUE PRESENTA LA ALUMNA

**Mitzi Itzel Fuantos Vázquez**

Matrícula  
2162043925

**ASESORES**

Dra. Judith Castellanos Moguel  
No. Económico 28248  
Laboratorio de Micología, UAM-X

Dr. Gilberto Vela Correa  
No. Económico 27970  
Laboratorio de Edafología, UAM-X

## 1. Resumen.

En el suelo existen un sin fin de microorganismos, que destacan por su elevada variabilidad y adaptabilidad, así como, por su potencial para promover y modificar el desarrollo vegetal. Uno de los microorganismos más dominantes del suelo son los hongos, constituyen el 50% de la biomasa, su dominancia se debe a que llevan a cabo un amplio rango de funciones dentro del ecosistema, actúan como simbiontes, fitopatógenos, entomopatógenos y oligótrofos. Los hongos antagonistas son competitivos para el control biológico de fitopatógenos, ya que presentan diferentes mecanismos de acción (antibiosis, micoparasitismo, etc.) que controlan el desarrollo del patógeno. Además, de ser una mejor alternativa contra el uso de plaguicidas químicos que provocan cambios en la diversidad microbiana del suelo y contaminación ambiental. Actualmente existen pocos estudios sobre microhongos en la Ciudad de México, por lo que el objetivo del presente trabajo fue aislar e identificar microhongos de suelos con diferentes usos en Tlalpan, CDMX. Se tomaron muestras en siete predios, con uso de suelo habitacional/agrícola y forestal. Se aislaron y cuantificaron las unidades formadoras de colonias de microhongos (UFC). Asimismo, se identificó hasta género, por morfología colonial y micromorfología, las especies de microhongos. La mayor cantidad de UFC se registró en el sitio Alta Tensión (habitacional/agrícola). En total se registraron 41 géneros de microhongos, los sitios con mayor diversidad fueron San Miguel Toxiac y Alta Tensión. El género más predominante en Tlalpan fue *Penicillium sp.* Hubo presencia de géneros como *Trichoderma sp.* y *Gliocladium sp.* Dentro del sitio San Nicolás Totolapan (forestal), se encontró antagonismo (hiperparasitismo) por parte del género *Aspergillus spp.*, en *Acremonium spp.* Tlalpan alberga una gran diversidad de microhongos, sin embargo, la presencia de asentamientos humanos que han propiciado cambios en el uso de suelo favorece la proliferación de especies fitopatógenas dañinas para el ambiente, por su capacidad para competir por nutrientes, inhibiendo la proliferación de especies antagonistas como *Trichoderma* y *Gliocladium*.

**Palabras clave:** Microhongos, suelo, fitopatógeno, antagonismo, hiperparasitismo.

## **2. Introducción.**

En el suelo existen un sin fin de microorganismos, que destacan por su elevada variabilidad y adaptabilidad, así como, por su potencial para promover y modificar el desarrollo vegetal, ya que participan en la descomposición de la materia orgánica, liberación de nutrientes e influyen en las propiedades fisicoquímicas del suelo (Velázquez *et al.*, 2017). La eficiencia de estos microorganismos está influenciada principalmente por las propiedades fisicoquímicas del suelo, como la humedad, pH y materia orgánica (González *et al.*, 2021).

Algunos de estos microorganismos presentan características antagónicas, que suelen ser aprovechadas para el control biológico de patógenos vegetales. Dentro de estas características se considera, la capacidad para colonizar y persistir en una superficie, mayor habilidad que el patógeno para conseguir nutrientes y capacidad de sobrevivir a condiciones extremas en el medio ambiente (Fernández y Vega, 2001; Hernández *et al.*, 2007). Uno de los microorganismos más dominantes del suelo son los hongos, estos constituyen el 50% de la biomasa, debido a la extensa longitud de sus filamentos y la amplia red que predomina en el lecho en descomposición, en los estratos orgánicos de suelos boscosos o selváticos. Asimismo, su dominancia se debe a que llevan a cabo un amplio rango de funciones dentro del ecosistema, actúan como simbioses, fitopatógenos, entomopatógenos, oligótrofos y descomponedores de materia orgánica (Mendoza y Torres, 2016).

Los hongos antagonistas son competitivos para el control biológico de fitopatógenos, como hongos o nematodos, ya que presentan diferentes mecanismos de acción para controlar el desarrollo del patógeno. Algunos de estos mecanismos son antibiosis, competencia por espacio o por nutrientes, micoparasitismo, desactivación de las enzimas de patógenos e inducción de resistencia, de tal forma que no tienen un único modo de acción y la conjunción de estos mecanismos es una característica importante para su uso como agentes biocontroladores. Además, son una mejor alternativa contra el uso de plaguicidas químicos que provocan resistencia en las plagas, cambios en la diversidad

microbiana del suelo y contaminación ambiental (Gómez *et al.* 2013; Hernández *et al.*, 2019). Entre las especies más estudiadas y aplicadas como control biológico debido a sus características antagonistas se encuentran las del género *Trichoderma* y *Gliocladium* (Martínez *et al.*, 2013; Castillo *et. al.*, 2015).

