



Artículo de divulgación
Gómez-Ramos, 2023

<https://doi.org/10.61767/mjte.002.2.0409>

Recibido: 27-08-2023

Revisado: 27-08-2023

Aceptado: 29-08-2023

Publicado: 31-08-2023

BIOECONOMÍA CIRCULAR: APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE FRUTAS Y VERDURAS EN MÉXICO

CIRCULAR BIOECONOMY: UTILIZATION OF WASTE FROM FRUITS AND VEGETABLES IN MEXICO

G. Gómez-Ramos^{1,*}

^{1,*} Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana región Xalapa. Lomas del Estadio s/n C.P. 91000 Xalapa, Veracruz, México.

Correspondencia: gegomez@uv.mx

Resumen

La bioeconomía circular tiene como objetivo transformar el actual modelo económico en uno más sostenible, centrándose en la preservación prolongada de los recursos naturales para evitar la generación excesiva de residuos. Esto implica la reutilización de recursos tanto en la producción de artículos originales como en otros bienes. La convergencia de la sostenibilidad y la bioeconomía circular se encuentra en la conservación de recursos para las futuras generaciones, teniendo en cuenta factores ambientales, sociales y económicos. En el contexto de México, la producción y consumo de frutas y verduras generan cantidades considerables de residuos, los cuales contribuyen significativamente a la contaminación y al cambio climático. Por ejemplo, anualmente se generan millones de toneladas de residuos agroalimentarios, emitiendo dióxido de carbono y resultando en una pérdida notable de agua. Sin embargo, estos residuos poseen un potencial valioso como materia prima para la fabricación de productos industriales, impulsando así la implementación de la bioeconomía circular y alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por México.

Palabras clave: Valorización de residuos, sostenibilidad, residuos agroalimentarios.

Abstract

Circular bioeconomy aims to transform the current economic model into a more sustainable one, focusing on the prolonged preservation of natural resources to prevent excessive waste generation. This entails the reuse of resources in the production of original items as well as other goods. The convergence of sustainability and circular bioeconomy lies in conserving



Artículo de divulgación

Gómez-Ramos, 2023

resources for future generations, considering environmental, social, and economic factors. In the context of Mexico, the production and consumption of fruits and vegetables generate significant amounts of waste, which contribute significantly to pollution and climate change. For instance, millions of tons of agri-food waste are generated annually, emitting carbon dioxide, and resulting in a noticeable loss of water. However, these byproducts hold valuable potential as raw materials for the manufacturing of industrial products, thus driving the implementation of the circular bioeconomy and aligning with Mexico's established sustainable development goals.

Keywords: Waste valorization, sustainability, agri-food waste.

1. Introducción

La bioeconomía circular (Figura 1) constituye un concepto que persigue la transformación del actual modelo económico (conocido como economía lineal) hacia un enfoque más sostenible y responsable. Aunque no es una noción novedosa, su definición aún se encuentra en un estado de constante evolución. De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2021), el propósito fundamental de la bioeconomía circular radica en preservar los recursos naturales el máximo tiempo posible, con el objetivo de evitar la generación de residuos y desperdicios. Esto se logra al fomentar la reutilización de dichos recursos en la fabricación tanto del mismo producto original como en la producción de otros bienes de relevancia.

Bajo el mismo enfoque de la bioeconomía circular, se abre paso de manera inherente el concepto de sostenibilidad. La esencia de la bioeconomía circular, centrada en la optimización de recursos y la reducción de desechos (esto mediante el reaprovechamiento de algo que generalmente se considera inservible, como residuos de frutas y verduras), se alinea directamente con los pilares fundamentales de la sostenibilidad. Ambos conceptos convergen en su objetivo compartido de preservar los recursos para las generaciones futuras, considerando tanto los aspectos ambientales como los sociales y económicos (Da Costa, 2022). La bioeconomía circular se convierte así en un vehículo tangible para aplicar prácticas sostenibles en la economía real, mientras que la sostenibilidad brinda el marco conceptual necesario para guiar estas

acciones hacia un futuro más equitativo y responsable.

2. Residuos agroalimentarios en México

En México, al igual que en muchos otros países, la producción y consumo de frutas y verduras provoca la generación de grandes volúmenes de residuos (Figura 2). Estos desechos habitualmente terminan en vertederos, lo que contribuye de manera considerable a la contaminación medioambiental particularmente con la emisión de gases de efecto invernadero propia de la descomposición natural de los residuos o la quema de estos (Ordaz-Rodríguez *et al.*, 2022). Por ejemplo, en el contexto mexicano, se estima que se generan alrededor de 23.7 millones de toneladas de residuos agroalimentarios anualmente. Entre ellos, destacan las cáscaras de frutas y verduras, la pulpa, los tallos, las mazorcas de maíz, así como el bagazo de caña, entre otros. Este flujo de residuos agroalimentarios tiene como consecuencia directa la emisión de alrededor de 36 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) y la pérdida injustificada de alrededor de 40 billones de litros de agua anualmente (SIAP, 2021).

