

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO

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

INFORME FINAL DEL SERVICIO SOCIAL

Actividades Relacionadas con la profesión.

**Identificación de la micobiota benéfica para
los cultivos agrícolas de Santo Domingo
Ingenio, Oaxaca y Ocosingo, Chiapas, de la
producción de maíz y frijol de la parcela 2 y 4
respectivamente.**

LABORATORIO DE MICOLOGIA UAM-X

En el periodo: AGOSTO 2023 - SEPTIEMBRE 2024

QUE PRESENTA EL ALUMNO:

Gabriel Cavazos Uriarte

Matricula: 2183067943

Asesor interno:

Dra. María Judith Castellanos Moguel

Laboratorio de Micología

No. Eco. 28248

Asesor externo:

Dra. Sandra Luz Cabrera Hilerio

Laboratorio de Micología Ciencias biológicas y de la salud

Ced. Profesional: 09260807

Resumen

La industria alimentaria en México es un sector clave para la economía, particularmente el sector agrario, por lo que investigadores de la BUAP, y han desarrollado y probado, nuevos PCV (Promotores de crecimiento vegetal) altamente bioactivos, que proveen a los cultivos de una mayor resistencia al estrés abiótico, así como a las plagas. En específico, los compuestos BS4 y BS8 presentaron una actividad prometedora en plantas de maíz y frijol, incrementando el peso seco de las plantas en un 28% (Cruz, 2015). El compuesto BS4 se probó en cinco parcelas de Santo Domingo Ingenio en Oaxaca y Ocosingo en Chiapas. Estos cultivos conviven con una micobiota, que puede influir de manera positiva, o negativa, en la viabilidad y calidad de la cosecha, por lo que resulta importante analizar los géneros presentes en su composición microbiana. Se analizó la composición de la micobiota de 3 parcelas, 2 de Oaxaca y una en Chiapas, de las cuales una fue tratada con los PCVs (Parcela No. 2 de Oaxaca) y las dos restantes no recibieron tratamiento. Con el fin de observar los géneros fúngicos presentes y definir aquellos que pueden resultar positivos para los cultivos, se tomaron muestras de 0 a 40 cm de profundidad y se cultivaron utilizando el método de placas de Warcup modificado (Mueller et al., 2004.; Warcup 1950). Posteriormente se identificaron taxonómicamente los organismos presentes en las colonias. Dentro de los géneros identificados, se identificó que las cepas de *Trichoderma sp.*, *Cladosporium sp.*, *Penicillium sp.*, y *Fusarium sp.* pueden resultar beneficiosas, en el caso *Fusarium* dependerá de la especie, en específico, *Fusarium oxysporum* Fo47 y CS-20 resultan inocuas y pueden reforzar la salud de los cultivos. Se utilizó el criterio de Yadav y Medelin para medir la frecuencia de aparición de los géneros, principalmente de aquellos que podrían utilizarse para reforzar los cultivos. En el caso de *Trichoderma sp.* Su frecuencia se clasificó como “Frecuente”, los demás géneros que pueden resultar positivos, se clasificaron como “Raro”, sin embargo se debe remarcar que los 4 géneros en cuestión se encontraron en la parcela que había sido tratada con los PCV, es decir, la Parcela 2 de Oaxaca, y en aquellas donde no se realizó el tratamiento únicamente se encuentra una de estas cepas en cada una, presentando una diversidad bastante menor en comparación, por lo que se recomienda analizar si los PCV pueden aumentar la viabilidad de los propágulos fúngicos.

