



Las algas: Una herramienta valiosa para una agricultura sostenible

Dana Noelia Alonso Flores
Jorge Lugo De la Fuente
Rocio Vaca Paulín
Pedro Del Aguila Juárez
Nadia De la Portilla López*

Laboratorio de Edafología y Ambiente, Facultad de Ciencias. Instituto Literario No. 100, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca 50000, México.

*Autor para correspondencia: ndelaportillal@uaemex.mx

Introducción

El mundo presenta desafíos por atender, como es la seguridad alimentaria y su sostenibilidad. La agricultura sostenible busca alternativas para producir alimentos sin comprometer el medio ambiente, a través del empleo de nuevas soluciones ecológicas. Las algas surgen como un recurso para el mejoramiento del medio edáfico y de los cultivos, así como para reducir el consumo de fertilizantes químicos que perjudican al ambiente.

Los beneficios de las algas en la agricultura incluyen mejoras en la estructura del suelo y la acción de compuestos bioactivos ayudan en el desarrollo de las raíces y optimiza la absorción de nutrientes con la presencia de fitohormonas naturales, por otra parte, aumenta la retención de agua en el suelo lo que disminuye su pérdida por lixiviación, esto también se puede observar en una mayor resistencia de las plantas frente a condiciones ambientales poco favorables, como temperaturas extremas, salinidad, y sequía.

Las algas inducen mecanismos de defensa en las plantas, haciéndolas más tolerantes a enfermedades y plagas, lo que permite reducir el uso de productos químicos como pesticidas. Esto no solo ayuda a los cultivos, sino que también beneficia a una agricultura más ecológica y sostenible, minimizando la contaminación del suelo y de los suministros de agua.





El éxito de las algas en la agricultura ha incentivado su investigación en otras áreas, como la biorremediación de suelos contaminados con metales pesados y la mejora del valor nutricional de los alimentos cultivados. Su uso promueve prácticas agrícolas más sostenibles y ayuda a asegurar un aumento en la seguridad alimentaria mundial, donde se benefician productores, recolectores de algas, y agricultores que deben producir más con menos recursos. En este artículo se explorará el uso de las algas como un recurso que está transformando a la agricultura, ofreciendo una vista general sobre su uso y los beneficios que aportan al suelo y a los cultivos.

Características de las algas

Las algas son organismos que pertenecen al reino protista. Su clasificación depende mucho de su color y estructura química al igual que sus características morfológicas, ya que están divididas de acuerdo con las condiciones en las que se encuentren tales como: profundidad, luz, salinidad, accesibilidad de nutrientes, presencia de contaminantes en el agua, entre otros factores. Se caracterizan por ser organismos fotosintéticos capaces de producir oxígeno, pero no de la misma manera que lo hace una planta superior, ya que las algas poseen una estructura más simple, por ejemplo, el talo de una macroalga puede tener forma de cinta o de lámina y puede estar ramificado por lo que carecen de estructuras complejas como raíces, tallos, hojas, flores y frutos, típicos de plantas terrestres como el tomate (Figura 1).

