



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO

---

---

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE SERVICIO

AISLAMIENTO Y CUANTIFICACIÓN DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS, EN  
 LA RIZOSFERA DE SUELOS AGRÍCOLAS

Presenta

**Ramírez Ramos Víctor Josue**

MATRICULA: 2153024752

ASESORES:

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

**Dr. Gilberto Verla Correa**  
**Laboratorio de Edafología y Absorción Atómica, UAM-X.**  
No. Eco. 27970

CIUDAD DE MÉXICO Febrero 2023.

## *“AISLAMIENTO Y CUANTIFICACIÓN DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS, EN LA MICROBIOTA Y RIZOSFERA DE SUELOS AGRÍCOLAS”*

### RESUMEN

El texto es un informe sobre las actividades realizadas durante el servicio social, cuyo objetivo fue recopilar datos que ayuden a probar alternativas de manejo agrícola sustentable y promover sistemas agroforestales que permitan potenciar la producción alimentaria sustentable en las regiones aledañas.

Se prepararon muestras para realizar cultivos y se aislaron e identificaron hongos en el laboratorio de micología. Además, se preparó medio de cultivo sólido y se esterilizó el material requerido en cada actividad. Todo esto permitió adquirir experiencia en la aplicación de conocimientos adquiridos en el estudio de problemáticas de importancia en la región y la localidad. El informe destaca la importancia de la evaluación del empleo de mejoradores de la estructura del suelo y la comparación del aprovechamiento de los esquemas de fertilización en las zonas de estudio, así como el efecto de las unidades formadoras de colonias (UFC) derivados de los tratamientos. Para llevar a cabo el análisis de las diferentes zonas de estudio, se utilizaron técnicas para el aislamiento de los hongos del suelo de la rizosfera utilizando el método de Mier et al. (2013), para realizar los cultivos de los organismos y obtener nuestras colonias con el fin de desempeñar las pruebas.

**Palabras clave:** UFC, hongos, aislamiento, microbiota.

## ÍNDICE

Resumen .....	1
Marco institucional.....	3
Antecedentes .....	3
Ubicación geográfica.....	7
Objetivo general: .....	7
Especificación y fundamento de las actividades desarrolladas de acuerdo al calendario propuesto.....	8
Impacto de las actividades del servicio social en programa o proyecto de adscripción. ....	10
Fundamento de las actividades del servicio social. ....	10
Referencias .....	11

## MARCO INSTITUCIONAL.

En 1974 el Plan de Estudios de la Licenciatura en Biología de la UAM-Xochimilco se diseñó con un interesante y novedoso enfoque que respondía a la práctica emergente de la profesión. Siendo el objetivo general de la Licenciatura en Biología el de 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 (UAM- Unidad Xochimilco, s. f.).

Esto con la finalidad de contribuir a la producción de nuevo conocimiento, tanto de carácter teórico como práctico y de introducir al alumno al conocimiento de la metodología experimental para llevar a cabo aislamientos de hongos del suelo, así como en los criterios básicos para la identificación las poblaciones fúngicas que más comúnmente habitan el suelo.

Utilizando los datos obtenidos en la Investigación del proyecto "*Aislamiento y cuantificación de unidades formadoras de colonias (UFC's) de la microbiota del suelo y de la rizosfera en suelos agrícolas*", se evaluará el desarrollo de la estructura del suelo y se comprenderá cómo funciona, cambia e influye está, en las características de los suelos con manejo agrícola y forestal.

Este proyecto se inserta en el proyecto: Manejo de suelos volcánicos en la porción sur de la cuenca de México, para potencializar su producción alimentaria.

## ANTECEDENTES

La población mundial se ha establecido a lo largo la historia, en sitios volcánicamente activos donde previamente las erupciones han cubierto amplias extensiones con sus productos, y dependiendo del tipo y espesor las de emanaciones, tuvieron un impacto positivo o negativo en las propiedades de los suelos. De hecho, los suelos desarrollados en geosistemas volcánicos han recibido un enorme interés debido a que son sistemas ideales para entender: la historia del paisaje, los mecanismos de captura de carbono, su papel en la recarga de los acuíferos y su potencial en los sistemas agroforestales. Sin embargo, los suelos volcánicos son considerados frágiles dado que fácilmente se degradan tanto física como químicamente. Es sabido que la deforestación y el manejo de sistemas agrícolas de forma intensiva promueven su erosión, compactación, pérdida de materia orgánica y fertilidad, lo cual se refleja en un deterioro significativo de su calidad agrícola y forestal, tal como se ha dado en los suelos de la porción sur de la Cuenca de México.