Palabras clave: **hongos, mitosporicos, agricultura, PCV, micobiota.**

INDICE

Contenido

Resumen	2
Introducción.....	4
Lugar donde se realizó el Servicio Social	5
Marco institucional	5
Misión.....	6
Visión	6
Compromiso social	6
Objetivos:.....	6
Objetivo general:	6
Objetivo específico:	7
Metodología:	7
Actividades realizadas:.....	8
Metas alcanzadas: como benéficas	8
Resultados y conclusiones:	9
Frecuencia de géneros en cajas sembradas.	9
Recomendaciones:.....	13
Referencias bibliográficas:	13

Introducción

Los ecosistemas presentan una micobiota regular que interacciona con organismos como plantas, animales y el medio en general. Dentro de esta micobiota encontramos a los hongos, que desempeñan diversos papeles, al establecer relaciones mutualistas, parasitarias, y especialmente como descomponedores, facilitando la disponibilidad de nutrientes (Marín 2018). Estas relaciones crean una complejidad biótica y abiótica, que resulta en una mayor estabilidad ecosistémica, por lo que se les considera organismos clave en el mantenimiento ecológico (Marín, 2018).

Algunos hongos forman estructuras fructíferas de más de 1mm de longitud, como las setas, trufas o esclerocios, en este grupo se encuentran los macromicetos, como los basidiomicetos y algunos ascomicetos (Ramírez 2017). Estas estructuras no solo son importantes para la reproducción, sino que también contribuyen a la dinámica del suelo al reciclar nutrientes y facilitar la interacción con otros organismos (Valenzuela 2009).

Por otro lado, los hongos mitospóricos, también conocidos como hongos anamorfos o deuteromicetos, no forman estructuras fructíferas visibles y se reproducen exclusivamente mediante esporas asexuales. Aunque menos vistosos, estos hongos son esenciales, debido a su papel en la descomposición de materia orgánica, el reciclaje de nutrientes y la regulación de poblaciones microbianas (Gould, 2019).

Estos organismos pueden tener un impacto negativo en los cultivos (Manzo, 2005), provocando mermas en su producción, aunque dependiendo de la especie, también pueden actuar de forma positiva, al formar relaciones simbióticas con las plantas, protegiéndolas de patógenos y creando tolerancia a factores de estrés abiótico (Arias s.f.). Además, estos organismos pueden mejorar la calidad del suelo, así como degradar y absorber contaminantes perjudiciales como metales pesados, lo cual puede resultar muy benéfico para los agricultores (Delgado, 2022). Por esto es importante describir y analizar las especies se encuentran presentes en el suelo.

La agricultura y la soberanía alimentaria en México son factores clave al abordar problemáticas como la economía y la nutrición del pueblo mexicano, por lo que se debe considerar prioritario trabajar en fortalecerla. Para esto se han sintetizado promotores de crecimiento vegetal (PCV), los cuales permiten a las plantas de

cultivo una mayor capacidad para soportar tanto el estrés biótico como el abiótico, además volverlas más eficientes y productivas.

Investigadores de la BUAP desarrollaron y han probado nuevos PCV altamente bioactivos. En específico, los compuestos BS4 y BS8 presentaron prometedora actividad en plantas de maíz y frijol, incrementando el peso seco de las plantas en un 28% (Cruz, 2015). El compuesto BS4 se probó en cinco parcelas de Santo Domingo Ingenio en Oaxaca y Ocosingo en Chiapas.

La interacción de estos compuestos con su medio es un tema clave a considerar para su implementación, por lo que se deben realizar pruebas para comprobar los probables efectos del compuesto en la biota del suelo en el sustrato a los PCV, y en específico, la respuesta de los hongos mitospóricos.

Lugar donde se realizó el Servicio Social

Las actividades se llevaron a cabo en el laboratorio de Micología, dentro de la Universidad Autónoma Metropolitana, ubicado en el edificio W, segundo piso.

Marco institucional

La Ley para la creación de la UAM en vigor desde el 1° de enero de 1974. Nació como una institución descentralizada del Estado, autónoma, con personalidad jurídica y patrimonio propio.

