

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

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

INFORME DE CONCLUSIÓN DEL SERVICIO SOCIAL
POR ACTIVIDADES VINCULADAS CON LA PROFESIÓN

RECUPERACIÓN CON BIOCOSTRAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y BIOLÓGICAS DE SUELO DEGRADADO DE ZAPOTITLÁN SALINAS, PUEBLA

QUE PRESENTA EL ALUMNO

ASHLEY SEALTIEL CÁRDENAS HERNÁNDEZ

Matrícula
2213020192

ASESORES

Dra. Angélica Jiménez Aguilar (Profesor Investigador Asociado "D")
(No. Económico 38202)

Dr. Gilberto Vela Correa (Profesor Investigador Titular "C")
(No. Económico 27970)

Ciudad de México

30 de junio de 2026

RESUMEN

Las biocostras son asociaciones de cianobacterias, bacterias, arqueas, hongos, líquenes y musgos ligadas a las partículas del suelo, son nativas de los ecosistemas áridos y semiáridos del mundo y cubren un 12% de la superficie continental terrestre. El estudio científico de las biocostras es reciente y en los últimos años se ha centrado en la búsqueda de su uso como agentes biológicos que restauren las condiciones fisicoquímicas del suelo; ante la problemática ambiental actual de la pérdida del recurso del suelo, optar por alternativas sostenibles es preciso y beneficioso para los ecosistemas áridos y semiáridos. Los objetivos del presente servicio social fueron analizar el efecto de las biocostras a la recuperación de las propiedades físicas y biológicas del suelo sin estructura del Cerro de Cuthá con diferentes pendientes y caracterizar indicadores físicos claves en la recuperación de suelo degradado por efecto de biocostras. El modelo experimental constó de 27 charolas de plástico de 159 cm² (13.3 x 12 cm) donde se colocó 190 g de suelo tamizado a cada una, nueve charolas correspondieron para la Zona Alta (ZA); nueve para la Zona Media (ZM) y nueve para la Zona Baja (ZB). Las muestras de suelo se recolectaron en el Cerro de Cuthá en la localidad de Zapotitlán Salinas, Puebla. Se caracterizaron los siguientes parámetros físicos: color, humedad, textura, estabilidad de agregados en agua, granulometría, densidad real, densidad aparente y porosidad, además de cobertura de biocostra como parámetro biológico. Los principales resultados evidencian que la cobertura de biocostras aumentó significativamente durante los meses más fríos, que coincidió con las temporadas donde hubo mayor precipitación (marzo y mayo); el tamaño de los macroagregados del suelo fue significativamente mayor después del tratamiento con biocostras. Los demás parámetros caracterizados no mostraron cambios significativos. Se concluye que los parámetros físicos y biológicos que pueden funcionar como indicador son la granulometría y la cobertura de biocostra aun cuando no se mantienen controladas las condiciones ambientales.

Palabras clave: Biocostras; suelo; ecosistemas áridos y semiáridos; degradación de suelos; propiedades físicas y biológicas del suelo.

ÍNDICE

• RESUMEN	2
• INTRODUCCIÓN	4
• LUGAR DE REALIZACIÓN DEL SERVICIO SOCIAL	5
• MARCO INSTITUCIONAL Y COMPROMISO SOCIAL	5
• OBJETIVO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	5
• DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS	5
• REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8

INTRODUCCIÓN

Las biocostras son comunidades de microorganismos (bacterias, arqueas, cianobacterias y hongos) y macroorganismos (musgos [briophyta *sensu stricto*]) asociadas a las partículas del suelo, son nativas de los ecosistemas áridos y semiáridos y ocupan un 12% de la superficie continental terrestre (Naylor *et al.*, 2020). El estudio de las biocostras y su papel dentro de los ecosistemas áridos y semiáridos ha sido objeto de estudio para las ciencias biológicas desde hace algunas décadas, pues se ha descubierto que los servicios ecosistémicos que proveen aportan soporte y estabilidad al subsistema ambiental del suelo (Belnap *et al.*, 2004).

El 64% del suelo mexicano se encuentra en un estado de degradación crítico (UNAM, 2023). Las zonas áridas y semiáridas de México abarcan un 60% del territorio mexicano; debido a su composición y a las condiciones climáticas adversas de estos ecosistemas, los suelos son más propensos a sufrir un tipo de degradación conocida como desertificación (PAOT / SEMARNAT, 2002).