Particularmente, en la ladera norte del volcán el Tehutli, el manejo intensivo en la producción de amaranto (*Amarantus* spp.) desde época pre-hispánica (900 años a de C), ha derivado en una degradación de los suelos, ya que estos son altamente susceptibles a erosionarse, aunque su grado de erosión, particularmente dependen de sus propiedades intrínsecas y el manejo que se les a nivel parcelario. Por lo que es posible observar restos de terrazas destruidas, que se hicieron con el objetivo de detener o mitigar la erosión y acarreo de materiales. Sin embargo, los suelos se han deteriorado, por la modificación de

sus propiedades físicas, químicas y biológicas como lo es la pérdida del horizonte superficial, disminución de la porosidad, contenido de materia orgánica y nutrientes, al igual que su capacidad de intercambio catiónico, y las medidas que se han llevado a cabo para remediar lo anterior, están dirigidas al uso intensivo de fertilizantes químicos o enmiendas orgánicas. Sin embargo, dichos mecanismos no han tenido un impacto directo en mejorar las propiedades físicas de los suelos y, en consecuencia, la erosión continúa.

Desafortunadamente, el Suelo de Conservación en el área de influencia del volcán el Tehutli, se restringe a un sector muy limitado, por lo que el bosque de encino (*Quercus* spp) y pinos (*Pinus* spp) ocupa áreas cada vez más pequeñas. Por otro lado, los estudios previos que se han realizado en la zona han demostrado una historia del paisaje compleja, en la que los suelos se han visto afectados por los cambios climáticos geológicos (aridización en el Holoceno medio – hace aproximadamente 5,000 años), por lo que es posible establecer modelos predictivos de la dinámica de las propiedades ante las modificaciones ambientales actuales.

Por lo anterior, en este proyecto se considera probar alternativas de manejo agrícola sustentable y promoción de los sistemas agroforestales que permitan potencializar su producción alimentaria sustentable, recarga de agua y mitigación del cambio climático basado en las siguientes estrategias: 1). Evaluar el empleo de un mejorador de la estructura del suelo, que a su vez incremente el contenido de materia orgánica y su fertilidad; 2). Promover la aplicación del mejorador en las áreas de manejo forestal, al combinarlo con el biodigestato, que es un producto del proceso de la obtención de energía limpia, elaborado a partir de los residuos del nopal verdura y composta, que se produce en la región. Por lo que se plantea, establecer algunos experimentos bajo condiciones controladas en invernaderos y otros en áreas forestales, sujetos a las condiciones ambientales del lugar. Para tal efecto se ha considerado trabajar con la comunidad de Santiago Tulyehualco, en la alcaldía de Xochimilco, San Nicolás Tetelco, de la alcaldía de Tláhuac y Villa Milpa Alta de la alcaldía de Milpa Alta.

Los resultados que se generen a partir del desarrollo de este trabajo, estarán directamente relacionados con los productores locales y la posible implementación de tecnologías *in situ*, que apoyarán en la solución de los problemas relacionados con la pérdida de suelos y su capacidad productiva. A su vez se fortalecerá la formación de recursos humanos, capaces de identificar y atender problemas específicos y la divulgación de los resultados, entre los productores y las comunidades participantes. Además, de que se mejorara la capacidad agrológica de los suelos, y se incrementará la productividad de las parcelas, lo que indiscutiblemente, repercutirá en un incremento en sus ingresos y a la par se mejoraran valores intangibles como la captura de carbono, recarga del acuífero, retención de contaminantes, etc. que repercuten directamente en la calidad de vida de los habitantes de la zona y de la Ciudad de México.

El crecimiento demográfico ha incrementado la presión sobre el mantenimiento de los sistemas de producción agrícola (Godfray et al. 2010). Esto ha originado un fuerte cambio en el uso de suelo para proporcionar bienes y servicios a la población, lo cual tiene un impacto directo en la calidad del suelo, acelerando sus procesos de degradación (Gaspar et al., 2013).

La producción agrícola ocupa un lugar preponderante en las zonas volcánicamente activas, gracias a la alta fertilidad potencial que poseen los suelos desarrollados en estos geosistemas (Shoji et al. 1993; Dahlgren et al., 2004). A pesar de que los suelos volcánicos

ocupan < 1% de la superficie terrestre, son capaces de almacenar el 5% de las reservas globales de carbono orgánico del suelo -COS (Dahlgren et al., 2004). Adicionalmente, estos suelos, aunque poseen una alta capacidad de resiliencia a la compactación y erosión en condiciones naturales (Clermont-Dauphin et al., 2004), también se ha documentado su fragilidad a la degradación ante manejos inadecuados (Dahlgren et al., 2004).

