

# Sistemas de producción primaria fundamentados en la agroecología, la agrobiodiversidad y la bioética para avanzar hacia una producción sostenible

---

Primary Production Systems Based on Agroecology, Agrobiodiversity and Bioethics to Proceed Towards Sustainable Production

*Mark Schoor\**  
*Ana Patricia Arenas Salazar\*\**

---

\* Doctorante del posgrado en Ingeniería en Biosistemas con línea de investigación en Diseño y análisis de biosistemas por la UAQ. Docente en la Facultad de Ingeniería de la misma universidad. Correo electrónico: lic.mark.schoor@gmail.com.

\*\* Doctorante del posgrado en Ingeniería en Biosistemas con línea de investigación en Nutracéuticos, Metabolitos y Valor agregado por la UAQ. Docente en la Facultad de Ingeniería de la misma universidad. Correo electrónico: ana.arenaslnc@gmail.com.

## Resumen

En la actualidad los sistemas de producción primaria de alimentos son fuertemente criticados debido a que los métodos de producción implementados en la revolución verde no han cumplido con todo lo acordado. Sin mencionar cómo todas estas situaciones propician un debate filosófico desde la bioética. El objetivo de esta revisión es presentar la situación actual en cuanto a estas prácticas y el posible abordaje que plantean diferentes autores para un manejo adecuado, o sustentable desde una perspectiva interdisciplinaria. Este documento presenta un análisis del impacto que han tenido los avances biotecnológicos en los últimos años para llegar a un manejo sostenible de estos sistemas de producción. Se llegó a la conclusión que la agricultura ecológica tradicional de pequeños productores en zonas rurales fue y debería ser la base cultural de producción, en conjunto con nuevas tecnologías para poder desarrollar sistemas de producción primaria sostenibles con conciencia social, ética, ecológica y económica, en beneficio de todos.

**Palabras clave:** Producción tradicional, revolución verde, seguridad alimentaria, sistema sostenible, zonas rurales.

## Abstract

Nowadays, primary food production systems are strongly criticized because of the production methods implemented during the green revolution which have not complied with everything agreed in its process. Without noticed, how all these situations lead to a bioethical philosophical debate. The objective of this review is to present the current situation regarding these practices and the possible approach proposed by different authors for an adequate or sustainable management based on an interdisciplinary perspective. This document presents an analysis of the impact that biotechnological advances have had to achieve a sustainable management of these production systems in recent years. It was concluded that the traditional way of ecological agriculture of small producers in rural areas was and should be the cultural base of production due with new technologies in order to develop sustainable primary production systems contemplating social, ethical, ecological, and economic conscience, in benefit of each and everyone.

**Key words:** Traditional agriculture, green revolution, food security, sustainable systems, rural areas.

## Introducción

La comunidad humana tiene desde su existencia la necesidad de alimentarse como un principio para su autoconservación (Dussel, 1973), y para evitar entrar en condiciones de vulnerabilidad no solo de la corporalidad, sino también de un apoderamiento de los sistemas de producción de alimentos por particulares, perdiendo así el control sobre el mismo (Lecaros Urzúa, 2013).

Para poder alimentar una sociedad es importante construir sistemas capaces de generar productos nutritivos (Di Clemente, Hernández Moggollón y López-Guzmán 2014), para satisfacer las necesidades de los seres humanos y garantizar su sobrevivencia, respetando el derecho universal de tener acceso a alimentos (FAO 2021).

El inicio de la explotación de diferentes granos criollos en el neolítico (Fernández, Pujol y Maher 2012) y la transición a la agricultura, dio inicio a los sistemas de producción primaria con la generación y producción de recursos alimenticios frescos y crudos (Félix-Flores, 2017). La agricultura en sus diferentes métodos de aplicación, tras la domesticación y una selección de cultivos para obtener una mayor productividad agrícola, puede garantizar el abastecimiento de la población (Fuller *et al.*, 2014). Desde la antigüedad se han desarrollado diferentes actividades de la producción primaria que están relacionadas con la cosecha, el manejo, el almacenamiento, el procesamiento, la transformación y la distribución de productos con fines alimenticios (Mercado-Cuevas 2019, Silva-Chang 2018), pero en diferentes líneas de tiempo, usando diferentes sistemas y métodos de producción desarrollados por las diferentes civilizaciones alrededor del mundo (Wells y Stock, 2020). Las culturas antiguas de África (hace 4500 años), Asia (hace 4000 años), Mesopotamia (hace 3000 años) y Europa (imperio romano hace 1700 años) desarrollaron los primeros sistemas de hidroponía, acuicultura, piscicultura y acuaponía.

Posteriormente se abrió paso a los sistemas convencionales de agricultura como son los monocultivos a escalas mayores, con una explotación intensiva de los recursos agrícolas. A partir del siglo XX, el detonante de los cambios en los sistemas de producción de alimentos

fue la revolución verde, la cual marca el avance biotecnológico de nuevas variedades de cultivos, pero sin tener un cambio significativo en las prácticas asociadas a la explotación intensiva permitida por el riego y el uso masivo de fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas, tractores y otra maquinaria pesada (Ceccon 2008, Gutiérrez Núñez 2020).