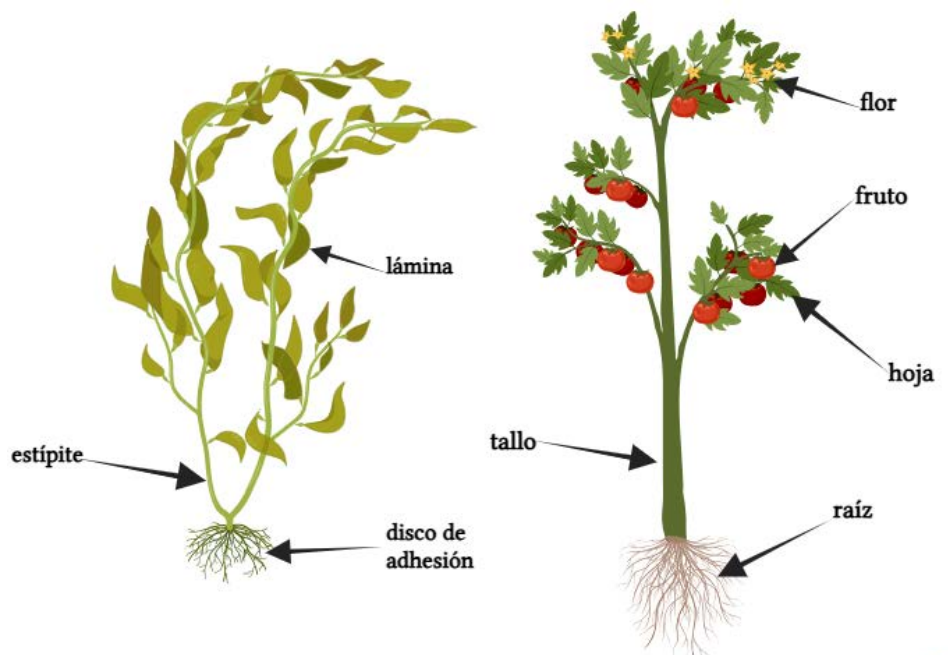


Figura 1. Morfología de una macroalga comparada con la de una planta terrestre como el tomate.



Por lo tanto, existen microalgas, cuya agrupación puede estar conformada por una única célula o bien pueden ser macroalgas caracterizadas por ser organismos más complejos pero fáciles de detectar por el ojo humano, están conformadas por algas rojas, verdes y pardas. Estos organismos pueden encontrarse en cualquier tipo de cuerpo de agua o sitios con humedad, también pueden llegar a habitar aguas termales, glaciares, rocas, y nieve. El tamaño de las microalgas varía entre micrómetros y milímetros, por lo que solo pueden observarse con un microscopio, tal es el caso de *Chlorella vulgaris* que presenta un tamaño de 2 a 10 μm . Por otro lado, las macroalgas son visibles a simple vista, ejemplo de ello es el kelp comúnmente conocido como alga gigante (*Macrocystis pyrifera*), este organismo puede llegar a alcanzar entre 20 y 40 m de altura (Figura 2).

Esta riqueza de tamaños y diversidad de algas se puede observar en México ya que presenta un extenso litoral, debido a su contacto con el mar Atlántico y Pacífico donde se encuentran ecosistemas únicos como los "bosques de kelp" en la Península de Baja California.