Cuando el cambio de uso de suelo en los sistemas volcánicos deja al suelo temporal o permanentemente descubierto de vegetación, puede derivar en procesos de secado, causando transformaciones profundas, no solo en su composición mineralógica, sino también en sus propiedades físicas y químicas, como son la pérdida de estructura, la disminución en la capacidad de retención de humedad (Perret y Dorel, 2007; Woignier et al., 2007) y en el contenido de materia orgánica (Dörner et al., 2009; Beck-Broichsitter et al., 2016).

Se sabe que el uso de prácticas agrícolas correctas, como la elección de cultivos y la reducción de la labranza, conlleva a la conservación de los almacenes de carbono orgánico (Segnini et al., 2011), que a su vez es indispensable para la preservación de la estructura (Li et al., 2016). De hecho, en algunas regiones existe una tendencia a incrementar la cobertura forestal con objetivos de restauración y de comercialización (Chazdon, 2008). Sin embargo, la forestación debe hacerse con cuidado en la selección de especies, ya que una mala decisión puede redundar en cambios en las propiedades del suelo, la biodiversidad y en el ciclo hidrológico (Broquen et al., 2000).

Por lo anterior, es necesario desarrollar estrategias que ayuden a predecir el comportamiento de las diversas propiedades de los suelos, bajo diferentes escenarios. Es así como las predicciones y pronósticos deben contar con una base teórica de mayor confiabilidad en escenarios de cambio ambiental. En los ecosistemas terrestres, los suelos son la base para la provisión de los servicios ecosistémicos, es decir bienes y servicios que proporcionan a las comunidades, los cuales pueden estar basados en funciones ecológicas o aspectos culturales (Adhikari y Hartemink, 2016). Por su parte, la conservación de los servicios culturales depende de la transmisión cultural pero también de la resistencia a la degradación de los suelos (Cotler, et al., 2011). Sin embargo, cuando los suelos quedan inmersos en ambientes urbanos sus funciones son alteradas (Morel et al. 2015) debido a que los flujos de materia y energía se modifican, al extremo de quedar inactivos, como cuando son revestidos de concreto, asfalto y/o residuos sólidos (Lal et al., 2015; Morel et al., 2015).

En el Suelo de Conservación de la Ciudad de México, el desarrollo de la agricultura data de la época prehispánica, en el periodo pre-Clásico (1500 AC – 250 DC) y durante el Clásico (250 -650 DC), se registró un incremento demográfico que llevó a la población, a ocupar los piedemontes y no solo las regiones aledañas al lago (Serra-Puche y Lascano-Arce, 2009). El modelo agrícola mesoamericano estuvo basado el trabajo manual, el mejoramiento fitogenético de especies y la intensificación de los tipos de suelos empleando tecnologías como la irrigación y la construcción de sistemas de terrazas (Rojas-Raviela, 1991).

El conocimiento de las tecnologías agrícolas pudo haber sido transmitido y seguir influyendo sobre el manejo de los sistemas productivos de ciudad de México, sin embargo, poco se sabe del origen temporal y ambiental de las prácticas agrícolas (Ramírez-Meza et al., 2010). El maíz a través del sistema de milpa y el amaranto han dominado los cultivos de la región. A partir de la hispanización del Valle de México, se introdujeron otros cultivos anuales y perennes, tal es el caso de los olivares que se establecieron en Tulyehualco hace más de

cuatro siglos y de los cuales aún se conserva la práctica agrícola (Ramírez-Meza et al., 2010).

Dichas prácticas agrícolas ancestrales, ahora se encuentran amenazadas por la creciente área ocupada por asentamientos humanos irregulares (Aguilar y Santos, 2011), que tan solo en Xochimilco creció 200 %, en el periodo del 2000 al 2015 (SEDEMA, 2018). Lo anterior a pesar de que el 80% de la extensión de la delegación Xochimilco es considerado Suelo de Conservación y aun con eso se encuentra bajo constante presión (Wigle, 2010), lo que se refleja en el abandono de la producción agrícola, no relacionada con chinampas, el cual se ha estimado en 11% en tan solo una década (Merlín-Uribe et al., 2013).