Este mal manejo presente en los sistemas intensivos agrícolas ha ocasionado un impacto negativo al medio ambiente, es por esta razón que la ética medioambiental reflexiona sobre la responsabilidad de la humanidad con la naturaleza, los seres vivos y las futuras generaciones donde el enfoque debe estar en cuidado del ser vulnerable y los principios de justicia ecológica. Dicha ética ha sido afectada en los últimos dos siglos (Lecaros Urzúa, 2013).

El propósito de esta revisión es mostrar el impacto ecológico y socioeconómico causado por el manejo agrícola actual de los sistemas de producción primaria, lo cual puede poner las zonas rurales en situaciones vulnerables por la producción masiva y los daños ambientales que se generan, además de la dependencia de empresas semilleras que constituyen monopolios dentro del mercado internacional. Cabe mencionar que todas estas situaciones pueden comprometer la seguridad alimentaria de dichas regiones. En relación con lo anterior, diferentes autores proponen un manejo agrícola que este más acorde al cuidado al medio ambiente y al bien común de la sociedad.

## **Impacto de la revolución verde a lo largo del tiempo**

El análisis de Aldo Leopold planteó que el bienestar de la tierra y la sobrevivencia de sus habitantes (Worster, 1996) solo se garantiza si el ecosistema es capaz de reponerse y sobrepasar los daños de la explotación económica de la naturaleza causada por los humanos (Wilches Flórez, 2011).

La revolución verde ha permitido generar altas tasas de rendimiento agrícola y una mejor productividad a base de métodos de altas tecnologías de producción y de manera extensiva a grandes escalas usando la ingeniería genética con la selección de variedades de cultivos que pro-

meten mayores rendimientos (Ceccon, 2008). Dicha revolución se presentó en tres etapas. La primera fue la domesticación inicial de las principales especies vegetales en el neolítico. Aun si no se le considera como una parte de la revolución tal cual por la duración del proceso, es una etapa importante en la producción de alimentos (García Olmedo, 1999) y la creación de asentamientos de los seres humanos. La segunda etapa (en los años cincuenta) fue la selección genética de los cultivos de alto rendimiento para implementar el manejo de una explotación intensiva, la cual conlleva un alto uso de agroquímicos y maquinaria pesada (Ceccon, 2008). La tercera etapa (la de los años noventa) se dio con la investigación y el desarrollo de variedades transgénicas con ayuda de la ingeniería genética o biología molecular aplicada en la práctica del ADN de los cultivos. Dicha tecnología se desarrolló a partir de la manipulación y el cruce interespecífico de los genes de las especies de interés. En esta tercera etapa era claro el objetivo que se perseguía: proporcionar seguridad alimentaria a la población, satisfacer la demanda de recursos con la optimización de estos hacia un alto rendimiento y la resistencia a plagas (Alba *et al.*, 2013).

La revolución verde logró la implementación de nuevas tecnologías dentro de un proceso de agroindustrialización (Chilón Camacho, 2017) y para la mejora de la seguridad alimentaria (Holt-Giménez y Altieri, 2013). Sin embargo, hasta cierto grado este movimiento no puede cumplir con la minimización del riesgo que conlleva la alta aplicación de agroquímicos que pueden afectar a la salud humana y a los cultivos por contacto directo o ingestión (Chilón Camacho, 2017, Carson 2005). Los suelos presentan perturbaciones de los microorganismos que son los responsables para la nitrificación y la afectación de las bacterias y hongos benéficos por causa de la aplicación de insecticidas (Chilón Camacho, 2017).

Cabe destacar que en ninguna de estas etapas se consideró el concepto de bioética. No es sino hasta en este siglo XXI que se empieza a reflexionar sobre diferentes conceptos que la involucran, debido a una crisis en el sector primario que afecta a la seguridad alimentaria, al innegable daño al medio ambiente, diferentes problemas de índole socioeconómicos y políticos, como la desigualdad en el acceso a tecnologías y dependencia a diferentes industrias productoras.

## Afectaciones a la seguridad alimentaria

Las políticas públicas de México y en otras partes del mundo, han detectado un problema persistente: una desigualdad de la repartición de los recursos dentro de la población, lo cual incluye también la seguridad alimentaria y el acceso a fuentes alimenticias. Además, se tiene una capacidad limitada en el acceso a métodos de producción para mejorar la productividad en diferentes sectores claves de la economía (Gómez Oliver y Tacuba Santos, 2017). Esto trae como consecuencia la adquisición de productos provenientes del extranjero, lo cual afecta el aprovechamiento de los productos locales provenientes de comunidades de zonas rurales de nuestro país, provocando así una dependencia de importación de productos alimenticios (Secretaría de Bienestar, 2019).

