

Cultivando un futuro juntos: suelo y seguridad alimentaria^ϕ

Claudia Berenice Olazarán-Santibáñez¹, Laura Sánchez-Castillo^{2*},
Edmar Meléndez-Jaramillo²

Introducción

El suelo es indispensable para la humanidad, pero es un recurso finito debido a que su formación toma miles de años (Burbano-Orjuela 2016) y es elemento clave para la producción de alimentos a nivel global (Fig. 1). ¿Qué pasaría si el suelo se degrada tanto que su calidad no permitiera la producción de plantas comestibles? ¿Se puede alimentar a la humanidad si no hay suficientes recursos alimenticios? ¿Cuál es el diagnóstico actual de la condición del suelo? ¿Qué ha hecho la ciencia al respecto? ¿Qué puedo hacer yo?

La ciencia ha impulsado al sector agrícola para que enfrente el desafío de abastecer de alimentos a la sociedad (Pérez-Vázquez *et al.* 2018). Se está buscando una producción sostenible de alimentos para garantizar la seguridad alimentaria, lo cual implica adaptar los sistemas alimentarios a las condiciones del cambio climático y a las demandas sociales actuales (Fariñas-González 2024). El objetivo de este trabajo fue resaltar la importancia del suelo para la agricultura y su asociación con la seguridad alimentaria y la atención de la ciencia hacia este sector.

^ϕ ¹División de estudios de posgrado, Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Matamoros SN, Zona Centro Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C.P. 87000.

² Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Matamoros SN, Zona Centro Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C.P. 87000. * laura.sanchez@uat.edu.mx

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6370>





Figura 1. Procurar la sanidad del suelo a través de prácticas agrícolas sostenibles es clave para asegurar la producción de alimentos en el mundo.

Enfrentando la adversidad: descifrando el problema

A partir de la Segunda Guerra Mundial, la población humana ha aumentado drásticamente y como consecuencia la explotación de los recursos naturales y su demanda han incrementado. Se estima que para 2050 la población mundial alcance 10.20 millones de personas, lo que repercute en una mayor demanda por alimentos (ONU 2024a).

Alrededor del 40 % de la superficie terrestre se ha degradado (ONU 2024b) y este escenario se ha ubicado como uno de los problemas ambientales más relevantes ya que 95 % de los alimentos provienen de manera directa, o indirecta, de la agricultura. Con base en lo anterior, la degradación del suelo influye en un menor rendimiento (Cotler *et al.* 2020) y propicia el aumento de los costos de producción lo que a su vez impacta en la economía y, por consiguiente, en el sustento de las familias.

El deterioro de la calidad del suelo, a través de la pérdida de fertilidad, puede limitar su autosuficiencia y la seguridad y soberanía alimentarias (Adhikari y Hartemink 2016). Por lo cual, es urgente mantener un nivel suficiente de producción alimentaria y la incorporación de tecnologías sostenibles tomando en cuenta la demanda de consumo, pero al mismo tiempo conservando la calidad del suelo.

“Alrededor del 40 % de la superficie terrestre se ha degradado y este escenario se ha ubicado como uno de los problemas ambientales más relevantes ya que 95 % de los alimentos provienen de manera directa, o indirecta, de la agricultura.”

Alimentando el futuro: la ciencia al rescate

Para evitar una crisis mundial en el abastecimiento de alimentos, los científicos se esfuerzan diariamente por generar conocimientos mediante técnicas modernas para garantizar el rendimiento y la calidad de los cultivos tomando en cuenta la degradación del suelo. De esta forma, buscan mejorar el enfoque agrícola del suelo para asegurar la productividad de los alimentos a un ritmo constante e implementar un manejo sostenible (Burbano-Orjuela 2016).

En el sector agrícola, los científicos buscan producir alimentos por la integración de métodos tradicionales y modernos para el uso sostenible del suelo (Carranza-Patiño *et al.* 2024). Esto es relevante, considerando que de acuerdo con su resiliencia los suelos pueden ser vulnerables a la degradación, la cual a su vez provoca efectos acumulativos que disminuyen su capacidad de soporte, nutrición y disponibilidad de agua para las plantas y reducen su productividad (Cotler *et al.* 2020) (Fig. 2). En este contexto, contar con un conocimiento integral de la condición del suelo favorece que los productores puedan seleccionar sus cultivos adaptados a la zona y a las condiciones adversas del lugar (Carranza-Patiño *et al.* 2024).



Figura 2. Servicios y funciones proporcionadas por el suelo a la humanidad.