Por otra parte, en la alcaldía de Milpa Alta se produce alrededor del 80 % de la producción nacional de nopal verdura (*Opuntia ficus indica* L.), alcanzado cerca de 1,500 toneladas semanales de nopal. La tecnología agrícola del cultivo del nopal documenta que el corte se realiza en los brotes de las pencas y se organiza para vender por mayoreo en pacas que contienen en promedio 2,000 nopales grandes y hasta 3,500 nopales pequeños. También en la alcaldía de Tláhuac, particularmente en San Nicolás Tetelco, se ha introducido el cultivo de nopal verdura en algunas parcelas ubicadas en las laderas del volcán Ayaquemetl, con el fin de diversificar las especies productivas que se pueden cultivar en la zona.

Los suelos de la ladera norte del volcán Tehutli

Los suelos de la ladera alta del volcán Tehutli, en la alcaldía de Xochimilco, no tienen evidencia de prácticas agrícolas actualmente. Son suelos desarrollados sobre materiales piroclásticos emanados por el volcán hace 36,000 años (Guilbaud, 2015) que presentan horizontes tipo Ah/Bw/Ck. Los horizontes A presentan estructuras granulares de color pardo oscuro a negro con alta porosidad y baja densidad aparente (Solleiro-Rebolledo et al., 2019). A pesar de ello, los agregados son poco estables. Los horizontes Bw tienen coloraciones pardo ocre, con estructura en bloques subangulares en tanto que en los horizontes Ck es común la presencia de carbonatos pedogenéticos.

Los suelos que se encuentran en la ladera media y piedemonte se caracterizan por tener un fuerte manejo antrópico y la superficie se encuentra modificada por la presencia de terrazas artificiales. La producción agrícola sobre estos suelos consiste en amaranto, cempasúchitl y avena, principalmente. Son suelos poco desarrollados y los horizontes que lo conforman son tipo Ap/AC/C. Todos los horizontes Ap tienen una débil estructura de tipo granular, de poca estabilidad, son muy sueltos y tienen un bajo contenido de materia orgánica. Los resultados químicos y físicos de los horizontes superficiales del volcán Teuhtli. En ellas se demuestra que los suelos cultivados por largo tiempo en el piedemonte del volcán poseen mayor densidad aparente lo que les confiere cierto grado de compactación, con una porosidad de 49 %. Son arenosos, con valores de pH ligeramente ácidos y una baja conductividad eléctrica. El contenido de carbono orgánico y la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) son visiblemente menores en comparación con los suelos de las áreas naturales. Con estas observaciones primarias, se puede concluir que los suelos de la región tienen dos problemas fundamentales: la falta de estructura (o estructura débilmente desarrollada) y bajo contenido de materia orgánica.

## Los residuos de nopal como mejorador de suelos

El uso de los residuos orgánicos, al interior de las cadenas de producción es una estrategia para asegurar la sustentabilidad y disminuir la dependencia a los insumos externos que, en muchos de los casos, deriva en el detrimento ambiental, social y económico de los sistemas productivos. En relación con la producción de nopal, debido a que no se cuenta con la infraestructura para el procesamiento de todos los residuos, algunos de estos son recuperados en los centros de acopio para su composteo ya sea por los mismos productores, de forma individual o de manera organizada. Ejemplos de sistemas ya organizados se observan en los esfuerzos de la Universidad Autónoma Metropolitana a través del Área Piloto de Producción de Abonos Orgánicos: Composta y Humus, o bien por medio del sistema de plantas de compostaje de la Dirección General de Servicios Urbanos de la Ciudad de México (DGSU). Existen también otros sistemas que aplican directamente residuos orgánicos al suelo, sin un proceso biológico, sino únicamente con tratamiento físico (picado), para reducir su tamaño.

## El biodigestato como mejorador de la calidad de suelo

La obtención de energía desde fuentes renovables y limpias es uno de los retos que enfrentan los gobiernos y que contribuirá con la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), por lo cual es uno de los ejes rectores en el plan de acción en el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2014-2020 (SEDEMA, 2018) y del Programa de Cambio Climático de la Ciudad de México (SEDEMA, 2018).

Algunos de los procesos para la obtención de energías limpias, tienen la capacidad de utilizar como sustrato los residuos provenientes de un proceso previo y, a su vez, sus residuos pueden ser aprovechados como mejoradores de fertilidad de suelos, en un esquema de economía circular y la eliminación de residuos orgánicos no aprovechados. Uno de estos procesos de obtención de energía limpia es el tratamiento microbiano anaeróbico termofílico para la producción de biogás, cuyo residuo es conocido como digestato (Makadi et al., 2012). De este último ya se cuenta con uno en la Ciudad de México derivado de la colaboración entre la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECITI) y la empresa Sustentabilidad, Energía y Medio Ambiente (SUEMA) (CDMX, 2016; SUEMA, 2017), la cual tiene capacidad para procesar 3 de las 9 ton diarias de residuos orgánicos derivados de la limpia del nopal y otras verduras del Centro de Acopio Nopal-Verdura (CANV). Sin embargo, a la fecha no se han realizado las pruebas requeridas para determinar los beneficios ambientales, económicos y sociales de la utilización de los residuos de este proceso.

## UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

El servicio social se llevará a cabo dentro de la modalidad de actividades relacionadas con la profesión en los laboratorios de Micología y Edafología, ambos en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco, en la alcaldía Coyoacán, CDMX.

## OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el empleo de un mejorador de la estructura del suelo como una alternativa de manejo agrícola y forestal en suelos de origen volcánico en el Suelo de Conservación de la

Ciudad de México, a fin de potencializar la producción alimentaria sustentable, recarga de agua y mitigación del cambio climático.

## ESPECIFICACIÓN Y FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS DE ACUERDO CON EL CALENDARIO PROPUESTO.

Las actividades llevadas a cabo durante el desarrollo de mi servicio social se agrupan en tres partes. La primera de ellas consistió en Preparación de Muestras para realizar los cultivos contenidos en tubos Falcon que se sometieron a la fase de aislamiento e identificación de hongos en el laboratorio de micología, las muestras de suelo se procesaron mediante el método para aislamientos del suelo y de la rizosfera (Mier et al. 2013).

Preparación de medio de cultivo sólido: A lo largo del desarrollo de mi servicio, y de forma constante, se preparó medio de cultivo (PDA) (potato dextrose agar; agar papa dextrosa), seleccionado como medio idóneo para el aislamiento de hongos.

Para la esterilización de material: El trabajo en Microbiología y Biología Molecular exige el uso de materiales y reactivos completamente limpios y esterilizados, por ello constantemente se hizo uso del Autoclave para esterilizar el material requerido en cada una de las actividades llevadas a cabo.

Una vez que se preparó el medio de cultivo, cada muestra se procesó por triplicado. Cada tubo contenía un gramo de suelo, a las muestras con planta se identificaron como CP y las muestras sin planta se etiquetaron como SP. A cada gramo de suelo se le agregaron 9 mL de agua con tween 80 estéril al 0.5%. Se agitaron durante un minuto y de la suspensión se hicieron dos diluciones decimales, de la última se colocaron 200  $\mu$ l para realizar la siembra en las cajas Petri (también etiquetadas y por triplicado). Esta metodología corresponde a placas de Warcup modificado. Se agregó cloranfenicol a razón de 0.05 mg mL<sup>-1</sup> para evitar el crecimiento bacteriano en las cajas Petri para hongos y en las que correspondían a bacterias, y no se agregó ningún antibiótico.

Ya que el medio de cultivo solidificó, se colocaron las cajas en la incubadora de manera invertida, para evitar que el agua de condensación en la cubierta y se precipite sobre la superficie del medio. La incubación se realizó por tres a siete días a 28 °C para posterior recuento de colonias y obtención de cultivos puros.

La segunda actividad correspondió a la cuantificación de las colonias obtenidas en las cajas de Petri (imagen 1), cada 15 días durante 4 meses que es el ciclo agrícola de la avena, se tomaron muestras y se prepararon placas de Warcup como se describió previamente. Cada caja se cuantificó con ayuda de un contador de colonias, y se elaboró una base de datos por cada fecha (como ejemplo está la tabla 1).

Por otra parte, el aislamiento y caracterización morfológica no se llevó a cabo debido al paro de labores, y puesto que no se pudo realizar la actividad de las observaciones de los hongos al microscopio para su identificación, se sustituyó por la observación de algunas laminillas con micelio, para ver el porcentaje de colonización a lo largo del tiempo del ciclo agrícola de la avena.

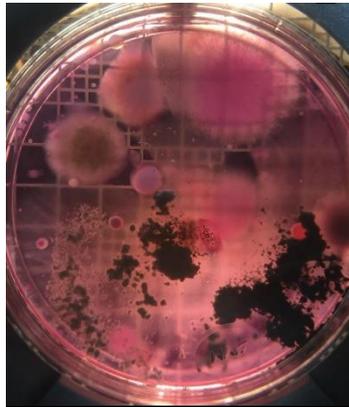


Imagen1: Colonias en caja Petri.