La seguridad alimentaria en México depende de la zona geográfica de la cual se está hablando, urbana o rural, y la infraestructura que conecta la zona con los centros de abasto. El abastecimiento de las zonas urbanas tiene un mayor porcentaje de satisfacción que las zonas rurales. Aun si las mismas cuentan con la producción agrícola, no son autosuficientes y sus habitantes no tienen más opción que consumir los productos importados a la zona con un valor económico más elevado, siendo así poco accesibles para algunos (ENSANUT, 2018; FAO, 2019; Galán Ramírez, 2021).

El suministro de alimentos a las familias va a depender del tipo de agricultura familiar, de los cuales existen tres tipos: los agricultores orientados en el autoconsumo que son dueños de tierra fértil, pero con ingresos insuficientes que los obliga a obtener otra fuente de ingresos aparte de su producción familiar (agricultura de subsistencia). El segundo tipo es el agricultor que depende de su propia cosecha en sus tierras y lo utiliza para venta o autoconsumo, con dificultad de aumentar los márgenes de producción y una inestabilidad productiva (agricultura de transición). El último tipo es la agricultura familiar que tiene un fuerte sustento en la producción con altos márgenes de rendimiento, así como el acceso a tecnología, mercados y el capital para posibles expansiones (agricultura consolidada) (Martínez Valdés, Mercado Mancera, Rivera Custodio y Virgilio Méndez, 2020; Baquero, Fazzoney Falconi, 2007).

Dentro de estos conceptos se puede encontrar que la agricultura familiar en México se concentra en los primeros dos tipos, que en su mayoría son agricultores que producen alimentos para la familia con el manejo tradicional de hortalizas y plantas medicinales y una venta local de excedentes de la producción, lo cual no siempre es evidente (Martínez Valdés, *et al.*, 2020). Esto demuestra que la seguridad alimentaria en zonas rurales está limitada por el acceso a recursos que permiten el aumento de la producción.

En estas zonas, la base de la agricultura familiar es el traspaso de los conocimientos y el manejo de las semillas con un enfoque en el cuidado del medio ambiente, que implica que la explotación agropecuaria no posea límites físicos definidos (Sales y Guida-Johnson, 2018) y el aporte a la nutrición (Carmagnani, 2008).

Las autoridades en México en conjunto con las Naciones Unidas han implementado programas para beneficiar familias vulnerables e implementar asesoría técnica para promover la producción para el autoconsumo y mejorar el acceso a fuentes de alimentos (Cruz Morales y Pérez Gómez, 2018).

## **Industrialización de la agricultura y su impacto socioeconómico-ambiental**

Antes de la revolución verde, la agricultura de los pequeños productores se basaba en la gestión del agroecosistema en lugar de un enfoque en los insumos externos, representando así una barrera a las tecnologías que proponía este movimiento.

El inicio de la primera revolución verde atrajo a millones de pequeños agricultores, muchos de los cuales terminaron siendo expulsados de la agricultura por agricultores que contaban con mayor poder adquisitivo y así podían obtener mejor tecnología y terrenos. O también algunos de ellos dejaron de percibir recursos en el momento en el que sus tierras se volvieron estériles y los créditos del subsidio desaparecieron (Morales Zavaleta, 2019).

En los años setenta fue evidente que la agricultura de capital intensivo aceleró la expansión industrial, resultando en la diferenciación y el desplazamiento de los campesinos y la subsunción de la agricultura campesina a la agricultura capitalista (Halperin, 1982) y a una economía lineal (Martínez Sepúlveda, 2021).

Cuando las pequeñas granjas comenzaron a desaparecer usando los métodos de la revolución verde, en esta misma década más del 70 por ciento de la agrobiodiversidad del mundo que se mantenía en los agroecosistemas de los pequeños agricultores se perdió de la agricultura (Rapallo y Rivera, 2019). Debido a estas problemáticas muchos agricultores volvieron a pensar en la agroecología en un esfuerzo por restaurar la materia orgánica de la tierra, conservar el agua, restaurar la biodiversidad agrícola y manejar las plagas (Altieri, 2004).

Desde principios de los años ochenta, cientos de organizaciones no gubernamentales (ONG's) han promovido en muchos países proyectos de agroecología que incorporan elementos de los conocimientos tradicionales con la nueva ciencia de la agroecología (Pretty, 1995; Uphoff, 2002; Epule Epule, 2019).

La FAO (2021) define esta ciencia como la que estudia cómo los diferentes componentes del agroecosistema interactúan y la describe como un conjunto de prácticas y movimientos sociales, que busca sistemas agrícolas sostenibles que optimizan y estabilizan la producción. Al implementarse esta nueva ciencia a la biotecnología ya existente, se pretenden resolver los problemas antes mencionados. Sin embargo, en los últimos 30 años existen varios autores de diferentes perspectivas científicas que expresan su inconformidad con lo que se ha logrado hasta el día de hoy y sigue la crítica hacia la biotecnología por no haber cumplido con lo que estaba predispuesto, como el beneficio a los pequeños agricultores y mejorar la soberanía y seguridad alimentaria, la promesa de que la biotecnología no atentará contra la soberanía ecológica del tercer mundo, que conducirá a la conservación de la biodiversidad y que la biotecnología no es ecológicamente dañina y dará origen a una agricultura sustentable libre de químicos (Hindmarsh, 1991; Krimsky y Wrubel, 1996; Altieri, 2000; Altieri, 2003; Pérez-Salazar, 2020).

Es a partir de estos factores que surge la necesidad de volver a los sistemas de producción primaria de la antigüedad; el aumento de la po-

blación a nivel mundial hace que haya una mayor escasez de recursos hídricos en algunos países y la pérdida de la biodiversidad que afectan a la agricultura (Collaguazo Cañar, 2019) que en su mayoría se encuentra en regiones rurales.

Un concepto que surge después de esta ciencia es la agrobiodiversidad, la cual surge de un contexto interdisciplinario que envuelve diversas ciencias como la agronomía, antropología, ecología, botánica, genética, biología de la conservación, entre otras. Se encarga de estudiar la relación que existe entre las sociedades humanas, las plantas cultivadas y los ambientes en que conviven, teniendo un impacto en las políticas de conservación de los ecosistemas cultivados, en la promoción de la seguridad alimentaria, en la inclusión social y en el desarrollo local sostenible (Bergel, 2017).

## **La bioética como modulador de la sostenibilidad**

La ética siendo una disciplina que estudia el por qué del comportamiento humano, lo que se considera bueno o malo y lo que analiza las acciones que nos llevan a hacer “el bien” etcétera, y la importancia de los valores no epistémicos en la ciencia (aspectos sociales, políticos y/o personales del ecosistema científico) (Douglas, 2009), y debería ser una parte integral de las actividades científicas. En este sentido, la bioética aborda la ética que concierne al conocimiento biológico y a la ciencia de los sistemas vivos (Dickens, 2005). Estos dos conceptos deben guiar todos los puntos a tomar en cuenta al momento de implementar cualquier biotecnología agrícola, en otras palabras, todo el desarrollo de la investigación de nuevas tecnologías debe estar fundamentada en la fusión de esta disciplina, teniendo en cuenta los principios de la bioética (autonomía, no maleficencia, beneficencia, justicia, proporcionalidad, sostenibilidad y responsabilidad), los cuales serán fundamentales para comprender la situación actual de la evaluación ética (Mephram, 2005).

Dichos valores y principios hacen que la bioética se involucre indirectamente con el hecho de que un sistema de producción primaria se nombre sostenible. Lo anterior implica que el sistema de prácticas agrícolas

sea ecológico, basado en innovaciones científicas a través de las cuales es posible producir alimentos saludables con los recursos de los cuales dispone una región, dando como resultado prácticas respetuosas para el suelo, aire, agua, y respetando los derechos, salud de los agricultores y ver la posibilidad de incluir una economía circular (Santilli, 2009).

Algunos principios éticos y morales que revisa la bioética desde su perspectiva filosófica para entenderlo en este contexto son, por ejemplo, la necesidad básica para la supervivencia, como la de alimentarse, la cual se manifiesta como una exigencia moral del individuo (Morin, 2006). Debido a que existen repercusiones al entorno, se plantea ir hacia una ética de la sostenibilidad que, si bien está basada en la incertidumbre, insta un principio máximo de responsabilidad no solo individual, sino colectiva. Es en este punto que la ética se presenta como un punto importante para el ser humano, y es un principio de solidaridad con el otro.

Esta necesidad de alimentarse es un principio de autoconservación (Dussel, 1973), lo cual coloca al ser humano en una posición frágil, debido a que no es posible garantizar la vida mientras se sienta hambre, y por ende, no se pueden realizar las otras cualidades inherentes al ser humano. Esta condición de vulnerabilidad de la corporalidad abre las puertas a que en este caso las grandes agroindustrias (opresor) puedan ejercer control en la medida en que se apoderen de los sistemas de producción de los alimentos. De esto surge la necesidad de una ética de la liberación donde el oprimido (los pequeños productores) se hace consciente de la dominación y, por lo tanto, busca que se modifique la noción individualista del derecho y se transita hacia un ser ético que considere prácticas de vida más cordiales y conscientes con el entorno.

Por lo tanto, la producción de alimentos va en conjunto con la importancia de los recursos naturales, siendo los productos alimenticios parte de la misma, lo cual implica que el uso de los recursos debe ser legítimo (FAO, 2021) y preservarlos para futuras generaciones (Asenjo-Alarcón, 2021). El consenso común de valorar a la propia naturaleza y su diversidad biológica es fundamental para la implementación de sistemas sostenibles, para la protección del medio ambiente, obtener un impacto positivo a aspectos socioeconómicos y en la seguridad alimentaria (Martínez-Valdés, 2020).