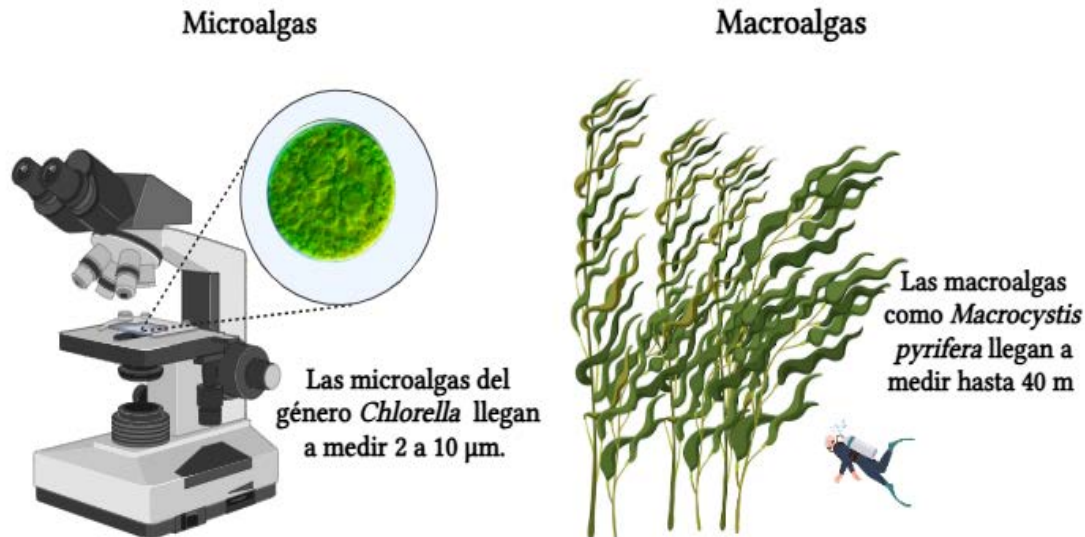


Figura 2. Diferencia de tamaño entre microalgas y macroalgas.



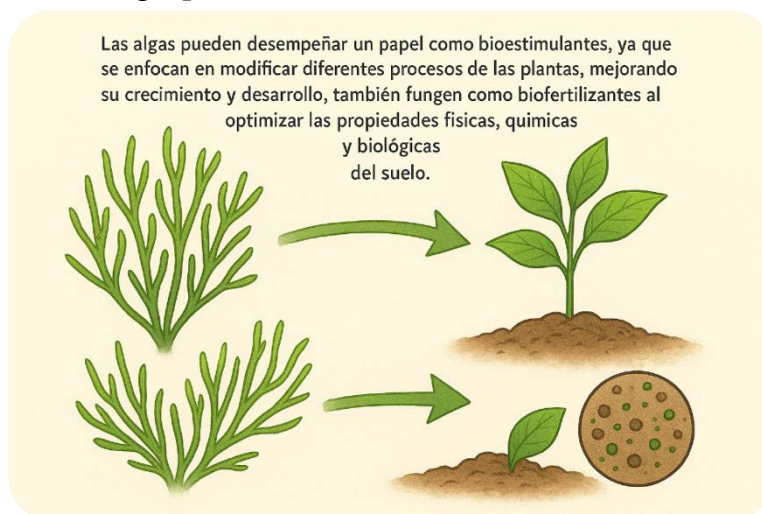
Uso y efecto de las algas para una agricultura sostenible



A lo largo de la historia, las algas han sido utilizadas en la agricultura. Sin embargo, en los últimos años, el interés por ellas se ha intensificado debido a la necesidad de buscar alternativas más ecológicas y amigables con el medio ambiente, tomando en cuenta el aumento de la demanda de productos alimenticios causado por el incremento poblacional. Es importante mencionar que México presenta una gran diversidad de algas, debido a sus diferentes tipos de ambientes marinos. Muchos de estos organismos tienen propiedades y cualidades de interés agrícola, tal es el caso de *M. pyrifera*, esta alga se utiliza como biofertilizante de sales de potasio; actualmente se comercializa como extracto de alga junto con *Gelidium robustum* ambas se ocupan para el crecimiento vegetal. Algas como *Sargassum spp.*, *Laminaria spp.* y *Ascophyllum nodosum* se han utilizado como bioestimulantes y biofertilizantes en cultivos como tomate, gerbera, maíz, frijol, y otros.

Considerando lo anterior, las algas se han revelado como una fuente importante de sustancias bioactivas que tienen múltiples usos en la agricultura sostenible. De ellas se pueden obtener productos que sirven como mejoradores del suelo, agentes fitosanitarios naturales, y compuestos con actividad hormonal o antimicrobiana. Estas aplicaciones contribuyen a potenciar el rendimiento de las cosechas, disminuir la necesidad de productos químicos y promover métodos agrícolas más sostenibles ya que ayudan a la producción de alimentos sin dañar el suelo ni perjudicar a los recursos naturales y su biodiversidad, buscando el equilibrio entre lo ambiental y lo económico, para favorecer al sector agropecuario.

