

ISSN: en trámite

Revista

de Ciencias
Agroalimentarias
y Biotecnología

Revista de Divulgación Científica de la Facultad de Agronomía - UANL

Volumen 01
Número 02
Mayo - Agosto
2024

Una publicación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. Santos Guzmán López

Rector

M.C. Carlos Alberto Hernández Martínez

Director de la Facultad de Agronomía

M.C. Jesús Andrés Pedroza Flores

Subdirector Académico

Dra. Juanita Guadalupe Gutiérrez Soto

Subdirectora de Posgrado e Investigación

Dr. Sergio Eduardo Bernal García

Subdirector Administrativo

M.C. Nora Estela García Treviño

Subdirectora de Vinculación y Servicio Social

M.C. Eduardo Alejandro García Zambrano

Subdirector de Planeación y Mejora Continua

Directora Editorial: Dra. Juanita Guadalupe Gutiérrez Soto

Editores en Jefe: Dr. Iosvany López Sandin / M.C. Miranda Abigail Ortiz Alonso

Editora Técnica: M.A. Blanca Idolisa Contreras Cantú

Revista de Ciencias Agroalimentarias y Biotecnología, Vol. 2 (2024): Mayo-Agosto 2024, Revista de Divulgación Científica de la Facultad de Agronomía de la UANL es una publicación cuatrimestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Agronomía. Directora Editorial: Dra. Guadalupe Gutiérrez Soto. Domicilio de la publicación: Francisco Villa s/n, Ex Hacienda "El Canadá", Cd, General Escobedo, Nuevo León, México, C.P. 66050. Teléfono: 81 1340 4399. Responsable de esta edición Dra. Guadalupe Gutiérrez Soto. Reserva de derechos al uso exclusivo: en trámite. eISSN: en trámite. Fecha de última modificación: 2024-07-16

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores.

Prohibida su reproducción total o parcial, en cualquier forma o medio, del contenido editorial de este número.

Publicado en México

Todos los derechos reservados

revista.cab@uanl.mx

PRESENTACIÓN

Es un honor presentar el segundo número de la Revista de Ciencias Agroalimentarias y Biotecnología, un espacio dedicado a la difusión de investigaciones y desarrollos innovadores en el campo de la agroalimentación y la biotecnología. Este número reafirma nuestro compromiso de ser un foro de intercambio académico y científico, donde profesionales, investigadores y estudiantes pueden compartir sus hallazgos y avances que impulsan el conocimiento y la tecnología en estos campos vitales.

En esta edición, nos complace incluir una variedad de artículos que abordan temas actuales y relevantes, desde nuevas técnicas biotecnológicas aplicadas a la mejora de cultivos, hasta estudios sobre la sostenibilidad y seguridad alimentaria. Los trabajos presentados no solo reflejan el rigor científico y la creatividad de sus autores, sino también la diversidad de enfoques y perspectivas que enriquecen nuestro entendimiento de los desafíos y oportunidades en las ciencias agroalimentarias y la biotecnología.

Agradecemos profundamente a los autores por su valiosa contribución, a los revisores por su dedicación y esfuerzo en garantizar la calidad de los contenidos, y a nuestros lectores por su continuo apoyo e interés en nuestra publicación. Esperamos que los artículos incluidos en este número no solo informen, sino que también inspiren nuevas investigaciones y colaboraciones que continúen avanzando en estos campos cruciales.

Dra. Guadalupe Gutiérrez Soto
Directora Editorial



Tabla de contenido

	Pág.
1 Bioeconomía circular: un futuro sostenible para el planeta	1
2 Establecimiento de un hongo entomopatógeno como endófito en la planta de frijol común	4
3 La inocuidad de los alimentos y su relación con el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible bajo el enfoque “una salud”	10
4 La Biotecnología en la producción agroalimentaria: una perspectiva de debate	16
5 Manejo del Fuego en humedales de la Reserva de Biósfera La Encrucijada	19

BIOECONOMÍA CIRCULAR: UN FUTURO SOSTENIBLE PARA EL PLANETA

Losvany López Sandin¹; Guadalupe Gutiérrez Soto^{1*}; Diana Castillo Martínez¹

Biomolecular Innovation Group, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Francisco Villa S/N Col. ExHacienda El Canadá 66415, General Escobedo, N.L., México.

*Correspondencia: ggutierrez0402@gmail.com

La bioeconomía circular es un concepto que se ha tomado gran relevancia en los últimos años como una estrategia para promover el crecimiento económico sostenible, con el cuidado del medio ambiente. Se originó en Europa en la década de 1990, basada en el conocimiento y la innovación y, a diferencia del modelo lineal tradicional de "extraer, usar y desechar", ésta propone un ciclo cerrado donde los recursos biológicos se aprovechan de manera eficiente, se minimizan los residuos y se maximiza el valor en cada etapa. Es considerada la combinación de la bioeconomía y la economía circular, la cual promueve el uso de los recursos y la ecoeficiencia, la disminución en la huella de carbono y de la demanda de carbono fósil, y la valorización de los residuos. Su implementación requiere un esfuerzo conjunto de gobiernos, empresas, consumidores y la sociedad civil. A pesar de estos retos, presenta un enorme potencial para transformar nuestro sistema económico hacia uno más sostenible y resiliente.

Introducción

El concepto de Bioeconomía Circular (BEC) ha evolucionado significativamente a lo largo de los años, integrando principios tanto de la economía circular como de la bioeconomía para crear un marco sostenible para la utilización de materiales de origen biológico. Las raíces del pensamiento de la economía circular se remontan al siglo XVI, con importantes contribuciones de las teorías económicas clásicas y el auge de la economía ambiental en las décadas de 1960 y 1970, que sentaron las bases para los principios de la economía circular moderna [1].

La CBE promueve el uso eficiente de los recursos, la reducción de desechos, el reciclaje y la reutilización de materiales para reducir la generación de desechos [2]. En este sentido, el desarrollo biotecnológico juega un rol muy importante en el aprovechamiento de los residuos para obtener productos de valor agregado que van desde biocombustibles hasta metabolitos

bioactivos y biomateriales, contribuyendo a la sustentabilidad ambiental y a la disminución del uso de combustibles fósiles [3]. En los últimos años Europa ha fomentado políticas y avances tecnológicos para incentivar el cambio a prácticas más sostenibles en el sector productivo [4]. Cabe mencionar que, la biocircularidad enfatiza la producción y el consumo sostenibles de materiales biológicos renovables, garantizando la máxima reutilización y reciclaje, minimizando al mismo tiempo los residuos y la demanda de energía [5].

A medida que la investigación continúa avanzando, la atención se centra en el desarrollo de bioproductos con más valor agregado y la incorporación de consideraciones económicas y sociales en los procesos de BEC [6]. En general, la bioeconomía circular representa un camino prometedor hacia un futuro sostenible, aprovechando los conocimientos económicos históricos y las innovaciones tecnológicas modernas para crear un sistema económico regenerativo y restaurador.

¿Qué es la Bioeconomía Circular?

La idea de un mundo donde los residuos no existen, donde los productos se diseñan para ser reutilizados o reciclados, y donde la energía proviene de fuentes renovables es la esencia de la bioeconomía circular. Un sistema económico que imita los ecosistemas naturales, donde todo se reutiliza y nada se desperdicia.



En este modelo, los residuos que se producen a partir de los cultivos, industria alimentaria y los residuos urbanos son de gran importancia para la recuperación de nuevas materias primas, además de producir bienes y servicios de manera sostenible, minimizando el impacto ambiental y maximizando los beneficios económicos y sociales [4,6].

¿Cuáles son los beneficios de la Bioeconomía Circular?

La bioeconomía circular se presenta como una alternativa esperanzadora para enfrentar los retos actuales del planeta y construir un futuro más sostenible [7]. Este modelo económico, inspirado en los ciclos naturales, propone un cambio radical en la forma en que producimos y consumimos bienes y servicios, generando una multitud de beneficios para el medio ambiente, la economía y la sociedad (Figura 1).



Medio ambiente

- Reduce la contaminación
- Conserva los recursos naturales
- Protege la biodiversidad



Economía

- Crea nuevas oportunidades de negocio
- Genera empleos verdes
- Fomenta el crecimiento económico sostenible



Sociedad

- Mejora la calidad de vida
- Reduce la pobreza
- Aumenta la seguridad alimentaria

Figura 1- Ventajas de la Bioeconomía Circular a nivel global [7]

¿Cómo podemos implementar la Bioeconomía Circular?