*Trichoderma* es un hongo que posee buenas cualidades como biocontrolador de fitopatógenos del suelo, como los géneros *Pythium* y *Fusarium*, debido a su versatilidad, adaptabilidad y fácil manipulación. Es un organismo dominante en los suelos, gracias a su naturaleza agresiva y a su capacidad metabólica para competir con otros microorganismos (Fernández y Vega, 2001; Eraso *et al.*, 2014).

Las especies de *Trichoderma* actúan como hiperparásitos competitivos (micoparasitismo) que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas que provocan cambios estructurales a nivel celular, en los organismos con los que interactúa (Ezziyyani *et al.*, 2004). Del mismo modo, *Gliocladium* es un micoparásito y productor de antibióticos que se ha utilizado como biofungicida en un amplio rango de situaciones, incluyendo la prevención y el control de enfermedades en plantas. Entre los patógenos que se controlan con este hongo se encuentran *Alternaria*, *Fusarium* y *Pythium*. Este hongo suele producir compuestos metabólicos tóxicos para los hongos fitopatógenos, que provocan la inhibición del crecimiento, reducción de la esporulación y viabilidad del patógeno (Castillo *et. al.*, 2015; Krisnawan *et. al.*, 2020).

## **2. Objetivo general**

- Aislar e identificar microhongos de suelos con diferentes usos en Tlalpan, CDMX.

## **3. Objetivos específicos**

- Aislar hongos antagonistas, fitopatógenos y entomopatógenos a partir de un suelo forestal y un suelo perturbado en la Alcaldía de Tlalpan, CDMX.
- Identificar a los hongos aislados a partir de la morfología colonial y micro morfología.

- **4. Metodología**

- **4.1 Actividades realizadas**

Se realizó un muestreo en la Ciudad de México, específicamente dentro de la Alcaldía Tlalpan, en donde, se tomaron muestras de suelo de siete predios. En cada predio se localizaron sitios con uso de suelo habitacional/agrícola y forestal. Las muestras de suelo se tomaron a una profundidad de 0 a 40 cm<sup>2</sup>, en todos los casos, las cuales se manejaron como especímenes biológicos y se mantuvieron en refrigeración hasta su procesamiento en laboratorio.

El análisis de las muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Micología de la UAM Xochimilco, las técnicas y métodos empleados para el cumplimiento de los objetivos se describen a continuación:

- **Aislamiento de hongos del suelo.** Se realizó por el método de Placas de Warcup modificado (Mier et al., 2013). Para tal fin, se pesó 1 g de suelo y se adicionaron a 9 ml de Tween 80 al 0.5% estéril. Se hicieron diluciones decimales, de las cuales se tomaron 200 µml y se depositaron en el fondo de cajas Petri, a las cuales se les agregó medio Rosa de Bengala estéril, fundido y frío, adicionado con cloramfenicol, para obtener colonias puras.

Las cajas se incubaron a 28°C de 7 a 11 días, para permitir el desarrollo de las colonias. Pasado el tiempo de incubación, se cuantificó el número de Unidades Formadoras de Colonias por gramo de suelo.

- **Identificación de los hongos aislados a partir de la morfología colonial y micromorfología.** Una vez pasado el tiempo de incubación y desarrolladas las colonias, se registraron las siguientes características macromorfológicas de cada una, anverso y reverso:

- ✓ Color de la colonia.

- ✓ Aspecto de la superficie: algodonoso, aterciopelado, brillante, butiráceo, cerebriforme, flocoso, lanoso, liso, mucilaginoso, plegado, pulverulento, rugoso, veloso, zonado.
- ✓ Consistencia: blanda, dura, elástica, mucoide.
- ✓ Superficie: convexa, elevada, plana, umbonada.
- ✓ Producción de exudado, pigmento o difusión, en su caso, en el medio de cultivo.

Posteriormente, con ayuda del microscopio óptico y por observación directa de cada una de las colonias, se registraron sus características micromorfológicas. Finalmente, con ayuda de claves dicotómicas (Barnett y Hunter, 1998; Samson *et al.*, 1981; Watanabe, 2002) se identificaron los géneros de cada una de las colonias observadas. Una vez identificados los géneros se calcularon las frecuencias relativas y los resultados se expresaron en gráficos.

#### **4.2 Metas alcanzadas**

- Se logró aislar microhongos de un suelo forestal y perturbado.
- Los microhongos aislados fueron identificados hasta género.
- Se registraron hongos con características antagonistas y fitopatógenas.

## 5. Resultados

Se realizó la caracterización de los sitios en cuanto al uso de suelo (Tabla 1), habitacional/agrícola y forestal, también se registró la vegetación predominante dentro de cada uno. En todos los casos los predios presentaban campos de cultivos, principalmente de avena forrajera (*Avena sativa*), así como la presencia de especies arbóreas. El único sitio que no presentaba cultivos fue San Nicolás Totolapan, ya que es un sitio con uso de suelo forestal.