El dictamen de la comisión del Senado, aparte de dotar a la nueva universidad con personalidad jurídica y patrimonio propio, la consideró como un centro coordinador de entidades desconcentradas con estructuras que facilitaran el cumplimiento de sus objetivos: impartir estudios de licenciatura, maestría y doctorado, así como cursos de actualización y especialización; promover la educación extramuros; organizar y desarrollar actividades de investigación científica y humanística.; preservar y difundir la cultura.

La Licenciatura en Biología de la UAM-Xochimilco se diseñó en ese mismo año por un grupo de profesores del Departamento El Hombre y su Ambiente, con un interesante y novedoso enfoque que respondía a la práctica emergente de la profesión: El manejo de los recursos naturales renovables. Las múltiples generaciones de biólogos egresados de este programa han demostrado el impacto social de este perfil profesional.

El Plan de Estudios fue aprobado por el Colegio Académico en su sesión del 28 de julio de 1978, y actualizado en la sesión 217 del 19 de junio del 2000.

El objetivo general del Plan es “Formar profesionales creativos y críticos capaces de realizar actividades científicas para desarrollar y evaluar, con una perspectiva multidisciplinaria, estrategias de manejo de los recursos naturales bióticos con base en metodologías propias de las ciencias biológicas”.

Misión

Formar biólogos cuyas habilidades, competencias y conocimientos les permitan participar en el diagnóstico, gestión y planeación del uso, conservación y restauración de los recursos naturales.

Visión

Ser reconocida como modelo a seguir, tanto a nivel nacional como internacional, en la enseñanza de la biología de los recursos naturales y su gestión.

Compromiso social

El compromiso social de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) está orientado a la formación de profesionistas e investigadores de excelencia y a la generación y difusión del conocimiento para una mejor comprensión y solución de los problemas contemporáneos que contribuyen al desarrollo nacional.

El servicio social en cuestión contribuye ayudando a identificar la micobiota del suelo de los estados en cuestión, para apoyar un proyecto que promueve la sostenibilidad y autonomía del sector agrícola mexicano, lo cual es una parte vital para realizar estudios posteriores y garantizar un uso correcto de los PCV, enriqueciendo el campo y a sus trabajadores. El proyecto pretende llevar a cabo la correcta utilización de la biotecnología en cuestión, cuidando el ambiente y generando una estructura más segura y fructífera en este sector, para construir una industria alimentaria más sólida y por ende una economía con mayor estabilidad en el país.

Objetivos:

Objetivo general: El objetivo general de investigación es el de trasladar los resultados exitosos obtenidos en invernaderos con la aplicación de compuestos de la nueva familia de promotores vegetales, a plantíos de maíz y frijol a cielo abierto, a diferentes situaciones climáticas. La investigación contempla acciones para generar nuevos derivados que provean mejor bioactividad con respecto a los

compuestos ya probados en invernadero y que sean los más aptos para cada una de las especies de maíz y frijol presentes en regiones del centro-sur del País. A la par de promover el crecimiento vegetal, se investigará qué farmacóforos deben ser introducidos en los compuestos para mejorar resistencia a estrés biótico y abiótico. Se atenderá solicitud de los campesinos de combatir plagas. El objetivo general incluye la investigación sobre calidad del producto; las bajas concentraciones aplicadas en los modelos murinos no generaron toxicidad; aseguramos que nuestra tecnología es inocua para animales y humanos.

Objetivo específico: Siembra e identificación de los hongos del suelo, encontrados en la parcela No. 2 y No. 4 de Oaxaca y No. 5 de Chiapas, además de la identificación de aquellos benéficos para el desarrollo de los cultivos.

Metodología:

Se trabajó con muestras compuestas de suelo de las tres parcelas (0 a 40cm de profundidad, en cinco de la parcela que se mezclaron en una muestra única) de el cultivo que fue tratado con los análogos obtenidos a partir de los promotores de crecimiento vegetal (Parcela 2 de Oaxaca) y con aquellos que no habían recibido el tratamiento (Parcela 4 y 5 de Ocosingo, Chiapas). Posteriormente se realizaron siembras mediante placas de Warcup modificadas, estas se preparan utilizando pequeñas cantidades de suelo pulverizado, que se dispersaron en una caja de Petri estéril.

Para evitar la saturación de los propágulos durante la siembra, se realizaron diluciones, vertiendo 1 gramo de suelo en 9 ml de agua con tween 80 en cada tubo de ensayo (9 tubos), los cuales posteriormente se agitaron para lograr una distribución uniforme de las partículas dentro del tubo. Después se tomó 1 ml de cada tubo y se pasó a otro, creando una dilución 1:10, y se repitió el procedimiento para crear una dilución 1:100. De estos últimos tubos, se volvió a agitar su contenido y se tomaron 100 microlitros de líquido y se sembró en la caja Petri. En total se utilizaron 27 tubos. Y de cada tubo que presentaba la dilución 1:100 se sembraron 2 cajas, dando un total de 18 cajas sembradas en medio rosa de Bengala por parcela (Mueller et al., 2004.; Warcup 1950).

El Tween se utilizó ya que ayuda a romper la tensión superficial del agua, lo que facilita la separación y suspensión de los propágulos fúngicos en la solución. (Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, s.f.; Aguirre et al., 2016).

Las cajas de cada parcela sembrada se dejaron reposar en una incubadora a 28° C +/- 1°C durante una semana para que las colonias de hongos se desarrollaran lo suficiente y se pudiera realizar una identificación exitosa.

La identificación se realizó principalmente a través de microscopia óptica, observando las características de cada género, como la forma de los conidios y conidióforos, las hifas septadas, su distribución, etcétera, usando como auxiliar la descripción macroscópica de las colonias. Para eso se contabilizaron las colonias y se realizó una lista con las características de cada colonia en las cajas.

Una vez identificados los géneros, se aislaron en cajas individuales, en medio papa-dextrosa, y se documentó de manera fotográfica, sus estructuras microscópicas, así como la forma macroscópica de la colonia. Posteriormente se sembraron en tubo con aceite mineral para preservar el mayor tiempo posible la viabilidad del organismo, depositándolo en el cepario del laboratorio.

Finalmente se utilizaron los criterios de frecuencia de Yadav y Medelin para determinar la frecuencia de aparición de los géneros fúngicos. (Esquivel et al. 2003)

Actividades realizadas:

Se sembraron diluciones de los sustratos de 3 parcelas, una de Oaxaca, con compuesto y 2 de Chiapas sin compuesto.

Posteriormente se realizó un conteo y descripción de las colonias que habían crecido en el medio de cultivo dentro de las cajas Petri de cada parcela

Se realizó la identificación de los géneros de cada hongo presente en las parcelas

Se aislaron los géneros encontrados en nuevas cajas de Petri en agar papa-dextrosa.

Se tomaron fotos macroscópicas y microscópicas de los géneros aislados.

Se tomaron muestras de cada género de cada parcela y se guardaron en tubos con aceite vegetal para preservar su viabilidad.

Se realizó una revisión bibliográfica para definir a las especies de hongos encontradas benéficas para los cultivos.

Metas alcanzadas: como benéficas

Este servicio social proporcionó al estudiante conocimientos generales de los hongos mitospóricos, así como habilidades en la siembra e identificación de los mismos en base a sus estructuras microscópicas y a sus características macroscópicas, permitiendo la identificación de los mismos a nivel de género.

Este servicio social también proporcionó conocimientos sobre el manejo de *Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos* (R.P.B.I.), al ser necesario cumplir los protocolos para manejar y desechar los materiales de cultivo.

Este trabajo en laboratorio, proporcionó a quien suscribe, conocimientos teóricos y prácticos, en lo concerniente al trabajo aséptico (preparación de zona estéril, y manejo de materiales específicos para evitar la contaminación), así como el uso de asas, mecheros, pipetas, matraces, etc. También, se capacitó al estudiante en la preparación de medios de cultivo, y así como en su selección según cada caso. Finalmente hay que mencionar que quien suscribe reforzó sus conocimientos teóricos y prácticos en lo que respecta al uso del microscopio óptico, reafirmando mis conocimientos sobre su cuidado y manejo.