La idea de un mundo donde los residuos no existen, donde los productos se diseñan para ser reutilizados o reciclados, y donde la energía proviene de fuentes renovables es la esencia de la bioeconomía circular. Un sistema económico que imita los ecosistemas naturales, donde todo se reutiliza y nada se desperdicia. En este modelo, los residuos que se producen a partir de los cultivos, industria alimentaria y los residuos urbanos son de gran importancia para la recuperación de nuevas materias primas, además de producir bienes y servicios de manera sostenible, minimizando el impacto ambiental y maximizando los beneficios económicos y sociales [4,6].



Figura 2- Claves para implementar la Bioeconomía Circular [6-8]

Conclusiones

La implementación de la Bioeconomía Circular no está exenta de desafíos. Se requiere un cambio de paradigma en la forma en que pensamos y actuamos, así como la superación de barreras tecnológicas, económicas y sociales. Sin embargo, los beneficios potenciales son tan significativos que vale la pena invertir en la transición hacia este nuevo modelo económico. La BEC representa una oportunidad única para crear un futuro más sostenible para todos.



Referencias

1. Kuznetsova, D.S. (2022). Antecedents and Origins of The Circular Economy Research Area in The History of Economic Thought. *Voprosy Regulirovaniâ Ëkonomiki*, 13(3):029-052. doi: 10.17835/2078-5429.2022.13.3.029-052
2. Pranaw, K., Drewniak, L., Nain, L., & Singh, S. (2022). Waste to wealth: A sustainable circular bioeconomy approach. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10, 1010811.
3. Escalante, J., Chen, W. H., Tabatabaei, M., Hoang, A. T., Kwon, E. E., Lin, K. Y. A., & Saravanakumar, A. (2022). Pyrolysis of lignocellulosic, algal, plastic, and other biomass wastes for biofuel production and circular bioeconomy: A review of thermogravimetric analysis (TGA) approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 169, 112914.
4. Gkountani, V. A., & Tsoulfas, G. T. (2022, March). Circular Bioeconomy: A Review on the Current State and Future Opportunities. In *International Conference on Business Excellence* (pp. 277-286). Cham: Springer Nature Switzerland.
5. Holden, N. M., Neill, A. M., Stout, J. C., O'Brien, D., & Morris, M. A. (2023). Biocircularity: a framework to define sustainable, circular bioeconomy. *Circular Economy and Sustainability*, 3(1), 77-91.
6. Ramos Huarachi, D. A., Hluszko, C., Ulloa, M. I. C., Moretti, V., Ramos Quispe, J. A., Puglieri, F. N., & Francisco, A. C. D. (2023). Life Cycle Thinking for a Circular Bioeconomy: Current Development, Challenges, and Future Perspectives. *Sustainability*, 15(11), 8543.
7. Hodson de Jaramillo, E. (2018). Bioeconomía: el futuro sostenible. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(164), 188-201.
8. Brandão, A. S., & Santos, J. M. (2023). On the societal impact of publicly funded Circular Bioeconomy research in Europe. *Research Evaluation*, 32(2), 441-457.

ESTABLISHMENT OF AN ENTOMOPATHOGENIC FUNGUS AS AN ENDOPHYTE IN THE COMMON BEAN PLANT

Jannet Edith Salinas Hernández, ¹ Socorro Guajardo González, ¹ Lajju Kuzhuppillymyal Prabhakarankutty^{2*}

¹Centro de Investigación y Desarrollo de Educación Bilingüe, Unidad Mederos, Universidad Autónoma de Nuevo León, Avenida Lázaro Cárdenas, Monterrey, Nuevo León, México

²Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Francisco Villa SN, Ex Hacienda El Canadá, C.P. 66050, General Escobedo, Nuevo León, México

*Correspondence: laijuprabha@gmail.com

Abstract

The endophytic capacity of some entomopathogenic fungi has gained the attention of many scientists worldwide. *Beauveria bassiana* is one of the potential candidates because of its ability to resist biotic and abiotic challenges in agricultural plants and its role as a growth promoter. In this research, we would like to share our preliminary results about the successful colonization of the fungus *Beauveria bassiana* in bean plants by seed treatments. Initial results indicate successful colonization, which could contribute to enhanced drought tolerance and pest resistance. These findings align with prior studies on maize, suggesting broad applicability across crop species. Future research should focus on long-term impacts and optimal application methods.

Keywords: *Beauveria bassiana*, *Phaseolus vulgaris*, Seed treatments, Biotic factors, Abiotic factors.

COLONIZACIÓN ENDOFÍTICA DE UN HONGO ENTOMOPATÓGENO EN LAS PLANTAS DE FRIJOL

Resumen

La capacidad endofítica de algunos hongos entomopatógenos ha captado la atención de muchos científicos en todo el mundo. *Beauveria bassiana* es uno de los candidatos potenciales debido a su capacidad para resistir desafíos bióticos y abióticos en las plantas agrícolas y su papel como promotor del crecimiento. En esta investigación, nos gustaría compartir nuestros resultados preliminares sobre la colonización exitosa del hongo *Beauveria bassiana* en las plantas de frijol mediante tratamientos de semillas. Resultados preliminares indican una colonización exitosa, lo que podría contribuir a una mayor tolerancia a la sequía y resistencia a las plagas. Estos hallazgos están alineados con estudios previos en maíz, sugiriendo una amplia aplicabilidad en diversas especies de cultivos. La investigación futura debería centrarse en los impactos a largo plazo y en métodos óptimos de aplicación.

Palabras clave: *Beauveria bassiana*, *Phaseolus vulgaris*, tratamiento de semillas, factores bióticos, factores abióticos.

Feeding a global population of 10 billion by 2050 demands innovative and sustainable solutions to overcome biotic stress like insects, herbivores, parasites etc. and abiotic stress like temperature, ultraviolet radiation, salinity, drought etc. Leveraging scientific advancements and promoting integrated agricultural practices can enhance food security and ensure a stable food supply for future generations (Jaiswal D.K. et al. 2022). Addressing pesticide resistance and its associated impacts requires a shift towards sustainable agricultural practices that minimize reliance on chemical inputs, thereby protecting human health, preserving environmental integrity, and reducing economic burdens (Brian P.B. et al., 2020). Microbiologists, plant pathologists, entomologists, and other researchers across the globe have concluded that biological control can play a significant role in sustainable agriculture. The increasing consumer demand for sustainable agricultural practices, driven by the awareness created by researchers, academicians, and non-governmental organizations, is accelerating the shift toward biological control, which addresses the environmental and health issues associated with today's agricultural practices but also enhances global food security by promoting sustainable and resilient agricultural systems (Jaiswal D.K. et al. 2022). Biological control is a cost-effective, eco-friendly, and long-term solution for plant protection against biotic and abiotic stresses.

Biological control, distinguished from natural control by its human intervention, encompasses a range of techniques aimed at managing pest populations through natural enemies. The main biological control techniques are classical (or inoculative), augmentative, and conservation control. Each method has its unique application and effectiveness depending on the crop and the stress (Balel J.S, et al., 2018). Classical biological control involves introducing small numbers of natural enemies to control exotic pests over long periods, typically in perennial crops. Augmentative biological control includes periodic releases of natural enemies, providing immediate, but often temporary, pest control and seasonal inoculative control allowing for population build-up within a

growing season. Conservation control focuses on enhancing the effectiveness of indigenous natural enemies through various ecological manipulations (Balel J.S, et al., 2018). These methods highlight the versatility and potential of biological control as a sustainable alternative to chemical pesticides. Integrating these practices, agricultural systems can reduce reliance on synthetic inputs, mitigate environmental damage, and improve crop health and productivity.

Globally, the inoculative method has recently gained attraction because an endophyte, to effectively combat stress, needs to be present in the plant tissue when the stress occurs. Successful colonization of an endophyte in a plant tissue depends on abiotic factors such as temperature, rain, humidity, and UV rays, as well as biotic factors including plant age, susceptibility, physiology, competition with other endophytes, and the plant's immune system (Kuzhuppillymyal-Prabhakarankutty. L, et al., 2021). Plants' symbiosis with beneficial microorganisms, evolved escape strategies, including avoidance, tolerance, and activities to reduce the effects of abiotic stresses like drought (Vigani. G, et al., 2018) and biotic stress like *Spodoptera frugiperda* in maize plants. (Kuzhuppillymyal-Prabhakarankutty. L. et al., 2020). *Beauveria bassiana*, traditionally known as an entomopathogenic fungus, has garnered interest for its endophytic capabilities. Studies have demonstrated that *B. bassiana* can colonize various plants such as corn, potato, cotton, tomato, sorghum, palm, banana, cocoa, poppy, coffee, pine, sugarcane, etc. (Donga. T.K, et al., 2018, Bamisile. B. S, et al., 2018) offering benefits beyond pest control, including improved drought tolerance and enhanced growth.