La ciencia adquiere un papel fundamental al explorar y abordar desafíos que enfrentan las unidades productivas para comprender y optimizar los sistemas alimentarios con un enfoque integral (Fariñas-González 2024). Además, la ciencia influye en la conservación del suelo ya que proporciona métodos y técnicas, como la labranza cero, rotación de cultivos, cortavientos, cultivos de cobertura, uso de abonos orgánicos, entre otros, para minimizar el impacto ambiental y mejorar los modelos de producción y consumo que provocan la degradación de los recursos naturales (Carranza-Patiño *et al.* 2024).

Algunas propuestas de la ciencia son la agricultura sostenible de alta tecnología, la cual involucra equipo de alta gama como los sensores remotos, los drones, y el manejo cibernético en sinergia con prácticas agroecológicas, biotecnológicas y convencionales (Pérez-Vázquez *et al.* 2018). No obstante, no solo se trata de producir alimentos sino el acceso a alimentos y a políticas agrarias eficientes.

“La ciencia adquiere un papel fundamental al explorar y abordar desafíos que enfrentan las unidades productivas para comprender y optimizar los sistemas alimentarios con un enfoque integral.”

Seguridad alimentaria: un derecho fundamental

En la Declaración Universal de los Derechos Humanos de la ONU se ha establecido el derecho a un nivel de vida adecuado donde la seguridad alimentaria es un indicador de éxito (Latham 2002). La seguridad alimentaria, que es el acceso físico, económico y social para obtener alimentos nutritivos y suficientes para aportar una vida saludable a la población (FAO *et al.* 2018), intenta que todas las personas puedan obtener suficiente alimento a pesar de las adversidades.

La seguridad alimentaria es compleja y engloba diversos factores. Sin embargo, la disponibilidad de alimentos para abastecer a la humanidad depende directa, e indirectamente, de la calidad del suelo (Torres-Torres y Rojas-Martínez 2018). Por lo cual, para garantizar la seguridad alimentaria la producción de los cultivos debe provenir de suelos sanos sin limitaciones físicas, químicas o biológicas y con una productividad sostenible y un mínimo deterioro ambiental (Burbano-Orjuela 2016).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) reconoce que cada año cerca de 40 millones de hectáreas son más susceptibles de perder fertilidad, lo que se traduce en una reducción en la cantidad de suelo cultivable. Así mismo, la baja producción de alimentos se relaciona directamente con los eventos extremos de cambio climático, la baja disponibilidad y calidad de agua, y los cambios de uso de suelo (Pérez-Vázquez *et al.* 2018). Como consecuencia, se generan otras problemáticas como el limitado ingreso económico de los productores (Flores-Sánchez *et al.* 2015) y la inflación, lo que a su vez representa una mayor inseguridad alimentaria, no precisamente por la baja disponibilidad de alimentos, sino por la situación económica global.

Cambiando el rumbo: técnicas globales para la seguridad alimentaria

Para la seguridad alimentaria es indispensable que no solo se centre la atención en la productividad del suelo sino también en la forma sostenible de producción, y se tome en cuenta los servicios ambientales del ecosistema (Adhikari y Hartemink 2016) (Fig. 3).

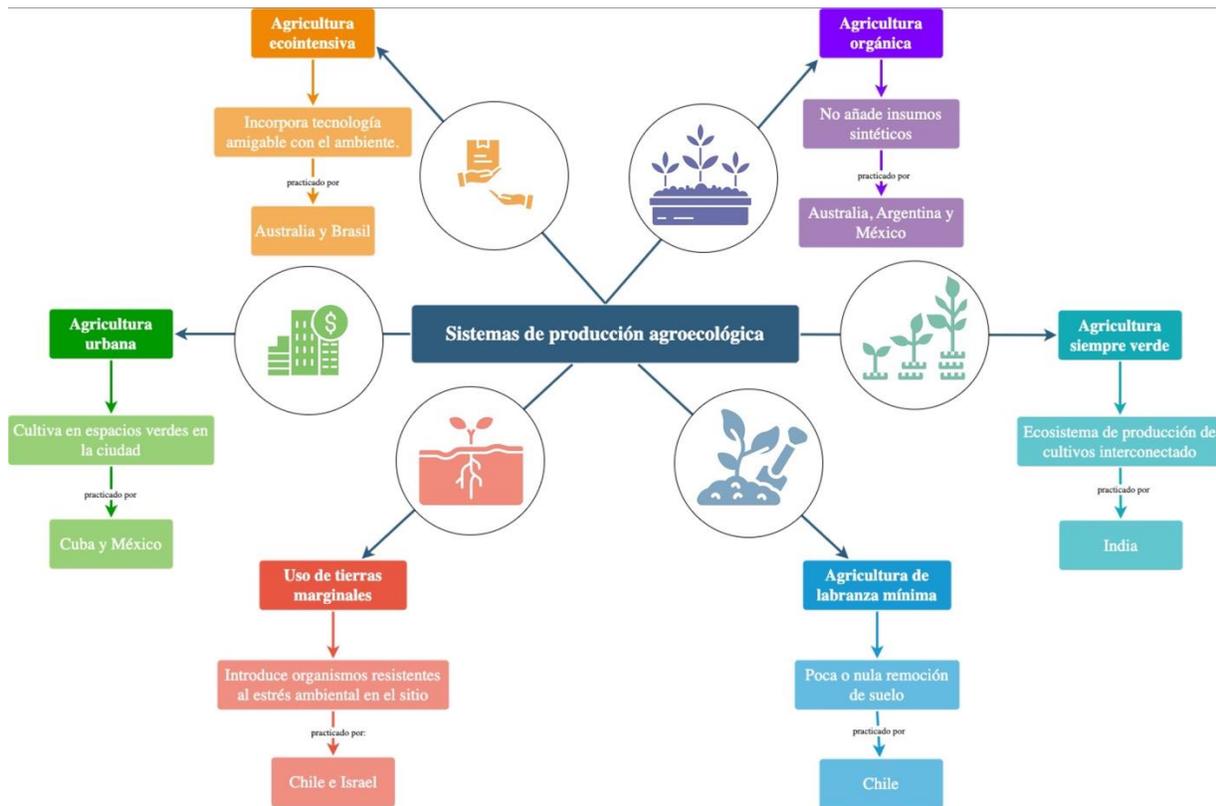


Figura 3. Técnicas agrícolas amigables con el medio ambiente, sus diferencias y países en donde son aplicadas.

Las producciones agrícolas limpias constituyen una prioridad en los programas de desarrollo de los países (Morocho y Leiva-Mora 2019). Estas prácticas, que incluyen la rotación de cultivos, la cobertura permanente del suelo y la mínima labranza, contribuyen a preservar la fertilidad del suelo a través de un manejo sostenible a fin de mejorar la productividad en campo (Burbano-Orjuela 2016).

La biotecnología agrícola ha permitido el desarrollo de cultivos con efectos benéficos como la resistencia a plagas, enfermedades y sequías (Morocho y Leiva-Mora 2019). Estas innovaciones contribuyen a una agricultura más sostenible y eficiente. Sin embargo, es fundamental considerar las implicaciones éticas y ambientales de su implementación para promover un uso responsable y regulado de estas tecnologías (Massieu-Trigo *et al.* 2000).

La digitalización del campo también está transformando la agricultura mexicana. El uso de sensores, drones y plataformas digitales permite a los productores monitorear variables clave,

como la humedad, la temperatura y el estado de los cultivos en tiempo real (Pérez-Vázquez *et al.* 2018). Estas herramientas, propias de la agricultura de precisión, optimizan el uso de insumos y mejoran la toma de decisiones, contribuyendo a una mayor eficiencia y sostenibilidad en la producción agrícola (Pérez-Vázquez *et al.* 2018).

“La digitalización del campo también está transformando la agricultura mexicana. El uso de sensores, drones y plataformas digitales permite a los productores monitorear variables clave, como la humedad, la temperatura y el estado de los cultivos en tiempo real.”

En México, las políticas públicas desempeñan un papel fundamental para el impulso de estas soluciones. Programas como Producción para el Bienestar (Programas para el Bienestar 2025) y el Programa Especial de Seguridad Alimentaria (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural 2016) fortalecen las capacidades de pequeños productores con incentivos económicos, acompañamiento técnico y acceso a mercados locales. Además, en México se ha identificado que el 9 % de la superficie irrigada es por aspersión o focalizado (Torres-Moreno *et al.* 2023). Estas acciones buscan mejorar el ingreso rural y asegurar el acceso a alimentos sanos, suficientes y culturalmente adecuados, contribuyendo a la seguridad alimentaria nacional.

