



DOI: <https://doi.org/10.46296/yc.v8i15edespnov.0541>

BIOTECNOLOGÍA Y SOSTENIBILIDAD ALIMENTARIA EN PROYECTOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR

BIOTECHNOLOGY AND FOOD SUSTAINABILITY IN HIGHER EDUCATION PROJECTS

Falcones-Molina Edison Leonardo ¹; Delgado-Mendoza Kevin Alexander ²;
Cevallos-Mendoza María José ³

¹ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta, Ecuador.

Correo: edisonl.falcones@uleam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-8613-2701>

² Instituto Interuniversitario de Investigación Científica Aplicada, ICA. Ecuador.

Correo: kevin.delgado@educaibero.org.

³ Instituto Interuniversitario de Investigación Científica Aplicada, ICA. Ecuador.

Correo: maría.cevallos@educaibero.org.

Resumen

La biotecnología aplicada a la sostenibilidad alimentaria ha cobrado relevancia en las últimas décadas, ofreciendo soluciones innovadoras para enfrentar la creciente demanda de alimentos y los desafíos ambientales. Este artículo explora cómo los proyectos en educación superior están contribuyendo al desarrollo de tecnologías biotecnológicas que promuevan la producción de alimentos de manera sostenible. Las instituciones educativas son esenciales no solo en la formación de profesionales competentes, sino también en la investigación y creación de soluciones prácticas que benefician tanto al sector académico como al alimentario. La biotecnología ofrece diversas aplicaciones en sostenibilidad alimentaria, como el desarrollo de cultivos resistentes a plagas y enfermedades, la mejora en la eficiencia del uso de agua y la reducción de pesticidas. Estas innovaciones ayudan a crear sistemas alimentarios más sostenibles y adaptables a las necesidades actuales, permitiendo una producción de alimentos más eficiente y con menor impacto ambiental. A través de programas y proyectos educativos, los estudiantes adquieren conocimientos prácticos y una comprensión profunda de los principios éticos y sostenibles en la biotecnología. El artículo destaca los desafíos éticos, sociales y ambientales que enfrenta la biotecnología en su implementación. La educación superior tiene un rol crucial en la formación ética de los estudiantes y en la promoción de un desarrollo responsable y equitativo de las tecnologías biotecnológicas. En conclusión, los proyectos en biotecnología dentro de las universidades representan un enfoque estratégico para avanzar hacia un sistema alimentario más sostenible, contribuyendo de manera significativa a la seguridad y sostenibilidad alimentaria global.

Palabras claves: Biotecnología, Sostenibilidad alimentaria, Educación superior.

Abstract

Biotechnology applied to food sustainability has gained relevance in recent decades, offering innovative solutions to address the growing demand for food and environmental challenges. This article explores how higher education projects are contributing to the development of biotechnological technologies that promote sustainable food production. Educational institutions are essential not only in training competent professionals, but also in researching and creating practical solutions that benefit both the academic and food sectors. Biotechnology offers various applications in food sustainability, such as the development of crops resistant to pests and diseases, improved water use efficiency, and reduced pesticides. These innovations help create more sustainable food systems that are adaptable to current needs, allowing for more efficient food production with less environmental impact. Through educational programs and projects, students acquire practical knowledge and a deep understanding of ethical and sustainable

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 16 de agosto de 2024.

Fecha de aceptación: 24 de octubre de 2024.

Fecha de publicación: 13 de noviembre de 2024.



principles in biotechnology. The article highlights the ethical, social, and environmental challenges that biotechnology faces in its implementation. Higher education has a crucial role in the ethical education of students and in promoting responsible and equitable development of biotechnological technologies. In conclusion, biotechnology projects within universities represent a strategic approach to move towards a more sustainable food system, contributing significantly to global food security and sustainability.

Keywords: Biotechnology, Food sustainability, Higher education.

