

ECONOMÍA CIRCULAR: UN ENFOQUE EN LA AGRICULTURA

Eje temático: Nuevos horizontes de la disciplina del derecho Agrario.

Autora: Antonella Aymará Romero.

Antonella.romero227@gmail.com

Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Facultad de Derecho y Ciencias Sociales y Políticas.

Palabras clave:

Español: Agroecología, sustentabilidad, legislación, valoración de residuos.

Inglés: Agroecology, sustainability, legislation, waste valorization.

Resumen

Español La economía circular aplicada a la agricultura ofrece un modelo sostenible que aborda el agotamiento de recursos naturales y la contaminación mediante la reutilización, reciclaje y optimización de recursos. Este enfoque integra dimensiones clave, como la regeneración de ecosistemas, el cierre de ciclos productivos y la digitalización, promoviendo prácticas como el compostaje, la rotación de cultivos y el uso de biocontroladores. Además, estrategias innovadoras como la acuaponía y la agricultura vertical destacan por su capacidad de maximizar la productividad minimizando impactos ambientales. El marco jurídico, ejemplificado en la Ley 6.468, refuerza esta transición mediante principios como la progresividad y la responsabilidad extendida del productor. La economía circular en la agricultura no solo mitiga la contaminación y fomenta la resiliencia, sino que también impulsa la autosuficiencia y la sostenibilidad a largo plazo. Este modelo redefine las prácticas agrícolas tradicionales hacia un enfoque más eficiente y responsable.

Inglés Circular economy applied to agriculture provides a sustainable model addressing resource depletion and pollution through resource reuse, recycling, and optimization. This approach integrates key dimensions such as ecosystem regeneration, closing production loops, and digitalization, promoting practices like composting, crop rotation, and biocontrol agents. Additionally, innovative strategies like aquaponics and vertical farming maximize productivity while minimizing environmental impacts. The legal framework, exemplified by Law 6.468, supports this transition through principles like progressivity and extended producer responsibility. Circular economy in agriculture not only mitigates pollution and enhances resilience but also fosters self-sufficiency and long-term sustainability. This model redefines traditional agricultural practices towards a more efficient and responsible approach.

Introducción

Economía Circular

La economía circular representa un cambio paradigmático que integra aspectos ambientales y económicos en un modelo que optimiza el uso de recursos, emerge como una convergencia entre los aspectos económicos y ambientales, un enfoque indispensable ante el agotamiento de recursos naturales y combustibles fósiles. Frente al sistema lineal tradicional de extracción, consumo y descarte, que está llegando a sus límites debido al agotamiento de recursos naturales y combustibles fósiles, la economía circular ofrece una alternativa para mantener el valor de los materiales en cada etapa de su ciclo de vida, transformándolos en insumos reutilizables para otras actividades (Melgarejo, 2019). Este modelo promueve un enfoque sostenible que reduce la generación de residuos y maximiza la eficiencia de los recursos. Esta transición hacia una economía circular no

solo pretende reducir la cantidad de desechos generados, sino también fomentar la reutilización de materiales y la producción de productos a partir de materiales reciclados, empleando energía renovable y minimizando el uso de sustancias tóxicas y productos químicos.

La economía circular en agricultura es particularmente relevante, ya que este sector enfrenta desafíos debido al alto volumen de residuos generados. La falta de gestión eficiente de estos residuos contribuye a la contaminación del suelo, agua y aire, lo cual afecta tanto al medio ambiente como a la salud humana (Espinoza Gallardo et al., 2023). Implementar un modelo de producción circular en el sector agrícola implica un cambio que va más allá de la simple minimización de residuos, abarcando también su aprovechamiento y transformación en materiales reutilizables, lo que contribuye a la sostenibilidad del sistema.

Desarrollo

Dimensiones Clave de la Economía Circular

Para aplicar la economía circular de manera eficaz, la Fundación Ellen MacArthur establece seis dimensiones que guían a las organizaciones en la adopción de este modelo (Lehmann, 2020). Estas dimensiones permiten un enfoque integral y son especialmente aplicables al sector agrícola:

1. Regenerar (Regenerate) Esta dimensión promueve el uso de energía renovable y la restauración de ecosistemas. En la agricultura, se manifiesta mediante prácticas como el compostaje, que mejora la fertilidad del suelo y permite una producción sostenible. La regeneración del suelo a través de la integración de residuos orgánicos contribuye a su equilibrio biológico y disminuye la dependencia de insumos químicos.

2. Reutilizar y Compartir (Share) Este principio enfatiza la extensión del ciclo de vida de los materiales mediante la reutilización, compartición y reciclaje. En agricultura, implica la reutilización de herramientas y maquinaria compartida, así como la recuperación de materiales agrícolas que pueden tener un nuevo ciclo de vida, disminuyendo la necesidad de insumos adicionales y el impacto ambiental (Parlamento Europeo, 2023).

3. Optimizar (Optimise) Este enfoque maximiza la eficiencia del uso de recursos. En el ámbito agrícola, esto se traduce en prácticas como el riego de precisión y el control de nutrientes en el suelo, que permiten un uso óptimo de los insumos y aumentan la productividad. Al optimizar los recursos, se logra una mejor relación entre la cantidad de productos obtenidos y el impacto ambiental de los mismos.

4. Cerrar el Círculo (Loop) La clave de esta dimensión radica en mantener los materiales dentro de un ciclo cerrado mediante la remanufactura y el reciclaje. En agricultura, la creación de un ciclo cerrado es evidente en prácticas como la producción de compost y biogás a partir de residuos agrícolas, los cuales se reincorporan al suelo como nutrientes o se utilizan como fuentes de energía renovable (Espinoza Gallardo et al., 2023).

5. Virtualizar (Virtualise) La digitalización permite optimizar el uso de recursos al reducir la dependencia de materiales físicos. En el contexto agrícola, las tecnologías digitales como los sistemas de riego inteligente o el monitoreo de cultivos mediante drones contribuyen a una gestión más precisa y menos intensiva en recursos. Esto también ayuda a reducir las emisiones de carbono asociadas con el transporte y manejo de insumos.

6. Intercambiar (Exchange) Esta dimensión fomenta la sustitución de materiales no renovables por

alternativas sostenibles. En agricultura, el uso de fertilizantes orgánicos en lugar de químicos es un ejemplo claro de esta estrategia. La adopción de insumos sostenibles no solo mejora la calidad de los productos agrícolas, sino que también reduce el impacto en el suelo y en la biodiversidad (Llantoy Llampe & Mejía Calderon, 2023). La economía circular aplicada a la agricultura es una estrategia que promueve una transición hacia sistemas de producción y consumo más sostenibles y resilientes. La implementación de las seis dimensiones establecidas puede contribuir a la autosuficiencia de los sistemas agrícolas. Integrar estas prácticas de manera adecuada puede significar una mejora significativa en la eficiencia y sostenibilidad.

Breve análisis de la Ley Marco de Economía Circular (Ley 6.468)

Definición y Objetivo de la Economía Circular

El Artículo 3 de la Ley 6.468 define a la economía circular como un sistema económico que busca prolongar el valor de productos, materiales y recursos en la economía mediante un uso eficiente y sostenible en cada fase del ciclo de vida de un bien, desde la producción hasta el consumo. Este sistema minimiza el impacto ambiental y reduce la generación de residuos y la liberación de sustancias peligrosas mediante la aplicación de una **jerarquía de residuos**. Así, la ley propone transformar los patrones tradicionales de consumo, gestionando el uso de recursos de manera que su vida útil se extienda y su reciclaje o reutilización sea prioritario (Ley 6.468/2023).

Los objetivos específicos de la economía circular, según esta ley, son los siguientes:

a) **Preservación y mejora del capital natural:** Se busca conservar las existencias de recursos naturales limitados, logrando un equilibrio en los flujos de recursos renovables. Esto implica una "desmaterialización" de la economía, es decir, reducir la dependencia de recursos físicos y maximizar la eficiencia en la toma de decisiones.

b) **Optimización del uso de recursos:** Se propone prevenir el consumo excesivo de materiales y energía desde la etapa de diseño, promoviendo un enfoque de "eco-concepción" que considere el impacto ambiental en todo el ciclo de vida de los productos.

c) **Fomento de la eficiencia en producción y consumo:** La ley destaca la importancia de reducir y eliminar externalidades negativas, tales como la contaminación o el desperdicio, generadas en diversas actividades humanas.

Principios Rectores

El Artículo 4 establece los principios que guían la interpretación y aplicación de esta normativa, orientados a asegurar una implementación progresiva y efectiva de la economía circular:

a) **Progresividad, No Regresión y Gradualidad:** La ley reconoce que la transición hacia la economía circular debe ser gradual, adaptándose a la magnitud de los cambios necesarios. El principio de "no regresión" enfatiza que los avances en sostenibilidad deben ser preservados y no retroceder en el tiempo, lo cual es esencial para garantizar una transición justa y equitativa.

b) **Producción y Consumo Sostenible:** Las decisiones en producción y consumo deben basarse en análisis del ciclo de vida de los productos, considerando su impacto ambiental y promoviendo prácticas de reutilización, reciclado y valorización. Este enfoque permite adoptar modelos de consumo responsables y transparentes, alineados con los principios de economía circular.

c) **Responsabilidad Extendida del Productor (REP):** La ley exige que los productores asuman la responsabilidad sobre la gestión integral de los productos una vez que estos se convierten en residuos. Esta responsabilidad incluye el financiamiento y el cumplimiento de políticas para minimizar el impacto ambiental de sus productos, considerando el ciclo completo de vida del producto y su disposición final.

d) **Cooperación Público-Privada:** Para asegurar la eficacia en la implementación de esta ley, se fomenta una colaboración entre los sectores público y privado. Este principio reconoce que la economía circular requiere políticas y acciones diseñadas en conjunto, con transparencia y metas comunes.

Alcance de la Ley

El Artículo 5 define el alcance de la Ley 6.468, abarcando todas las etapas de la cadena de valor y el ciclo de vida de bienes y productos. Esto incluye desde la extracción y abastecimiento de recursos, pasando por el diseño, producción, comercialización y consumo, hasta la gestión de los residuos generados. De esta manera, la ley establece un marco inclusivo y holístico para la economía circular, asegurando que los residuos sólidos urbanos también sean parte de este ciclo, promoviendo su recuperación y reutilización en otros sectores.

La Ley Marco de Economía Circular (Ley 6.468) representa un avance significativo hacia una economía más sostenible y resiliente. Al promover la conservación de los recursos naturales, la eficiencia en el uso de materiales y la responsabilidad compartida entre productores y consumidores, esta ley proporciona un marco integral para la transición hacia una economía circular. Su enfoque en la colaboración entre los sectores público y privado y la gradualidad en su implementación permite que esta transición sea efectiva y adaptable a distintos contextos productivos.

Ejemplos Prácticos de Economía Circular en la Agricultura

Rotación de Cultivos

La rotación de cultivos es una práctica que ayuda a reducir problemas de malezas, plagas y enfermedades, a la vez que incrementa los niveles de nitrógeno en el suelo, disminuyendo así la dependencia de fertilizantes sintéticos. Al combinarse con prácticas de labranza que conservan el suelo, se logra una notable reducción en la erosión y un mejoramiento de la estructura del suelo, contribuyendo a la sostenibilidad agrícola (Alterini & Nicholls, 2000).

Manejo Integrado de Plagas (MIP)

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) utiliza una combinación de estrategias para reducir la necesidad de plaguicidas químicos. Entre estas prácticas se incluyen la rotación de cultivos, el monitoreo periódico, la sincronización de plantaciones y el uso de variedades resistentes. Además, el control biológico mediante la introducción de depredadores naturales de plagas ayuda a mantener la salud del ecosistema agrícola (Alterini & Nicholls, 2000).

Uso de Biocontroladores Naturales

El uso de biocontroladores naturales es una estrategia agroecológica que reduce la dependencia de productos químicos. Se basa en la implementación de animales y la cría de insectos beneficiosos que actúan como depredadores de plagas, ayudando a proteger los cultivos. Además, los cultivos mixtos, que combinan plantas principales con árboles y hierbas medicinales, permiten un entorno agrícola más resiliente y diversificado, reduciendo la necesidad de insumos externos.

Fertilización Orgánica y Compostaje

Una alternativa efectiva a los fertilizantes sintéticos es la fertilización orgánica mediante compostaje. El uso de compost no solo enriquece el suelo con nutrientes esenciales, sino que también ayuda a reducir los residuos orgánicos en las explotaciones agrícolas. A través de esta práctica, se evita el uso de productos químicos contaminantes y se contribuye a un ciclo de nutrientes sostenible.

Valorización de Subproductos Ganaderos

En el ámbito ganadero, el estiércol es un recurso valioso que puede ser utilizado como fertilizante natural, manteniendo altos rendimientos de forraje y mejorando la calidad del suelo. Esta práctica representa

una alternativa rentable para los productores, ya que el uso de estiércol reduce los costos asociados a la compra de fertilizantes y contribuye a la salud del suelo (Trejo et al., 2013). Adicionalmente, el estiércol puede emplearse en la generación de biogás, una fuente de energía limpia y renovable, que permite una reducción en los costos de producción y aumenta los ingresos netos de los agricultores (Gutiérrez, 2018).

Ganadería Regenerativa

La ganadería regenerativa se enfoca en prácticas de manejo que restauran la fertilidad del suelo, los ciclos de nutrientes y el equilibrio de agua. Se basa en técnicas como el pastoreo rotacional, que permite períodos de descanso en los pastizales para favorecer la regeneración de la vegetación y el almacenamiento de carbono en el suelo. Estas prácticas no solo mejoran la rentabilidad del sector, sino que también fortalecen el ecosistema y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, beneficiando tanto a la economía como al medio ambiente (Espinoza Gallardo et al., 2023).

Eco-diseño en la Producción de Café

El eco-diseño es una estrategia que maximiza la reutilización de desechos generados durante el proceso de producción. En la industria del café, por ejemplo, la cáscara resultante del proceso puede transformarse en fertilizante para cultivos, otorgando un valor adicional al subproducto. Esta práctica no solo fortalece la marca de las empresas productoras, sino que también promueve la sostenibilidad a lo largo de toda la cadena de valor del café (Llantoy Llampe & Mejia Calderon, 2023).

Agricultura Vertical y Sistemas Hidropónicos Circulares

La agricultura vertical y los sistemas hidropónicos representan innovaciones en el uso eficiente de espacio y recursos. Estos sistemas, implementados en entornos urbanos y rurales, permiten cultivar en ambientes controlados donde el agua y los nutrientes se recirculan constantemente, reduciendo el desperdicio y la necesidad de tierra fértil. Además, la reutilización del agua en ciclos cerrados minimiza el consumo total y disminuye la dependencia de fertilizantes, ya que los nutrientes se administran en forma precisa, optimizando su aprovechamiento. Este enfoque ha demostrado ser particularmente útil en áreas de alta densidad poblacional o con disponibilidad limitada de suelo agrícola (Despommier, 2011).

Uso de Subproductos de Cosechas para Alimentación Animal

Un ejemplo práctico de economía circular en la agricultura es el uso de subproductos de cosechas, como residuos de maíz o caña de azúcar, para la alimentación animal. Esta práctica reduce la necesidad de comprar alimentos procesados para el ganado, disminuyendo tanto los costos de producción como la generación de residuos en las fincas agrícolas. Además, al integrar estos subproductos en el ciclo de producción, se mejora la sostenibilidad al aprovechar todos los recursos generados en la cosecha (Klemes et al., 2012).

Producción de Biofertilizantes a Partir de Residuos Orgánicos

La transformación de residuos orgánicos en biofertilizantes es otro enfoque circular que permite reducir el uso de fertilizantes sintéticos y mejorar la salud del suelo. Los residuos de cosechas y alimentos pueden descomponerse para producir compost o biofertilizantes líquidos, los cuales son ricos en nutrientes y mejoran la fertilidad del suelo. Estos biofertilizantes incrementan la biodiversidad del suelo, fortalecen la resiliencia de los cultivos y disminuyen la dependencia de insumos externos, lo que beneficia tanto a los agricultores como al medio ambiente (Zhang et al., 2019).

Captura y Reutilización de Dióxido de Carbono (CO₂)

En instalaciones agrícolas que producen biogás o utilizan generadores para energía, el dióxido de carbono (CO₂) generado puede capturarse y utilizarse en invernaderos. La captación de CO₂ permite enriquecer el ambiente de crecimiento de las plantas, acelerando la fotosíntesis y aumentando la productividad. Esta práctica cierra el ciclo del carbono al reutilizar el gas generado en la misma instalación para mejorar el crecimiento de

los cultivos, contribuyendo a una reducción neta en las emisiones de carbono del sistema agrícola (Bailis et al., 2019).

Nestlé y Producción de Biogás en Suiza

La empresa Nestlé mediante un Análisis de Ciclo de Vida identificó que una gran parte de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provienen de su cadena de suministro lácteo y ganadero. Para reducir este impacto, la empresa estableció una planta de biogás en Suiza, que procesa 25,000 toneladas de estiércol de vacas locales. La planta produce energía renovable tanto para las instalaciones de Nestlé como para la red eléctrica suiza, abasteciendo a más de 1,000 hogares y reduciendo significativamente las emisiones de GEI (Nestlé, 2023).

Producción Integrada de Pescado y Cultivos (Acuaponía)

La acuaponía es un sistema que combina la producción de pescado con el cultivo de plantas en un ciclo cerrado, donde los desechos de los peces se transforman en nutrientes para las plantas. En este sistema, el agua se recircula entre los estanques de peces y las camas de cultivo, reduciendo la necesidad de fertilizantes externos y minimizando el consumo de agua. Es especialmente útil en áreas con escasez de agua y constituye un ejemplo claro de economía circular, ya que provecha los recursos de manera eficiente al integrar diferentes tipos de producción en un solo sistema (Goddek et al., 2015).

Utilización de Cascara de Arroz como Sustrato para Cultivos

En zonas donde el arroz es un cultivo predominante, la cáscara de arroz, un subproducto abundante, puede aprovecharse como sustrato para otros cultivos. Al utilizar la cáscara de arroz como base en la germinación de plantas, se crea un medio de cultivo económico y sostenible que reduce la necesidad de tierra y permite aprovechar un recurso local que normalmente se desearía. No solo disminuye los residuos agrícolas, sino que también contribuye a una producción sostenible y rentable (Maiti et al., 2021).

El camino a Recorrer para la Implementación de la Economía Circular

El Derecho Agrario se asienta en pilares económicos y sociales que están íntimamente vinculados con los derechos humanos y la sostenibilidad (Fisher González, 2023). La implementación efectiva de políticas de economía circular en el sector agrario requiere un marco jurídico sólido que fomente la cooperación entre sectores público y privado, además de incentivar la investigación y desarrollo de prácticas sostenibles.

La creación de políticas que promuevan instrumentos regulatorios, económicos y de mercado es esencial para reducir la brecha entre las declaraciones políticas y la implementación práctica. La economía circular está emergiendo como una estrategia clave para el desarrollo sostenible, con beneficios tanto para la sociedad como para el medio ambiente. Para su implementación exitosa, es necesario el tiempo para que tanto los ciudadanos como las empresas comprendan la importancia de un consumo consciente y responsable. Esto requiere políticas públicas que impulsen la educación y concienciación, promoviendo modelos de negocio que sean verdaderamente sostenibles a largo plazo (García Corral et al., 2022).

Conclusión

La economía circular aplicada a la agricultura representa una herramienta estratégica para construir sistemas productivos sostenibles, resilientes y responsables. Al adoptar prácticas como el compostaje, la fertilización orgánica y la digitalización, se logra un uso más eficiente de los recursos, reduciendo residuos y contaminación. Además, el respaldo de normativas refuerza el compromiso hacia un cambio estructural que fomente la cooperación público-privada y la responsabilidad compartida. Este modelo no solo aborda los desafíos actuales del sector agrícola, sino que también sienta las bases para una gestión sostenible de los recursos a largo plazo, beneficiando tanto al medio ambiente como a las comunidades. La economía circular redefine la agricultura como un motor de cambio hacia un futuro más equitativo y regenerativo.

Referencias

- Alterini, M., & Nicholls, C. (2000). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. ISBN 968-7913-04-X.
- Bailis, R., Baka, J., & Kammen, D. M. (2019). Carbon management for sustainable agriculture: Integrating carbon capture and utilization for improved crop productivity. *Global Environmental Change*, 57, 101932. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101932>
- CEDEX (2008). Realización de una base de datos sobre los sistemas de reutilización de aguas depuradas en España, Madrid.
- Despommier, D. (2011). *The vertical farm: Feeding the world in the 21st century*. St. Martin's Press.
- Espinoza Gallardo, R., Lioo-Jordan, F. de M., Baldeos-Ardian, L. A., Ramos y Yovera, S. E., Ausejo-Sánchez, J., & Ocrospoma-Dueñas, R. W. (2023). *Economía circular: Una estrategia innovadora para mejorar la sostenibilidad empresarial*. Salud, Ciencia y Tecnología. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2023365>
- Fisher González, M (2023) EL DERECHO AGRARIO: Una ciencia que respondió a su origen y que supo mirar al futuro. *Revista de Ciencias Jurídicas*. ISSN electrónico: 2215-5155
- García Corral, F., Martínez Vázquez, R., Milán García J., Valenciano, J. (2022) The Circular Economy as an Axis of Agricultural and Rural Development: The Case of the Municipality of Almócita (Almería, Spain). *Agronomy* 2022, 12(7), 1553; <https://doi.org/10.3390/agronomy12071553>
- Goddek, S., Delaide, B., Mankasingh, U., Ragnarsdottir, K. V., Jijakli, M. H., & Thorarinsdottir, R. (2015). Challenges of sustainable and commercial aquaponics. *Sustainability*, 7(4), 4199–4224. <https://doi.org/10.3390/su7044199>
- Gutiérrez, V. (2018). Adaptación al cambio climático con enfoque de economía circular para reducir la vulnerabilidad del sector ganadero extensivo en México: Estado del arte. *Regiones y Desarrollo Sustentable*.
- Klemes, J., Varbanov, P. S., & Walmsley, T. G. (2012). Process integration and intensification: Saving energy, water and resources. De Gruyter.
- Lehmann, M. (2020). Principles for the circular economy: A perspective from the Ellen MacArthur Foundation. En *Circular Economy and Sustainability* (pp. 45-67). Springer.
- Argentina (2023) Ley 6.468. Ley Marco de Economía Circular.
- Llantoy Llambo, D., & Mejia Calderon, D. (2023). Economía circular para alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible en la asociación de productores agrarios de café, Pichanaki [Tesis de licenciatura, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/121785>
- Maiti, R., Kumari, A., & Shah, H. (2021). Rice husk-based substrates for sustainable agriculture: Applications and benefits. *Journal of Cleaner Production*, 307, 127297. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127297>
- Melgarejo, J. (2019) Agua y economía circular. En: Melgarejo Moreno, Joaquín (ed.). *Congreso Nacional del Agua Orihuela. Innovación y Sostenibilidad*. Alacant: Universitat d'Alacant, 2019. ISBN 978-84-1302-034-1, pp. 27-52
- Parlamento Europeo. (2023). *Innovación y economía circular: Estrategias para un crecimiento sostenible*
- Trejo, F, et al. (2013). Valoración del estiércol como fertilizante y su impacto en la producción forrajera.
- Villavicencio Gutiérrez, (2023) Adaptación al cambio climático con enfoque de economía circular para reducir la vulnerabilidad del sector ganadero extensivo en México: Estado del arte regiones y desarrollo sustentable (2023) XXIII: 44 ISSN electrónico: 2594-142

- Zhang, X., Lal, R., & Han, X. (2019). Biochar: A potential solution for mitigating soil pollution and enhancing crop productivity. *Journal of Soils and Sediments*, 19(3), 1507–1523. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2117-8>.

Resumen del CV: Abogada, egresada de la UNNE. Diplomada en ambiente y desarrollo sostenible. Becaria de Investigación de posgrado de la UNNE. Doctoranda en la carrera de Doctorado en Derecho de la Facultad de Derecho UNNE. Adscripta en Cátedra "A" de Derecho Agrario y Ambiental.