In 2002, Wagner and Lewis for the first time reported that *B. bassiana* can be inoculated artificially into maize plants (Wagner BL, Lewis LC 2000). Recently more studies have reported on the artificial inoculation of endophytes in various plant species. Various inoculation methods, such as soil drenching, leaf spraying, stem injection, irrigation, and seed treatment, have been used to introduce the fungus into plants (Bamisile. B.S, et al. 2018).

B. bassiana is vulnerable to direct sunlight and ultraviolet radiation, which can significantly reduce its efficacy (Kaiser, D, et al. 2019). Recent advancements have shown that the use of formulations containing natural substances can enhance conidial survival and viability under UV exposure. Kaiser, D. et al (2018) reported that natural UV-protective additives such as humic acid, extracts from *Reseda luteola* and *Hippophae rhamnoides*, as well as oils like colza and sesame, and teas have proven effective in increasing *B. bassiana* resistance to UV radiation. These formulations represent a promising strategy to enhance the practical application of *B. bassiana* in various agricultural settings, ensuring its effectiveness as a biocontrol agent while mitigating the adverse effects of environmental stress. According to our previous studies, we have decided to use cornstarch as the additive medium for inoculating *B. bassiana* blastospores to the seeds of the common bean plant.

Fungal Culture Activation and Preparation

Beauveria bassiana (GHA) strains (Kindly donated by Dr. Ek Ramos, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL) were reactivated by plating stock cultures onto potato dextrose agar (PDA) and incubating in darkness at 25 ± 2 °C for one week. A single colony was inoculated into a 500 mL Erlenmeyer flask with 200 mL potato dextrose broth (PDB) and incubated at 25 °C on a rotary shaker at 120 rpm for five days until blastospore production. Blastospores were counted and adjusted to a final concentration of 1×10^6 spores/mL. (Fig. 1).

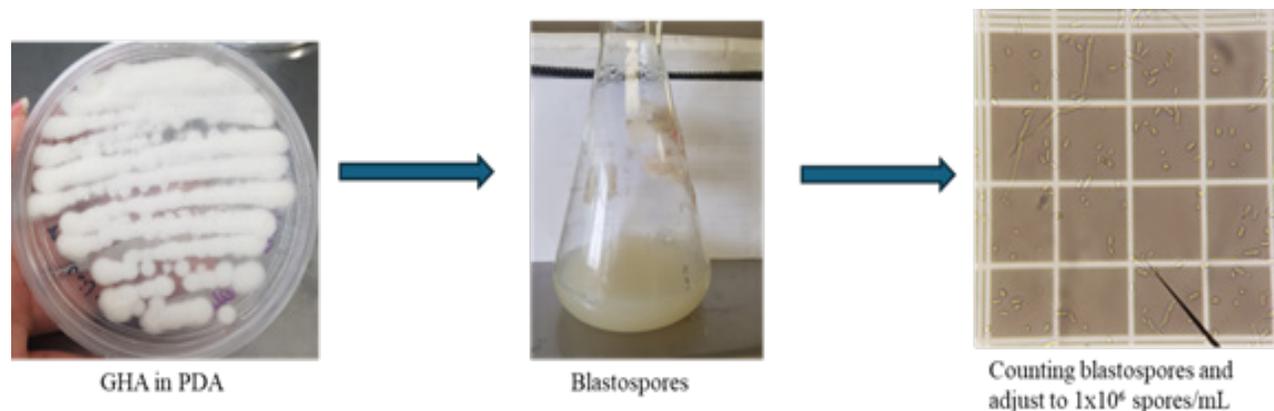


Figure 1- Fungal culture activation and preparation.

Seed Treatment

Blastospores were mixed with cornstarch (CS) (4% final concentration) for adequate seed attachment. CS was pre-gelatinized in boiling distilled water. Blastospores were added to cool CS adherent material to form a homogeneous suspension. Seeds (15 seeds) were coated with the spore-adherent mixture and dried at 25 °C for 24 hours. Included untreated seeds without the fungus (Fig. 2).

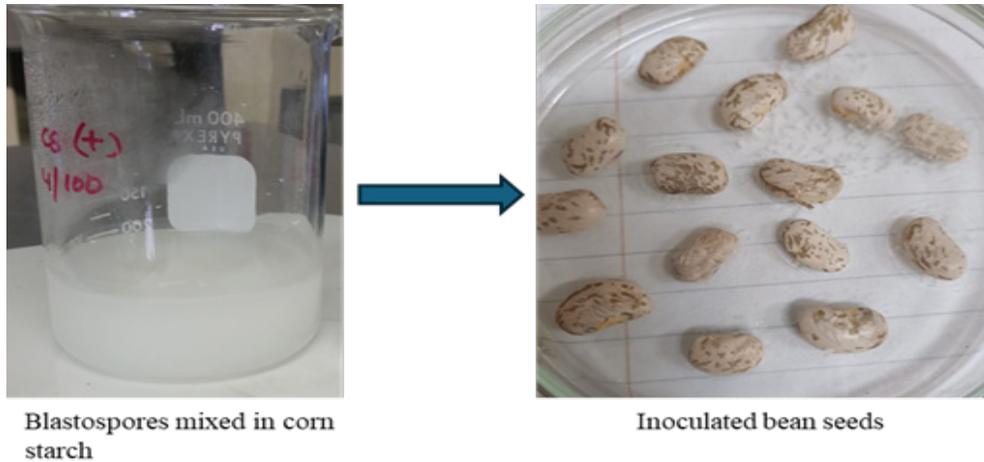


Figure 2- Seed treatment.

Plant Growth and Maintenance

Treated seeds were sown in autoclaved commercial soil and placed in seedling trays. Trays were kept at room temperature (23-28°C). Seedlings were watered daily with 5 mL of distilled water (Fig. 3).

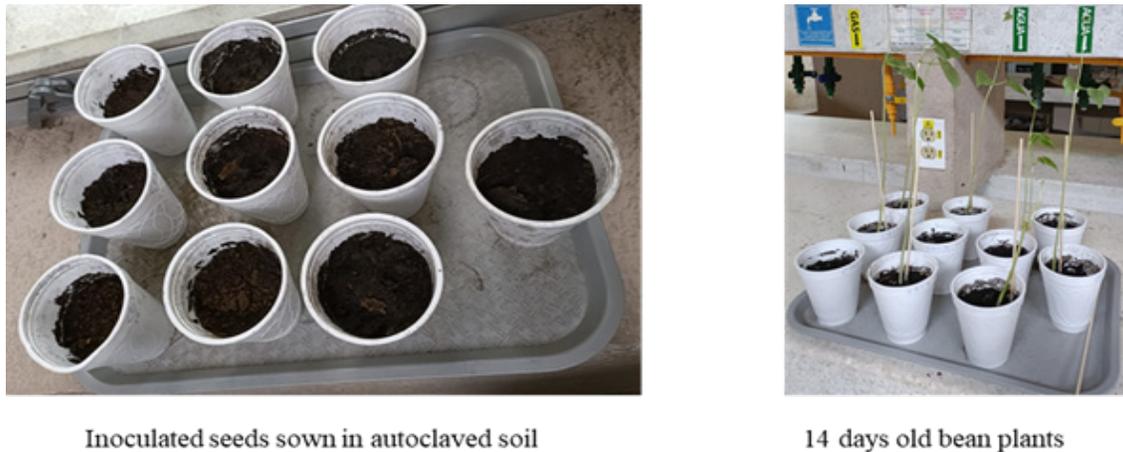


Figure 3- Plant growth and maintenance.

Endophytic Colonization Assessment

Fourteen-day-old plants were surface sterilized by sequential rinsing in tap water, ethanol (2%) and sterile distilled water, followed by plating of the final rinse water to verify sterilization efficiency. Plant fragments (1–2 cm) from leaves, shoots, and roots were plated on PDA to assess colonization. Typical *B. bassiana* colonies were identified by hyphal and conidial structures observed under a microscope. (Figure 4)



Sterilized plants cut into 1-2 cm pieces



Plant tissues plated on PDA plates

Endophytic establishment of *B. bassiana* on bean plant root tissue

Figure 4- Endophytic colonization assessment

Conclusion

This study demonstrates the successful colonization of *B. bassiana* in *P. vulgaris* through seed treatment. It provides next-level assessment like the effect of endophytic *B. bassiana* as a growth promoter, tolerance to drought, and resistance to insect pests, both laboratory and field levels. Continued research, education, and implementation are crucial for advancing biological control and ensuring its role in sustainable agriculture worldwide.