1. Introducción

La biotecnología ha emergido como una herramienta esencial para enfrentar los desafíos de sostenibilidad alimentaria en el siglo XXI, abordando problemas como la creciente demanda de alimentos, el cambio climático y la degradación de los recursos naturales. En este contexto, los proyectos de educación superior juegan un papel crucial en la investigación y desarrollo de tecnologías biotecnológicas que buscan mejorar la producción y calidad de los alimentos de manera sostenible. La educación superior ofrece un espacio donde los futuros profesionales y científicos pueden adquirir conocimientos y habilidades para implementar soluciones biotecnológicas que promuevan prácticas agrícolas y alimentarias respetuosas con el medio ambiente.

Este artículo explora cómo la biotecnología, aplicada en el ámbito educativo, puede contribuir a la

sostenibilidad alimentaria mediante proyectos de investigación, prácticas experimentales y programas académicos en instituciones de educación superior. Se analizan las principales áreas de la biotecnología aplicadas a la sostenibilidad alimentaria, tales como el desarrollo de cultivos resistentes a enfermedades, la reducción del uso de pesticidas y la optimización de los recursos hídricos. Asimismo, se revisan los desafíos éticos, sociales y ambientales que enfrenta la biotecnología en su implementación.

A través de esta revisión, se pretende demostrar cómo los programas educativos en biotecnología no solo benefician el entorno académico, sino que también contribuyen a soluciones prácticas y sostenibles en el sector alimentario. El objetivo es subrayar la importancia de la biotecnología en la sostenibilidad alimentaria y destacar el rol de las universidades en la formación de profesionales



comprometidos con un desarrollo alimentario que sea sostenible y accesible para todos.

2. Innovación biotecnológica en la agricultura sostenible

Las innovaciones en biotecnología han marcado un hito en la mejora de los cultivos, proporcionando herramientas avanzadas que permiten incrementar la producción agrícola y abordar los retos de la seguridad alimentaria mundial. La ingeniería genética ha sido el motor de muchos de estos avances, permitiendo la transferencia directa de genes específicos a plantas cultivables para desarrollar cultivos genéticamente modificados (GM) con características mejoradas (Saharia et al., 2024).

Este enfoque ha permitido la introducción de rasgos deseables, como la resistencia a plagas y enfermedades, la tolerancia a condiciones climáticas adversas y una mayor eficiencia en el uso de nutrientes, lo que ha impulsado la productividad agrícola al tiempo que reduce la dependencia de insumos químicos. Estos avances representan un cambio fundamental

en la manera en que se abordan los problemas agrícolas tradicionales, ya que permiten soluciones específicas y adaptadas a las necesidades de cada entorno, reduciendo los riesgos ambientales y apoyando la sostenibilidad (Raza et al., 2023).

El cultivo de tejidos o micropropagación es otra de las innovaciones que ha transformado el sector agrícola. Esta técnica, basada en el cultivo de células, tejidos o órganos vegetales en condiciones estériles y controladas, permite una propagación rápida y eficiente de plantas. Al ofrecer un entorno libre de patógenos y ajustado en nutrientes y hormonas, esta técnica asegura la producción de plantas saludables y uniformes, fundamentales para la agricultura a gran escala. El cultivo de tejidos posibilita la conservación de especies en peligro de extinción y facilita la propagación de plantas con características deseadas, lo que contribuye a la diversidad y sostenibilidad de los sistemas agrícolas. En términos económicos, esta tecnología representa una reducción de costos para los productores al evitar pérdidas por

enfermedades y mejorar la calidad del producto final (Rastegari et al., 2020).

Por otro lado, la edición genómica ha dado lugar a avances impresionantes en la mejora de los cultivos, especialmente a través de la tecnología CRISPR-Cas9, que permite realizar modificaciones precisas en el genoma de una planta. A diferencia de otros métodos de ingeniería genética, CRISPR-Cas9 ofrece la posibilidad de realizar ediciones específicas y controladas, lo que ha abierto nuevas oportunidades para mejorar características esenciales de los cultivos sin introducir elementos externos al genoma. Esto no solo incrementa la precisión de los resultados, sino que también reduce los riesgos asociados con modificaciones genéticas menos controladas. Al permitir ajustes finos en genes responsables de características agronómicas como la resistencia a sequías o el aumento del rendimiento, esta tecnología es una herramienta poderosa en la búsqueda de soluciones sostenibles frente a los efectos del cambio climático y otros desafíos ambientales (Munawar et al., 2020).