Hoy en día para asegurar nuestra seguridad alimentaria y producir los bienes alimenticios de una manera sostenible es importante iniciar el proceso de transición de eliminar el sistema más usado por muchos años que es la producción de alimentos bajo el concepto de manera lineal. Este sistema implica una producción a base de extraer la materia prima, fabricar el producto, el consumo del mismo y tirar los residuos (Martínez y Porcelli, 2018). En cambio, conviene adaptar una producción en sistemas circulares basado en un concepto de sociedad-producción-consumo, el cual intenta reusar por completo o parcialmente desechos de procesos de producción para generar un producto secundario y a su vez optimizar el uso de los recursos naturales respetando la velocidad regenerativa del medio ambiente (Korhonen, Nuur, Feldmann y Birkie, 2018).

Otro ejemplo relacionado a la bioética aplicada en la investigación es la promoción del uso responsable de la biotecnología agrícola. Esto en relación con las variedades de cultivos transgénicos, los cuales desde el principio y hasta hoy están rodeados de dilemas éticos y controversias sobre riesgos y beneficios (Bartkowski, Theesfeld, Pirscher, Timaeus, 2018). Debido a que existe una falta de información clara a la población en general sobre estas prácticas agrícolas, se propicia la desconfianza en su integración. El análisis integral de riesgos/beneficios requiere una comunicación sólida y ética entre los investigadores y las partes a las que directamente obtendrán el beneficio. La aceptación de la biotecnología agrícola puede crecer con la confianza de la población en la ciencia mediante la información y evaluación de la comprensión pública de la ciencia y la tecnología, basado en que ningún descubrimiento científico puede tener un impacto a menos que las personas aprendan sobre ellos (Martinez-Conde y Macknik, 2017) y sobretodo que puedan ser reproducibles.

## Conclusión

Tal como lo mencionó Leopold en 1949 (2014) sin conocer aun la mejora genética de las semillas ni los alimentos transgénicos, la revolución

verde ha traído algunas ventajas, pero aún nos encontramos en una posición lejos de realmente mejorar en cuestiones de seguridad alimentaria, ética y moralmente no se ha mostrado una conciencia ecológica y convicción de responsabilidad individual por el cuidado de la tierra, además de darle la posibilidad de renovarse a sí misma. Conjuntamente, en una sociedad inmersa en actividades económicas con potencial dañino para el medio ambiente y a la salud humana, se debe de dar un enfoque preventivo basado en el principio de precaución (Lecaros Urzúa, 2013).

En este aspecto, Riechmann y Tickner (2002) señalan que los principios estratégicos para la sociedad deben ser la actuación previa a actividades riesgosas y disponer de pruebas científicas para definir los riesgos que implica una actividad. Esto quiere decir que la ciencia genera suficiente tiempo para una revisión y la corrección de errores e intensifica la búsqueda de tecnologías nuevas y productos alternos sin riesgo o con un riesgo mínimo.

Para apoyar al desarrollo de nuevas tecnologías y rescatar la agrobiodiversidad es importante el desarrollo y apoyo a proyectos que tengan un fin común, así como el cuidado del medio ambiente y el aporte socioeconómico para los productores.

Uno de los proyectos que destaca es la creación de Bancos Comunitarios de Semillas Criollas creado en Costa Rica (Rivas Platero *et al.*, 2013), con el fin de crear una reserva de semillas que tienen las características de ser semillas sanas, además accesibles para los agricultores en su compra y de esta manera rompiendo la dependencia de grandes casas semilleras. Por otro lado, los agricultores tienen la oportunidad de depositar semillas locales que ellos mismos utilizan, los cuales son semillas aclimatadas a las condiciones regionales o pueden ser investigados bajo un soporte científico y de esta manera fomentar el rescate de las diferentes especies silvestres.

Otra respuesta para llevar la agricultura a una mayor sustentabilidad es el uso de bioracionales para la trata de plagas de insectos, fungicidas, nematicidas y herbicidas y enfermedades de las plantas (Shankar y Tripathi, 2021). Las diferentes variedades de productos naturales que tienen la capacidad de fungir como insecticida son compuestos naturales que interfieren en los procesos fisiológicos de las plantas con el fin de proteger de insectos, patógenos o herbívoros, cuidando así el medio

ambiente (Isman y Akhtar, 2007), siendo un sustituto adecuado de los pesticidas químicos (Shankar y Tripathi, 2021).

La base de los pesticidas bioracionales son derivados de plantas, minerales y microbios vivos (microorganismos de virus, bacterias, hongos o protozoos) (Eilenberg, Hajek y Lomer, 2001).

Una segunda opción efectiva para el control de plagas es el uso del grupo de moléculas señalizadores de los semioquímicos que son emitidos por plantas e insectos influyendo en el comportamiento de los organismos, sea de la misma especie o de una especie diferente (Wahengbam, Bhushan, Patil y Pathma, 2021).

