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

**Análisis de la microbiota de la producción de maíz y frijol
generada por promotores de crecimiento vegetal
esteroidales no tóxicos, en la parcela 1 de Santo Domingo
Ingenio, Oaxaca.**

Prestador de Servicio Social

Denia Fernanda Vidal Orozco

Matrícula

2172035122

ASESORAS:

Asesora Interna:

Dra. María Judith Castellanos Moguel
Departamento del hombre y su
ambiente. División de ciencias
biológicas y de la salud. Segundo piso,
edificio Wa. Laboratorio de Micología.
No. económico: 28248

Asesora Externa:

Dra. Sandra Luz Cabrera Hilerio
Dpto. Bioquímica-Alimentos. Facultad
de Ciencias Químicas, Benemérita
Universidad Autónoma de Puebla.
Cubículo Edif. FCQ5-202B. No.
económico:100500622 Cédula
profesional: 09260807

Resumen

El maíz y el frijol, son dos granos básicos en la dieta de los mexicanos y son los más producidos e importantes a nivel nacional (Sangerman-Jarquín, *et al.*, 2010). En Santo Domingo Ingenio Oaxaca los cultivadores utilizan estos granos como auto abasto familiar. El cultivo del maíz varía de acuerdo a las condiciones ambientales locales y debido a su contenido de celulosa y almidón, es afectado por hongos fitopatógenos.

El equipo de investigadores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), han desarrollado y probado una nueva familia de promotores de crecimiento vegetal esteroidales (PCVE), que tienen una gran actividad como fitohormona de crecimiento e incrementa la resistencia a plagas y factores de estrés abiótico. Existen investigaciones que reportan especies fitopatógenas que causan enfermedades tanto en maíz y frijol, como en la salud humana. El compuesto BS4, se probó en parcelas de Santo Domingo Ingenio Oaxaca.

El presente estudio evaluó la microbiota de la parcela 1, con la aplicación del compuesto PCVE BS4. Se cultivaron las muestras del suelo (0 a 40 cm de profundidad) mediante el método de placas de Warcup modificado (Mier, *et al.*, 2013). Posteriormente, se aislaron e identificaron taxonómicamente mediante claves dicotómicas (H. L. Barnett & Barry B. Hunter y Tsuneo Watanabe). Los datos obtenidos se analizaron empleando el criterio de Yaday y Madelin determinando la frecuencia de aparición.

Los resultados reportan un total de 326 colonias fúngicas distribuidas en 10 géneros, levaduras y micelio estéril. El género catalogado en el criterio “muy común” fue *Trichoderma*, seguido de *Aspergillus*, estos géneros son cosmopolita. Diversas investigaciones evidencian el uso de *Trichoderma* en el biocontrol de plagas, como promotor de crecimiento y biorremediación. En cambio, *Aspergillus*, es uno de los géneros con especies reportadas como fitopatógenas; causan inhibición en la germinación de la semilla, y pudrición de la planta, además que producen aflatoxinas, estas causan efectos toxigénicos, carcinógenos o mutagénicos, por lo tanto, es necesario implementar prácticas agrícolas que disminuyan su abundancia.

Palabras clave: maíz, frijol, microbiota, fitopatógenos, brasinoesteroides.

Índice

Introducción	3
Lugar donde se realizó el Servicio Social	4
Marco institucional	4
Misión	5
Visión	5
Compromiso social	5
Objetivo de las actividades realizadas.	5
Descripción específica de las actividades desarrolladas.	5
UFC registradas	6
Cuantificación de las colonias mediante el criterio de Yaday/Madelin	6
Hongos aislados	9
Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios.	10
Referencias bibliográficas	11
Visto bueno de los asesores	12

Introducción

El maíz y el frijol, son indispensables y básicos en la dieta de los mexicanos. Siendo los dos granos más producidos e importantes a nivel nacional (Sangerman-Jarquín, *et al.*, 2010). Para desarrollar la soberanía alimentaria es necesario mejorar la producción de estos granos, en cuanto a rendimiento y resistencia a estrés biótico/abiótico, como plagas y enfermedades. En Santo Domingo Ingenio Oaxaca los cultivadores utilizan estos granos como auto abasto familiar, de allí radica la importancia de analizar la microbiota del suelo.