Los productos derivados de algas se caracterizan por estimular a los microorganismos del suelo, favorecer el desarrollo, el crecimiento de las raíces, la aparición de nuevos brotes, incrementar la fructificación, y reducir la caída de la fruta. Además, mejoran el contenido nutricional de frutas y verduras, sus efectos suelen prolongarse durante un periodo largo, reduciendo el estrés causado por condiciones climáticas adversas.





¿Se considera a las algas como biofertilizantes o bioestimulantes?

Las algas pueden desempeñar un papel como bioestimulantes, ya que se enfocan en influir sobre la fisiología de las plantas, favoreciendo el crecimiento, el rendimiento y la calidad de los cultivos. Además, mejoran la absorción de nutrientes, aumentan la resistencia al estrés abiótico debido a sus compuestos bioactivos que prolongan la vida útil de los productos cosechados, ya que su objetivo es estimular el metabolismo de la planta para la absorción de nutrientes (Figura 3).

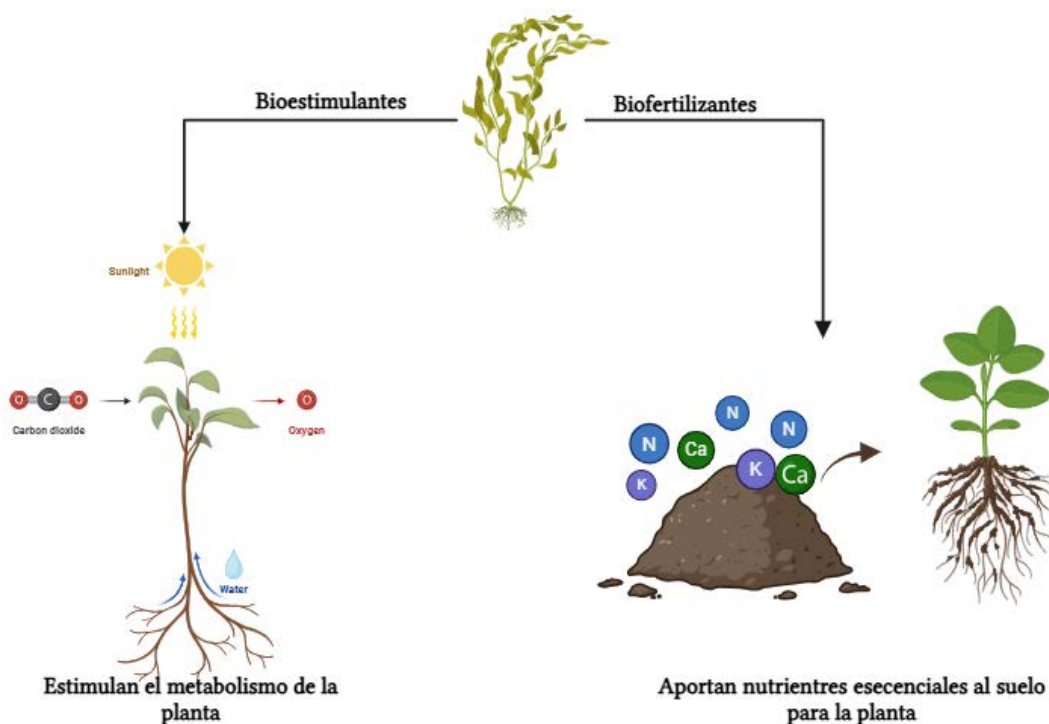


Figura 3: Desempeño de las algas como bioestimulantes y biofertilizantes.

Por otro lado, los biofertilizantes elaborados a partir de algas contribuyen al enriquecimiento del suelo, al optimizar sus propiedades químicas y biológicas, estimulando el desarrollo vegetal y ayudando a conservar los nutrientes en el suelo evitando su pérdida, lo cual permite que siga siendo productivo. En este contexto, las algas aportan nutrientes esenciales como el nitrógeno (N), fósforo (P) y calcio (Ca) que son ocupados y aprovechados por los microorganismos del suelo, por ejemplo, como bacterias, hongos y arqueas que permiten la absorción de nutrientes hacia la planta.



Productos de algas y formas de aplicación

Algunos productos de las algas son los extractos líquidos, mayormente obtenidos por macroalgas pardas como es el caso de *M. pyrifera* y *Sargassum* spp., o bien algas rojas como *G. robustum*. Otro de los productos son las harinas derivadas de *A. nodosum*. Entre sus diferentes formas de aplicación destacan: imbibición a la semilla, aspersión foliar, directamente al suelo, como tratamiento post-cosecha o a través de las combinaciones de estos métodos, siendo la aspersión foliar la más utilizada (Figura 4).



Si las algas son aplicadas al medio edáfico, mejoran la asimilación de nutrientes al favorecer la retención de agua y promover la actividad microbiológica del suelo, además evitan la pérdida de nutrientes por lixiviación. Por vía foliar promueven la fotosíntesis, la producción de fitohormonas y al igual que los procesos metabólicos favorecen la brotación y desarrollo vegetal. Además, las algas al contener hormonas naturales como las citocininas y auxinas, estimulan el crecimiento de hojas, flores y frutos.

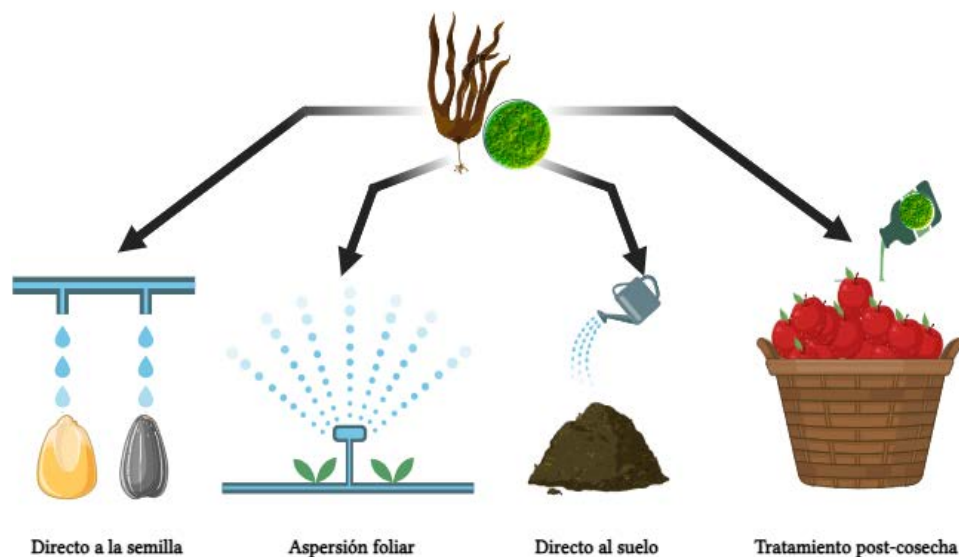


Figura 4. Formas de aplicación de las microalgas y macroalgas.

Otra de las características de las algas como bioestimulantes es que se requiere de muy poco producto para tener resultados visibles, ya que se han utilizado hasta proporciones de 1:1000. La utilización de los productos a base de algas se debe en gran medida a la obtención de resultados favorables sin riesgo de ser considerados no biodegradables, tóxicos ni dañinos para la salud animal y humana.



¿Qué aporta cada grupo de algas a las plantas y cuáles son sus efectos principales?

El efecto de la aplicación de algas a cultivos es casi inmediato al mostrar mayor éxito en la germinación de las semillas, emergencia de las plantas, hasta el desarrollo y maduración de los frutos. Estos beneficios se han observado en cultivos como la lechuga, tomate, espinaca y frijol, reflejándose en un mayor crecimiento, rendimiento y calidad del producto. Algunas especies de macro y microalgas provocan una mejor resistencia en las plantas contra enfermedades causadas por hongos y bacterias, de igual forma controlan plagas como pulgones y ácaros, además de tener una función de herbicidas naturales. Las algas aportan todos los beneficios anteriores debido a su composición, ya que contienen una gran variedad de sustancias como polisacáridos, lípidos, aminoácidos, citoquininas, auxinas, giberelinas, y otros nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas o cultivos. Sin embargo, es necesario entender que cada alga tiene un compuesto diferente más no único. Las algas pardas *Ecklonia maxima* y *A. nodosum* son las más utilizadas en la agricultura debido a que presentan compuestos como alginatos y florotaninos, los cuales mejoran la resistencia de los cultivos en situación de estrés como son la sequía y aumentan la vida útil de los productos como las verduras o frutas (Figura 5).

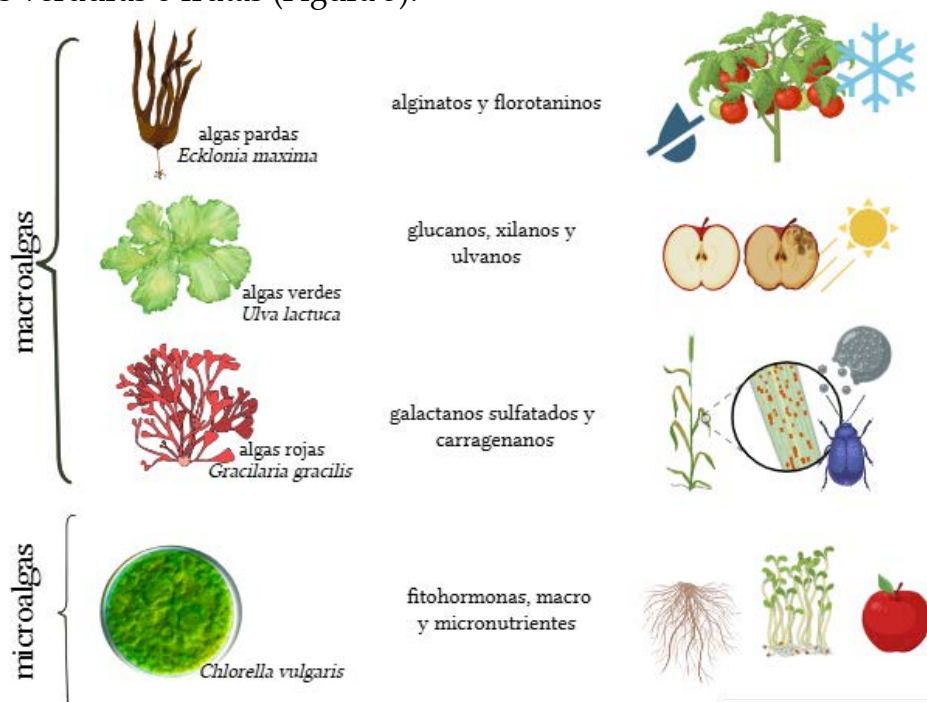
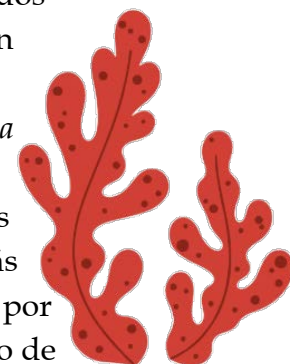


Figura 5. Compuestos aportados por microalgas y macroalgas.



Las algas rojas muestran un aumento en la concentración de galactanos sulfatados y carragenanos, estos promueven una mayor síntesis antioxidantes y protección contra el exceso de luz, ejemplo de estos organismos son *Gracilaria gracilis* y *Asparagopsis armata*. Los principales componentes de las algas verdes como *Ulva* spp. son glucanos, xilanos y ulvanos éstos aportan una mejor resistencia a enfermedades por bacterias u hongos, durante todo el desarrollo de los cultivos (Figura 5). Para el caso de las microalgas, estas han sido uno de los recursos más explorados principalmente por sus fitohormonas, además de estar compuestas por macro y micronutrientes, como es el N, P y K, capaces de mejorar el crecimiento de las plantas, la maduración de semillas y el desarrollo de flores. Algunas de las algas utilizadas en cultivos son *Acutodesmus dimorphus* y, *C. vulgaris*, estos ejemplares se han usado en chile, berenjena, papa, y trigo (Figura 5).



Conclusión

El interés por las algas, ha incrementado a través del tiempo en diversas áreas, siendo la agricultura una de las más destacables. Esto se debe a que estos organismos tienen compuestos bioactivos; además aportan macronutrientes y micronutrientes esenciales para favorecer el crecimiento de los cultivos y mejorar la calidad del suelo. Su uso ofrece alternativas que no perjudican a los recursos naturales y al ambiente. México presenta una rica diversidad en algas debido a su extenso litoral; estos organismos pueden ser utilizados para desarrollar nuevos productos agrícolas y prácticas más sustentables, lo que abre nuevas oportunidades a los sectores ambiental y económico.

México, presenta una gran diversidad de algas, debido a sus diferentes tipos de ambientes marinos, muchos de estos organismos tienen propiedades y cualidades de interés agrícola



Literatura recomendada

Espinosa-Antón, A. A., Hernández-Herrera, R. M., & González, M. G. (2020). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas.

Biología Vegetal, 20(4), 257-282. <http://scielo.sld.cu/pdf/bvg/v20n4/2074-8647-bvg-20-04-257.pdf>

López-Padrón, I., Martínez-González, L., Pérez-Domínguez, G., Reyes-Guerrero, Y., Núñez-Vázquez, M., & Cabrera-Rodríguez, J. A. (2020). Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada. *Cultivos Tropicales*, 41(2).

Mughunth, R. J., Velmurugan, S., Mohanalakshmi, M., & Vanitha, K. (2024). A review of seaweed extract's potential as a biostimulant to enhance growth and mitigate stress in horticulture crops. *Scientia Horticulturae*, 334, 113312.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113312>



Semblanza de los autores

Dana Noelia Alonso Flores. Egresada de la Licenciatura en Biología por la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México. Su formación académica se ha centrado en la línea de investigación sobre restauración y conservación de suelos erosionados, así como en el estudio de bioestimulantes a base de algas.

Jorge Lugo de la Fuente. Biólogo, maestro y doctorado en ciencias, UNAM. Profesor tiempo completo UAEMéx (1987). Profesor Prodep (2002). Miembro SNI (2007). Líder del cuerpo académico consolidado "Edafología y Ambiente" (2008). Investigación en curso sobre bioquímica y materia orgánica de suelos, y adición de bioestimulantes.

Rocio Vaca Paulín. Se graduó como bióloga en la UAEMex, tiene doctorado en Ciencias de la Tierra por parte de la UNAM, cuenta con perfil PRODEP y reconocimiento SNII. Su trabajo de investigación está enfocado en el manejo sustentable del suelo y su desempeño docente es en la estadística y el ambiente.

Pedro del Aguila Juárez. Profesionista en el área de Edafología y Ambiente. Ha trabajado en la UAEMex, impartiendo clases en la licenciatura de Biología, dirigiendo tesis de licenciatura, maestría y de doctorado así como proyectos de investigación sobre suelos-residuos sólidos. Su labor incluye la formación de profesionales y la divulgación científica.

Nadia de la Portilla López. Bióloga. Maestra y Doctora en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (UAEMéx). Miembro del Sistema Nacional de investigadores (2021). Su línea de investigación se basa en las propiedades físicas, químicas y bioquímicas de suelos bajo diferentes usos y manejos acondicionados con distintas fuentes de materia orgánica.