Acknowledgments

We would like to express our deepest gratitude to the Laboratory of Biology at CIDEB-Mederos for providing us with the facilities and resources necessary to conduct this research. Thank you to Miss Elsa Flores, whose guidance, support, and expertise were invaluable throughout this study. We are also immensely grateful to the dedicated students in the lab, particularly Karol Cantú, Kareem Moreno, and Ximena Regalado for their assistance with the experimental procedures and camaraderie, which made this research experience both productive and enjoyable. Also, thank Dra. Maria Juliss Ek Ramos for giving the necessary guidelines and the fungal strains for our work.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

References

Bale, J. S., van Lenteren, J. C., & Bigler, F. (2008). Biological control and sustainable food production. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 363(1492), 761–776. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2182>

- Bamisile, B. S., Dash, C. K., Akutse, K. S., Keppanan, R., Afolabi, O. G., Hussain, M., & Wang, L. (2018). Prospects of endophytic fungal entomopathogens as biocontrol and plant growth promoting agents: An insight on how artificial inoculation methods affect endophytic colonization of host plants. *Microbiological Research*, 217, 34-50. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.08.016>
- Brian P. Baker, Thomas A. Green, Ali J. Loker (2020). Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems, *Biological Control*, 140. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104095>
- Donga, T. K., Vega, F. E., & Klingen, I. (2018). Establishment of the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* as an endophyte in sugarcane, *Saccharum officinarum*. *Fungal Ecology*, 35, 70-77. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2018.06.008>
- Jaiswal, D. K., Gawande, S. J., Soumia, P. S., Krishna, R., Vaishnav, A., & Ade, A. B. (2022). Biocontrol strategies: an eco-smart tool for integrated pest and disease management. *BMC microbiology*, 22(1), 324. <https://doi.org/10.1186/s12866-022-02744-2>
- Kaiser D, Bacher S, Mène-Saffrané L, Grabenweger G (2019) Efficiency of natural substances to protect *Beauveria bassiana* conidia from UV radiation. *Pest Manag Sci* 75:556–563. <https://doi.org/10.1002/ps.5209>
- Kuzhuppillymyal-Prabhakarankutty, L, Ferrara-Rivera, F.H, Tamez-Guerra, P, Gomez-Flores, R., Rodriguez-Padilla, M.C., Ek-Ramos, M.J. (2021) Effect of *Beauveria bassiana* Seed treatment on *Zea mays* L. response against *Spodoptera frugiperda*. *Appl.Sci.* 2021,2887. <https://doi.org/10.3390/app11072887>
- Kuzhuppillymyal-Prabhakarankutty, L, Tamez-Guerra, P, Gomez-Flores, R. Rodriguez-Padilla, M.C., Ek-Ramos, M.J (2020) Endophytic *Beauveria bassiana* promotes drought tolerance and early flowering in corn. *World J Microbiol Biotechnol* 36, 47 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11274-020-02823-4>
- Vigani G, Rolli E, Marasco R, Dell’Orto M, Michoud G, Soussi A (2018) Root bacterial endophytes confer drought resistance and enhance the expression and activity of a vacuolar H⁺-pumping pyrophosphatase in pepper plants. *Environ Microbiol* 21:3212–3228. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14272>
- Wagner BL, Lewis LC (2000) Colonization of corn, *Zea mays*, by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Appl Environ Microbiol* 66:3468–3473. <https://doi.org/10.1128/aem.66.8.3468-3473.2000funeco.2018.06.008>

LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS Y SU RELACION CON EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE BAJO EL ENFOQUE “UNA SALUD”

Mariana Luz Guzmán Cruz^{1,2}; Ever Alexis Martínez Aguilar³;

¹Estudiante de Maestría Gerencia de Programas sanitarios en Inocuidad de Alimentos Universidad para la Cooperación Internacional (UCI), Avenida 15 y 17, calle 35, No. 1550, Barrio Escalante, San José, Costa Rica

²Tutora de la Carrera Ingeniería Agroindustrial Modalidad a Distancia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, Ciudad Universitaria Dr. Fabio Castillo Figueroa, 25 av. Norte, San Salvador, El Salvador

³Asistente de Investigación, Secretaría de Investigaciones Científicas, Universidad de El Salvador, Ciudad Universitaria Dr. Fabio Castillo Figueroa, 25 av. Norte, San Salvador, El Salvador

*Correspondencia: ever.martinez@ues.edu.sv

Resumen

Introducción: La inocuidad y calidad de los alimentos son esenciales para la salud pública y están vinculadas al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) bajo el enfoque "Una Salud". El enfoque "Una Salud" es crucial para cumplir con la Agenda 2030 de la ONU y los ODS, especialmente aquellos relacionados con la erradicación del hambre (ODS 2), la innovación en agricultura (ODS 9), la reducción del desperdicio de alimentos (ODS 12) y la acción climática (ODS 13). **Objetivo:** Analizar la Relación entre la Inocuidad de los Alimentos y su Calidad. FAO promueve prácticas agrícolas inteligentes y sostenibles, monitoreo de riesgos y sistemas de alerta temprana para reducir el impacto ambiental de la producción agropecuaria. **Conclusiones:** La coordinación entre organismos internacionales como la FAO y la OMS es esencial para establecer y mantener estándares de inocuidad alimentaria a lo largo de toda la cadena de producción, desde la producción primaria hasta el consumo, asegurando así alimentos seguros, nutritivos y de calidad para una población mundial en crecimiento.

Palabras Clave: Calidad de Alimentos, Salud Pública, Salud Ambiental.

Abstract

Introduction: Food safety and quality are essential for public health and are linked to meeting the Sustainable Development Goals (SDGs) under the "One Health" approach. The "One Health" approach is crucial to meet the UN 2030 Agenda and SDGs, especially those related to hunger eradication (SDG 2), innovation in agriculture (SDG 9), food waste reduction (SDG 12) and climate action (SDG 13). **Objective:** To analyze the relationship between food safety and food quality. FAO promotes smart and sustainable agricultural practices, risk monitoring and early warning systems to reduce the environmental impact of agricultural production. **Conclusions:** Coordination between international agencies such as FAO and WHO is essential to establish and maintain food safety standards along the entire production chain, from primary production to consumption, thus ensuring safe, nutritious and quality food for a growing world population.

Keywords: Food Quality, Public Health, Environmental Health.

Es poco probable que los alimentos en general transmitan enfermedades virales debido a la cocción y el lavado de manos (Cliver, 2009), pero si son fuentes transmisoras de otros patógenos como, por ejemplo; bacterias, hongos, parásitos, así como alérgenos, todos ellos pueden causar enfermedades leves o incluso mortales a los consumidores. Según la OMS (1999), un aspecto fundamental de la salud pública de todo estado debería ser la inocuidad de los alimentos. A lo largo de los años se han producido brotes extremadamente graves de enfermedades de transmisión alimentaria. Tal y como lo plantean De la Fuente Salcido y Barboza Corona (2010), las personas desean consumir alimentos que sensorialmente los satisfagan, pero no representen ningún riesgo por patógenos ni por aditivos, que además los nutran. Sumado a las enfermedades también deben tomarse en cuenta el peligro que representan los alérgenos (Fernández Rivas 2006).



Desarrollo

La inocuidad de los alimentos está estrechamente relacionada con la calidad de los mismos, pues es la garantía que estos no van a causar ningún daño a los consumidores, es decir, son alimentos libres de cualquier peligro, ya sea físico, químico o biológico. En la historia se han producido brotes extremadamente graves de enfermedades de transmisión alimentaria. Algunos brotes se han extendido a través de un país, regiones y a veces por el continente. Las instituciones y los consumidores de la mayoría de países están reevaluando sus estrategias respecto a la inocuidad de los alimentos y los estándares internacionales. Es por estos motivos que surgió el concepto: «un mundo, una salud», que subraya la súbita toma de conciencia colectiva del vínculo existente entre las enfermedades animales y la salud pública. Pues según Vallat (2009):

“desde hace tiempo es sabido que un 60% de las enfermedades humanas infecciosas

conocidas son de origen animal (animales domésticos o salvajes), al igual que un 75% de enfermedades humanas emergentes y un 80% de agentes patógenos que pueden ser utilizados por el bioterrorismo. Se sabe también que la alimentación regular de las poblaciones con proteínas nobles derivadas de la leche, del huevo o de la carne es vital, y que su carencia constituye un problema de salud pública.”