Tabla 1. Uso de suelo por sitio			
Sitio	Predio	Coordenadas	Características
1	San Miguel Toxiac	19°12'25.4" N, 99°09'07.6" W	Uso de suelo con asentamientos humanos irregulares. En este predio se encuentran algunas parcelas agrícolas con maíz ( <i>Zea mais</i> ) y avena forrajera ( <i>Avena sativa</i> ). En el estrato arbóreo se encuentran encinos ( <i>Quercus</i> ) y ailes ( <i>Alnus</i> ), mientras que en las áreas pedregosas y límite de parcelas son frecuentes los pirules ( <i>Schinus molle</i> ).
2	Las Margaritas	19°12'25.4" N, 99°09'07.6" W	Uso de suelo habitacional, parcelas agrícolas para el cultivo de avena forrajera ( <i>Avena sativa</i> ). Se puede observar también paja brava ( <i>Stipa ichu</i> ), avena salvaje ( <i>Avena fatua</i> ) y navajita ( <i>Bouteloa sp.</i> ). En estrato arbóreo se encuentran encinos ( <i>Quercus</i> ).
3	La Magueyera	14 Q 0484490 E, 2127844 N	Predio completamente ocupado por asentamientos humanos. Conserva algunas parcelas agrícolas para el cultivo de avena forrajera ( <i>Avena sativa</i> ). También gramíneas como paja brava ( <i>Stipa ichu</i> ), avena salvaje ( <i>Avena fatua</i> ), pasto ( <i>Bouteloa sp.</i> ) y <i>Agrostis sp.</i> principalmente. El estrato arbóreo es muy escaso, aunque pueden observarse ejemplares de encinos ( <i>Quercus</i> ) y aile ( <i>Alnus jurulensis</i> ).

4	Alta Tensión	14 Q 0484944 E, 2127700 N	Predio completamente ocupado por asentamientos humanos, aunque aledaños hay algunas parcelas agrícolas que se dedican al cultivo de avena forrajera ( <i>Avena sativa</i> ) y maíz ( <i>Zea mais</i> ). También pueden observarse diversas gramíneas particularmente paja brava ( <i>Stipa ichu</i> ), avena salvaje ( <i>Avena fatua</i> ) y <i>Agrostis sp.</i> entre otras. En el estrato arbóreo se encuentran algunos encinos ( <i>Quercus</i> ), ciprés ( <i>Cupressus</i> ). También se encontró maguey manso ( <i>Agave salmiana</i> ).
5	Tres Mayo	14 Q 0484457 E, 2127249 N	Uso de suelo habitacional, parcelas agrícolas para el cultivo de avena forrajera ( <i>Avena sativa</i> ). Se pueden observar diversas gramíneas como paja brava ( <i>Stipa ichu</i> ), avena salvaje ( <i>Avena fatua</i> ), pasto navaja o navajita ( <i>Bouteloa sp.</i> ) y <i>Agrostis sp.</i> En estrato arbóreo se encuentran encinos ( <i>Quercus</i> ).
6	Pedregal de Aminco	14 Q 0486106 E, 2123365 N	Aunque son asentamientos humanos irregulares, existen a su alrededor algunas parcelas agrícolas que se dedican al cultivo de avena forrajera ( <i>Avena sativa</i> ) y maíz ( <i>Zea mais</i> ). También hay, paja brava ( <i>Stipa ichu</i> ), pasto ( <i>Bracchiaria sp.</i> ) y paja blanca ( <i>Camalamagrostis sp.</i> ). En el estrato arbóreo aún existen algunos ejemplares de encino ( <i>Quercus sp.</i> ), pirul ( <i>Schinus sp.</i> ) y cedro ( <i>Cupressus lusitanica</i> ).
7	San Nicolás Totolapan	14 Q 0473055 E, 21280704 N	Uso de suelo forestal, predominantemente bosque de pino ( <i>Pinus chamaite</i> y <i>Pinus ayacahuite</i> ), aunque se encuentran algunas especies de cedro ( <i>Cupressus lusitánica</i> ), oyamel ( <i>Abies religiosa</i> ) y encino ( <i>Quercus sp.</i> ). Vegetación abundante, suelos fértiles ricos en materia orgánica y nutrientes.



En la figura 1 se muestra el total de Unidades Formadoras de Colonia (UFC) registradas en cada sitio, la mayor cantidad de UFC se registró en el sitio Alta Tensión (308), seguido de Las Margaritas (211). Por el contrario, en Pedregal de Aminco (48) y Tres Mayo (57), respectivamente, se encontró la menor concentración de colonias de microhongos.

