



Microalgas y cianobacterias al rescate de la agricultura

León Sánchez-García¹
Ingrid Hernández-Martínez²
María Laura González-Reséndiz¹
Luis C. Fernández Linares³
Marcia G. Morales-Ibarría^{1*}

¹Departamento de Procesos y Tecnología, UAM-Cuajimalpa, Av. Vasco de Quiroga 4871, Santa Fe Cuajimalpa, 05348, CDMX.

²Posgrado en Ciencias Naturales e Ingeniería, UAM-Cuajimalpa, Av. Vasco de Quiroga 4871, Santa Fe Cuajimalpa, 05348, CDMX.

³Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Av. Acueducto, La Laguna Ticomán, 07340, CDMX

*Autor para correspondencia: mmorales@cua.uam.mx

Ante los desafíos del cambio climático y el uso excesivo de agroquímicos, las microalgas y cianobacterias emergen como una solución natural para transformar la agricultura mexicana. Estos microorganismos mejoran la fertilidad del suelo, reducen la necesidad de fertilizantes sintéticos y aumentan la resistencia de los cultivos frente a sequías y salinidad. Aunque aún enfrentan desafíos de implementación, representan una alternativa sostenible y eficaz para fortalecer la resiliencia del campo mexicano.

Introducción

El campo mexicano, grande por la fuerza profunda de sus raíces, es históricamente un símbolo de resiliencia frente a la adversidad (Figura 1). Sin embargo, hoy enfrenta grandes desafíos como el cambio climático, el uso intensivo de fertilizantes químicos y plaguicidas que traen consigo daños en la productividad y en la salud de los suelos. Las lluvias son cada vez más impredecibles, las olas de calor y las sequías aumentan, y los campos agrícolas tienen pérdidas de rendimiento.

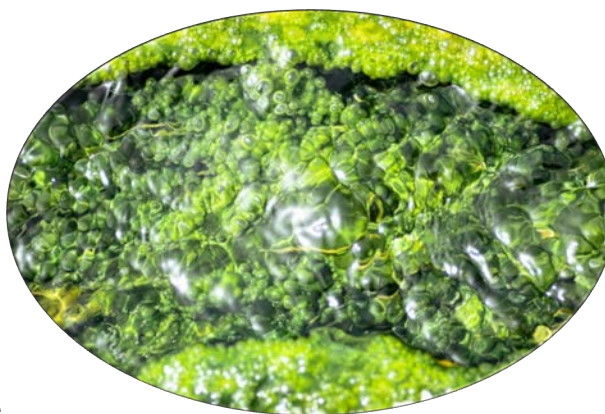




Figura 1. Fotografía “El maíz, mi fuerza”.

Estudios recientes muestran afectaciones significativas en el rendimiento y la economía de cultivos clave debido al cambio climático en el país.

Por otro lado, la presión en el uso de químicos en la agricultura es notoria. ¿Por qué? El consumo de fertilizantes en México va en aumento. En 2023 se utilizaron cerca de 94 kg de fertilizante por hectárea, lo que revela una fuerte dependencia de insumos de origen químico. Además, el volumen nacional de plaguicidas que se aplica está del orden de miles de toneladas anuales; con estimaciones recientes de entre 78 mil y 119 mil toneladas, generando riesgos para la salud de productores, consumidores y el ecosistema.

¿Pero cómo hacer frente a este escenario? La búsqueda de alternativas va más allá de una necesidad y se convierte en una urgencia. Se necesitan prácticas que restauren los suelos, reduzcan el uso de químicos, aumenten la resiliencia a sequías y salinidad, y además ofrezcan sostenibilidad a las comunidades de agricultores. Entre las soluciones más prometedoras destacan las microalgas y cianobacterias, microorganismos que mejoran la estructura del suelo, fijan nitrógeno, liberan fósforo de forma natural, actúan como bioestimulantes y aumentan la tolerancia al estrés salino y por sequía. Su uso puede ser una alternativa viable para caminar hacia una agricultura mexicana sostenible, sana y resiliente ante el cambio climático.