A pesar que a nivel mundial se producen grandes cantidades de alimentos y que incluso un gran porcentaje de la población se encuentra en sobrepeso, según la FAO (2022):

“el número de personas que padecen hambre en el mundo aumentó hasta alcanzar los 828 millones de personas en 2021, lo que supone un aumento de unos 46 millones desde 2020 y de 150 millones desde el brote de la pandemia de la enfermedad por coronavirus (COVID-19)”.

Bajo ese contexto mundial los líderes adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la

pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda, la conocida como Agenda 2030, que recoge los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) establecidos por la Organización de Naciones Unidas (figura 1). Cada uno de estos objetivos tiene metas específicas que debían alcanzarse en los próximos 10 años (ONU, 2015).



Fuente: CEPAL, 2024.

Figura 1- Objetivos del Desarrollo Sostenible.

Sin embargo, a pesar del compromiso adoptado por los líderes mundiales, según las Naciones Unidas, el mundo no alcanzará su objetivo de acabar con el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición hacia el 2030. (FAO, 2022a).

En este mismo contexto histórico y mundial, la FAO (2022b), ha reconocido el aporte e importancia del enfoque "Una Salud", ya que es un concepto transversal y esencial en los sectores de la agricultura y la alimentación. Por ello, se están intensificando los esfuerzos en colaboración con socios para aplicar este enfoque en todos los aspectos de los sistemas agroalimentarios. El objetivo es mejorar la seguridad alimentaria y los medios de vida, lo cual es crucial para cumplir con la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Para satisfacer la demanda de alimentos, nuestra civilización ha adoptado prácticas extractivistas en la producción agropecuaria. Según Müller (2016):

"La humanidad ha conducido un desarrollo degenerativo con elevadas tasas de extracción del capital natural para satisfacer una cultura de consumo suntuoso emprendiendo un camino peligroso que podría llevar a su pronto colapso si no se toman acciones correctivas urgentes."

Buscando disminuir el impacto negativo que provoca la producción agropecuaria convencional, a fin de lograr un desarrollo regenerativo, la FAO promueve enérgicamente la innovación y la digitalización en la agricultura (ODS 9) y la reducción de la pérdida y desperdicio de alimentos (ODS 12). También promueve prácticas resistentes al clima, ganadería baja en carbono y prácticas agrícolas climáticamente inteligentes para pequeños agricultores, además del monitoreo de riesgos de desastres y los sistemas de alerta temprana (ODS 13), un ejemplo de ello son las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA), que son iniciativas específicas de cada país que buscan mitigar el cambio climático en agricultura adaptándose a sus circunstancias y capacidades nacionales (Avagyan et al., 2015), un ejemplo específico es la NAMA ganadera que integra los ODS 2, 13 y 15 mediante la eficiencia en la producción ganadera, reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero implementando medidas de mitigación y adaptación que garanticen el uso sostenible de la tierra y la conservación de la biodiversidad (figura 2). Además, está ayudando a los países a crear proyectos para los principales fondos internacionales para combatir el cambio climático, como el Fondo Verde para el Clima, apoyando los esfuerzos de los países para combatir

la deforestación y reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (ODS 13). También promueve los esfuerzos de los gobiernos para combatir la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (ODS 14), mejorar sus áreas protegidas, crear mapas de carbono del suelo y reducir la tala ilegal (ODS 15) (FAO, 2021).

Entonces, se puede decir que la inocuidad de los alimentos se debe tomar en cuenta desde la producción primaria las Buenas Prácticas sean Agrícolas o Pecuarias, y que sean sostenibles ambientalmente, para garantizar la inocuidad de la materia prima, siguiendo los demás eslabones de la cadena productiva, si se siguen las Buenas Prácticas Higiénicas y el Sistema de HACCP se puede evitar que se continúen propagando enfermedades.

Es ahí donde radica la importancia de las Organizaciones garantes de la Inocuidad como son la FAO y la OMS. Según la FAO (2023):

“Ellos son la única organización internacional que monitorea todos los aspectos de la cadena alimentaria, lo que les permite ofrecer una visión integral y completa, sobre la inocuidad de los alimentos.”



Figura 2- Ganado de Subsistencia en el Área de Conservación de Nahuaterique, El Salvador - Honduras.

Esta perspectiva se ve fortalecida por una sólida colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS). En definitiva, todos los actores y elementos involucrados en el tema de inocuidad tienen una responsabilidad enorme con el futuro de la humanidad pues no solo deben garantizar el suministro de alimentos para una población mundial creciente y hambrienta sino también garantizar que estos alimentos sean saludables, nutritivos, inocuos, de calidad y producidos sosteniblemente.

Conclusiones

El enfoque "Una Salud" resalta la conexión entre la salud humana, animal y ambiental, subrayando que alimentos inocuos previenen enfermedades y apoyan la seguridad alimentaria y la erradicación del hambre (ODS 2).

Implementar innovaciones y digitalización en la agricultura (ODS 9), reducir la pérdida de alimentos (ODS 12), fomentar prácticas agrícolas inteligentes (ODS 13) y proteger el medioambiente y la biodiversidad (ODS 14 y 15) son estrategias clave. La FAO y sus socios lideran estos esfuerzos para combatir el cambio climático y promover la sostenibilidad ambiental, garantizando sistemas agroalimentarios productivos y resilientes, y protegiendo la salud de los ecosistemas y las poblaciones humanas.

Bibliografía

Avagyan, A., Karttunen, K., DeVit, C., & Rioux, J. (2015). Learning tool on Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMAs) in the agriculture, forestry and other land use (AFOLU) sector. Recuperado de <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/421860/>

Cliver, D.O. (2009). Control of Viral Contamination of Food and Environment. *Food Environ Virol* 1, 3–9. <https://doi.org/10.1007/s12560-008-9005-2>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2024). Objetivos del Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>

De la Fuente Salcido, N.M.; Barboza Corona, J. E. (2010). Inocuidad y bioconservación de alimentos *Acta Universitaria* 20 (1):43-52.

Fernández Rivas, M. (2006). Alérgenos Alimentarios. *Revista española de pediatría* 62(1):18-27.

Müller, E. (2016). Desarrollo regenerativo ante el cambio global, garante de un futuro económico, social y ambiental. El caso de Centroamérica. Universidad para la Cooperación Internacional. Costa Rica.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2023). Inocuidad y calidad de los alimentos . Recuperado el 28 de mayo de 2023, de <https://www.fao.org/food-safety/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2021). Contribución De La Fao A La Agenda 2030 Para El Desarrollo Sostenible En Virtud Del Mandato Del Comité De Problemas De Productos Básicos . Recuperado el 28 de mayo de 2023, de <https://www.fao.org/3/ne966es/ne966es.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2022a). Informe de las Naciones Unidas: las cifras del hambre en el mundo aumentaron hasta alcanzar los 828 millones de personas en 2021. Recuperado el 28 de mayo de 2023, de <https://www.fao.org/newsroom/detail/un-report-global-hunger-SOFI-2022-FAO/es>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2022b). Información actualizada sobre la labor de la

FAO en relación con el enfoque “Una salud”, incluido el Plan de acción conjunto sobre Una Salud. Recuperado el 28 de mayo de 2023, de <https://www.fao.org/3/ni480es/ni480es.pdf>

Organización Mundial de las Naciones Unidas (ONU). (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Recuperado el 28 de mayo de 2023, de <https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2019/06/ONU-Agenda-2030.pdf>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (1999). Inocuidad de los alimentos. Recuperado el 28 de mayo de 2023, de https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB105/se10.pdf

Vallat, B. (2009). One World, One Health (editorial), p 1–2. OIE Bulletin no. 2. OIE (World Organisation for Animal Health), Paris, France. http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Publications_%26_Documentation/docs/pdf/bulletin/Bull_2009-2-ENG.pdf

LA BIOTECNOLOGÍA EN LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA: UNA PERSPECTIVA DE DEBATE

Romeo de Jesús Barrios Calderón^{1*}

ORCID ID: 0000-0002-8025-6369

Ana Laura Gálvez López¹

ORCID ID: 0000-0002-0233-4501

¹Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agrícolas. Entronque Carretera Costera y Pueblo de Huehuetán. Huehuetán, Chiapas, México. C.P. 30660.