En este sentido el equipo de investigadores encargados del proyecto, han desarrollado y probado nuevos productos que actúan como promotores de crecimiento vegetal (PCV), con actividad antifúngica, compatibles con el manejo de plagas y no contaminantes para los consumidores. Los brasinoesteroides (BS) son fitohormonas que poseen algunas características específicas que tienen un gran valor potencial para su aplicación práctica: los BS son productos naturales y están muy extendidos en el reino vegetal; las plantas responden a dosis muy pequeñas de BS (5–50 mg/ha), comparables con su contenido natural; y los BS aumentan la resistencia de las plantas contra fitopatógenos y pueden usarse como sustitutos de algunos pesticidas tradicionales. Los BS se pueden aplicar para el tratamiento de plantas o semillas (Khripach, *et al.*, 1999). Los investigadores de la BUAP han desarrollado una nueva familia de promotores de crecimiento vegetal esteroidales (PCVE) altamente bioactivos. Los compuestos BS4 y BS8 presentaron prometedora actividad en plantas de maíz criollo y frijol, destacando incremento en peso seco del 28% (Cruz, 2015). Este compuesto se probó en cinco parcelas de Santo Domingo Ingenio en Oaxaca. En el presente estudio se evaluó la microbiota del suelo de la parcela 1, con la aplicación del compuesto PCVE BS4.

Lugar donde se realizó el Servicio Social

Las actividades realizadas, se llevaron a cabo dentro de la Universidad Autónoma Metropolitana, Laboratorio de Micología, Segundo piso, edificio Wa (Fig. 1).



Figura 1. Ubicación geográfica del Laboratorio de Micología de UAM- X (Google Earth. 2024)

Marco institucional

La Ley para la creación de la UAM entró en vigor 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 facilitarían 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, a la generación y difusión del conocimiento para una mejor comprensión y solución de los problemas contemporáneos, y a contribuir al desarrollo nacional.

Objetivo de las actividades realizadas.

Se trata de un proyecto enfocado a la soberanía alimentaria y el autoabasto familiar. La finalidad es fortalecer el campo mexicano aportando nuevas metodologías para controlar plagas e incrementar la producción agrícola. Se utilizó un compuesto de brasinoesteroides, que son fitohormonas vegetales no tóxicas, que comparado con uno agroquímico es más rentable y menos dañino para el suelo, el ambiente y la salud de los consumidores. Lo que buscan utilizando estos compuestos es promover el mayor desarrollo de plantas de maíz y frijol en regiones del sur del país, que tienen diferencias en suelos, condiciones climáticas y donde se siembran diferentes variedades de maíz criollo.

Mi aporte radicó en analizar la microbiota del suelo de la parcela 1 de los campos experimentales de Santo Domingo Ingenio en Oaxaca, con la aplicación del compuesto PCVE BS4, e identificar qué hongos fitopatógenos están afectando sus sembradíos.

Descripción específica de las actividades desarrolladas.

1. Cultivo de las muestras del suelo (0 a 40 cm de profundidad) mediante el método de placas de Warcup modificado (Mier, *et al.*, 2013).
2. Método de preparación de laminillas semipermanentes (Mier, *et al.*, 2013).
3. Observación y registro de las características de macro morfología de las colonias.
4. Observación y registro de las características de micro morfología de las colonias

5. Identificación taxonómica, uso de claves dicotómicas (H. L. Barnett & Barry B. Hunter y Tsuneo Watanabe)
6. Determinación de la frecuencia de aparición de los hongos mediante el criterio de Yadav/Madelin.
7. Fotografía digital a colonias aisladas.
8. Exposición de proyectos relacionados, mesas de diálogo.
9. Participación con cartel científico en el día del biólogo.

UFC registradas

En el análisis de la micobiota del suelo de la parcela 1 de los campos experimentales de Santo Domingo Ingenio en Oaxaca se registraron un total de 326 colonias fúngicas distribuidas en 10 géneros, levaduras y micelio estéril.