Aun si los productos bioracionales son factibles para una agricultura más sustentable la barrera que tienen los agricultores para aplicar dichos productos en el campo es el alto costo que conllevan (Shankar y Tripathi, 2021), es por esta razón que deberá evaluarse en cada comunidad según los marcadores de la sostenibilidad.

Finalmente, la agricultura tradicional de los pequeños productores en las zonas rurales fue la base cultural de los métodos de producción y la conciencia ecológica que dio inicio a lo que conocemos hoy en día como la ciencia de la agroecología. Por lo tanto, la biotecnología no debe de pasar por alto los conceptos de aquellos que los constituyeron y debe de adoptar conceptos nuevos como la agroecología, la agrobiodiversidad y la bioética. Conceptos que se basan en sistemas de producción antiguos con técnicas actualizadas y más definidas para obtener márgenes de producción satisfactorios y un impacto ecológico inferior tras las buenas prácticas implementadas. Además, se puede construir una base para el desarrollo de sistemas verdaderamente sostenibles que incorporen el cuidado del medio ambiente, la innovación de tecnologías, teniendo un impacto educativo social y al final un impacto económico para los agricultores en su implementación; ya sea de autoconsumo o para una venta regional.

Todos estos aspectos bajo la aplicación del razonamiento ético y su respectiva toma de decisiones pueden anticipar y abordar mejor los desafíos éticos planteados por la biotecnología agrícola y promover la innovación en el campo (Harfouche, *et al.* 2021).

## Bibliografía

- Alba, Á., Á. Burgos, J. Cárdenas, K. Lara, A. Sierra y G. A. Montoya Rojas (2013). Research Panorama on the Second Green Revolution in the World and Colombia. *TECCIENCIA*, 8 (15), 49-64. <https://doi.org/10.18180/tecciencia.2013.15.6>
- Altieri, M. (2004). Linking Ecologists and Traditional Farmers in the Search for Sustainable Agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2 (1), 35-42. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0035:LEATFI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0035:LEATFI]2.0.CO;2)
- Altieri, M. A. (2000). The Ecological Impacts of Transgenic Crops on Agroecosystem Health. *Ecosystem Health*, (6), 13-23.
- Altieri, M. A. (2003). Dimensiones éticas de la crítica agroecológica a la biotecnología agrícola. *Acta bioethica*, 9 (1), 47-61. <https://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2003000100005>
- Asenjo Alarcón, J. (2021). Reflexión sobre una política pública para la gestión y control ambiental. *Rev. Recien*. 10 (1), 37-47. Disponible en: <https://revista.ccp.org.pe/index.php/RECIEN/article/view/59/72>
- Baquero, F. S., M. R. Fazzone y C. Falconi (2007). Políticas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a1244s.pdf>
- Bartkowski, B., I. Theesfeld, F. Pirscher y J. Timaeus (2018). Snipping around for Food: Economic, Ethical and Policy Implications of CRISPR/Cas Genome Editing. *Geoforum*, (96), 172-180. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.07.017>
- Bergel, S. D. (2017). La agrobiodiversidad como tema bioético. *Alegatos*, (96).
- Carmagnani, M. (2008). La agricultura familiar en América Latina. *Problemas del desarrollo*, 39 (153), 11-56. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S030170362008000200002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S030170362008000200002&lng=es&tlng=es)
- Carson, R. (2005). *La primavera silenciosa*, Madrid: Crítica.
- Ceccon, E. (2008). La revolución verde tragedia en dos actos. *Ciencias*, 1 (91), 21-29. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/644/64411463004.pdf>
- Chilón Camacho, E. (2017). Revolución verde. *Agricultura y suelos, aportes y controversias*. 3 (3). Disponible en: <http://www.ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/174>

- Collaguazo Cañar, R. C. (2019). Revisión de métodos para medir la sostenibilidad agraria para el sistema de producción cacao (Examen complejo). UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. Machala: Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14665>
- Cruz Morales, J., y J. G. Pérez Gómez (2018). Seguridad, diversidad y alimentos culturalmente preferidos por familias rurales de municipios marginados de Chiapas, México. *Geografía Agrícola*, (61). <https://doi.org/10.5154/r.rga.2017.61.05>
- Dickens, B. (2005) International Bioethics: Reaching Beyond National Borders. *Lancet* (366), 195-196. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66892-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66892-4)
- Di Clemente, E., J. M. Hernández Mogollón y T. López-Guzmán (2014). La gastronomía como patrimonio cultural y motor del desarrollo turístico. Un análisis DAFO para Extremadura. *Tejuelo. Didáctica de la Lengua y la Literatura. Educación*, (9), 817-833.
- Douglas, H. (2009). *Science, Policy, and the Value-free Ideal*. University of Pittsburgh Press.
- Dussel, E. (1973). *Para una ética de la liberación latinoamericana*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- Eilenberg, J., A. Hajek y C. Lomer (2001). Suggestions for Unifying the Terminology in Biological Control. *Biocontrol*, (46), 387-400. <https://doi.org/10.1023/A:1014193329979>
- ENSANUT (2018).
- Epule Epule, T. (2019). Contribution of Organic Farming Towards Global Food Security: An Overview. *Organic Farming*. El sevier. <http://10.1016/B978-0-12-813272-2.00001-X>
- FAO (2019). El sistema alimentario en México - Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Ciudad de México. Disponible en: <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CA2910ES/>
- FAO (2021). La ética en la alimentación y la agricultura. Disponible en: <https://www.fao.org/3/x9601s/x9601s03.htm>
- Félix Flores, E. (2017). *Análisis de la cadena de abastecimiento de la leche y su impacto en el índice de precios al consumidor en la ciudad de Quito en el período 2016 al 2017*. Ecuador: Universidad Internacional SEK Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas. Disponible en: <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2706>