*Autor para correspondencia: romeo.barrios@unach.mx

El hombre inconscientemente ha realizado acciones que han rebasado al planeta, por lo que es el mismo hombre quien ha ejercido control sobre su propio universo. La biotecnología más que una ciencia es la sinergia del enfoque multidisciplinario de diferentes ciencias como la biología, bioquímica, ingeniería, genética, agronomía, química, medicina, veterinaria, etc., dirigidas a la resolución de problemas y la obtención de bienes y servicios para el beneficio humano (Wilches Flórez, 2010). La aplicación de la biotecnología en la obtención de productos alimenticios no es en absoluto una práctica reciente, desde la antigüedad, el ser humano ha hecho uso de la tecnología en la transformación de sus alimentos a través de la fermentación y procesamiento de productos como la uva, la leche, etc., y en la conservación de alimentos. Los campesinos intencionalmente han utilizado técnicas como la cría selectiva y la fertilización cruzada para alterar o mejorar las plantas y animales; además han estimulado rasgos deseables en pro de mejoras de la producción agroalimentaria y para satisfacer otras necesidades humanas (PNUMA, 2003). No obstante, los grandes avances biotecnológicos que se han tenido en la producción agrícola al menos en los últimos 50 años, aunado a los esfuerzos para mitigar la pobreza y desigualdad han demostrado ser insuficientes, principalmente en las zonas rurales (Cano-Estrada *et al.* 2017).

La biotecnología y su responsabilidad de uso

Conforme los años transcurren hemos visto como la biotecnología ha evolucionado y seguirá en constante

cambio. La biotecnología es una disciplina científica que involucra procesos biológicos, los organismos, las células y sus componentes para desarrollar herramientas y tecnologías nuevas aplicadas en la agricultura, industria y la salud coadyuvando a mejorar la calidad de vida y la sostenibilidad del planeta (Orozco-Ugarriza, 2019), hay quienes señalan que es una disciplina que ha descontrolado los procesos. No obstante, la biotecnología sospecha una manipulación genética y la modificación del medio natural que ha dado lugar a riesgos y/o desastres ecológicos, o simplemente su uso mal gestionado puede llevar a posibles desastres ecológicos por la falta de control en los procesos de modificación genética (Costa y Costa, 2003).

Ante todo esto es importante enfatizar en que la biotecnología requiere de un uso responsable e inteligente, por lo que se considera una disciplina que demanda de un inmenso campo de conocimiento y alto nivel educativo, aunado a su responsabilidad de uso y aplicación. Esto se deriva de la premisa que hay personas que utilizan la naturaleza sin preocuparse mucho, pero también hay personas que usan la naturaleza preocupándose mucho.

Aportaciones e implicaciones

Aunque el surgimiento de la biotecnología ha traído múltiples aportaciones, principalmente a la producción agroalimentaria (Rodríguez, 2013), la biotecnología es inherente a la actividad humana, vemos a la naturaleza como un lienzo blanco, haciendo con ella lo que se ha querido. A lo largo de la historia, el proceso de

domesticación de algunos alimentos como el maíz, soya, frijol, algodón, etc., y la producción de variedades nuevas, a través de la modificación genética provoca pérdida de biodiversidad (Smith *et al.*, 2015). Aunque la biodiversidad se alimenta de la variedad genética, el uso de organismos genéticamente modificados favorece a la pérdida de variedades originales domesticas que existieron hace miles de años, alterándose así la biodiversidad (CONABIO, 2020). El cultivo de maíz es un claro ejemplo de la realidad que prevalece actualmente en las comunidades locales, donde la producción de maíz nativo solamente ha quedado en el autoconsumo, y las grandes empresas de producción de variedades de maíz transgénico se han adueñado del mercado.



Maíz / Fuente: Freepik.

Por otra parte, el ser humano, en su afán de buscar el beneficio personal, selecciona las cosas que le agradan dejando a un lado cosas que no le gustan, sin embargo, el proceso de domesticación inherentemente trae pérdida de biodiversidad en la producción de sus cultivos tradicionales, con la introducción de especies nuevas manipuladas genéticamente que desplazan en nivel genético a las especies nativas.

Los alimentos transgénicos y resilverización biotecnológica

Los alimentos transgénicos han sido un tema de debate mezclándose aspectos técnicos y biológicos, con otros como las patentes, protección de los consumidores, derechos de los agricultores, intereses económicos, bioseguridad, seguridad ambiental, etc., provocando reacciones opositoras en diversas organizaciones no gubernamentales (ONG) y grupos

de ambientalistas (Romero *et al.*, 2019). Otro de los procesos que incide notablemente en la pérdida de especies, dado los procesos de domesticación en las diversas fuentes de variabilidad genética, ha sido la resilverización (consistente en traer cosas de la vida silvestre a las variedades nuevas).

Aunque en México el abastecimiento de semillas y uso de variedades nativas y mejoradas, es estratégico e influye en la posibilidad de elevar la producción (Espinosa-Calderón *et al.*, 2014), uno de los más grandes problemas ha sido la falta de programas de gobierno que promuevan la introducción de productos parentales o semillas híbridas. Por consiguiente, lo único que prevalece ante esto es un sin número de empresas transnacionales como: Monsanto, Syngenta, Du Pont, entre otras, que se han apropiado de la industria agroalimentaria regresándonos productos procesados, como el maíz de menor calidad. El poco trabajo que se tiene en el país sobre la generación de híbridos se presenta en instituciones de investigación como el INIFAP, que ha venido realizando trabajos en los cultivos de maíz y soya, pero el trabajo es muy escaso, por lo que no se puede competir con otras potencias en el ramo. Otro de los problemas al consumir productos transgénicos radica en que no hay regulación del consumo de alimentos como granos de consumo, debido a que muchas veces se desconoce su origen.



Semillas / Fuente: Freepik.

Consideraciones finales

A manera de conclusión, la biotecnología y la industria agroalimentaria seguirán en evolución constante. Habrá quienes se opongan a la producción de alimentos debido a que se considera que la industria agroalimentaria puede traer peligros graves a la salud humana y del ambiente, mientras que también

habrá defensores del uso controlado y regulado de alimentos modificados genéticamente. La decisión de quien los utilice o consuma es un tema que quedará a libre elección de los consumidores, quienes deberán informarse de las posibles ventajas y desventajas que implica el consumir este tipo de alimentos.



Elección de alimentos / Fuente: Freepil

Referencias

- Cano-Estrada, A., Vélez Díaz, D. & Morgado-Hernández, C. A. (2017). The role of biotechnonology in agricultural production and food supply. *Ciencia e Investigación Agraria*, 44(1), 1-11. <https://doi.org/10.7764/rcia.v44i1.1567>
- Costa, M. & Costa, J. (2003). Avances de la biotecnología y población. *Reticencias. Farmacia abierta*, 17(5), 83-86.
- CONABIO. 2020. La diversidad genética y la domesticación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd. de México. México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/evolucion-bajo-domesticacion/divgenetica>.
- Espinosa-Calderón, A., Turrent-Fernández, A., Tadeo-Robledo, M., San Vicente-Tello, A., Gómez-Montiel, N., Valdivia-Bernal, R., Sierra Macías, M. & Zamudio-González, B. (2014). Ley de semillas y ley federal de variedades vegetales y transgénicos de maíz en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(2), 293-308.
- Orozco-Ugarriza, M. (2019). Reflexiones sobre la biotecnología en Colombia. *Revista de Investigación Agropecuaria y Desarrollo Sostenible* 1(1),1-2.
- PNUMA (2003). Introducción al Protocolo de Cartagena relativo al Convenio sobre la Diversidad Biológica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Chatelaine, Suiza.
- Rodríguez, D. (2013). Biotecnología y Producción Agroalimentaria. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana De Economía*, 19(74). <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.1988.74.35324>
- Romero-Ramírez, H., Pino-Icaza, G., Villacis-Cabeas, J. & Caicedo-Hinojosa, L. (2019). Controversias y realidades de los alimentos transgénicos. *Revista Pertinencia Académica*, 1-17. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4110722>
- Smith, S., Bubeck, D., Nelson, B., Stanek, J. & Gerke, J. (2015). Genetic diversity and modern plant breeding. In M.R. Ahuja & S.M. Jain, (Eds.), *Genetic Diversity and Erosion in Plants* (pp. 55–88). Springer International Publishing, Cham.
- Wilches Flórez, Á. M., (2010). La biotecnología en un mundo globalizado. *Revista Colombiana de Bioética*, 5(2), 164-169.