Resultados y conclusiones:

Frecuencia de géneros en cajas sembradas.

Se contabilizó la presencia de cada género de hongos por caja sembrada. En total fueron 18 cajas sembradas por cada parcela y se utilizaron los criterios de frecuencia de Yadav y Medelin para determinar su frecuencia.

Tabla1: Criterios de frecuencia de Yadav y Madelin

Criterios de frecuencia de Yadav y Madelin	
Muy común	100-80%
Común	79-61%
Frecuente	60-41%
Ocasional	40-21%
Raro	20-0.1%
No encontrado	0%

Tabla 2. Presencia de géneros de hongos en la Parcela #2 de Oaxaca con PCV

Genero	Presentes en # de cajas	% de presencia	Frecuencia de acuerdo con el criterio de Yadav y

			Madelin
<i>Aspergillus sp.</i>	17	94.4	Muy común
<i>Fusarium sp.</i>	12	66.6	Común
<i>Trichoderma sp.</i>	10	55.5	Frecuente
<i>Acremonium sp.</i>	9	50	Frecuente
<i>Rhizopus sp.</i>	6	33.3	Ocasional
<i>Penicillium sp.</i>	3	16.6	Raro
<i>Humicola sp.</i>	3	16.6	Raro
<i>Cladosporium sp.</i>	2	11.1	Raro
<i>Monascus sp.</i>	2	11.1	Raro
<i>Emericella sp.</i>	2	11.1	Raro
<i>Curvularia sp.</i>	2	11.1	Raro
<i>Papulospora sp.</i>	2	11.1	Raro
<i>Mucor sp.</i>	1	5.5	Raro
<i>Lichteimia sp.</i>	1	5.5	Raro
<i>Scopulariopsis sp.</i>	1	5.5	Raro

Tabla 3. Presencia de géneros de hongos en la Parcela #4 de Chiapas, sin PCV

Genero	Presentes en # de cajas	% de presencia	Frecuencia de acuerdo con el criterio de Yadav y Madelin
<i>Fusarium sp.</i>	17	94.4	Muy común
<i>Aspergillus sp.</i>	7	38.8	Ocasional
<i>Gliocladium sp.</i>	3	16.6	Raro
<i>Penicullium sp.</i>	2	11.1	Raro
<i>Amblyosporium sp.</i>	2	11.1	Raro

<i>Paecilomices sp.</i>	1	5.5	Raro
-------------------------	---	-----	------

Tabla 4. Presencia de géneros de hongos en la Parcela # 5 de Chiapas, sin PCV.

Género	Presencia en # cajas	% de presencia	Frecuencia de acuerdo con el criterio de Yadav y Madelin
<i>Fusarium sp.</i>	4	22.2	Ocasional
<i>Paecilomyces sp.</i>	3	16.6	Raro
<i>Scopulariopsis sp.</i>	1	5.5	Raro
<i>Gonatobotrys sp.</i>	1	5.5	Raro
<i>Aspergillus sp.</i>	1	5.5	Raro
<i>Trichoderma sp.</i>	1	5.5	Raro

Durante la realización del trabajo se observó una mayor proliferación y variedad de géneros de hongos en la parcela donde el compuesto había sido aplicado, a diferencia de las otras 2 donde el crecimiento fue bastante menor, particularmente en la tercera parcela, donde muy pocas colonias crecieron, lo cual aporta conocimiento sobre una posible interacción microbiana positiva con el medio y los promotores de crecimiento vegetal.