18 de agosto 2022

MUESTRA	No° de organismos H	No° de organismos B
TB1-SP2-1	21	6
TB3-SP1-1	15	16
TB3-SP1-2	20	11
TB1-SP1-1	21	10
TB1-SP1-2	10	5
TB3-CP1-1	21	396
TB3-SP3-2	16	8
TB3-SP3-1	17	4
TB3-SP2-1	22	16
TB3-SP2-1	22	16
TB3-SP2-2	8	3
TB3-CP1-2	12	150
TB1-SP2-2	3	0

*Tabla1: Ejemplo de registro de UFC por cada día se toma de muestra, realizada por triplicado.*

La tercera etapa, que abarca los dos objetivos particulares mencionados más arriba, fue llevar a cabo pruebas estadísticas para verificar la distribución de los datos y en caso de que no ajusten a una distribución normal, estos serán transformados: a) en el caso de los valores de porcentaje y cocientes a arcoseno y, b) en el caso de las otras variables a logaritmo natural. Una vez cumplidos los supuestos de normalidad y homocedasticidad, los datos serán sometidos a un modelo de Análisis de Varianza Anidado (ANOVA anidado), lo cual nos permitirá establecer la heterogeneidad de las propiedades físicas, químicas y biológicas de cada agroecosistema y por lo tanto la sensibilidad de las propuestas de mejoramiento de la fertilidad.

Con los datos del experimento se alimentará un análisis de varianza (ANOVA) de una vía donde los tratamientos serán cada uno de los niveles de adición enmiendas. En caso de que haya diferencias significativas entre los tratamientos serán sometidas a la prueba de Tukey con el fin de comprobar las medidas individuales provenientes de un análisis de varianza entre las distintas muestras sometidas a los distintos tratamientos.

## IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL EN PROGRAMA O

### PROYECTO DE ADSCRIPCIÓN.

Las actividades realizadas en el proyecto presentado dentro del Laboratorio de Micología tienen un impacto sobre las comunidades productoras al identificar UFC presentes en las distintas muestras de suelos, siendo que se encuentran organismos que nos ayudan a entender mejor el tipo de tratamiento que nos ayude con las necesidades agrícolas del suelo y así también entender las medidas que se tienen que tomar para mejorar quedando como base para una mejor evaluación de los suelos.

Así mismo se contempla formar Recursos Humanos con conocimientos más amplios, que ayuden a resolver problemas, con la aplicación de menores cantidades de insumos agrícolas apoyando a las comunidades y darles un uso sustentable a los suelos.

### APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAS DURANTE EL DESARROLLO DEL SERVICIO SOCIAL.

El trabajo en el servicio social me ha permitido adentrarme no sólo en la práctica del manejo de materiales y técnicas de laboratorio. Me ha permitido además conocer parte del proceso de investigación en aspectos que no conocía como la planeación de las actividades adaptada a factores administrativos, así como técnicas de identificación y distintos tipos de procedimientos en la parte técnica.

Por otra parte, las actividades permitieron consolidar la formación profesional y facilitar la inserción en el ejercicio profesional. En resumen, las actividades del servicio social tuvieron un impacto positivo en el proyecto de adscripción al contribuir al estudio de problemáticas de importancia como ejercicio profesional.

### FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL.

El servicio social es una práctica que permite consolidar la formación académica y profesional del estudiante en un espacio de adquisición y aplicación práctica de los conocimientos y aptitudes desarrollando valores, vinculándolos con la visión de la universidad y reforzando unidades anteriores de la carrera, así como consolidar la institución profesionista.