MANEJO DEL FUEGO EN HUMEDALES DE LA RESERVA DE BIÓSFERA LA ENCRUCIJADA

Romeo de Jesús Barrios Calderón^{1*} ORCID ID: 0000-0002-8025-6369

¹Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agrícolas. Entronque Carretera Costera y Pueblo de Huehuetán. Huehuetán, Chiapas, México. C.P. 30660.

*Autor para correspondencia: romeo.barrios@unach.mx



Reserva de Biósfera La Encrucijada / Imagen del autor.

El fuego es un elemento natural ligado a diversas actividades humanas, siendo un factor ambiental de gran importancia en la dinámica de los ecosistemas.

No obstante, su frecuencia e intensidad lo han convertido en uno de los principales agentes de perturbación en bosques y selvas. Desde que el hombre ejerció dominio sobre el fuego, su manifestación antrópica ha dado lugar a la transformación y dinámica paisajística. De esta manera, la problemática del fuego hace énfasis en los impactos ambientales y sociales negativos que tienen los incendios en los ecosistemas forestales (NPS, 2009).

La Reserva de la Biósfera La Encrucijada (REBIEN) cuenta con diversos ecosistemas, destacando a

los humedales costeros como los mayormente característicos de esta área natural protegida. Los humedales costeros son ecosistemas con un alto valor ecológico, de amplia diversidad y productividad biológica en la flora y fauna acuática y terrestre, pero que también forman parte de ambientes frágiles y amenazados, con alto riesgo de deterioro y degradación. En los humedales costeros de la REBIEN, la presencia del fuego pareciera fuera de lugar debido a la condición hidromórfica de los suelos en estos ecosistemas y los altos niveles de humedad en la biota que prevalece, sin embargo, tal y como señala la CONABIO (2007) existen algunos tipos de vegetación donde el fuego está presente año con año por la gestión antrópica de su uso (cacería de fauna silvestre o para abrir zonas de cultivo y/o potreros), provocando así la mortalidad de especies de gran patrimonio ecológico.



Reserva de Biósfera La Encrucijada / Imagen del autor.

Usos y costumbres en el manejo del fuego

El descubrimiento del fuego a lo largo de la historia, constituye un elemento esencial para realizar prácticas agrícolas y de cacería, principalmente en la REBIEN desde la época de los conchales desde los 3500 años a.C., quienes basaban su alimentación en pescado, iguana, tortuga, cocodrilo, y probablemente algunas aves, concentrándose en cacerías fáciles que no requerían de instrumentos especializados sino el uso del fuego como la principal herramienta utilizada para apropiarse de especies para su alimentación o simplemente como una práctica deportiva (SEMARNAP, 1999). Actualmente, los habitantes de la REBIEN siguen recurriendo al uso del fuego para actividades de cacería y comercialización de fauna silvestre como: la iguana verde (*Iguana iguana rhinolopha*), la tortuga casquito (*Kinosternon cruentatum scorpiodes*) y el mapache (*Procyon lotor*), el caimán (*Caiman crococolus fuscus*), la boa (boa constrictor) y algunas aves que son abundantes en la zona de esteros y lagunas, así como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) que hace algunas décadas eran predominantes en la zona y ahora se encuentran amenazadas o en peligro de extinción.

En las zonas de amortiguamiento de los humedales que conforman el polígono de la REBIEN, tradicionalmente se ha practicado el sistema de roza, tumba y quema (RTQ). Esta ha sido la forma en la que los habitantes asentados en pequeñas

poblaciones dispersas realizan claros para habilitar tierras con fines agrícolas y/o ganaderos cumpliendo una función económica, al ser una técnica de bajo costo que se utiliza para reducir la cobertura vegetal del área a ser cultivada. En este sentido, el fuego es un buen aliado de los productores en general, siempre y cuando sea utilizado con precaución para que no sea el origen de un incendio forestal, dado a que el fuego mal gestionado tiende a convertirse en un problema difícil de enfrentar. De acuerdo con la CONANP (2014) la práctica de roza, tumba y quema, llamada comúnmente chaqueo, es una técnica efectiva que, brinda resultados inmediatos, pero que aplicada en grandes extensiones, y en el largo plazo, es responsable de la deforestación y el empobrecimiento de los suelos, puesto que no siempre se quema solo el área deseada, si no que muchas veces el fuego se descontrola y se propaga a las áreas vecinas, recorriendo grandes extensiones de bosques. De esta manera, se produce un significativo aumento en la ocurrencia de incendios forestales originados en áreas agrícolas.

El uso del fuego, es una práctica que difícilmente va a ser sustituida por otra por los productores de la región. Sin embargo, lo importante es contribuir a reducir el descontrol del fuego y la incidencia de incendios forestales. Preocupa la magnitud y la frecuencia con la que éstos se están presentando en la REBIEN. Antes ocurrían grandes incendios cada diez años, ahora y debido a la expansión de la frontera agrícola y ganadera, los nuevos asentamientos humanos y al cambio climático, los regímenes temporales de ocurrencia de eventos de gran magnitud se presentan con mayor frecuencia.

Uso del fuego: cacería furtiva vs quemas agrícolas

En la Reserva de la Biosfera la Encrucijada la principal causa que provoca los incendios forestales en un 51% está ligada directamente con el saqueo de fauna por parte de los cazadores furtivos, principalmente de las tortugas de agua dulce como: Crucilla o cruzalluchi (*Staurotypus salvini*), sabanera

(*Rhinoclemys pulcherrima*), negra (*Pseudemys grayi*) y casquito amarillo (*Kinosternon scorpioides*), además del caimán (*Caiman crocodylus acutus*), el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) y la iguana verde (*Iguana iguana*). Esta práctica realizada por pobladores de las comunidades circundantes a los municipios de Acapetahua, Villa Comaltitlán, Pijijiapan y Huixtla, utilizan el fuego como una medida para capturar la fauna y abastecer el mercado regional derivada de una tradicional costumbre de consumo de fauna silvestre.



Reserva Biósfera La Encrucijada. Cacería furtiva vs quemas agrícolas / Imagen del autor

En cuanto a las quemas agrícolas que son la segunda causa de incendios en la REBIEN con un 20% de incidencia, generalmente los productores utilizan el fuego durante la preparación de los terrenos para la siembra, quema de residuos de desmontes y quema de áreas para potrero, los cuales por descuidos provocan incendios forestales siendo esta causa la de menor frecuencia en la Reserva. Existen causas no determinadas es decir desconocidas (10%), las ocasionadas por fumadores (9%), la quema de basura y lotes (8%) y las fogatas de los paseantes (2%).

Manejo del fuego en la REBIEN

Uno de los objetivos primordiales por parte de la CONANP, ha sido precisamente el de fortalecer el manejo del fuego enfatizando en las actividades permanentes de prevención, participación social y coordinación interinstitucional, alentando especialmente al sector social en los programas de reforestación, prevención y combate de incendios. Para ello se ha implementado estrategias de manejo del fuego que contemplan: prevención, combate y control de incendios forestales en la REBIEN (Cuadro 1) con la finalidad de detener la incidencia de estos e intervenir ante los probables efectos catastróficos que pudieran provocar.

Cuadro 1. Acciones implementadas por la CONANP para reducir y controlar los incendios forestales en la REBIEN, Chiapas (SEMARNAP, 1999).

ACCIÓN	PLAZO			UBICACIÓN
	CORTO	MEDIANO	LARGO	
Capacitación al personal de protección y vigilancia sobre las técnicas y conocimientos básicos de prevención, control y combate de incendios forestales.	✓	✓		Toda la Reserva.
Realización de talleres de capacitación para comunidades rurales sobre técnicas de prevención, control y combate de incendios forestales.	✓	✓	✓	Comunidades de la Reserva
Con apoyo de Sistemas de información Geográfica (SIG) han elaborado mapas a fin de establecer las áreas críticas en la Reserva donde exista una incidencia periódica de incendios forestales.	✓	✓		Toda la Reserva.