La selección asistida por marcadores es otra estrategia biotecnológica que ha revolucionado los enfoques de mejoramiento de cultivos, al permitir la identificación y selección de rasgos específicos mediante el uso de marcadores genéticos. Esta técnica ha acelerado el proceso de mejoramiento tradicional, que solía ser lento y dependía de observaciones fenotípicas, al introducir un enfoque basado en la genética. Al identificar de forma temprana las características deseadas en una planta, como la resistencia a enfermedades o la tolerancia a condiciones ambientales adversas, la selección asistida por marcadores permite a los agricultores y científicos tomar decisiones informadas sobre qué plantas seleccionar para programas de mejoramiento. En última instancia, este enfoque aumenta la eficiencia en el desarrollo de nuevas variedades, acorta los tiempos necesarios para obtener resultados y permite un uso más sostenible de los recursos (Raji et al., 2024).

La biotecnología ha facilitado un mejor entendimiento del microbioma de las plantas, lo que ha dado lugar al desarrollo de soluciones basadas



en microorganismos para la agricultura. Los microbiomas de las plantas, compuestos por diversas comunidades de microorganismos que habitan en su rizosfera, desempeñan un papel crucial en la salud y productividad de los cultivos. Estos microorganismos pueden mejorar la absorción de nutrientes y proteger a las plantas de patógenos, por lo que las soluciones basadas en microbiomas representan una alternativa sostenible y ecológica a los fertilizantes y pesticidas tradicionales. Con la biotecnología, es posible manipular estas comunidades microbianas para potenciar los beneficios que ofrecen a los cultivos, promoviendo así prácticas agrícolas que son menos dependientes de químicos y que fomentan la salud del suelo y la biodiversidad (Andualet & Seid, 2021).

El cambio climático representa uno de los mayores desafíos para la agricultura moderna, y las innovaciones biotecnológicas han respondido a este reto desarrollando cultivos más resilientes a condiciones climáticas adversas. Al crear variedades de plantas capaces de soportar sequías, altas

temperaturas, y suelos salinos o con deficiencias nutricionales, la biotecnología contribuye a mitigar los efectos negativos del cambio climático en la producción de alimentos. Estos cultivos resistentes al clima no solo ayudan a garantizar la seguridad alimentaria en regiones vulnerables, sino que también representan una herramienta vital en la lucha contra el hambre y la pobreza en contextos de creciente inestabilidad ambiental. Sin embargo, junto con estos avances, surgen desafíos éticos y regulatorios que deben ser abordados para asegurar el uso seguro y responsable de la biotecnología en la agricultura (Javaid, 2024). Para maximizar los beneficios de la biotecnología en la agricultura, es esencial implementar marcos regulatorios que promuevan prácticas responsables y aseguren que estas tecnologías estén disponibles de manera equitativa y segura. La creación de políticas que fomenten la transparencia y la participación de la comunidad científica, las organizaciones de la sociedad civil y los agricultores es clave para desarrollar enfoques biotecnológicos que beneficien a toda la sociedad.

3. Educación para la sostenibilidad alimentaria

La sostenibilidad alimentaria se refiere a la capacidad de los sistemas alimentarios para satisfacer las necesidades nutricionales de la población actual sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Esto requiere no solo el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles, sino también una comprensión integral de los procesos económicos, sociales y ambientales que afectan la producción y el consumo de alimentos. En este sentido, la educación juega un papel clave para promover cambios en los comportamientos y actitudes de la sociedad hacia sistemas alimentarios más resilientes y equitativos (Carino et al., 2020).