La agricultura sostenible se basa en el uso inteligente de los recursos agrícolas y en su manejo responsable, para asegurar su disponibilidad y satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras (Carranza-Patiño *et al.* 2024). Sin duda, no es una tarea fácil optimizar los recursos, pero los científicos investigan cada día alternativas viables y exitosas para lograrlo. Así mismo, es importante destacar el esfuerzo constante de los agricultores para adaptarse a las nuevas tendencias de producción buscando la conservación de los recursos naturales. Es importante promover la investigación científica de técnicas agrícolas innovadoras en las universidades y en los centros de investigación que sean capaces de aportar soluciones que propicien la seguridad alimentaria. Por lo cual, la implementación de tecnologías eficaces, la participación de la sociedad en la adopción de prácticas sostenibles para la conservación de los recursos, así como la generación de ideas y aportes en el sector agrícola, representan oportunidades para superar y mejorar la situación actual y así cultivar un futuro juntos.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Autónoma de Tamaulipas y a la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación por el financiamiento del proyecto.

Referencias

- Adhikari K y Hartemink A. 2016. Linking soils to ecosystem services - A global review. *Geoderma* 262:101-111. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.009>
- Burbano-Orjuela H. 2016. El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas* 33(2):117-124. <https://doi.org/10.22267/rcia.163302.58>
- Carranza-Patiño M, Aragundi-Sabando L, Macias-Barrera K, Paredes-Sarabia E y Villegas-Ramírez A. 2024. Conservación y manejo sostenible del suelo en la agricultura: una revisión sistemática de prácticas tradicionales y modernas. *Código Científico Revista de Investigación* 5(E3):1-28. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE3/303>
- Cotler H, Corona JA y Galeana-Pizaña JM. 2020. Erosión de suelos y carencia alimentaria en México: una primera aproximación. *Investigaciones Geográficas* 101. <https://doi.org/10.14350/rig.59976>
- FAO, FIDA, UNICEF, PMA y OMS. 2018. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. FAO. Roma. 218 pp.
- Fariñas-González NL. 2024. Producción agrícola sostenible y seguridad alimentaria en Nicaragua. *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas* 12(23):19-43. <https://doi.org/10.5377/reice.v12i23.18276>
- Flores-Sánchez D, Groot JC, Lantinga EA, Kropff MJ y Rossing WAH. 2015. Options to improve family income, labor input and soil organic matter balances by soil management and maize-livestock interactions. Exploration of farm-specific options for a region in Southwest Mexico. *Renewable Agriculture and Food Systems* 30(4):373-391. <https://doi.org/10.1017/S1742170514000106>
- Latham MC. 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. FAO. Roma. 546 pp.
- Massieu-Trigo Y, Chauvet M, Castañeda-Zavala Y, Barajas-Ochoa RE y González-Aguirre RL. 2000. Consecuencias de la biotecnología en México: el caso de los cultivos transgénicos. *Sociológica* 15(44):133-159.
- Morocho T & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola* 46(2):93-103.
- ONU. 2024a. World population prospects 2024: summary of results. UN DESA/POP/2024/TR/NO. 9. USA. 80 pp.
- ONU. 2024b. Restaurar la tierra, generar oportunidades. Fecha de consulta 12/01/2025 en <https://www.un.org/es/observances/desertification-day>
- Pérez-Vázquez A, Leyva-Trinidad DA y Gómez-Merino FC. 2018. Desafíos y propuestas para lograr la seguridad alimentaria hacia el año 2050. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9(1):175-189.
- Programas para el Bienestar. 2025. Producción para el Bienestar. Fecha de consulta 15/01/2025 en <https://programasparaelbienestar.gob.mx/produccion-para-el-bienestar/>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (13 febrero 2016). Proyecto estratégico de seguridad alimentaria, bienes y servicios al campo. Fecha de consulta 18/01/2025 en

<https://www.gob.mx/agricultura/articulos/proyecto-estrategico-de-seguridad-alimentaria-bienes-y-servicios-al-campo>

- Torres-Moreno M, Mora-Flores JS, García-Salazar JA, Rubiños-Panta E, Arana-Coronado OA y Arjona-Suarez E. 2023. Factores determinantes de la adopción de riego tecnificado en La Laguna, México. *Tecnología y Ciencias del Agua* 14(6):122-157. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-14-06-04>
- Torres-Torres F y Rojas-Martínez A. 2018. Suelo agrícola en México: retrospectiva y prospectiva para la seguridad alimentaria. *Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía* 9(3):137-155.

Olazarán-Santibáñez CB, Sánchez-Castillo L, Meléndez-Jaramillo E. 2025. Cultivando un futuro juntos: suelo y seguridad alimentaria. *Bioagrocencias* 18 (2):1-8. DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6370>