Los residuos agroalimentarios presentan un amplio potencial debido a que su composición puede ser aprovechada como materia prima para la generación de productos de interés industrial, lo que a su vez contribuye de manera significativa a la promoción de la bioeconomía circular. En el marco de la Cumbre de las Naciones Unidas



Artículo de divulgación

Gómez-Ramos, 2023

llevada a cabo en 2015, México se comprometió con diecisiete objetivos de desarrollo sostenible (Presidencia de la República, 2015). Dentro de estos objetivos, cobran especial relevancia aquellos que están estrechamente vinculados con la valorización de los residuos agroalimentarios, tales como: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición

y promover la agricultura sostenible; garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles; y adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos (Presidencia de la República, 2015).

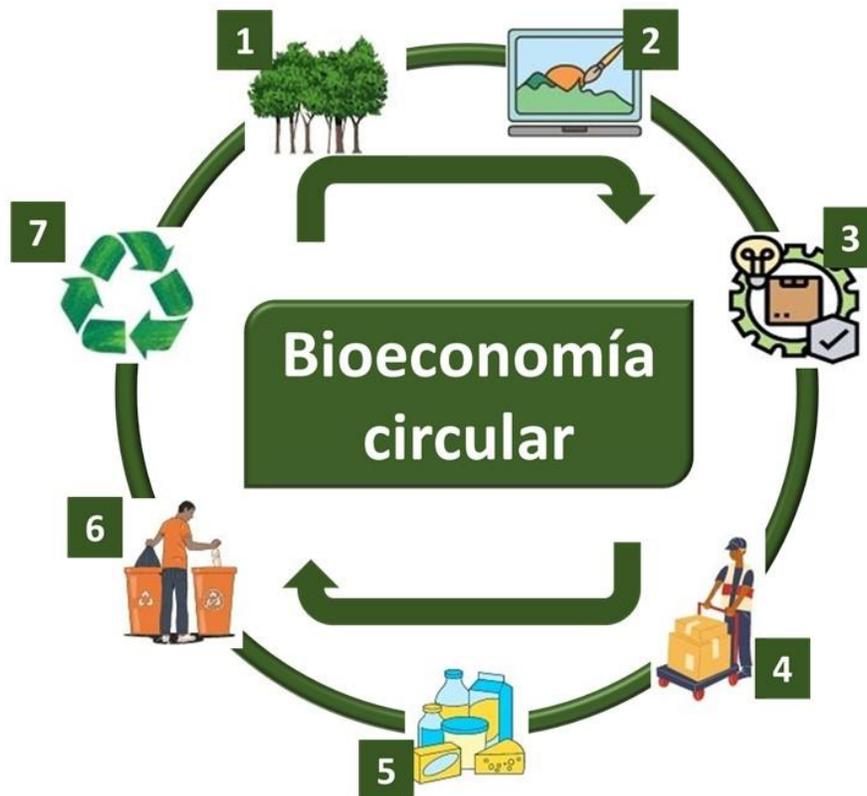


Figura 1. Bioeconomía circular: 1. Obtención de materias primas, 2. Diseño del proceso industrial, 3. Producción del producto de interés, 4. Distribución del producto, 5. Consumo del producto, 6. Separación de los residuos de manera adecuada, 7. Reciclaje de los residuos.



Artículo de divulgación

Gómez-Ramos, 2023



Figura 2. Generación de residuos agroalimentarios en México.

3. Alternativas para el aprovechamiento de residuos de frutas y verduras

Principalmente, los desechos agroindustriales son biomasa lignocelulósica rica en polisacáridos. A pesar de la desafiante naturaleza de su degradación en ciertos contextos, existe la posibilidad de descomponerlos en monosacáridos y ésteres más elementales a través de métodos que involucran procedimientos físicos, químicos y/o biológicos (Mejías-Brizuela *et al.*, 2016). Dentro de las alternativas para el aprovechamiento de residuos de frutas y verduras podemos destacar las siguientes:

a) *Compostaje*

El compostaje puede ser conceptualizado como el procedimiento que involucra la combinación de materia orgánica en proceso de descomposición, tales como restos de poda, residuos de cosecha, estiércol, hierba y residuos de frutas y verduras. Este proceso se lleva a cabo en condiciones aeróbicas, y su finalidad radica en la mejora de la estructura del suelo, además de proporcionar nutrientes esenciales para su desarrollo (Román *et al.*, 2013).

b) *Lombricomposta*

La práctica de criar lombrices se denomina Lombricomposta. El proceso se basa en la



Artículo de divulgación

Gómez-Ramos, 2023

interacción entre lombrices y algunos microorganismos específicos. Las lombrices se fragmentan y preparan el sustrato para facilitar su degradación mediante la actividad microbiana (Martínez-Ruíz & Méndez-González, 2022). Mediante este proceso, se logra aprovechar de manera efectiva una parte considerable de nuestros residuos, ya que la materia orgánica se convierte en el alimento fundamental para las lombrices. El beneficio primordial reside en la producción de humus, un fertilizante natural de alta calidad que se utiliza para enriquecer los suelos destinados al cultivo de hortalizas y plantas medicinales (Guanche-García, 2015).

c) *Biocombustibles*

Dentro del ámbito de los biocombustibles derivados del aprovechamiento de residuos de frutas y verduras, tres destacados ejemplos son bioetanol, biodiesel y biogás. El proceso de producción de bioetanol requiere que los polisacáridos sean degradados a monómeros, lo cual, puede realizarse por métodos químicos, físicos o biológicos. Posteriormente, estos azúcares son convertidos a etanol por el proceso de fermentación llevado a cabo por levaduras y/o bacterias. Por otro lado, la obtención de biodiesel implica una ruta química conocida como transesterificación, dando lugar a la creación de ésteres metílicos (Mejías-Brizuela *et al.*, 2016). Por último, la generación de biogás se logra mediante un proceso de fermentación anaeróbica, el cual implica la descomposición y estabilización de materiales orgánicos, como los residuos de frutas y verduras, a través de la actividad microbiana (Castillo-Minjarez *et al.*, 2022).

d) *Producción de alimento animal*

Numerosos residuos agroindustriales exhiben una composición química y estructural que los convierte en una alternativa práctica para sustituir a materias primas de mayor costo. Residuos como los desechos del camote, las cáscaras de plátano, los restos de frutas cítricas y el bagazo de caña de azúcar, entre otros ejemplos, han sido aprovechados con éxito como fuentes significativas de proteínas y vitaminas.

Estos hallazgos han arrojado resultados favorables en la alimentación de animales, como es el caso de los cerdos (Vargas & Pérez, 2018).

4. Conclusión

La bioeconomía circular se presenta como una perspicaz respuesta al desafío global de transformar el modelo económico actual en uno más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. Este enfoque se basa en la optimización de recursos y la reducción de desechos, con el objetivo de preservar los recursos naturales y evitar la generación de residuos innecesarios. La convergencia de la bioeconomía circular y la sostenibilidad subraya su complementariedad, ya que ambos conceptos buscan proteger y mejorar los aspectos ambientales, sociales y económicos. En México, la producción y consumo de frutas y verduras generan una cantidad considerable de residuos agroindustriales que impactan negativamente en el medio ambiente. Sin embargo, estos residuos pueden ser transformados en valiosos recursos a través de diversas alternativas, como el compostaje, la lombricomposta y la producción de biocombustibles. Estas opciones no solo contribuyen a la disminución de desechos y a la optimización de recursos, sino que también pueden generar beneficios económicos y nutricionales, como la obtención de abonos naturales y la alimentación animal.

En última instancia, la convergencia entre la bioeconomía circular, la sostenibilidad y la gestión adecuada de los residuos agroindustriales abre un horizonte de oportunidades para impulsar una economía más resiliente y equitativa en México y más allá. El camino hacia una sociedad sostenible y con menor impacto ambiental requiere de la colaboración de diversos actores, desde productores hasta consumidores, así como de políticas y estrategias que fomenten la adopción de prácticas y tecnologías más amigables con el entorno.



Artículo de divulgación

Gómez-Ramos, 2023

5. Referencias

1. Castillo-Minjarez, J., Vargas-León, E., López-Ordaz, P., Angel-Cuapio, A., & Martínez-Valdez, F. (2022). Implementación de tratamientos biológicos en la disminución de residuos sólidos urbanos. *Mexican Journal of Technology and Engineering*, 1(2), 48-56.
2. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2021). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe*, LC/PUB.2021/10-P/Rev.1.
3. Da Costa, C. (2022). La Economía Circular como eje de desarrollo de los países latinoamericanos. *Revista Economía y Política*(35), 12.
4. Gaunche-García, A. (2015). *Las lombrices y la agricultura*. Oficina Extensión Agraria y Desarrollo Rural - La Orotava.
5. Martínez-Ruiz, J., & Méndez-González, J. (2022). Biorefinería: control y aprovechamiento del lirio acuático. *Ciencia*, 73(2), 79-84.
6. Mejias-Brizuela, N., Orozco-Guillen, E., & Galáan-Hernández, N. (2016). Aprovechamiento de los Residuos Agroindustriales y su Contribución al Desarrollo Sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(6), 27-41.
7. Milena, S., Montoya, L., & Orozco, F. (2008). Valorización de residuos agroindustriales-frutas-en Medellín y el sur del Valle de Aburrá, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61(1), 4422-4431.
8. Ordaz-Rodríguez, S., Abadia-García, L., Femat-Díaz, A., & Mendoza-Sánchez, M. (2022). Aprendiendo a revalorizar los subproductos y su aplicación en productos cárnicos. *Epistemos*, 16(33), 17.
9. Presidencia de la Republica. (26 de Septiembre de 2015). *Gobierno de México*.
Obtenido de:
<https://www.gob.mx/epn/es/articulos/cumbre-sobre-el-desarrollo-sostenible-2015>
10. Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
11. SIAP. (2021). *Panorama agroalimentario*. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Obtenido de <https://online.pubhtml5.com/aheiy/fkyl/>
12. Vargas, Y., & Pérez, L. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1), 59-72.