- Fernández, N., E. Pujol y E. Maher (2012). *Los plaguicidas aquí y ahora*. Buenos Aires: Ciencias Naturales. Disponible en: <http://repositorio.educacion.gov.ar:8080/dspace/handle/123456789/110363>
- Fuller, D. Q., T. Denham, M. Arroyo-Kalina, L. Lucas, C. J. Stevens, L. Qin, R. G. Allaby, M. D. Purugganan (2014). Convergent Evolution and Parallelism in Plant Domestication Revealed by An Expanding Archaeological Record. *PNAS*, 111 (17). Disponible en: <http://10.1073/pnas.1308937110>
- Galán Ramírez, G. A. (2021). Patrón de alimentación en México. *Alimentación para la Salud*. Disponible en: <https://alimentacionysalud.unam.mx/patron-de-alimentacion-en-mexico/>
- García Olmedo, F. (1999). La tercera revolución verde. En: XV Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Disponible en: <http://fundacionfedna.org/sites/default/files/99CAPI.pdf>
- Gómez Oliver, L., y A. Tacuba Santos (2017). La política de desarrollo rural en México. ¿Existe correspondencia entre lo formal y lo real?. *Economía UNAM* 14 (42). Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eunam/v14n42/1665-952X-eunam-14-42-93.pdf>
- Gutiérrez Núñez, N. L. (2020). Revolución verde en los suelos agrícolas de México. Ciencia, políticas públicas y agricultura del maíz, 1943-1961. *Mundo Agrario*, 21 (47). <https://doi.org/10.24215/15155994e142>
- Halperin, M. (1982). The Agrarian Question and Reformism in Latin America. *Canadian Journal of Political Science*, 15 (4), 861-862. doi:10.1017/S0008423900052379.
- Harfouche A. L., V. Petousi, R. Mailan, J. Sweet, T. Twardowski y A. Altman (2021). Promoting Ethically Responsible Use of Agricultural Biotechnology. *Trends in Plant Science*, 26 (6), 546-559. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2020.12.015>.
- Hindmarsh R. (1991). The Flawed “Sustainable” Promise of Genetic Engineering. *The Ecologist*, (21), 196-205.
- Holt-Giménez E., y M. A. Altieri (2013). Agroecología, soberanía alimentaria y la nueva revolución verde. *Agroecología*, 8 (2), 65-72. Disponible en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/212201>
- Isman, M. B., e Y. Akhtar (2007). Plant Natural Products As a Source for Developing Environmentally Acceptable Insecticides. En R. Ishaaya I Nauen y A. R. Horowitz (eds.). *Insecticides Design Using Advanced Technologies* (pp. 235-248). Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-46907-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-540-46907-0_10)

- Korhonen, J., C. Nuur, A. Feldmann, S. E. Birkie (2018). Circular Economy As an Essentially Contested Concept. *Journal of Cleaner Production*, 175 (20), 544-552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>
- Krimsky, S., y R. P. Wrubel (1996). *Agricultural Biotechnology and the Environment: Science, Policy and Social Issues*. Urbana: University of Illinois Press.
- Lecaros Urzúa, J. A. (2013). La ética medio ambiental: principios y valores para una ciudadanía responsable en la sociedad global. *Acta bioeth*, 19 (2). <http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2013000200002>
- Leopold, A. (2014). The Land Ethic. En F. O. Ndubisi (ed.). *The Ecological Design and Planning Reader*. Washington, DC: Island Press. [https://doi.org/10.5822/978-1-61091-491-8\\_12](https://doi.org/10.5822/978-1-61091-491-8_12)
- Martínez, A. N., y A. M. Porcelli (2018). Estudio sobre la economía circular como una alternativa sustentable frente al ocaso de la economía tradicional (primera parte). *Lex. Revista de la Facultad de Derecho y Ciencia Política de la Universidad Alas Peruanas*. 16 (22), 301-334.
- Martinez-Conde, S., y S. L. Macknik (2017). Finding the Plot in Science Storytelling in Hopes of Enhancing Science Communication. <https://doi.org/10.1073/pnas.1711790114>
- Martínez Sepúlveda, J.A. (2021). Oportunidades de evolución para la actividad productiva: regeneración, circularidad y crecimiento verde. En M. P. Ramírez Salazar. *Sociedad e Innovación en tiempos de Pandemia, el virus que activó la innovación*. EAN.
- Martínez-Valdés, M. G. (2020). Gestión por procesos en la seguridad alimentaria del Estado de Tabasco. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 31 (57). <https://doi.org/10.24836/es.v31i57.1079>
- Martínez Valdés M. G, G. Mercado Mancera, E. Rivera Custodio y V. H. Virgilio Méndez (2020). Aspectos que influyen en el desarrollo de la seguridad alimentaria en el sector social. *Población y Desarrollo*. 26 (51), 51-70. <https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2020.026.51.051>
- Mepham, B. (2005). *Bioethics: An Introduction for the Biosciences*. Oxford University Press.
- Mercado Cuevas, J. A. (2019). *Evaluación de prácticas de manejo y cosecha en maní (Arachis hypogaea L), aplicando la NTON 11 039-13 Norma de inocuidad del maní, en el occidente de Nicaragua, Enero a diciembre 2014*. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