La parcela no. 2 de Oaxaca (Aquella a la que se le había suministrado el PCV) tuvo un total de 285 colonias. La parcela no. 4 de Chiapas (Sin PCV) tuvo un total de 233 colonias, lo cual representa una disminución de 18.3% y finalmente, la parcela no. 5 de Chiapas Sin PCV, tuvo un total de 40 colonias, lo cual representa una disminución del 86%.

En cuanto a los géneros encontrados, la parcela no. 2 (con PCV), tuvo un total de 15 y las parcelas sin PCV (4 y 5) tuvieron un total de 6 géneros cada una, lo cual representa una disminución del 57.2%.

Aunque es importante tomar en cuenta diversos aspectos ambientales como la temperatura, humedad relativa y calidad del suelo, es posible especular sobre una posible sinergia de los organismos fúngicos con el compuesto análogo de promotor de crecimiento vegetal, promoviendo la viabilidad de los propágulos.

Al realizar los aislamientos, se encontró que las cepas de *Trichoderma sp.*, *Cladosporium sp.* y *Penicillium sp.* pueden resultar beneficiosas para los cultivos (Aria, s.f.). En el caso de las especies de *Trichoderma*, se concluyó que pueden proteger los cultivos, aportando una mayor germinación al colonizar las raíces de las plantas y protegiéndolas, al aumentar su masa radicular y foliar (Tančić-Živanov, 2020). En cuanto a las especies de *Cladosporium*, se concluyó que, aunque en algunos casos pueden ser fitopatógenos, también pueden proteger a las plantas del estrés abiótico gracias a la producción de metabolitos secundarios que pueden facilitar su adaptación a los hábitats, el rendimiento y salud de las plantas (Răut, 2021). En el caso de las especies de *Penicillium*, los resultados indican que pueden aportar a las plantas, una mayor resistencia al estrés abiótico, así como contar con la capacidad de solubilizar el fosfato que se encuentra en el suelo, haciéndolo accesible a las plantas como nutriente (Landa, 2022).

Finalmente, hay evidencias de que *Fusarium* puede presentar especies perjudiciales para los cultivos y otras no patógenas, que pueden resultar benéficas, como en el caso de *Fusarium oxysporum* Fo47 y CS-20, las cuales se utilizan para **combatir cepas patógenas** del mismo género, además de proteger a la planta al competir con ella y promover que la planta active mecanismos de defensa que combaten enfermedades como la marchitez vascular (Lida et al. 2022).

Como se observa en las tablas 2, 3 y 4, los hongos que tuvieron una mayor frecuencia de aparición fueron *Fusarium sp.* y *Aspergillus sp.*, De estos 2, *Fusarium sp.* es el género que puede resultar positivo para los cultivos, En el caso de *Trichoderma sp.*, *Cladosporium sp.* y *Penicillium sp.*, únicamente *Trichoderma sp.* presentó una aparición “Frecuente” según el criterio de Yadav y Medelin, los demás se clasificaron como “Raro”, sin embargo se debe remarcar que los 4 géneros se encontraron en la parcela que había sido tratada con los PCV, es decir, la Parcela 2 de Oaxaca, y en aquellas donde no se realizó el tratamiento

únicamente se encuentra una de estas cepas en cada una, al presentar estas una diversidad bastante menor.

Recomendaciones:

Se recomienda ampliar el número de muestras para establecer una relación entre una mayor viabilidad de propágulos de hongos mitospóricos con los compuestos usados, así como más pruebas de antagonismo, con el fin de registrar la interacción específica con los géneros de hongos benéficos para las plantas de cultivo, como también aquellos géneros que puedan perjudicarlas, además de estudiar a fondo las relaciones que los hongos establecen específicamente con las especies sembradas para cultivo para tener una mayor certeza de los resultados esperados.