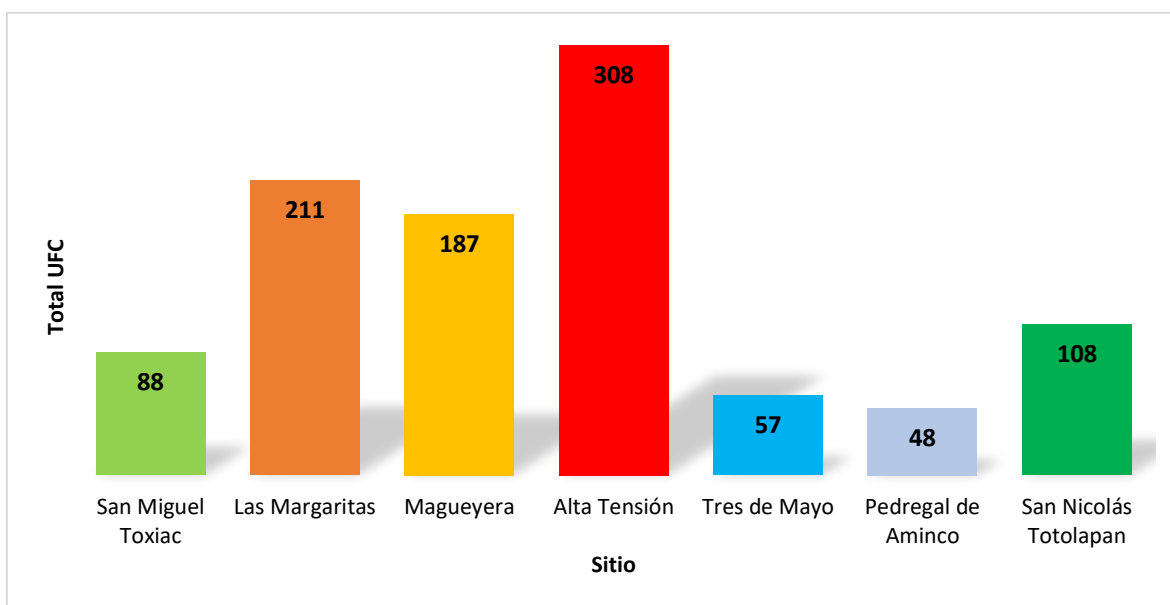


Figura 1. Unidades Formadoras de Colonia (UFC) de microhongos por sitio.

En total se registraron 41 géneros de microhongos, los sitios con mayor diversidad fueron San Miguel Toxiac y Alta Tensión, cada uno con presencia de un total 21 géneros (Figura 2). En la figura 3 se encuentra los géneros de microhongos registrados en Tlalpan, el género más predominante fue *Penicillium spp.* (247), así como *Fusarium spp.* (91), *Rhizopus spp.* (81) y *Aspergillus spp.* (71). Asimismo, hubo presencia de géneros como *Trichoderma spp.* (16) y *Gliocladium spp.* (6), sin embargo, debido a su baja frecuencia y a cuestiones ajenas a la investigación, las cepas que se tenían aisladas se perdieron, ya que dejaron de ser viables al no ser conservadas de manera adecuada durante el paro estudiantil.

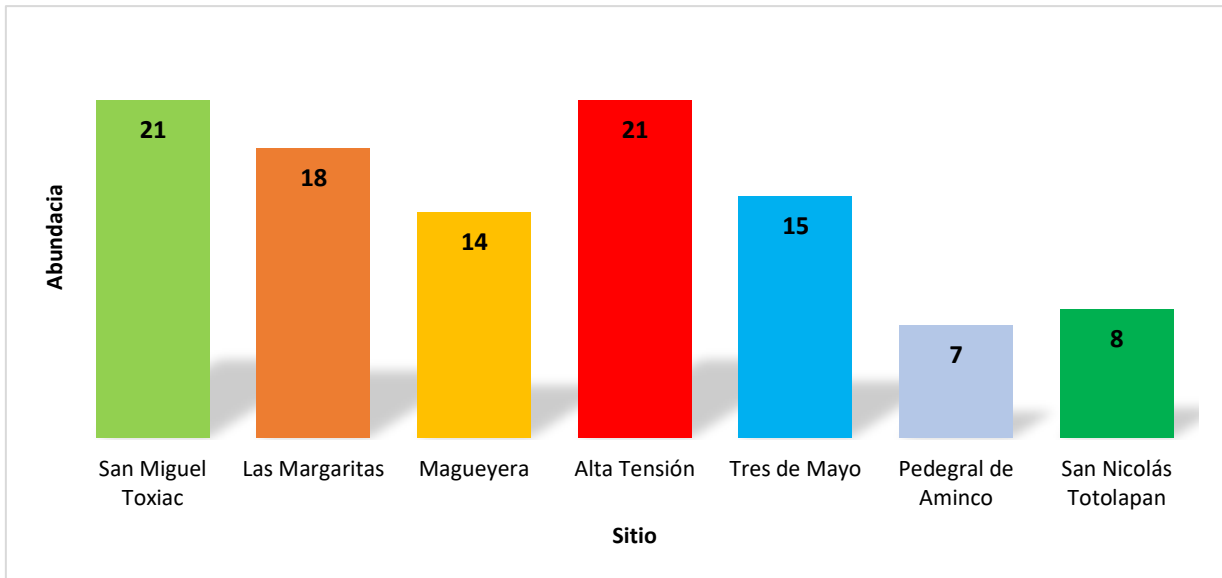


Figura 2. Presencia de géneros de microhongos en cada sitio.

Debido a que las cepas de *Trichoderma* y *Gliocladium* ya no fueron viables, la parte experimental de la evaluación del efecto antagonista de estos géneros se vio suspendida. Sin embargo, dentro del sitio San Nicolás Totolapan, se encontró antagonismo (hiperparasitismo) por parte del género *Aspergillus spp.*, en *Acremonium spp.* (Imágenes 1, 2, 3).



Imagen 1. Hiperparasitismo de *Aspergillus sp.* en *Acremonium spp.* (40x).