- Morales Zavaleta, E. (2019). *Comité de Bioética para el sector agrícola*. En E. Rivera Espinosa (2019). *Solidaridad y responsabilidad social en la práctica educativa*. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Morin, E. (2006). *El método 6. Ética*. Madrid: Cátedra.
- Pérez Salazar, K. (2020). Papel de la bioética en el desarrollo de técnicas agroecológicas y sostenibles. Una apuesta por la seguridad alimentaria. En edubioetica2020. Disponible en: <http://edubioetica2020.sld.cu/index.php/edubioetica/2020/paper/view/52/43>
- Pretty, J. N. (1995). *Regenerating Agriculture*. Londres: National Academy Press.
- Rapallo R., y R. Rivera (2019). Nuevos patrones alimentarios, más desafíos para los sistemas alimentarios. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ca5449es/ca5449es.pdf>
- Riechmann, J., y J. Tickner (coords.) (2002). *El principio de precaución en medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*. Barcelona: Icaria.
- Rivas Platero, G. G., A. M. Rodríguez Cortés, D. Padillo Castillo, L. Hernández Hernández y J. G. Suchini Ramirez (2013). *Bancos Comunitarios de Semillas Criollas: una opción para la conservación de la agrobiodiversidad*. Disponible en: <https://www.catie.ac.cr/guatemala/attachments/article/17/bancos-comunitarios-de-semillas-criollas.pdf>
- Sales, R.G., y B. Guida-Johnson (2018). Percepción ambiental y producción de alimentos para autoconsumo en tierras secas no irrigadas de Mendoza, Argentina. *Rev. geogr. Norte Gd*, (71). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022018000300109>
- Santilli, J. (2009). *Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores*. San Pablo: Peirópolis.
- Secretaría de Bienestar (2019). *En busca de una soberanía alimentaria*. Gobierno de México.
- Shankar, B. K. y P. Tripathi (2021). Bio-rational Approaches for Management of Major Brinjal Pests: A Review. *The Pharma Innovation Journal*, 10 (5), 378-381. Disponible en: <https://www.thepharmajournal.com/archives/2021/vol10issue5S/PartF/S-10-5-20-826.pdf>
- Silva Chang, J. (2018). *Alcances de la Norma Final sobre Controles Preventivos para Alimentos de Consumo Humano*. Perú: Departamento de Gestión de la Calidad. Recuperado de: <https://repositorio.promperu.gob.pe/handle/123456789/3576>

- Uphoff, N. (2002). *Agroecological Innovations: Increasing Food Production with Participatory Development*. Londres: Earthscan. Disponible en: <https://10.1093/erae/30.3.412>
- Wahengbam, J., L. S. Bhushan, J. B. Patil y J. Pathma (2021). Insecticide Derived from Natural Product Products: Diversity and Potential Applications. En A. N. Yadav, J. Singh, C. Singh y N. Yadav (eds.). *Current Trends in Microbial Biotechnology for Sustainable Agriculture. Environmental and Microbial Biotechnology*. Singapore: Springer. Disponible en: [https://10.1007/978-981-15-6949-4\\_17](https://10.1007/978-981-15-6949-4_17)
- Wells, J. C. K., y J. T. Stock (2020). Life History Transitions at the Origins of Agriculture: A Model for Understanding How Niche Construction Impacts Human Growth, Demography and Health. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00325>.
- Wilches Flórez, Á. M. (2011). La propuesta bioética de Van Rensselaer Potter, cuatro décadas después, *Opción*, 27 (66), 70-84. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31022314005>
- Worster, D. (1996). The Two Cultures Revisited: Environmental History and the Environmental Sciences. *Environmental and History Journal*, 2 (1), 3-14.

Recibido: 16 de enero de 2022

Aceptado: 9 de mayo de 2022