Microalgas y cianobacterias revolucionando la agricultura

Cuando pensamos en la agricultura solemos enfocarnos en el suelo, las semillas, las plantas, los fertilizantes o las herramientas de campo. Pero muy pocas veces pensamos en los pequeños microorganismos que habitan el suelo. Sin embargo, estos pueden transformar por completo la forma en que se producen los alimentos. Entre ellos destacan dos grupos: las cianobacterias y las microalgas.

Estos microorganismos, invisibles a simple vista, son capaces de mejorar la fertilidad del suelo, aumentar el rendimiento de los cultivos y ayudar a restaurar terrenos degradados. No es exagerado decir que, gracias a su potencial, podrían convertirse en aliados clave para una agricultura más sostenible.

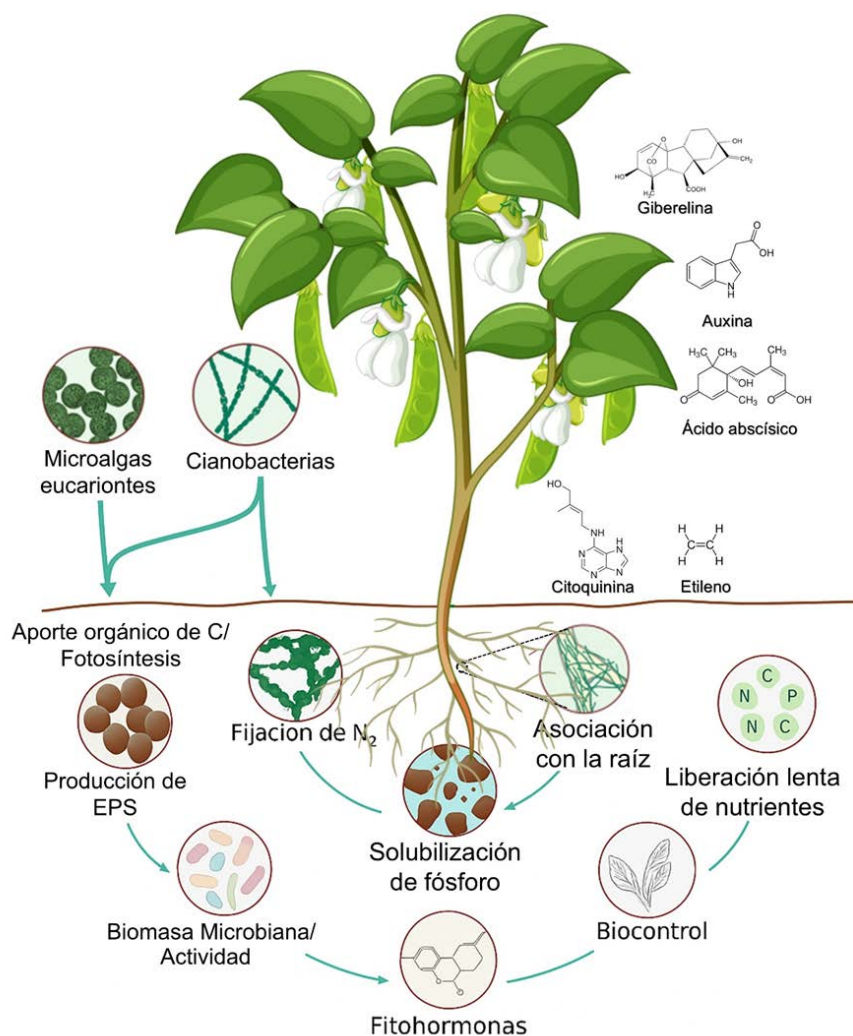


Figura 2. Principales funciones de las microalgas y cianobacterias en los suelos agrícolas.

Las microalgas son organismos microscópicos que realizan fotosíntesis, como las plantas, pero mucho más simples y eficientes. Las cianobacterias, por su parte, son bacterias fotosintéticas consideradas entre las primeras formas de vida en la Tierra. Ambas habitan de manera natural en los suelos de cultivo y llevan millones de años moldeando los ecosistemas.