Familia	Género	UFC
Hypocreaceae	<i>Trichoderma</i>	180
Trichocomaceae	<i>Aspergillus</i>	72
Hypocreaceae	<i>Gliocladium</i>	29
Pythiaceae	<i>Pythium</i>	21
Monascaceae	<i>Basipetospora</i>	11
Nectriaceae	<i>Fusarium</i>	7
Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>	2
Davidiellaceae	<i>Cladosporium</i>	2
Pleosporaceae	<i>Curvularia</i>	1
Trichocomaceae	<i>Paecilomyces</i>	1

Cuantificación de las colonias mediante el criterio de Yadav/Madelin

Según el criterio propuesto por Yadav y Madelin, los hongos se ubican en categorías de frecuencia (presencia/ausencia). El género *Trichoderma* (180 UFC) se presenta con mayor prevalencia, considerado como “muy común”. *Aspergillus* (72 UFC) es frecuente. Los géneros raros son

Gliocladium (29 UFC), *Pythium* (21 UFC), *Basipetospora* (11 UFC), *Fusarium* (7 UFC), *Penicillium* (2 UFC), *Cladosporium* (2 UFC), *Curvularia* (1 UFC) y *Paecilomyces* (1 UFC).

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 1. Frecuencia de aparición de los géneros aislados de la parcela 1 de Santo Domingo Ingenio, Oaxaca, de acuerdo con el criterio de Yadav/Madelin

Género	N	%	Color
<i>Trichoderma</i> sp.	180	100	
<i>Aspergillus</i> sp.	72	40	
<i>Gliocladium</i> sp.	29	16	
<i>Pythium</i> sp.	21	11	
<i>Basipetospora</i> sp.	11	6	
<i>Fusarium</i> sp.	7	3.8	
<i>Penicillium</i> sp.	2	1.1	
<i>Cladosporium</i> sp.	2	1.1	
<i>Curvularia</i> sp.	1	0.5	
<i>Paecilomyces</i> sp.	1	0.5	

Tabla 2. Categorías de frecuencia, descritas por Yaday /Madelin, de los géneros fitopatógenos aislados de la parcela 1 de Santo Domingo Ingenio, Oaxaca.

Género	N	%	Color
<i>Aspergillus</i> sp.	72	100	
<i>Pythium</i> sp.	21	29	
<i>Fusarium</i> sp.	7	9.7	
<i>Penicillium</i> sp.	2	2.8	
<i>Cladosporium</i> sp.	2	2.8	
<i>Curvularia</i> sp.	1	1.4	

El análisis de la microbiota determinó que *Trichoderma* sp. es el más frecuente, de acuerdo al criterio de Yaday/Madelin es un hongo “muy común” (Tabla 1). Es un género de hongos filamentosos cosmopolitas, y existe evidencia de su uso biotecnológico en el biocontrol de plagas, como promotor de crecimiento y biorremediación. (Cortés-Hernández, *et al.*, 2023; Nue y Noor, 2020).

En cuanto a los hongos fitopatógenos, en la categoría descrita por Yaday/Madelin, *Aspergillus* sp. es “muy común”, siendo el más frecuente. La mayoría de las especies del género *Aspergillus* son hongos filamentosos saprofitos, y ayudan a degradar la materia, sin embargo; también inhiben la germinación de la semilla y producen cambios de color, temperatura (calentamiento), enmohecimiento, 'apelmazamiento' y pudrición. Martínez *et al.* (2013) mencionan que la producción de aflatoxinas, produce efectos toxigénicos que varían desde los carcinógenos, teratogénicos o mutagénicos, hasta la producción de desórdenes hormonales o inmunosupresores.

En los estudios reportados indican que los géneros que atacan al maíz son; *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*.

Pythium sp. puede vivir como saprófito sobre restos de plantas muertas o puede ser patógeno. Ocasiona pudrición de semillas, ahogamiento de plántulas, pudrición de raíces, frutos y otros órganos vegetales que se encuentran en contacto con el suelo (Jimenez-Perez *et al.*, 2022).

Hongos aislados

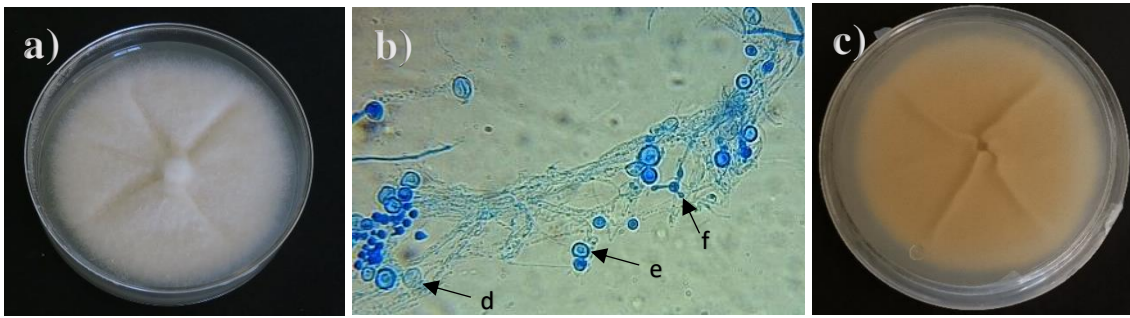


Figura 1. Morfología de *Pythium* sp. a) Colonia en agar papa dextrosa (PDA), b) Micromorfología; d- anteridio, e- oogonio y f- esporangios, c) Reverso de la macromorfología.



Figura 2. Morfología de *Penicillium* sp. a) Colonia en PDA, b) Micromorfología: se observa el conidioforo, ramas, metula y los conidios, c) Reverso de la macromorfología; se observa color y pigmento que difunde el medio debajo de la colonia.



Figura 3. Morfología de *Gliocladium* sp. a) Colonia en PDA, b) Micromorfología; hifas hialinas, fialides y conidios en la punta de las fialides, c) Reverso de la macromorfología; se observa color y pigmento que difunde el medio.

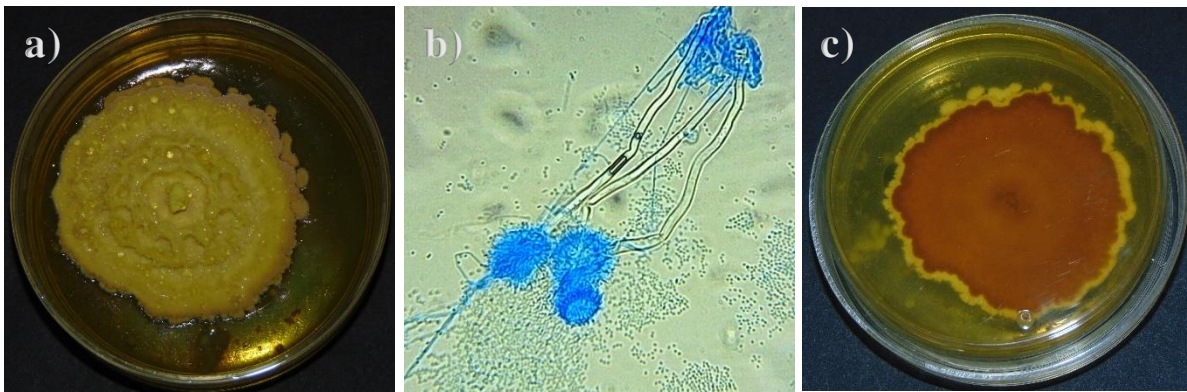


Figura 4. Morfología de *Aspergillus* sp. a) Colonia en PDA, b) Micromorfología; se observan las hifas, conidióforo, y los conidios, c) Reverso de la macromorfología.

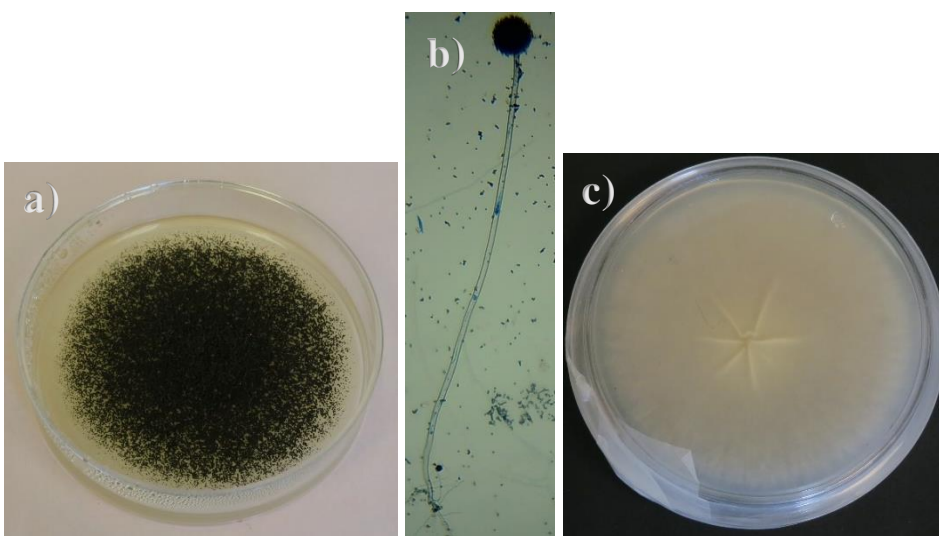


Figura 5. *Aspergillus* sp. a) Colonia en PDA, b) Micromorfología; se observa el conidióforo hialino, en él ápice está la vesícula de color marrón y los conidios de color marrón oscuro a negro, c) Reverso de la macromorfología, incoloro a amarillo.

Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios.

El objetivo general de la carrera es adquirir una perspectiva multidisciplinaria, este proyecto de investigación está dirigido por un equipo-colectivo de científicos de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad Tecnológica de la Selva y el equipo de la Dra. Judith del Laboratorio de micología de UAM-X. La principal razón de acercarme a este proyecto surge de la necesidad de trabajar con el reino Fungi; la micología es una disciplina que no tuve mucho acercamiento en mi etapa de estudiante y aparte de que me gustan mucho por sus figuras tan únicas y sus inmensas aplicaciones, tanto comestibles, medicinales, biotecnológicas, etc. Los hongos juegan un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo de diferentes organismos, principalmente las

plantas, y a su vez pueden causar graves daños. Actualmente como profesional me encuentro trabajando con plantas, este proyecto me permitiría desarrollar mis habilidades para el manejo de plagas, enfermedades y a futuro aplicaciones biotecnológicas sobre control biológico.

Referencias bibliográficas

- Cortés Hernández, F. C., Alvarado Castillo, G. y Sánchez Viveros, G. 2024. *Trichoderma* spp., una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 25(2), 62–76.
- Cruz-Hernández, E. A. 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.
- Jiménez-Pérez, O., Gallegos-Morales, G., Hernández-Castillo, F. D., Cepeda-Siller, M., y Espinoza-Ahumada, C. A. 2022. Characterization and pathogenicity of a *Pythium aphanidermatum* isolate causing ‘damping off’ in pepper seedlings. *Revista mexicana de fitopatología*, 40(1), 116-130.
- Khripach, V. A., Zhabinskii, V. N. y Groot, A. E. 1999. Brassinosteroids A New Class of Plant Hormones, Brassinosteroids (BS) in nature. 7-25p.
- Martínez Padrón, H. Y., Hernández Delgado, S., Reyes Méndez, C. A., y Vázquez Carrillo, G. 2013. El género *Aspergillus* y sus micotoxinas en maíz en México: problemática y perspectivas. *Revista mexicana de fitopatología*, 31(2), 126-146.
- Mier, T., Rivera-Becerril, F., Ayala-Zermaño, C. T., Aguilar, S. y Ulloa, M. 2013. Métodos experimentales para el estudio de Hongos Microscópicos. Universidad Nacional Autónoma de México. 1-10p.
- Nur A, Z., y Noor A., B. 2020. Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2), 168-178.
- Sangerman-Jarquín, D. M., Acosta-Gallego, J. A., Schwenstesius de Rindermann, R., Damián Huato, M. Á., y Larqué Saavedra, B. S. 2010. Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 1(3), 358-375.

Visto bueno de las asesoras


Asesora interna: Dra. María Judith Castellanos Moguel

No. Económico: No. económico: 28248

Firma:  _____

Asesora externa: Dra. Sandra Luz Cabrera Hilerio

Número de cédula profesional: 09260807

Firma:  _____