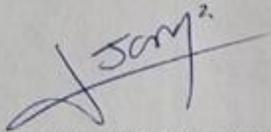
## REFERENCIAS

- ❖ Adhikari, K., Hartemink, A.E. 2016. Linking soils to ecosystem services — A global review. *Geoderma*, 262, 101-111.
- ❖ Aguilar, A. G., Santos, C. 2011. Informal settlements' needs and environmental conservation in Mexico City: An unsolved challenge for land-use policy. *Land Use Policy* 28:649-662.
- ❖ Beatriz, B. & Cristina, S. 2018. Caracterización de hongos presentes en suelos con usos contrastantes. Cátedras de Edafología, Manejo y Conservación de Suelos y Planificación del uso del suelo. Cátedra de Fitopatología. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- ❖ Beck-Broichsitter, S., H. Fleige, M. O. Goebel, J. Dörner, J. Bachmann, R. Horn. 2016. Shrinkage potential and pore shrinkage capacity of differently developed volcanic ash soils under pastures in southern Chile. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 179, 799-808.
- ❖ Broquen, P., Falbo, G., Frugoni, C., Girardin, J.L., Guido, M., Martinese P., 2000. Estructura y porosidad en Andisoles con vegetación natural y con plantaciones de *Pinus ponderosa* Dougl. en el Sudoeste de Neuquén, Argentina. *Bosque*, 21, 25-36.
- ❖ CDMX, 2016. Gobierno de la Ciudad de México. <http://www.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/iniciara-pruebas-planta-piloto-y-biodigestor-en-milpa-alta-generara-biogas-composta-y-agua>. Fecha de visita 04 de agosto de 2019
- ❖ Chazdon. R.L., 2008. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science*, 320, 1458-1460.
- ❖ Clermont-Dauphin, C., Cabidoche, Y.M., Meynard, J.M., 2004. Effects of intensive monocropping of bananas on properties of volcanic soils in the uplands of the French West Indies. *Soil Use Manag.*, 20, 105-113.
- ❖ Cotler, H., López, C.A., Martínez-Trinidad, S., 2011. ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México. *Investigación Ambiental* 3, 31-43.
- ❖ Dahlgren, R.A., Saigusa, M., Ugolini, F.C., 2004. The nature, properties and management of volcanic soils. *Adv. Agron.*, 82, 114-183.
- ❖ Dörner, J., D. Dec, X. Peng, R. Horn. 2009. Change of shrinkage behaviour of an Andisol in southern Chile. Effects of land use and wetting/drying cycles. *Soil and Tillage Research* 106: 45–56.
- ❖ FAO, 2009. Guía para la descripción de suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. 99 pp.
- ❖ Gaspar, L., Navas, A., Walling, D.E., Machín, J., Gómez-Arozamena J., 2013. Using  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  to assess soil redistribution on slopes at different temporal scales. *Catena*, 102, 46-54.
- ❖ Godfray, HCJ, Beddington, JR, Crute, IR, Haddad, L, Lawrence, D, Muir, JF, Toulmin, C, 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327, 812–818.
- ❖ Guilbaud, M.N., Arana-Salinas, L., Siebe, C., Barba-Pingarrón, L., Ortiz-Butrón., A., 2015. Origen de la ceniza volcánica que sepultó los restos fósiles de un *Mammuthus columbi* cerca de Santa Ana Tlacotenco, en la sierra Chichinautzin al sur de la cuenca de México. pp. 145-170. In: L. Barba-Pingarrón (ed.). *Estudios interdisciplinarios sobre un mamut y su contexto*. Red de Ciencias Aplicadas a la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.
- ❖ INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2017. Anuario estadístico y geográfico de la Ciudad de México 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 506 p.