Referencias bibliográficas:

- Aguirre, A, Baudoin J, & Leigue A. (2016). Aplicación del cultivo de tejidos en la multiplicación y conservación de los recursos fitogenéticos. Universidad Mayor de San Simón. Recuperado de <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/212904/1/Aguirre%2C%20Baudoin%2C%20Leigue%20UMSS%202016.pdf>
- Arias M y Heredia A. (n.d.). Beneficios de los hongos del suelo en la producción agrícola: hongos solubilizadores de fósforo y micorrícicos arbusculares. *Ciencia Hoy, Instituto de Ecología AC*. Recuperado de <https://www.inecol.mx/index.php/divulgacion/ciencia-hoy/beneficios-de-los-hongos-del-suelo-en-la-produccion-agricola>
- Cruz-Hernández E. (2015). Efecto de una serie de análogos de brasinoesteroides en el desarrollo celular y crecimiento en mono y dicotiledóneas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 31p
- Delgado S. y Gutiérrez M. (2022). Hongos micorrizas arbusculares: la simbiosis de los múltiples beneficios. *Revista Ciencia Y Tecnología El Higo*, 12(2), 2–14. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v12i2.15196>

- Esquivel, P., Mangiaterra, M., Giusiano, G., y Sosa, M. A. (2003). Microhongos anemófilos en ambientes abiertos de dos ciudades del nordeste argentino. *Boletín Micológico*, 18.
- Gould A. (2009). Yeast. En M. Schaechter (Ed.), *Encyclopedia of Microbiology* (3.^a ed.). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012373944-5.00347-3>
- Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales. (s.f.). *Práctico 1: Instructivo del Microkit*. Facultad de Ciencias, Universidad de la República Uruguay. Recuperado el 01/04/25, de <https://www.fcien.edu.uy/images/pdf/IECA/microbiologia-suelos/practico-1-instructivo-del-microkit.pdf>
- Landa F. (2022). Agricultural Applications of Penicillium Genera. *Environmental Analysis & Ecology Studies*. DOI: <https://doi.org/10.31031/EAES.2022.09.000724>
- Lida Y, Ogata A, Kanda H, Nishi O, Sushida H, Higashi Y, Tsuge T. (2022). Biocontrol Activity of Nonpathogenic Strains of *Fusarium oxysporum*: Colonization on the Root Surface to Overcome Nutritional Competition. *Front Microbiol*. Jan 27;13:826677. doi: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.826677>
- Manzo G, Canto B, James A. (2005) Hongos patógenos: Enemigos versátiles. *Revista Ciencia*. (Julio-septiembre 2005). https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/56_3/hongos.pdf
- Marín C. (2018). Conceptos fundamentales en ecología de hongos del suelo: una propuesta pedagógica y de divulgación. *Boletín Micológico*, 33(1), 32–56. <https://doi.org/10.22370/bolmicol.2018.33.1.1168>
- Răut I, Călin M, Capră L, Gurban A-M, Doni M, Radu N, Jecu L. (2021). *Cladosporium* sp. Isolate as Fungal Plant Growth Promoting Agent. *Agronomy*.; 11(2):392. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020392>
- Ramírez A, & Arango L. (2017). Macrocimientos: generalidades, desinfección y cultivo in vitro. *Microciencia*, 6, 105-118. <https://doi.org/10.18041/2323-0320/microciencia.0.2017.3664>
- Tančić-Živanov, S., Medić-Pap, S., Danojević, D., & Prvulović, D. (2020). Effect of *Trichoderma* spp. on growth promotion and antioxidative

activity of pepper seedlings. Brazilian Archives of Biology and Technology, 63, e20180659.

<https://doi.org/10.1590/1678-4324-2020180659>

- Valenzuela R. (2009). La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado, Macromicetos, 1a. Edición (pp.243-249).

Visto bueno de asesores en la revisión del
informe final.



Dra. Judith Castellanos Moguel

No. Eco. **28248**

Asesora interna (UAM-X)



Dra. Sandra Luz Cabrera Hilerio

Ced. Profesional Doctorado en
Biotecnología: **09260807**

Laboratorio de Micología Ciencias
biológicas y de la salud