La integración de la sostenibilidad en la educación alimentaria se enmarca en una visión holística que considera la interconexión entre los aspectos ambientales, sociales y económicos de la producción y el consumo de alimentos. Esto implica no solo la enseñanza de técnicas agrícolas y conocimientos sobre el ciclo de vida de los productos alimenticios, sino

también el desarrollo de habilidades críticas para analizar el impacto de las decisiones individuales y colectivas en el sistema alimentario global. La educación para la sostenibilidad alimentaria busca empoderar a los estudiantes para que comprendan las complejidades de los sistemas alimentarios y su impacto en el medio ambiente, la salud y la sociedad. De esta manera, se promueve una comprensión profunda de los factores que contribuyen a la insostenibilidad alimentaria, tales como la dependencia de combustibles fósiles en la agricultura, la pérdida de biodiversidad y el desperdicio de alimentos (Ananno et al., 2021).

Uno de los enfoques clave de la educación para la sostenibilidad alimentaria es la promoción de sistemas alimentarios locales y sostenibles. Este enfoque enfatiza la importancia de reducir la dependencia de cadenas de suministro de alimentos largas y complejas, que suelen ser más vulnerables a las fluctuaciones en los precios de los combustibles y a las interrupciones en la cadena de suministro. Los sistemas alimentarios locales permiten una



mayor resiliencia en tiempos de crisis y fomentan la diversidad de cultivos, lo cual es crucial para mantener la biodiversidad agrícola y proteger contra las plagas y enfermedades. La educación para la sostenibilidad alimentaria en este contexto enseña a los estudiantes a valorar los productos locales, a comprender la importancia de la agricultura familiar y a fomentar la economía circular en el ámbito alimentario (McGreevy et al., 2022).

El rol de la educación para la sostenibilidad alimentaria también abarca la promoción de dietas saludables y sostenibles. La adopción de patrones de consumo más responsables puede tener un impacto significativo en la reducción de la huella ecológica de los sistemas alimentarios. La educación en este ámbito promueve la reducción del consumo de productos de origen animal, el aumento de alimentos vegetales y la elección de productos de temporada y locales. Esto contribuye a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la producción de alimentos y ayuda a reducir el desperdicio de recursos (Uralovich et al., 2023).

La educación para la sostenibilidad alimentaria también fomenta la adopción de prácticas agrícolas regenerativas y respetuosas con el medio ambiente. La agricultura regenerativa se centra en prácticas que no solo son sostenibles, sino que también contribuyen a restaurar y mejorar la calidad de los suelos, el agua y la biodiversidad. Esta perspectiva es clave para enfrentar la degradación de los recursos naturales que ha caracterizado la agricultura industrial. La implementación de prácticas como la rotación de cultivos, el uso de abonos orgánicos y la agroforestería se han convertido en temas centrales en los programas educativos sobre sostenibilidad alimentaria. Estas prácticas no solo aumentan la capacidad del suelo para retener carbono, sino que también mejoran la resiliencia de los cultivos ante los efectos del cambio climático (Garcia et al., 2020).

La educación para la sostenibilidad alimentaria también abarca la dimensión ética del consumo y la producción de alimentos. Este aspecto incluye la reflexión sobre el trato de los animales en la producción de alimentos, las

condiciones laborales de los trabajadores agrícolas y el acceso equitativo a alimentos nutritivos y asequibles. La incorporación de estas perspectivas éticas en la educación para la sostenibilidad alimentaria permite que los estudiantes desarrollen una visión crítica sobre las implicaciones de sus decisiones de consumo (Wang et al., 2021).

4. Conclusiones

El avance de la ciencia y la innovación en biotecnología agrícola ofrece una oportunidad única para afrontar los desafíos de la seguridad alimentaria de manera sostenible y resiliente. La combinación de técnicas avanzadas de ingeniería genética, edición genómica, selección asistida por marcadores y el uso de microbiomas ofrece un conjunto de herramientas que pueden transformar profundamente la agricultura. Estas innovaciones permiten la producción de alimentos más eficiente, segura y adaptada a las condiciones ambientales actuales, al tiempo que reducen la dependencia de insumos químicos y promueven prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente.

No obstante, la implementación de estas tecnologías debe ir acompañada de un compromiso ético y de marcos regulatorios sólidos que garanticen que los beneficios se distribuyan de manera justa y que los riesgos potenciales se gestionen adecuadamente. En este sentido, el futuro de la agricultura y la seguridad alimentaria se encuentra en la intersección de la biotecnología, la sostenibilidad y las consideraciones éticas, lo que permite vislumbrar una producción de alimentos más segura y resiliente para las generaciones futuras.

Por otro lado, la educación para la sostenibilidad alimentaria requiere un enfoque interdisciplinario que combine conocimientos de ciencias ambientales, ciencias sociales, economía y ética. La complejidad de los sistemas alimentarios y la magnitud de los desafíos que enfrentan exigen un abordaje holístico y multifacético. Este enfoque interdisciplinario permite a los estudiantes desarrollar un marco de pensamiento crítico que les capacite para analizar y abordar los problemas de sostenibilidad alimentaria desde múltiples perspectivas. La educación para la



sostenibilidad alimentaria no solo tiene el potencial de mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los sistemas alimentarios, sino que también les capacita para ser líderes en la transformación hacia un sistema alimentario más sostenible, equitativo y resiliente. La combinación de conocimientos, habilidades y valores fomentados por esta disciplina es esencial para la construcción de un futuro alimentario sostenible.

Bibliografía

- Ananno, A. A., Masud, M. H., Chowdhury, S. A., Dabnichki, P., Ahmed, N., & Arefin, A. M. E. (2021). Sustainable food waste management model for Bangladesh. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 35-51.
- Andualet, B., & Seid, A. (2021). The role of green biotechnology through genetic engineering for climate change mitigation and adaptation, and for food security: current challenges and future perspectives. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 24(1), 1-11.
- Carino, S., McCartan, J., & Barbour, L. (2020). The emerging landscape for sustainable food system education: mapping current higher education opportunities for Australia's future food and nutrition workforce. *Journal of Hunger & Environmental Nutrition*.
- Garcia, S. N., Osburn, B. I., & Jay-Russell, M. T. (2020). One health for food safety, food security, and sustainable food production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 1.
- Javaid, Q. (2024). Sustainable Solutions for a Warming Planet Climate Smart Agriculture as a Tool for Global Food Security. *MZ Computing Journal*, 5(2).
- McGreevy, S. R., Rupprecht, C. D., Niles, D., Wiek, A., Carolan, M., Kallis, G., ... & Tachikawa, M. (2022). Sustainable agrifood systems for a post-growth world. *Nature sustainability*, 5(12), 1011-1017.
- Munawar, S., ul Qamar, M. T., Mustafa, G., Khan, M. S., & Joyia, F. A. (2020). Role of biotechnology in climate resilient agriculture. *Environment, climate, plant and vegetation growth*, 339-365.
- Raji, E., Ijomah, T. I., & Eyieyien, O. G. (2024). Integrating technology, market strategies, and strategic management in

- agricultural economics for enhanced productivity. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, 6(7), 2112-2124.
- Rastegari, A. A., Yadav, A. N., & Yadav, N. (Eds.). (2020). *New and future developments in microbial biotechnology and bioengineering: trends of microbial biotechnology for sustainable agriculture and biomedicine systems: diversity and functional perspectives*. Elsevier.
- Raza, A., Tabassum, J., Fakhar, A. Z., Sharif, R., Chen, H., Zhang, C., ... & Varshney, R. K. (2023). Smart reprogramming of plants against salinity stress using modern biotechnological tools. *Critical reviews in biotechnology*, 43(7), 1035-1062.
- Saharia, Daizi Durba & Thakur, Kangkana & Sarma, Manoj & Baruah, Aiswarya. (2024). *Biotechnological Innovations in Crop Improvement*.
- Uralovich, K. S., Toshmamatovich, T. U., Kubayevich, K. F., Sapaev, I. B., Saylaubaevna, S. S., Beknazarova, Z. F., & Khurramov, A. (2023). A primary factor in sustainable development and environmental sustainability is environmental education. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 21(4), 965-975.
- Wang, Y., Yuan, Z., & Tang, Y. (2021). Enhancing food security and environmental sustainability: A critical review of food loss and waste management. *Resources, Environment and Sustainability*, 4, 100023.