- ❖ Lal, R., Negassa, W., Lorenz, K., 2015. Carbon sequestration in soil. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 15, 79-86.
- ❖ Li, L., Vogel, J., He, Z., Zou, X., Ruan, H., Huang, W., Wang, J., Bianchi, T.S., 2016. Association of soil aggregation with the distribution and quality of organic carbon in soil along an elevation gradient on Wuyi Mountain in China. *PLoS ONE*, 11, Article e0150898.
- ❖ Makadi, M., Tomócsik, A., Orosz, V. 2012. Digestate: A New Nutrient Source – Review. En Kumar, S. (Ed) *Biogas*. InTech. pp 295-310
- ❖ Merlín-Uribe, Y., Contreras-Hernández, A., Astier-Calderón, M., Jensen, O. P., Zaragoza, R., Zambrano, L. 2013. Urban expansion into a protected natural area in Mexico City: alternative management scenarios. *Journal of Environmental Planning and Management* 56:398-411.
- ❖ Mier, T., Rivera, B. & Ayala, Z. 2013 *Métodos Experimentales para el estudio de Hongos Microscópicos*. Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco.
- ❖ Morel, J.L., Chenu, C. & Lorenz, K. 2015. Ecosystem services provided by soils of urban, industrial, traffic, mining, and military areas (SUITMAs). *Journal of Soils and Sediments*, 15, 1659-1666.
- ❖ Paul, E.A. (2016). The nature and dynamics of soil organic matter: Plant inputs, microbial transformations, and organic matter stabilization. *Soil Biology and Biochemistry*, 98, 109-126.
- ❖ Perret, S., M. Dorel. 1999. Relationships between land use, fertility and Andisol behaviour: Examples from volcanic islands. *Soil Use and Management* 15: 144-149.
- ❖ Pfenning, L H. y Magalhães de Abreu L. 1997. Hongos del suelo saprófitos y patógenos de plantas.
- ❖ Ramírez-Meza, B., Torres-Carral., Muro-Bowling, P., Muruaga-Martínez., J., López-Monroy, D. 2010. Los productores de amaranto en la Zona de Conservación Ecológica Teuhtli. *Revista de Geografía Agrícola* 44:57-69.
- ❖ Rojas-Raviela, T., 1991. La agricultura en la época prehispánica, en *La agricultura mexicana desde sus orígenes hasta nuestros días*, cna/Grijalbo, México, 1991, pp. 15-138.
- ❖ Sánchez, Y., Márquez, B., Lozano, L., & Fernández, P. 2007. Los hongos fundamentales en la productividad del suelo.
- ❖ SEDEMA, 2014. Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México. Programa de Acción Climática Ciudad de México 201-2020. Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente A. C. 388 p.
- ❖ SEDEMA, 2018. Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. Evolución Espacio-Temporal de Asentamientos Humanos Irregulares en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México. <http://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/uploaded-files/graficasahidelegacionesok.pdf>. Consultado en línea el 12 de febrero de 2018.
- ❖ SEDEMA, 2019. Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México. <https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/cambio-climatico>. Fecha de visita 04 de agosto de 2019.
- ❖ Segnini, A., Posadas, A., Quiroz, R., Milori, D.M.B.P., Vaz, C.M.P., Martin-Neto, L., 2011. Soil carbon stocks and stability across an altitudinal gradient in southern Peru. *J. Soil Water Conserv.*, 66, 213-220.
- ❖ Serra-Puche, M.C., Lascano-Arce, J.C., 2009. Arqueología en el sur de la Cuenca de México. Diagnóstico y futuro. In *memoriam W. T. Sanders*. *Cuicuilco* 47, 19-38.
- ❖ Shoji, S., M. Nanzyo, R. Dahlgren. 1993. Genesis of volcanic ash soils. In: Shoji, S., Nanzyo, M., Dahlgren, R. (Eds.), *Volcanic Ash Soils: Genesis, Properties and Utilization*, *Developments in Soil Science* 21: 37-71.
- ❖ SMA. Secretaria del Medio Ambiente. (2004). *Estrategia local de acción climática de la Ciudad de México / Acciones locales, logros globales*. Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno de la Ciudad de México.

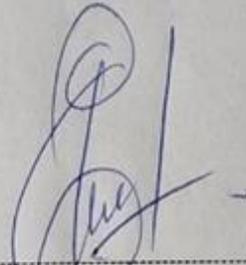
- ❖ Solleiro-Rebolledo, E., Rivera-Uria, Y., Chávez-Vergara, B., Díaz-Ortega, J., Sedov, S., Alcalá-Martínez, R., Beltrán-Paz, O., Jardines-Martínez, G., 2019. Evolution of the landscape and pedodiversity on volcanic deposits in the south of the Basin of Mexico and its relationship with agricultural activities. *Sometido a Terra*.
- ❖ SUEMA, 2017. Sustentabilidad en Energía y Medio ambiente. Multimedia. <http://suema.com.mx/multimedia.html>. Fecha de visita 04 de agosto de 2019.
- ❖ Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Xochimilco. (s. f.). Plan y Programas de Estudios. [Http://Www2.Xoc.Uam.Mx/](http://Www2.Xoc.Uam.Mx/). Recuperado 31 de marzo de 2022, de <http://www2.xoc.uam.mx/oferta-educativa/divisiones/cbs/licenciaturasposgrados/pplic/biologia/plan/>
- ❖ Vela, C. G., López, B. J., Rodríguez, G. M de L. 2012. Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México.
- ❖ Wigle, J. 2010. The “Xochimilco model” for managing irregular settlements in conservation land in Mexico City. *Cities* 27:337-347.
- ❖ Hernández Mancipe, L. E., Londoño Vélez, J. I., Hernández García, K. A., & Torres Hernández, L. C. (2019). Los sistemas biofloc: una estrategia eficiente en la producción acuícola. *CES Medicina Veterinaria Y Zootecnia*, 14(1), 70–99. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.14.1.6>
- ❖ Woignier, T., G. Pochet, H. Doumenc, P. Dieudonné, L. Duffours. 2007. Allophane: a natural gel in volcanic soils with interesting environmental properties. *Journal Sol-Gel Science Technology* 41: 25-30.

Visto bueno de asesores



---

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



---

Dr. Gilberto Vela Correa  
Laboratorio de Edafología y Absorción  
Atómica, UAM-X  
No. Eco. 27970