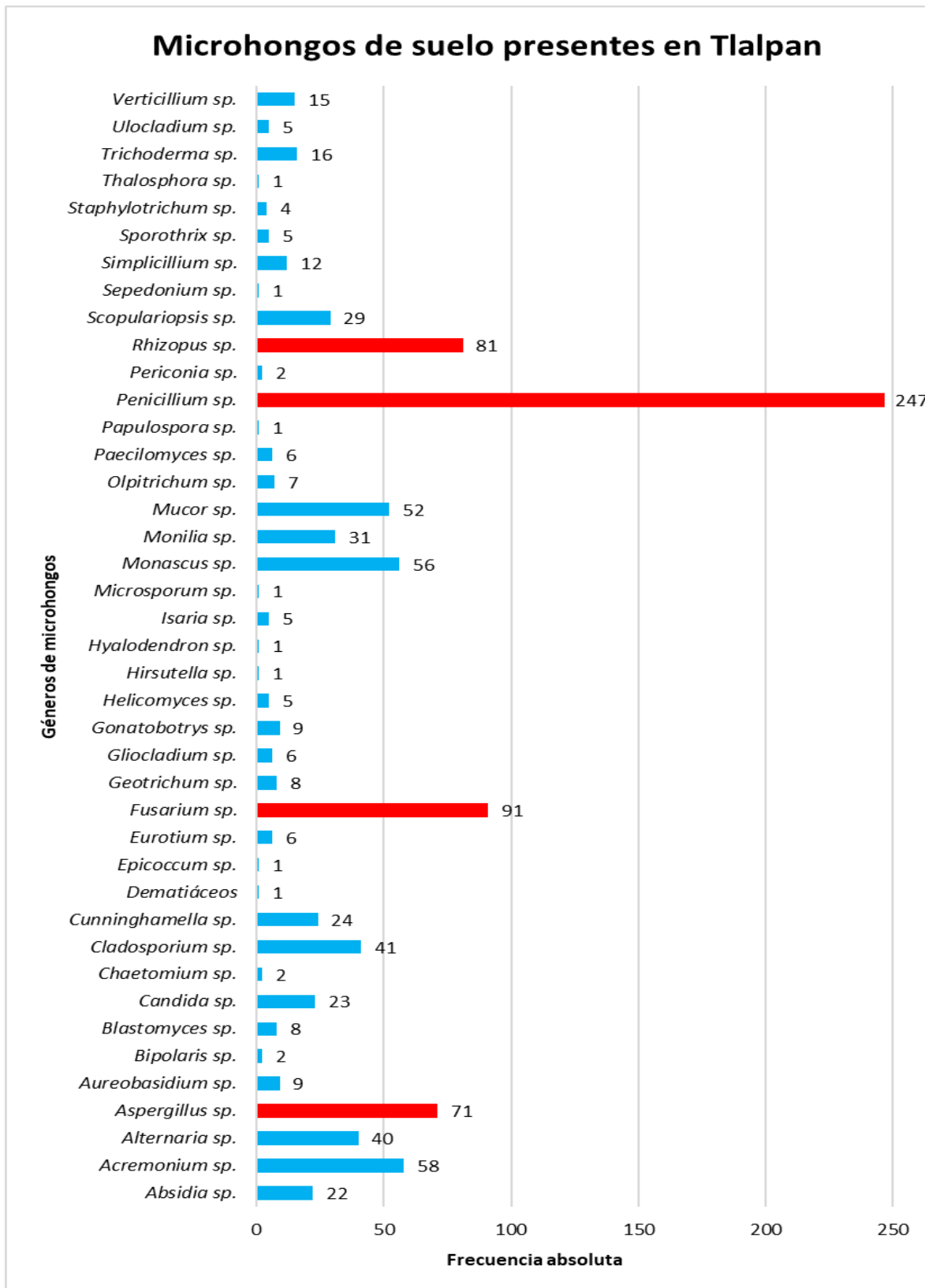


Figura 3. Diversidad microhongos del suelo presentes en Tlalpan.



Imagen 2. Hiperparasitismo de *Aspergillus spp.* en *Acremonium spp.* (4x).

Imagen 3. Hiperparasitismo de *Aspergillus spp.* en *Acremonium spp.* (10x).



## 6. Discusión

En todos los sitios hubo presencia de microhongos, sin embargo, los sitios con mayor presencia de UFC fueron aquellos en los que en su mayoría, el uso de suelo estaba constituido por asentamientos humanos con parcelas agrícolas para el cultivo de avena forrajera (*Avena sativa*) y maíz (*Zea mais*), como el sitio Alta Tensión y Las Margaritas. Esto puede estar relacionado a que, en lugares con cultivos agrícolas, frecuentemente existe suministro de fertilizantes, agua y desechos de materia vegetal, lo cual propicia una entrada considerable de nutrimentos y condiciones de humedad que favorecen la actividad metabólica de los microorganismos del suelo, en este caso los hongos del suelo (Samaniego y Chew, 2007). Además, de acuerdo con Marcos Valle *et. al.* (2019), hay evidencias que indican que las prácticas agrícolas causan más alteraciones cuantitativas que cualitativas en las comunidades de microhongos del suelo, ya que el depósito de residuos de cultivos sobre la superficie del suelo promueve el desarrollo de los hongos.