Recientes investigaciones han planteado la posibilidad de utilizar a las biocostras como agentes biológicos para la regeneración de las propiedades fisicoquímicas del suelo, otorgando la posibilidad de que puedan ser un recurso utilizable que sea barato, disponible y de bajo mantenimiento para lograr dicho objetivo (Gufwan *et al.*, 2025).

En localidades como Zapotitlán Salinas en el estado de Puebla, México, la comunidad ha mostrado una amplia aceptación al conocimiento científico sobre preservación y restauración de los recursos naturales, aunado a un fuerte sentimiento de pertenencia y preservación de prácticas y costumbres locales podría permitir que un proyecto sobre restauración del suelo usando biocostras pueda efectuarse.

Por lo antes mencionado, el objetivo del presente servicio social fue analizar el efecto de las biocostras al mejoramiento de las condiciones físicas y biológicas del suelo degradado que nos permitió caracterizar indicadores del estado del suelo bajo coberturas de biocostra y cómo estas mediaban el efecto de la desertificación.

LUGAR DE REALIZACIÓN DEL SERVICIO SOCIAL

El presente se realizó en el Laboratorio de Edafología y Absorción Atómica del Departamento El Hombre y su Ambiente e Invernadero de la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco.

MARCO INSTITUCIONAL Y COMPROMISO SOCIAL

El presente proyecto de servicio social se desarrolló bajo el marco institucional de la Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Xochimilco, a través del programa de servicio social de la licenciatura en Biología. La institución receptora es la misma, la cual proporcionó el espacio y los lineamientos para la realización de las actividades.

El compromiso de este servicio social fue principalmente el aporte al bienestar común que otorga el conocimiento de mi formación como Biólogo al manejo sostenible del recurso del suelo y a la búsqueda de nuevas alternativas de manejo de este recurso.

OBJETIVO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

El presente proyecto nos permitió caracterizar qué parámetros físicos son mejores indicadores para conocer el estado del suelo bajo cobertura de biocostras y cómo estas pueden amortiguar el impacto de las condiciones ambientales a la degradación edáfica. Al explorar el potencial biotecnológico de las biocostras al mejoramiento de suelos degradados, se ofrece una alternativa sostenible para las comunidades vinculadas económicamente a la explotación de los recursos que dependen del estado del suelo, ayudando a la conservación de zonas áridas y semiáridas de gran importancia ecológica como la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán (RBTC).

DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Diseño Experimental

Para la realización del experimento se colocaron 190 g de suelo tamizado bajo un tamiz de 2.00 mm en charolas de plástico de 159 cm² (13.3 x 12 cm), lo cual rompe la estructura del suelo; nueve charolas correspondieron a la Zona Alta (ZA); nueve a la Zona Media (ZM) y nueve a la Zona Baja (ZB), teniendo un total de 27 charolas experimentales. Las muestras de suelo se recolectaron en el Cerro de Cuthá en Zapotitlán Salinas, Puebla.

Se colocaron aproximadamente 30 cm² de cobertura de biocostras sobre cada charola experimental.

Las charolas experimentales fueron dispuestas en un modelo de cuadro latino para aislar los cambios de las variables que no controlamos y su efecto en el experimento.

Modelo de riego

El modelo de riego fue elaborado tomando los datos de precipitación (mm/m²) del mes con mayor precipitación (36.7 mm reportados en el mes de mayo) del año 2025 en Zapotitlán Salinas y fue ajustado para abarcar el área de las charolas experimentales, dando una cantidad de 145.236 ml que fueron distribuidos en dos o tres riegos semanales dependiendo de las temperaturas registradas durante el riego para evitar saturación o sequedad de las muestras.

Para el riego optamos por un riego por capilaridad; realizamos orificios debajo de las charolas experimentales y colocamos un cuadrado de papel filtro de las mismas proporciones que el área de las charolas donde vertimos la cantidad de agua correspondiente.

Caracterización de parámetros físicos y biológicos

Se caracterizaron los parámetros físicos y biológicos antes del experimento y al finalizar el experimento. Las técnicas empleadas fueron las siguientes: Granulometría (análisis en seco con tamiz); humedad (método AS-05, método gravimétrico); Estabilidad de agregados en agua (Herrick *et al.*, 2005, modificada por Jiménez-Aguilar, sin publicar); color del suelo (método AS-22); densidad aparente (método de la probeta); densidad real (método AS-04) y textura (método AS-09). En cuanto a los parámetros biológicos se midió la cobertura de biocostra en el programa ImageJ.

Parámetros físicos

Para determinar la granulometría del suelo, por cada charola experimental se tomaron 100 g de suelo y se colocaron en seis tamices de acero de las siguientes aperturas: 2.00 mm, 0.85 mm, 0.425 mm, 0.25 mm, 0.18 mm y 0.15 mm. Posteriormente se pesó el suelo retenido en cada tamiz y se clasificó de acuerdo con su tamaño: Macroagregados (MaAs): >2.00 mm; Mesoagregados (MeAs): 0.25-2.00 mm y Microagregados (MiAs): <0.25 mm (cita)

La humedad del suelo fue caracterizada colocando una muestra de 10 g de suelo en crisoles de porcelana y llevadas al horno a 110°C por 24 hrs, posteriormente se calculó el porcentaje de humedad por diferencia de pesos.

Para la prueba de estabilidad de agregados en agua (EAA) se colocó 1 g de MaAs en coladores de hierro cubiertos por papel filtro y se colocaron sobre recipientes hasta cubrir el agregado con agua destilada; posteriormente se agitaron en un oscilador a 100 rpm.

Para la determinación del color del suelo se emplearon las cartas de color de Munsell, colocando una cucharada pequeña de suelo sobre una placa de porcelana.

Para caracterizar la Da se colocaron 10 g de suelo en probetas de plástico de 10 ml, golpeándolas sobre una franela y posteriormente pesadas.

Para la Dr empleamos el método del picnómetro (AS-04)

El espacio poroso fue calculado con los datos obtenidos de la Da y Dr.

Para determinar la textura del suelo, empleamos el método del hidrómetro de buyoucos

Parámetros biológicos

Cobertura de biocostras

Las charolas fueron fotografiadas mensualmente y la cobertura de biocostras fue medida a través del programa ImageJ.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LOS OBJETIVOS DE FORMACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIO

Las actividades realizadas en el servicio social se resumen a la caracterización de parámetros físicos y biológicos de suelo degradado de agrosistemas de producción de mezcal, para lograr ese fin utilizamos técnicas en el cual fueron colocados parches de biocostras sometidas a condiciones poco favorables con el fin de analizar el efecto de estas en el suelo. La búsqueda de alternativas sostenibles de manejo en sistemas de producción agrícola es fundamental para preservar el recurso del suelo y de las prácticas de agricultura ligadas fuertemente a la identidad cultural de la zona,

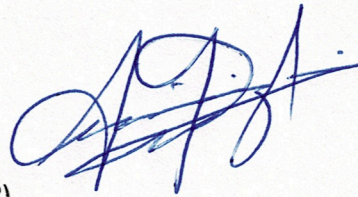
bajo esta premisa, colocamos en el mismo orden de importancia al capital económico, natural y cultural del sitio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belnap, J., Phillips, S. L. y Miller, M. E. (2004). Response of desert biological soil crusts to alterations in precipitation frequency. *Oecologia*, 141(2), 306-316. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1438-6>
- Gufwan, L. A., Peng, L., Gufwan, N. M., Lan, S y Wu, L. (2025). Enhancing soil health through biocrusts: A microbial ecosystem approach for degradation control and restoration. *Microbial Ecology*, 88, Article 8. <https://doi.org/10.1007/s00248-025-02504-5>
- Herrick, J. E., Van Zee, J. W., Havstad, K. M., Burkett, L. M y Whitford, W. G. (2005). Monitoring manual for grassland, shrubland, and savanna ecosystems. USDA-ARS.
- Naylor, D., Sadler, N., Bhattacharjee, A., Graham, E. B., Anderton, C. R., McClure, R., Lipton, M., Hofmockel, K. S y Jansson, J. K. (2020). Soil microbiomes under climate change and implications for carbon cycling. *Annual Review of Environment and Resources*, 45(1), 29–59. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012320-082720>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2002, 31 de diciembre). *NORMA Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=717582&fecha=31/12/2002
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT) / Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (s. f.). *Degradación de los suelos*. En *Informe Resumen: Estado del Medio Ambiente en México 2002* (Capítulo 3). Recuperado de https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe_resumen/03_suelos/cap3_3.html
- UNAM Global. (2023, junio). *UNAM alerta: 64% de los suelos de México en estado crítico*. Universidad Nacional Autónoma de México. https://unamglobal.unam.mx/global_revista/unam-alerta-64-de-los-suelos-de-mexico-en-estado-critico/?utm_source=chatgpt.com

ASESORES

Dra. Angélica Jiménez Aguilar (No. Económico 38202)



Dr. Gilberto Vela Correa (No. Económico 27970)