Estas diminutas formas de vida cumplen funciones esenciales: producen oxígeno y capturan CO₂, transforman nutrientes, mejoran la estructura del suelo, favorecen la biodiversidad microbiana, estimulan el crecimiento de las plantas. En otras palabras, son verdaderos ingenieros naturales del suelo (Figura 2).



Microalgas y cianobacterias: fertilidad natural al servicio de la agricultura

En la agricultura moderna dependemos en gran medida de fertilizantes químicos. Aunque han permitido aumentar la producción, también han generado problemas ambientales como la contaminación del agua, la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad. Aquí es donde las microalgas y cianobacterias ofrecen una alternativa sostenible (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de beneficios de las microalgas y cianobacterias en la agricultura.

Función	Beneficio principal	Impacto en la agricultura
Fijación de CO ₂	Captura carbono y genera materia orgánica	Mejora la fertilidad y estructura del suelo
Fijación de N ₂	Produce nitrógeno biodisponible	Reduce el uso de fertilizantes químicos
Solubilización de fosfato	Libera fósforo atrapado	Favorece raíces y rendimiento
Producción de polisacáridos	Mejora agregación del suelo	Reduce la erosión y aumenta retención de agua
Producción de fitohormonas	Estimula crecimiento vegetal	Plantas más fuertes y productivas
Resistencia a salinidad	Osmoprotección	Cultivos más tolerantes a estrés salino
Formación de biopelículas	Protege suelos áridos	Restaura suelos degradados
Producción de antimicrobianos	Inhibe patógenos	Reduce enfermedades de plantas



Nutrición natural. Muchas cianobacterias pueden fijar el nitrógeno del aire y transformarlo en compuestos que las plantas pueden utilizar. Esto reduce la necesidad de fertilizantes sintéticos.

Otros tipos de microalgas y cianobacterias pueden solubilizar fósforo, un nutriente esencial que suele encontrarse atrapado en el suelo. Así liberan este nutriente de manera gradual.

Regeneración del suelo. Estos microorganismos producen sustancias viscosas llamadas exopolisacáridos, que actúan como un pegamento natural. Así, las partículas del suelo se unen formando agregados estables, lo que reduce la erosión, mejora la retención de agua, favorece la aireación y promueve el desarrollo de mejores raíces y plantas más sanas. Es decir, ayudan a crear un suelo más fértil y resistente.



El rescate de la agricultura mexicana podría empezar, justamente, con los organismos más pequeños y resilientes que habitan en ella.

Bioestimulantes y resiliencia. Además de aportar nutrientes, las microalgas generan: fitohormonas vegetales, vitaminas, antioxidantes, compuestos que fortalecen el sistema inmunológico de las plantas.

Esto se traduce en semillas que germinan mejor, plantas más vigorosas, cultivos más tolerantes al estrés, mayores rendimientos.

Aliadas contra la sequía y la salinidad

Una de las capacidades más impactantes de las microalgas y cianobacterias es su resistencia a condiciones extremas, como la falta de agua o altos niveles de sal. Por eso, se están utilizando para apoyar cultivos en suelos salinos o afectados por sequías recurrentes.



Algunos extractos de microalgas pueden activar mecanismos de defensa en las plantas, ayudándolas a tolerar mejor la salinidad sin afectar su crecimiento. En un escenario de cambio climático, esta capacidad es especialmente relevante.

Restaurando suelos degradados

En zonas áridas y semiáridas, estos microorganismos forman biopelículas que recubren el suelo. Estas biopelículas protegen la superficie contra la erosión, atrapan humedad, mejoran la materia orgánica y favorecen el desarrollo posterior de plantas.

La comunidad científica considera que estas biopelículas pueden ser una herramienta clave para restaurar suelos desertificados o degradados, y varios proyectos ya las están aplicando en campo.