La mayor diversidad de géneros de hongos se encontró en los sitios de San Miguel Toxiac y Alta Tensión, estos sitios comparten las mismas características en cuanto al uso de suelo, pues en su mayoría están ocupados por parcelas agrícolas de avena forrajera (*Avena sativa*) y maíz (*Zea mais*), además de presentar algunos estratos arbóreos con especies de encinos (*Quercus*) y ciprés (*Cupressus*). Marcos Valle *et al.*, (2019) también registraron una mayor diversidad de taxones fúngicos en suelo agrícola, tanto la agricultura como la composición vegetal influyen directamente en la distribución de especies de hongos, debido a que las especies vegetales proporcionan nichos y micronichos que ayudan a crear interacciones específicas entre plantas y hongos que propician la abundancia de ciertos géneros de hongos. De igual forma el uso de monocultivos, en este caso maíz y avena, provoca el incremento de la abundancia en ciertas especies de hongos (Pacasa *et al.*, 2017).

Se registró un total de 41 géneros, siendo *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus* y *Aspergillus*, los géneros más abundantes. Pacasa *et al.*, (2017) registraron un total de 44 géneros, en donde también destacaron los géneros *Penicillium*, *Rhizopus* y *Fusarium*.

Dentro de Tlalpan, el género con mayor dominancia fue *Penicillium* (247), esto debido a que es uno de los géneros más abundante y de mayor distribución geográfica, sus esporas se encuentran en todos lados, en el aire y en el suelo, abundan en diferentes ambientes incluyendo alimentos, materia orgánica en descomposición, composta, semillas y cereales. Además, sus especies producen metabolitos secundarios lo que permite que puedan afianzarse a su ambiente natural inhibiendo a otros organismos que compiten por el substrato (González, 2009; Barrios y Sandoval, 2018; UNAM, 2021).

*Fusarium* también fue uno de los géneros más abundantes (91) dentro del sitio de estudio. El género *Fusarium*, es un hongo de campo, pertenece a los hongos filamentosos que están ampliamente distribuidos a nivel mundial y son comunes en los suelos, muchas especies tienen características fitopatógenas, relacionadas principalmente a cultivos de cereales, como maíz, trigo y avena (González, 2009; UNAM, 2021). En Tlalpan, los sitios muestreados presentaron en su mayoría uso de suelo agrícola, ocupado principalmente por cultivos de maíz (*Zea mays*), *Avena sativa* y *Avena fatua*, así como, algunas especies de pasto y encinos. Rodríguez *et al.* (2001), reportaron presencia de diferentes especies de *Fusarium*, coincidiendo con las características de sus sitios de estudio con las del presente trabajo, donde hay presencia de suelo agrícola y forestal (encinos), menciona que, de acuerdo con varios autores, se han detectado poblaciones elevadas de *Fusarium* spp. en suelos de pastos y comunidades no forestales, o en zonas arboladas abiertas con abundancia de pastos y otras hierbas. De igual forma, se registró una alta abundancia de *Rhizopus* spp. (81), debido a que es un hongo que puede sobrevivir durante meses en los suelos, en un amplio rango de temperatura y humedades relativas, además es un fitopatógeno versátil (Barrios y Sandoval, 2018).

Por otro lado, a pesar de que hubo una baja frecuencia de *Trichoderma* (16) y *Gliocladium* (6), y las cepas aisladas perdieron su viabilidad, la presencia de este tipo de hongos se debe a que las especies de *Trichoderma*, por ejemplo, son hongos de vida libre, altamente interactivos en las raíces del suelo y ambiente foliar, predominan en ambientes bocosos o suelos agrícolas, tienen bajo requerimiento nutrimental y un amplio rango de temperatura para su crecimiento, poseen alta adaptabilidad a condiciones ecológicas, pueden crecer de manera saprofítica y se desarrollan en diversos sustratos, lo que indica que es un excelente competidor por espacio y recursos nutricionales, gracias a su plasticidad ecológica (Acurio y España, 2017; Hernández *et al.*, 2019). Además, al igual que *Gliocladium*, ambos hongos poseen características antagónicas, lo que les permite establecerse en cualquier sustrato (Martínez *et al.*, 2013; Castillo *et al.*, 2015).

En el sitio de San Nicolás Totolapan, se encontró presencia de antagonismo por parte de *Aspergillus spp.* en *Acremonium spp.* Asimismo, cabe destacar que *Aspergillus* fue uno de los géneros con mayor dominancia (71) dentro de Tlalpan.

Mendoza y Torres (2016), en su sitio de estudio, coincidiendo en características con San Nicolás Totolapan, encontraron que uno de los géneros más representativo era *Aspergillus*, considerado como saprofito facultativo. Este hongo es ubicuo por su capacidad para crecer en un rango amplio de temperatura y sobre sustratos con alta humedad relativa, lo cual facilita la colonización y dominancia de este género sobre los demás. De igual forma, su hiperparasitismo se debe a que produce un gran número de enzimas y toxinas que le permiten competir y desplazar a otras especies. Los productos metabólicos de la invasión antagónica por parte de *Aspergillus*, suelen ser muy tóxicos y letales para otros organismos (Morales, 2011; Gonzalez, 2009; UNAM, 2021).

## 7. Conclusiones

El uso de suelo, así como el tipo de vegetación influyen directamente en la presencia de microhongos del suelo, siendo estos factores determinantes en la diversidad de hongos (antagonistas, fitopatógenos y entomopatógenos).

Los asentamientos humanos interfieren negativamente en la diversidad de microhongos, propiciando la proliferación de ciertas especies, como *Penicillium*, *Fusarium* y *Rhizopus*, que debido a su capacidad de producción de micotoxinas y metabolitos secundarios inhiben el desarrollo de otras especies de importancia como *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Paecilomyces* e *Isaria*.

Tlalpan alberga una gran diversidad de microhongos, sin embargo, la presencia de asentamientos humanos que han propiciado cambios en el uso de suelo favorece la proliferación de especies fitopatógenas en su mayoría, como *Fusarium*, *Verticillium*, *Alternaria*, *Monilia* y *Bipolaris*.

La presencia de géneros como *Trichoderma* y *Gliocladium*, en los suelos de Tlalpan, demuestra la existencia de hongos antagonistas en el ambiente que, con un adecuado manejo, podrían funcionar como biocontroladores de fitopatógenos, como *Fusarium*, *Rhizopus*, *Aspergillus* y *Alternaria* debido a su capacidad antagonica.

El micoparasitismo (antagonismo) por parte *Aspergillus spp.* indica que es un hongo sumamente competitivo, por su capacidad de producir una gran variedad de toxinas, que le permiten desplazar a otras especies y parasitar, además su capacidad de establecerse dentro de cualquier ambiente, lo hace una especie peligrosa y de cuidado en el control biológico, debido a que es un fitopatógeno que ocasiona daños en el desarrollo vegetal. Además de ser un alérgeno de importancia médica.



## **8. Recomendaciones**

Se recomienda hacer un muestreo más representativo dentro de Tlalpan, en donde se incluyan más sitios con uso de suelo forestal, ya que en esta investigación solo se tomo en cuenta un sitio con suelo forestal.

Extender el muestro a diversos sitios, con diferente uso de suelo permitirá encontrar una mayor diversidad de microhongos y evaluar la repercusión que tiene el uso de suelo en las características de los microhongos.

Es importante continuar monitoreando la presencia de microhongos del suelo en Tlalpan, ya que podríamos encontrar más especies de hongos antagonistas, que sean factibles para el control biológico de plagas.

## 9. Referencias Bibliográficas

- Acurio, R. D., España, C. K. (2017). "Aislamiento, Caracterización y Evaluación de *Trichoderma spp.* como promotor de crecimiento vegetal en pasturas de raygrass (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*)" *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 25 (1), pp. 53-61. DOI: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17163/lgr.n25.2017.05>.
- Barnett, H.L., Hunter, B. B. (1998). "Illustrated genera of imperfect fungi". Sr. Paul, Minnesota: American Phytopathological Society.
- Barrera, J. J. y Echenique, D. K. (2019). "Efecto de crecimiento de hongos antagonistas (*Trichoderma sp* y *Gliocladium sp*) frente a hongos entomopatógenos (*Metarhizium sp*, *Paecilomyces sp* y *Beauveria sp*) en medio nutritivo de PDA", *Trabajo de grado para título profesional de Ingeniero Agrónomo*. Universidad de lo Llanos. Disponible en: <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/1410/Efecto%20de%20Hongos%20Antagonistas.pdf;jsessionid=91DDE80F6DB4B441E3F93A5CF6B70CFE?sequence=3>.
- Barrios, M. B., Sandoval, M. C. (2018). "Caracterización de hongos presentes en suelos con usos contrastantes", *Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental*. Facultad de Ciencias Agrarias, UNLZ. 5 (1). pp. 3-9.
- Castillo, H., Rojas, R. y Villalta, M. (2015). "*Gliocladium sp.*, agente biocontrolador con aplicaciones prometedoras", *Tecnología en Marcha*, 29 (3), pp. 65-73. DOI: [10.18845/tm.v29i7.2707](https://doi.org/10.18845/tm.v29i7.2707).
- Eraso, C., Acosta, J., Salazar, C. y Betancourth, C. (2014). "Evaluación de cepas de *Trichoderma spp.* para el manejo del amarillamiento de arveja causado por *Fusarium oxysporum*", *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15 (2), pp. 237-249. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945182005>.

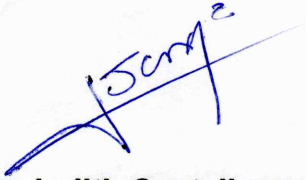
- Ezziyyani, M., Pérez, C., Sid Ahmed, A., Requena, M. E. y Candela, M. E. (2004). “*Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora Capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.)”, *Anales de Biología*, (26), pp. 35–45. Disponible en: <https://revistas.um.es/analesbio/article/view/30441>.
- Fernández, O. y Vega, L. (2001). “Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario”, *Manejo Integrado de Plagas*, 62, pp. 96-100. Disponible en: <https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r116637.PDF>.
- Gómez, H., Soberanis, W., Tenorio, M. y Torres Del Aguila, E. (2013). *Manual de Producción y uso de Hongos Antagonistas*. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2017/09/Manual-de-Producción-y-Uso-de-Hongos-Antagonistas.pdf>.
- González, C. E. O. (2009). “Metodología para el control de hongos y bacterias en sistemas de producción de forraje verde hidropónico”, *Centro de Investigación en Química Aplicada*, Saltillo, Coahuila.
- González, G. H., González, P. A., Pineda, Z. M., Escalante, G. H., Rodríguez, Y. G. y Soto, B. A. (2021) “Microbiota edáfica en lotes de plátano con vigor contratante y su relación con propiedades del suelo”, *Bioagro*, 33 (2), pp. 143-148. DOI: <http://www.doi.org/10.51372/bioagro332.8>.
- Hernández, A. N., Bautista, S., Velázquez, M. G. y Hernández, A. (2007). “Uso de Microorganismos Antagonistas en el Control de Enfermedades Postcosecha en Frutos”, *Revista Mexicana de Fitopatología*, 25 (1), pp. 66-74. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-33092007000100009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092007000100009).
- Hernández, D. J., Ferrera, R. y Alarcón, A. (2019). “*Trichoderma*: Importancia Agrícola, Biotecnológica, Y Sistemas De Fermentación Para Producir Biomasa Y Enzimas De Interés Industrial”, *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 35 (1), pp. 98-112. Disponible en: <https://revistas.udec.cl/index.php/chjaas/article/view/993>.

- Koneman, W. M., Allen, S. D., Janda, W. M., Schreckenber, P. C. y Winn, W. C. (2004). "Diagnóstico Microbiológico". *Editorial Panamericana*, Buenos Aires, pp. 565-620.
- Krisnawan, P., Komang, I. B. y Anak, P. R. (2020). "Antagonism Test of *Trichoderma atroviride* and *Gliocladium sp.* Bali Local Isolates As a Disease Control of Blendok Disease (*Botryodiplodia theobromae*) in Grapefruit (*Citrus grandis* L. Osbeck)", *SEAS (Sustainable Environment Agricultural Science)*, 4 (2), pp. 102-110. DOI: <https://doi.org/10.22225/seas.4.2.2311.102-110>.
- Marcos, F. V., Moreno, V., Silvestro, L., Castellari, C., Diaz, A. D., Andreoli, Y., Picone, L. (2019). "Diversidad fúngica en suelos con diferentes usos en la región Pampeana Argentina", *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35 (2), pp. 163-172. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000301>.
- Martínez, B., Infante, D. y Reye, Y. (2013). "*Trichoderma spp.* y su función en el control de plagas en los cultivos", *Revista de Protección Vegetal*, 28 (1), pp. 1-11. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>.
- Mendoza, A. P., Torres, G. C. (2016). "Determinación y comparación de microhongos del suelo de un bosque húmedo premontano en Dagua, Valle del Cauca", *Revista de Ciencias*, 20 (2), pp. 27-35. DOI: <https://doi.org/10.25100/rc.v20i2.4671>.
- Mier, T., Rivera, B. F., Ayala, Z. Á., Toriello, C., Aguilar, O. S. y Ulloa, M. (2013). "Métodos experimentales para el estudio de hongos microscópicos". *División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco*.
- Morales, V. H. (2011). "Mohos productores de micotoxinas", AMV Ediciones, pp. 19-44.
- Pacasa, Q. F., Loza, M. M., Bonifacio, F. A., VINO, N. L., Serrano, C. T. (2017). "Comunidad de hongos filamentosos en suelos del Agroecosistema de K'iphak'iphani, Comunidad Choquenaira-Viacha", *Journal of the Selva Andina Research Society*, 8 (1), pp. 2-25. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361349918002>.

- Rodríguez, M.C., Torres, L. M., Tello, J. C., Blanco, A., Pali, E. J. (2001). "Caracterización de la poblaciones de *Fusarium* Link de suelos de dehesas de Badajoz", *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*. 27 (4), pp. 433-438. Disponible en:  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_plagas%2FBSVP-27-04-433-437.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%2FBSVP-27-04-433-437.pdf).
- Samaniego, J. G., Chew, Y. M. (2007). "Diversidad de géneros de hongos del suelo en tres campos con diferente condición agrícola en La Laguna, México", *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, pp. 383-390. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42578215>.
- Samson, R. A., Hoekstra, E. S., van Oorschot, C. A. N. (1981). "Introduction to Food-borne Fungi". *Centraalbureau voor Schimmelcultures*.
- UNAM. Proyecto PE206620. (2021) "Mohos productores de micotoxinas". Disponible en:  
[https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos\\_toxigenos\\_unigras/fusarium.html](https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/fusarium.html).
- Velázquez, O., Aguilar, A. R., Valencia, C. E. y Velázquez, B. C. (2017). "Perfil fisicoquímico y microbiológico de tres distintos suelos forestales y su efecto en el crecimiento de *pinus devoniana lindl*", *Polibotánica*, 44, pp. 109-118. DOI: 10.18387/polibotanica.44.8.
- Watanabe, T. (2002). "Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species, Second Edition". *Boca Rato, FL: CRC Press*.

**ANEXO 1**

**Visto Bueno de los asesores**



**Dra. Judith Castellanos Moguel**

**No. Económico 28248**

**Laboratorio de Micología, UAM-X**



**Dr. Gilberto Vela Correa**

**No. Económico 27970**

**Laboratorio de Edafología, UAM-X**