Gestión y sobrevuelos mensuales durante la temporada de incendios a fin de localizar las áreas siniestradas.	✓	✓	✓	Toda la Reserva
Trabajo coordinado de los tres niveles de Gobierno y en particular con autoridades encargadas de la materia forestal, a fin de establecer convenios de cooperación para la prevención de incendios forestales.	✓	✓	✓	Toda la Reserva
Han dado a conocer a las comunidades rurales la normatividad en materia de prevención, control y combate de incendios forestales.	✓	✓		Municipios de la Reserva
Mantener presencia institucional en las zonas de altos riesgo por incendios forestales.	✓	✓	✓	Municipios de la Reserva
Gestión de recursos económicos para la capacitación, compra de herramientas y equipo a utilizar durante el control y combate de incendios forestales.	✓	✓		Toda la Reserva

Dentro de los principales objetivos de la CONANP (2011) para el manejo integral del fuego para prevenir incendios forestales, se citan los siguientes:

- a) reducir la incidencia de los incendios forestales a través del fortalecimiento de las campañas de prevención, alentando la participación social y la coordinación interinstitucional para la protección y conservación de los recursos naturales;
- b) reducir el número y superficie siniestradas por la presencia de los incendios forestales para el área;
- c) insertar al sector social en las labores de prevención, control y combate de los incendios forestales;
- d) aplicar un programa de monitoreo de factores (indicadores) bióticos y socioeconómicos, dentro del área y zona de influencia del uso del fuego para distintas actividades;
- e) establecer condiciones necesarias para conocer de manera precisa las características y las tendencias biológicas, climatológicas e hidrológicas de los ecosistemas, de manera que proporcionen lineamientos para el aprovechamiento, manejo y conservación de los recursos naturales mediante un manejo integrado del fuego que permita instrumentar medidas de prevención y control de las amenazas de incendios que están impactando a la Reserva;
- f) realizar un monitoreo socioeconómico que nos permita identificar las actividades humanas y detectar las necesidades de los sectores público, privado y social para lograr de esta manera el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sin la necesidad de usar el fuego para las actividades productivas de las comunidades que forman parte del polígono de la reserva;
- g) difundir periódicamente los resultados de las actividades de monitoreo de uso del fuego a todas las instituciones que estén trabajando en el área así como a los pobladores locales y de esta manera poder implementar medidas conjuntas con las comunidades para llevar a cabo labores de restauración, prevención y conservación de los ecosistemas.

Manejo Integral del Fuego: un nuevo concepto de manejo

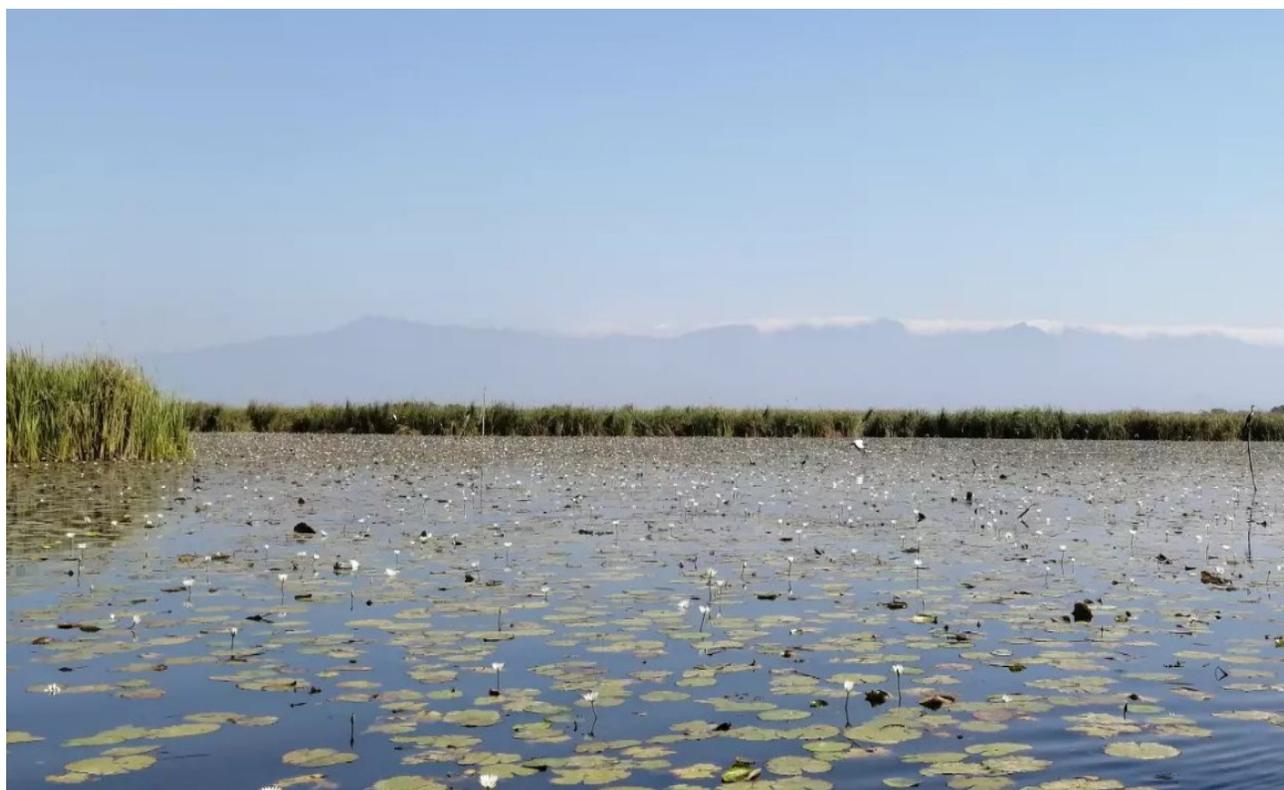
El manejo integral del fuego, consiste en el desarrollo de estrategias que aportan información valiosa que permite planificar y controlar el fuego en cualquier ecosistema y la determinación del riesgo relativo de incendio forestal grave es el primer paso de un análisis de prevención de incendios considerando el elemento social (Haight et al., 2004).

Para el caso de Áreas Naturales Protegidas y particularmente los humedales costeros, el principio de manejo de fuego debe contemplar tres dimensiones principales:

- a) La ecología del fuego; es decir, el efecto y la relación que tiene el fuego en los ecosistemas y en las especies
- b) La cultura del uso de fuego: percepción de las comunidades y usos del fuego por diversos actores y como esta cultura puede ayudar a lograr el manejo.
- c) El Régimen del fuego: frecuencia e intensidad de los incendios forestales en un ecosistema o grupos de ecosistemas.

Jardel (2008) propone tres tipos de intervenciones para lograr el manejo de fuego: 1) Intervenciones técnicas: Prevención física, supresión y restauración de áreas quemadas; 2) Intervenciones institucionales: Planificación y evaluación participativa del manejo del fuego, organización de prevención; 3) Intervenciones comunicativas: campañas de educación ambiental, divulgación de resultados y sistemas de información y monitoreo.

En este marco, el principio de Manejo del Fuego en Áreas Protegidas tiene como elementos centrales lograr la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, mediante la recuperación del papel



Reserva Biósfera La Encrucijada / Imagen de Unesco.org



Reserva Biósfera La Encrucijada / Imagen de Unesco.org

ecológico del fuego y el despliegue de las actividades de supresión de incendios que se requieran para mantener la integridad ecológica de las áreas bajo protección y sus valores económicos y culturales.

Referencias.

- CONABIO. (2007). Programa de manejo y prevención de incendios forestales en las Reservas La encrucijada, El Triunfo y El Ocote.
- CONANP. (2006). Programa de manejo integrado del fuego. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- CONANP. (2011). Estrategia y Lineamientos de Manejo del Fuego en Áreas Naturales Protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 36 pp.
- CONANP. (2014). Estadísticas de incendios Forestales en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada, Chiapas, México.
- Haight, R. G., Cleland, D. T., Hammer, R. B., Radeloff, V. C. & Rupp, T. S. (2004). Assessing Fire Risk in the Wildland-Urban Interface. *Journal of Forestry*, (November), pp.41–48.
- Jardel, E.J. (2008). Sucesión ecológica y restauración de bosques subtropicales de montaña en la Estación científica Las Joyas, México. En: M. González Espinoza, J.M. R. Benayes y N. Ramírez Marcial (Edj). 2008.
- NPS. (2009). Fire Management Plan Template-Detailed Guidance-Reference Manual 18 Chapter 4 Fire Management Plans. Wildland Fire Management. Reference Manual – DO-1820. National Park Service. USA. 50-60 p.
- SEMARNAP. (1999). Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera La encrucijada, Chiapas. Instituto Nacional de Ecología. Tlacopac, México, D.F.



Revista de Ciencias Agroalimentarias y Biotecnología
Revista de Divulgación Científica de la Facultad de Agronomía - UANL
Volumen 1 / Número 2 / Mayo - Agosto / 2024