¿Por qué no se usan masivamente aún?

Aunque su potencial es enorme, todavía existen desafíos como la falta de producción a gran escala a costos accesibles, poca disponibilidad de especies adaptadas a distintos suelos, necesidad de mantener humedad para su aplicación, así como la escasa capacitación en el sector agrícola. Sin embargo, la investigación científica ya ha identificado un conjunto de cepas prometedoras que están siendo utilizadas y estudiadas, construyendo el camino para su futuro uso en México (Tabla 2).



Tabla 2. Cepas de microalgas y cianobacterias con potencial agrícola.

Cepa	Tipo	Beneficio principal	Aplicación
<i>Chlorella vulgaris</i>	Microalga	Bioestimulante del crecimiento	Promueve el desarrollo radicular y la biomasa.
<i>Spirulina (Arthrospira) spp.</i>	Cianobacteria	Fuente de nutrientes y bioestimulante	Aporta nitrógeno, vitaminas y antioxidantes.
<i>Scenedesmus spp.</i>	Microalga	Mejora de la salud del suelo	Excelente productor de biomasa y mejora la materia orgánica.
<i>Nostoc spp.</i>	Cianobacteria	Fijación de nitrógeno	Fertilización natural en cultivos de arroz y maíz.
<i>Anabaena spp.</i>	Cianobacteria	Fijación de nitrógeno	Simbiosis con plantas acuáticas; potencial para biofertilizantes.
<i>Dunaliella salina</i>	Microalga	Tolerancia a la salinidad	Protege a las plantas del estrés salino.

Adicionalmente, cada año surgen nuevas propuestas de investigaciones y tecnologías que están acelerando el uso de las microalgas y cianobacterias, en la agricultura (Figura 3) y haciéndolas aún más prometedoras.

Una oportunidad para la agricultura del futuro

En un mundo donde crece la demanda de alimentos y se intensifican los efectos del cambio climático, es urgente encontrar soluciones que regeneren los suelos y reduzcan la dependencia de insumos químicos.

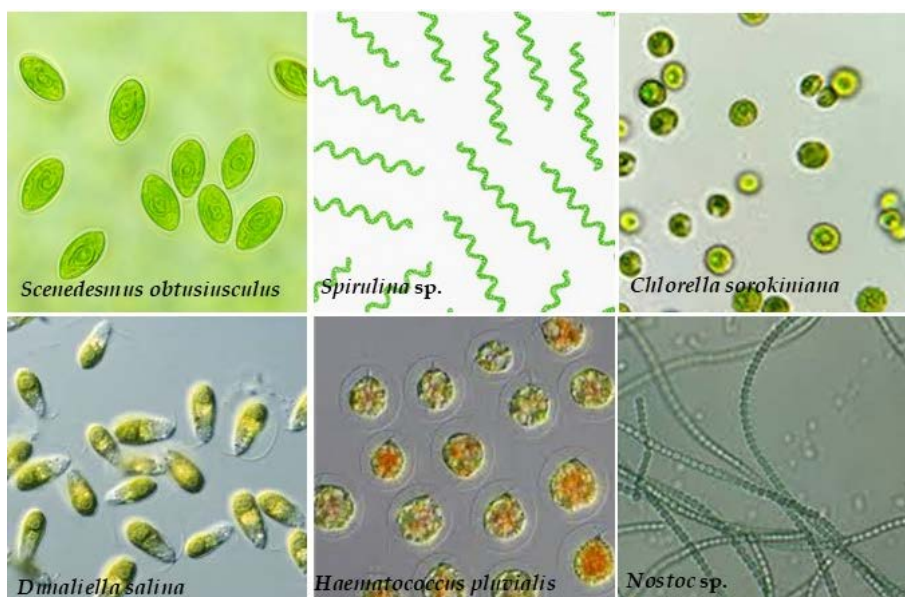


Figura 3. Principales especies de microalgas y cianobacterias con potencial agrícola.



A medida que avance la tecnología y aumente la disponibilidad de productos basados en estos microorganismos, es probable que veamos su integración en prácticas agrícolas desde pequeñas parcelas hasta sistemas productivos a gran escala.

Conclusiones

Las microalgas y cianobacterias se perfilan como una herramienta clave para enfrentar algunos de los principales desafíos de la agricultura actual, desde la degradación del suelo hasta la creciente presión del cambio climático. Más allá de sus efectos en la fertilidad y el crecimiento vegetal, su integración en los sistemas productivos representa una oportunidad para transitar hacia modelos agrícolas más sostenibles y resilientes.

Aunque aún existen retos para su implementación a gran escala, el avance de la investigación y el desarrollo tecnológico abre un panorama prometedor para su adopción en el campo mexicano. Apostar por estas soluciones no solo implica innovar, sino replantear la forma en que producimos alimentos. A veces, las grandes soluciones vienen de lo más pequeño.



Literatura recomendada

- Piñón-Balderrama, M. A., Hernández-Rodríguez, O. A., Martínez-Rosales, A. F., Reza-Solis, H. A., Ojeda-Barrios, D. L., & Parra-Quezada, R. Á. (2025). Microalgas en la agricultura: un impulso al cumplimiento de objetivos del desarrollo sostenible. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 41(2), 381-396.
- Ramakrishnan, B., Maddela, N. R., Venkateswarlu, K., & Megharaj, M. (2023). Potential of microalgae and cyanobacteria to improve soil health and agricultural productivity: a critical view. *Environmental Science: Advances*, 2(4), 586-611.
- Terry Alfonso, E., Reyes Guerrero, Y., Ruiz Padrón, J., & Carrillo Sosa, Y. (2024). Las algas y sus usos en la agricultura. *Cultivos Tropicales*, 45(3).



Semblanzas de autores

León Sánchez García. Es Ingeniero Bioquímico Industrial, Doctor en Biotecnología por la UAM Iztapalapa, y Profesor Asociado por tiempo determinado. Actualmente es responsable de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la UAM Cuajimalpa. Su investigación es sobre tecnologías para el mejoramiento ambiental, biotecnología con microalgas y productos de alto valor agregado.

Ingrid Hernández Martínez. Es Ingeniera Bióloga y Maestra en Ciencias Naturales e Ingeniería por la UAM Cuajimalpa. Fue Ayudante en el Departamento de Procesos y Tecnología de la UAM Cuajimalpa. Actualmente cursa el Doctorado realizando investigación en biotecnología con microalgas para la producción de pigmentos, bioplásticos y otros compuestos de alto valor agregado.

María Laura González Reséndiz. Profesora de licenciatura y posgrado en la UNAM y UAM Cuajimalpa. Estudió Biología y realizó la maestría y doctorado en Ciencias Biológicas en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Ha participado en proyectos de investigación sobre bioprospección de algas enfocados en diversidad y productos de alto valor agregado.

Luis Carlos Fernández Linares. Profesor-Investigador de la UPIBI del Instituto Politécnico Nacional y miembro del SNII Nivel I. Ingeniero Bioquímico Industrial por la UAM Iztapalapa y doctor por la Universidad de Aix-Marseille II, Francia. Co-responsable proyecto SECTEI 044/2024. Su investigación se enfoca en el uso de microalgas para bioproductos, y desarrollo de fotobiorreactores.

Marcia Guadalupe Morales Ibarría. Profesora-Investigadora de la UAM-Cuajimalpa y Nivel II del SNII. Ingeniera Química por la Universidad Veracruzana y doctora por la UAM-Iztapalapa. Ha sido Investigadora Invitada en UC Riverside y trabajó en el Instituto Mexicano del Petróleo. Responsable del proyecto SECTEI 044/2024. Su investigación se centra en biotecnología ambiental y microalgal.

Envía tus contribuciones científicas a la revista **Terra Latinoamericana**, órgano de difusión de la SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO, A. C.

TERRA
Latinoamericana



ISSN Electrónico 2395 - 8030

<https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra>