

## LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

### THE CIRCULAR ECONOMY FOR FOOD SECURITY AND AGRO-INDUSTRIAL FOOD PROCESSING

Matilde Anaya Villalpanda \*  <https://orcid.org/0000-0002-6149-2278>

Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba

✉ [naya@ncnorma.cu](mailto:naya@ncnorma.cu)

\*Autor para dirigir correspondencia: [naya@ncnorma.cu](mailto:naya@ncnorma.cu)

Clasificación JEL: Q17, Q31, Q57

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8241446>

*Recibido:* 20/02/2023

*Aceptado:* 14/04/2023

#### Resumen

El aumento de la demanda de recursos no renovables en el mundo hace que la economía lineal sea muy discutida, lo que requiere una transición a la economía circular (EC) para una recuperación post-pandémica más sostenible y adaptarnos a un futuro ecológico. Por ese motivo, el objetivo de este trabajo fue analizar la importancia de la EC para la seguridad alimentaria y el procesamiento agroindustrial de alimentos. Se consultó literatura sobre los avances en la transición hacia la EC, su impacto en el comercio mundial y su relación con la producción de alimentos. Se concluye que implementar la EC en el sector agroalimentario mundial requiere metas con un enfoque global y el compromiso y la voluntad de diversos actores y la conciencia de la población.

**Palabras clave:** agricultura vertical, bioeconomía, ciclo de vida, ecodiseño, innovación

## Abstract

The increasing demand for non-renewable resources in the world makes the linear economy highly contested, which requiring a transition to the circular economy (CE) for a more sustainable post-pandemic recovery and adapting to a green future. For this reason, the objective of this work was to analyze the importance of CE to food safety and agroindustrial food processing. Literature was consulted on the progress in the transition to CE, its impact on world trade and its relationship with food production. It was concluded that implementing CE in the global agri-food sector requires goals with a global focus and the commitment and will of various actors and the awareness of the population.

**Keywords:** vertical farming, bioeconomy, life cycle, ecodesign, innovation

## Introducción

Por milenios la economía fue circular, pero la primera revolución industrial trajo innovación y aumento de la productividad que incrementó el impacto en el medio ambiente.<sup>1</sup> El mundo está cambiando a un ritmo acelerado y el avance tecnológico aumenta la demanda de recursos a nivel global.<sup>2</sup> En consecuencia, la economía lineal (EL) tradicional de los últimos dos siglos, se discute por su dependencia de recursos no renovables y la producción de residuos, dejando lugar a la economía circular (EC), que es una manera nueva de generar valor económico, ambiental y socialmente más responsable, resiliente y competitiva. A largo plazo, la EL es insostenible e incompatible con los recursos limitados y con poca capacidad de adaptación.<sup>3</sup>

Hay procesos de fabricación modernos de EL con oportunidades de eficiencia, pero no generan ventaja competitiva o diferenciación. Por tanto, el resultado de un análisis en los sectores y productos con el mayor potencial para la EC, determinan su impacto en general y ofrece un panorama sobre un modelo industrial que desvincule los ingresos del consumo de materias primas con oportunidad de ahorro neto en los costos.<sup>4</sup>

Así es que se requiere una transición hacia una EC para adaptarnos a un futuro ecológico, con medidas en el ciclo de vida de los bienes y servicios que protejan el medio ambiente, y otorguen derechos nuevos a los consumidores.<sup>5</sup> Se plantea que la EC es vital para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (17 ODS).<sup>2,6,7</sup> Tanto, que con EC en los sectores acero, cemento, plástico, alimentos y aluminio se espera que para 2050 podría reducirse 40 % de sus emisiones mundiales.<sup>7</sup>

Por tanto, la EC es una alternativa al modelo actual de producción y consumo, para resolver varios retos y con oportunidades de negocio y crecimiento económico<sup>[3; 5]</sup>. Para aprovechar esas oportunidades, debe haber una relación entre los modelos empresariales y los 17 ODS, siendo fundamental el seguimiento del progreso en la implementación de la EC y en la cuantificación de sus impactos económicos, ambientales y sociales, con una fuerte estrategia de comunicación y divulgación para aumentar la concienciación de la población.<sup>8</sup>

El seguimiento debe ser con metas de indicadores como productividad de los recursos (dinero/tonelada)<sup>[8]</sup>, tasa de uso de material circular (%), residuos alimentarios totales por habitante (t/año), envases de

# LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

---

plástico reciclables puestos en el mercado (%) y cantidad de empleos nuevos generados<sup>2</sup> u otros que se pueden revisar en <https://sdgcompass.org/business-indicators/>.<sup>9</sup>

En cuanto al rol de la población para facilitar el cambio, se plantea que las empresas deben usar el etiquetado ecológico o ecoetiqueta, como herramienta de mercado para impulsar la compra verde y circular, que presenta a los consumidores la información ambiental del producto o del servicio <sup>[10]</sup>. También se requiere educación y formación, que aumentan la responsabilidad social y las habilidades para la innovación circular.<sup>4</sup>

El enfoque multisectorial de la EC es un desafío para las instituciones a todos los niveles, siendo lo primero evitar los residuos, subproductos y desperdicios.<sup>3,5,7</sup> La pandemia de COVID-19 ilustra este aspecto, al revelar deficiencias importantes en la vulnerabilidad en las cadenas de valor mundiales, agotamiento de recursos naturales y exacerbación de desigualdades sociales.<sup>7</sup> Al punto que algunos expertos consideran que la EC lleva a la recuperación post-pandémica más sostenible.<sup>6</sup> Y un ejemplo puntual es que la pandemia reafirmó la importancia del suministro continuo de alimentos en envases que garanticen su inocuidad.<sup>11</sup>

El objetivo de este artículo de revisión es analizar la importancia de la EC para la seguridad alimentaria y el procesamiento agroindustrial de alimentos. Para ello se aborda la conceptualización y contextualización de la economía circular, los impactos en el comercio internacional, su relación con la bioeconomía, la seguridad alimentaria y la producción agroindustrial de alimentos, los desafíos y las oportunidades para la producción mundial de alimentos. Concluye, con el análisis de la infraestructura de calidad para transitar a la EC en el sector de alimentos.

## Conceptos relacionados con la economía circular y su contexto actual

La EC no es un concepto nuevo. Actualmente es promovido por la UE y varios gobiernos nacionales, incluidos China, Japón, Reino Unido, Francia, Canadá, los Países Bajos, Suecia y Finlandia, así como por varias empresas en todo el mundo. Hasta 2018 se consideró, por resultados de la investigación científica, que el concepto de EC originado por la comunidad empresarial actualmente popularizado era superficial y carecía de análisis crítico.<sup>12</sup>

En sentido general, en la literatura internacional revisada hasta 2019 por Vence y Pereira, se entiende por EC como la forma de captar, crear y compartir valor múltiple con y dentro de circuitos cerrados para lograr un desarrollo sostenible que impacte en sus dimensiones a partir de la aplicación de tres principios fundamentales que son preservar los recursos naturales y regenerar los ecosistemas, optimizar el uso de materiales y productos y minimizar y gestionar los residuos.<sup>13</sup> Para otros EC es “una economía industrial reparadora o regenerativa por intención y diseño”.<sup>4</sup> Para la Unión Europea (UE), el valor de los productos y los materiales se mantiene por tanto tiempo como sea posible, se minimiza el uso de recursos y la generación de residuos y cuando un producto alcanza el fin de su vida útil, se reutiliza para crear más valor. Esto puede proporcionar beneficios económicos, contribuyendo a la innovación, el crecimiento y la creación de empleo.<sup>9</sup>

Mientras que ya para 2022 el Comité Técnico de la Organización Internacional de Normalización ISO/TC 323 de Economía Circular propone como definición que la EC es un "sistema económico que

## LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

---

utiliza un enfoque de sistemas para mantener un flujo circular de recursos, regenerando, reteniendo o agregando valor, mientras contribuye al desarrollo sostenible".<sup>14</sup>

Por su parte, la FAO vincula la EC con la agroecología, que vincula a productores y consumidores, apoya mercados locales y el desarrollo económico local; promueve soluciones justas basadas en las necesidades, recursos y capacidades locales, fortaleciendo circuitos cortos de alimentos para aumentar ingresos económicos con precios justos. Por lo tanto, rediseñar los sistemas alimentarios basado en la EC puede ayudar a prevenir y reducir pérdidas y desperdicios de alimentos, por el uso más eficiente de los recursos.<sup>8</sup>

La EC se presenta como un modelo de crecimiento sostenible y positivo, que puede superar el modelo de EL, que sólo puede ser efectivamente regenerativo y restaurador si la energía de todo el proceso es "limpia", proveniente de fuentes renovables y con agua reutilizada de calidad, basándose en 3 principios<sup>5,915</sup>:

- ❖ Preservar la naturaleza y regenerar los sistemas naturales promoviendo un uso más eficiente de los recursos finitos y equilibrando el uso de los recursos renovables;
- ❖ Mantener los productos y las materias primas que circulan en la economía al límite de su capacidad, aumentando así su utilidad;
- ❖ Desarrollar formas de minimizar el volumen de desechos que se producen y que terminan en los vertederos evitando los efectos negativos en el ecosistema.

Un ejemplo del principio básico de la regeneración de la EC puede ser la digestión anaeróbica o el compostaje de material biológico para retornar nutrientes al suelo, lo que reduce el uso de fertilizantes artificiales.<sup>4</sup>

La EC se divide en ciclos biológicos y ciclos técnicos. Los ciclos biológicos valorizan la materia orgánica en la cadena alimentaria, ya que una agricultura con EC tiene flujos de residuos entre diferentes industrias, que se reutilizan o transforman en nuevos productos. No obstante, se recomienda que las acciones se basen en la pirámide invertida de priorización y la jerarquía de residuos, dando mayor importancia a la prevención y reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos, seguido por reutilización y reciclaje y, por último, la incineración. De esta forma, se optimiza al máximo el valor del recurso. Por su parte, los ciclos técnicos promueven la gestión adecuada para permitir el reciclaje. Por ejemplo, los plásticos para los potreros, y la fabricación de maquinaria que permita intercambiar sus componentes y repuestos para mantenerlas operativas por mayor tiempo, facilitar su reparación y modernización para evitar se conviertan en chatarra.<sup>8</sup>

Por tanto, es importante diseñar productos que faciliten separar sus componentes para dirigirlos al ciclo correcto (biológico o técnico), y elegir materiales no tóxicos a la salud pública y al medio ambiente que garanticen seguridad y eficiencia en los procesos. También digitalizar los procesos ayuda a una eficiencia mayor del uso de recursos.<sup>5</sup> Un ejemplo de esto son los diseños innovadores de envases de alimentos.<sup>4</sup>

En este sentido, el diseño ecológico o ecodiseño es una metodología con acciones para la mejora ambiental del producto o servicio en su ciclo de vida, desde su creación hasta el tratamiento del residuo.<sup>15</sup> Pueden ser mejoras en productos existentes optimizando el proceso para ahorrar recursos, o en productos

# LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

---

nuevos con mejor eficiencia energética, la reparación, el reciclaje y el envasado mínimo.<sup>7</sup> El ecodiseño se ilustra en la agricultura vertical al realizar la actividad intensiva en el lugar de venta, sin huella ambiental del transporte.<sup>5</sup>

Sin embargo, se plantea que debe irse más allá del ecodiseño (elemento ambiental) y pasar al “Diseño para la Sostenibilidad”, para añadir los elementos económico y social. Este concepto nuevo aborda cómo satisfacer las necesidades del consumidor en los aspectos social, ambiental y económico. Es decir, no solo el producto individual sino también el sistema de bienes y servicios asociados incluye las expectativas sociales, la distribución equitativa de valor en la cadena de valor y la capacidad de carga de los ecosistemas.<sup>15</sup>

Por ello, la EC reemplaza el concepto de consumidor por el de usuario, con un tipo de contrato nuevo entre las empresas y sus clientes, basado en la duración del producto. A diferencia de ‘comprar y consumir’, los productos duraderos son arrendados, alquilados o compartidos si es posible. Y si son vendidos, existen incentivos y discentivos o acuerdos para garantizar el retorno y la posible reutilización del producto o de sus componentes y materiales al final de uso principal (por los productores o por terceras partes).<sup>4</sup>

## Transición justa hacia la economía circular

Hasta hace poco, los debates académicos, los marcos políticos y las iniciativas empresariales tendentes a promover la EC se centraron principalmente en el contexto europeo y chino. No obstante, la situación está cambiando rápidamente a medida que comienzan a realizarse investigaciones nuevas para evaluar la manera en que se harán las transiciones hacia EC en los países en vías de desarrollo <sup>[7]</sup>.

Estados Unidos tiene programas para aceites usados y el reciclado de recipientes para bebidas.<sup>15</sup> En contraposición, en el Pacto Verde Europeo, la UE adoptó un nuevo Plan de Acción para la EC.<sup>5</sup> Entre las cinco áreas prioritarias de ese plan está la reducción de desperdicio alimentario, el uso de la biomasa y productos con base biológica<sup>10</sup> e incluye disposiciones para reducir aranceles de los productos que tienen materiales secundarios y bienes re-manufacturados.<sup>7</sup> Luego España aprobó su Estrategia Española de Economía Circular (EEEC o “España Circular 2030”)<sup>16</sup> y Alemania prohibió los plásticos de un solo uso.<sup>1</sup>

Las pequeñas y medianas empresas (PYME) representan el 99% de las industrias de la UE, pero este bloque regional se destaca como epicentro de la EC, evidenciando la importancia de la vinculación de todas las formas de gestión del modelo empresarial de un país para este objetivo global.<sup>1</sup> La legislación europea, sobre todo de Alemania, y de Japón influyeron en el interés de China por este tema.<sup>15</sup> Para profundizar en el tema por país o ciudad de la EU, puede accederse a <https://circulareconomy.europa.eu/platform/>.<sup>8</sup>

En 2019, la EC cobró un fuerte impulso en América Latina y el Caribe (ALC), al ser una alternativa para un modelo económico más resiliente e inclusivo en estos países, para reducir la pobreza, promover el desarrollo humano y fomentar patrones de consumo sostenibles. Pero en la actualidad, el financiamiento internacional de EC en esta región está limitado principalmente a las actividades de gestión de residuos y reciclaje, elementos del nivel más bajo de la jerarquía de valorización asociada a la EC.<sup>7</sup>

Como puede apreciarse, la EC se investiga, legisla y aplica principalmente en países desarrollados, siendo necesaria para el mundo entero, por lo que se impone una mirada crítica al tema. En este sentido, aunque es probable que el resultado neto sea positivo por oportunidades de empleo, se plantea que podrían perjudicarse gran cantidad de trabajadores, industrias y comunidades. Por tanto, es importante que las políticas y los programas de EC identifiquen los riesgos sociales y respondan a estos de manera adecuada.<sup>7</sup>

Es que la EC representa un cambio drástico de los sistemas de producción y consumo actuales,<sup>10</sup> por lo que se requieren cambios fundamentales en muchas áreas diferentes del sistema socio-económico vigente.<sup>15</sup> Generalmente, en países en vías de desarrollo, se pierden más oportunidades circulares en la etapa de fabricación y mientras en países desarrollados, las pérdidas se concentran más al nivel del consumidor.<sup>4</sup>

Entonces se entiende por qué el término y el concepto de “transición justa” está dado por la “triple línea de fondo” (necesidades económicas, sociales y ambientales) en los países donde existen las mayores desigualdades, como son los de la región de América Latina y el Caribe (ALC).<sup>7</sup>

A principios de 2020, la UE introdujo el “Mecanismo para una Transición Justa”, en el marco del cambio climático y la transición hacia las energías limpias, para garantizar solidaridad y equidad y evitar que las medidas para mitigar el cambio climático afecten a las poblaciones y los ciudadanos más vulnerables. Este mecanismo se refiere a procesos políticos que apoyan a regiones, industrias, trabajadores y comunidades que se vean afectados por las medidas de mitigación ambiental; reconoce los derechos a los recursos; y ofrece soluciones a los conflictos de intereses en materia de desarrollo mediante procesos participativos.<sup>7</sup>

Pero, si, por otro lado, los Ministerios de medio ambiente son las únicas instituciones que apoyan la transición hacia la EC, es posible que las PYME y las grandes empresas estatales o el resto del mundo sigan escépticas con su implementación. Por eso, un factor clave para el éxito de la EC es el nivel de compromiso a largo plazo de los dirigentes políticos con la agenda mundial de la sostenibilidad y los 17 ODS.<sup>7</sup>

### **Impactos de una economía circular nacional en el comercio internacional**

Para lograr el desacople entre el crecimiento económico y el uso de recursos naturales que promueve la EC, es necesario substituir materias primas vírgenes por materias primas secundarias. Esto podría tener importantes implicaciones para el comercio internacional, cuyo vínculo con la EC ha sido poco explorado.<sup>6</sup> Por ejemplo, si China desarrollara una EC para el acero, podría causar problemas para países como Brasil que actualmente son proveedores y exportadores de mineral de hierro.<sup>7</sup>

Otro ejemplo es que la UE exportaba la mayoría de sus residuos a China, que ofreció precios competitivos para comprar residuos plásticos, convirtiéndose en el principal importador de la UE. Los europeos tenían costos de transporte muy bajos al enviar esos residuos al regreso de los buques con mercancías desde China. Pero en 2018, China prohibió importar residuos plásticos no industriales y tuvo repercusiones ambientales en los países de origen y en varios países europeos se evidenció la falta de capacidad para convertir sus residuos en recursos. Con el Pacto Verde de la UE pudiera haber resultados similares, ya

## LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

---

que este promueve la producción e importación de productos sostenibles con la información en el etiquetado y el empoderamiento del consumidor con una posición más responsable de su rol en la cadena alimentaria.<sup>6</sup>

También es posible un impacto negativo para los países menos desarrollados al no contar con tecnologías y normativas legales como se abordó en el apartado anterior. Como no existen definiciones consensuadas respecto a la diferencia entre “residuo” y “materia prima secundaria”, para el flujo comercial, el bien se valoriza en el país exportador y además comercializa la “materia prima secundaria” mientras que, el “residuo” se valoriza en el país importador y además debe controlar la calidad de ambos. Es que en general, los países en desarrollo solo asumen medidas “defensivas” centradas en la importación; mientras que los desarrollados regulan o apoyan las actividades para el cambio a modelos con EC.<sup>6</sup>

Al respecto, la clasificación del sistema armonizado para el comercio no diferencia los distintos bienes en la EC. Por ende, se requiere continuar en la actualización del sistema para distinguir las posibilidades de valorización que tienen los materiales que se comercializan. Asimismo, es necesario poder identificar los procesos productivos circulares y los servicios que fomentan la circularidad (grado de alineación con los principios de EC). De esta manera, se podría realizar un análisis completo de los flujos de comercio en la transición hacia el nuevo paradigma de la EC.<sup>6</sup>

Por ello, en la Organización Mundial del Comercio se han revisado medidas para el acceso a mercado y etiquetado ambiental y en el ISO/TC 323 de Economía Circular diseña guías que faciliten la implementación de la EC en todas las actividades. Se espera documentos fáciles de usar con una visión integrada de la EC para implementarla y así evitar la proliferación de normas nacionales para la generación de barreras al comercio.<sup>6</sup>

Se evidencia que la EC no puede abordarse solo a nivel nacional y se requiere un análisis con un enfoque global para lograr implementarla mundialmente.

### **Economía circular y la bioeconomía: su relación con la seguridad alimentaria y la producción agroindustrial de alimentos**

Para garantizar la seguridad alimentaria, la industria agroalimentaria debe satisfacer la demanda de los consumidores, garantizando la calidad y la inocuidad de los alimentos y la nutrición y la salud de las personas, actuando sobre la producción y el consumo sostenibles<sup>[10]</sup>. La sostenibilidad para la EC tiene la prioridad en el sector minero y extractivo, la gestión de residuos y de reciclaje, y la bioeconomía. La bioeconomía ofrece oportunidades para establecer sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles, y lograr el ODS 2<sup>[10; 7]</sup>.

Los sectores agrícola y alimentario conectan de forma directa a la bioeconomía con la EC. Las estrategias de bioeconomía circular tendentes a fomentar la agricultura sostenible y regenerativa a nivel nacional e internacional, pueden contribuir a abordar los problemas a los que se enfrentan los sistemas alimentarios y agrícolas, a medida que siguen aumentando otros desafíos internacionales, derivados de la presión demográfica, el cambio climático y la escasez del agua.<sup>2-7</sup>

## LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

Algunos autores plantean que la bioeconomía no es sostenible por definición,<sup>6</sup> pero se entiende como las actividades económicas para el uso eficiente y sostenible de recursos de origen biológico para transformarlos en productos y servicios que generan valor. También cubre el uso de procesos biológicos de industrias sostenibles para producir y comercializar bioproductos, bioenergía, alimentos o productos forestales, de la transformación física, química, bioquímica o biológica de materiales orgánicos no aptos para el consumo animal o humano, en procesos respetuosos con el medio ambiente y el desarrollo de los entornos rurales.<sup>10</sup>

Para la UE, la bioeconomía engloba los sectores y sistemas basados en recursos biológicos (animales, plantas, microorganismos, biomasa derivada y residuos orgánicos). Incluye los ecosistemas terrestres y marinos y los servicios que prestan; los sectores de producción primaria que usan y producen recursos biológicos (agricultura, silvicultura, pesca y acuicultura); y los sectores económicos e industriales que usan recursos y procesos biológicos para producir alimentos, piensos, bioproductos, energía y servicios.<sup>7</sup>

La EEEEC reforzó la Estrategia Española de Bioeconomía y la Estrategia “Más alimento, menos desperdicio” para reducir a la mitad la generación residuos de alimentos en la cadena alimentaria e incrementar la reutilización hasta llegar al 10% de los residuos municipales generados.<sup>16</sup> En las últimas dos décadas, varios países de ALC (como Argentina, Colombia, Costa Rica, Ecuador y Uruguay) han elaborado estrategias de bioeconomía, que fomentan tanto el sector de alimentos como el desarrollo de bioproductos y bioenergía.<sup>6</sup>

Otros ejemplos de bioeconomía son intensificar la agricultura ecológica como en la empresa ecuatoriana productora de chocolate ecológico Pacari y revalorizar los subproductos orgánicos de la agricultura como la empresa inglesa *Ananas Anam* en Filipinas, que fabrica artículos para la industria de la moda con fibras textiles no tejidas de desechos de hojas de piña (piñatex) y sus residuos más biodegradables se emplean como compost o biogás<sup>9</sup>; aplicar biotecnología en la producción de alimentos y bebida y el uso de la biomasa lignocelulósica<sup>7</sup>; procesar residuos de alimentos mezclados y desechados por hogares y en hostelería y vender residuos del grano de la fabricación de cerveza en el Reino Unido <sup>[4]</sup> y el uso de subproductos orgánicos de ganadería, silvicultura y negocios agrícolas, con las experiencias en la UE siguientes<sup>5</sup> (Ver **Tabla 1**):

**Tabla 1.** Residuos orgánicos por países y productos obtenidos

País	Residuo orgánico	Producto obtenido
Dinamarca	Aceite de café y la harina de café reciclados	Ingredientes naturales para cosméticos, nutracéuticos y alimentos funcionales.
Holanda	Desecho agrícola	moldes reutilizables en 3D con un biopolímero renovable a partir del desecho agrícola, agua y el micelio de hongos, usado como un pegamento natural que une toda la biomasa. Al final de su vida útil, se pueden usar como fertilizantes, por compostaje.
Portugal	Cascarones de huevos	Pintura y papel reemplazando el carbonato de calcio.



## LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

	Larvas de mosca ( <i>Hermetia illucens</i> )	Concentrado de proteínas, aceite de insectos (para la alimentación animal) y fertilizantes orgánicos (para la nutrición de las plantas).
	Biomasa	Caldera para producir vapor y energía eléctrica reduce el uso de combustibles fósiles en industria cárnica y productos cárnicos.
	Residuos de frutas, hojas y restos vegetales	Producción de biogás por digestión anaeróbica y de compost en las plantas hortofrutícolas.
	Borra café molido de restaurantes	Para plantar <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo comestible) que luego se consume en los propios restaurantes que generan el desperdicio
	Subproductos agroindustriales	Uso en las dietas de los animales de granja (gallinas ponedoras, corderos y ovejas) como alternativas a las materias primas convencionales (cereales y oleaginosas).
	Semillas de uva	Obtención de aceite orgánico por prensado en frío.
España	Residuos de la poda de los viñedos	Para producir compost, biopesticidas y fertilizantes orgánicos que contribuyen a la recuperación de los suelos de otros cultivos y en zonas urbanas y jardines.
	Estiércol de cerdo	Fertilizante orgánico en las tierras en las que crecen los cereales y otras materias primas que llegan a las fábricas de pienso.
	Extractos de uva	Caracterizados químicamente y sensorialmente atractivos, para su incorporación como condimentos en alimentos y/o platos de cocina con bajo contenido en sal.
	Fibras del residuo de tallos de plátanos	Aditivo natural para componentes plásticos biológicos y recubrimientos para proteger los plátanos contra la radiación UV y la pulpa que resulta del proceso de extracción de la fibra se utiliza en el proceso de fabricación de alimentos para peces.

**Fuente:** elaboración propia a partir de<sup>5</sup>

### La economía circular: desafíos y oportunidades para la producción mundial de alimentos

La productividad agrícola está creciendo más lentamente que nunca, y la fertilidad del suelo e incluso el valor nutricional de los alimentos está disminuyendo; parece estar incrementándose el riesgo de la seguridad y garantía alimentaria con la larga y “súper optimizada” cadena de suministro global.<sup>4</sup> Así es que, durante los próximos años, el sector agroalimentario enfrentará los desafíos de aumentar la productividad de manera sostenible, dando respuesta a consumidores cada vez más exigentes e informados respecto a cómo se producen los alimentos, e interesados en productos elaborados de forma sostenible.<sup>8</sup> En la actualidad que vivimos la producción y el consumo globalizado de alimentos se ha ido alejando de manera progresiva de su forma de vinculación directa con la agricultura y el entorno en el cual operaba, para incorporarse a la compleja red logística controlado por grandes empresas transnacionales.<sup>10</sup>

## LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

---

En este contexto, la EC surge como una herramienta que puede contribuir de manera sistémica a que este sector aborde todos los desafíos descritos, con la participación de múltiples actores para aprovechar la sinergia entre ellos.<sup>8</sup> No obstante, surge otro reto con algunos cultivos obtenidos por agricultura orgánica que reducen el consumo de energía, pero incrementan la emisión de gases con efecto invernadero, la acidificación del suelo y la eutrofización de cuerpos de agua, comparados con la agricultura convencional.<sup>17</sup>

Si bien todos los elementos mencionados hasta aquí son importantes a la hora de trazar una estrategia para implementar la EC, las características particulares de cada territorio (demográficas, económicas, sociales, etc.) y su punto de partida, son desafíos interesantes para decidir y poner la atención en los elementos donde la mejora sea mayor y la implementación de dicha estrategia permita maximizar los resultados esperados.<sup>2</sup>

Para la región de ALC existen tanto desafíos como oportunidades con la cooperación internacional para generar capacidades y transferir tecnologías necesarias para la transición justa a partir de las acciones de la UE, que reconoce que las cadenas de valor de sus propias empresas nacen en los países en desarrollo, por lo que su estrategia “De la granja a la mesa” favorece los alimentos obtenidos con técnicas ecológicas que suponen mayores exigencias ambientales para los productos alimentarios exportados desde esta región.<sup>6</sup>

Lo anterior sugiere que la transición justa hacia un sistema alimentario circular exige que se apliquen prácticas y tecnologías que minimicen el consumo de recursos finitos, fomenten el uso de recursos renovables y eviten la fuga de los recursos naturales.<sup>7</sup> Es por ello que muchas empresas de la industria agroalimentaria aprovechan las oportunidades que les brinda la EC e invierten en mejorar la gestión de los residuos de envases lo que reduce el impacto medioambiental de los mismos y promoviendo la venta de productos alimenticios a granel cuando sea posible y la práctica de llevarse la comida sobrante de los restaurantes para prevenir pérdidas y desperdicios de alimentos a lo largo de la cadena alimentaria.<sup>10</sup>

Por ese motivo surgió el proyecto “Ni Las Migas” que, con una aplicación móvil basada en la geolocalización, encuentra consumidores para establecimientos que tienen comida en buen estado. Otro ejemplo del empleo de las TIC (“Industria 4.0”) para la recogida y al tratamiento de la materia orgánica adecuadamente separada para compost y usarla como fertilizante, es la moneda social complementaria MOLA (Materia Orgánica Liberada) del barrio de Hortaleza (Madrid) con la que desde septiembre de 2017 se puede comprar en los comercios de esa comunidad e intercambiar servicios o bienes de segunda mano con otros miembros.<sup>10</sup>

La aplicación de las TIC en la agricultura, conocida como “Agricultura 4.0”, ofrece una oportunidad para la EC, al aumentar la productividad y el rendimiento y reducir el uso de fertilizantes químicos. Su uso ha mejorado la agricultura en algunos países al emplear prácticas de agricultura de precisión con drones y programas informáticos para monitorear el clima y las cosechas.<sup>7</sup>

Al respecto, en Uruguay se desarrollaron dos herramientas: una calculadora de libre acceso que estima el potencial de valorización de los residuos según el tipo de producto y de tecnología, entregando inclusive un precio estimado del producto valorizado; y otra herramienta de geolocalización que permite

## LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

---

a los actores visualizar dónde están ubicados los residuos, facilitando la vinculación y la sinergia entre las industrias en un territorio. Además, se cuantifica la oferta de nutrientes en el suelo por localidad.<sup>8</sup>

Todo lo cual requiere de innovación, que en tecnología de reciclaje (“Reciclaje 2.0”) está evolucionando rápidamente y hace posible la producción de bienes de alta calidad con resultados en sostenibilidad. Por ejemplo, la empresa Starbucks en Alemania que transforma miles de toneladas de sus restos de comida y de café en productos de uso diario, utilizando bacterias para generar ácido succínico, que luego puede ser usado en una gama de productos como detergentes, bioplásticos o medicamentos.<sup>15</sup>

En Holanda la empresa Better Future Factory con el “Proyecto Plástico Perpetuo” tiene la primera máquina móvil interactiva de reciclaje en el mundo, con la que la gente puede convertir sus propios residuos plásticos en un objeto impreso en 3D (comenzó para convertir los vasos de cerveza en impresiones 3D y hoy garantizan los eventos de sostenibilidad de la empresa cervecera Heineken) y colaboran con una empresa holandesa tostadora de café, cuyo flujo interno de residuos del empaquetado de café (residuos de recortes) se transforma en bandejas con las que sirven las tazas de café.<sup>9</sup> También este país se destaca por el valor de los residuos obtenidos en procesos agroindustriales para la transformación en productos con valor agregado, como por ejemplo suero de leche y cáscara de fruta, pulpas y otros.<sup>8</sup>

Por su parte, la innovación en los envases con fibras naturales puede contribuir a la EC.<sup>11</sup> Por ejemplo, en Chile el poliestireno expandido del envase que se utiliza en las industrias vitivinícola, agrícola, alimenticia, entre otras, se reemplaza por pulpa de cartón y papel reciclados y agua, que obtiene moldeado por aspersión o por impresión 3D (pulpak).<sup>9</sup> Esto dio lugar a que en julio de 2019 en este país se realizara el “Estudio de Economía Circular en el Sector Agroalimentario Chileno”, con el objetivo de conocer el estado del arte de la EC en el sector y sus subsectores vitivinícola, pecuario, frutícola, hortícola y cerealero.<sup>8</sup>

La Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, del Ministerio de Agricultura de Chile, propone que para desarrollar un “Programa de EC para el sector agroalimentario”, se debe vincular a los actores claves, definir una gobernanza y las áreas de trabajo: técnica, de concientización y conocimiento en EC y de ámbito regulatorio. Todas estas áreas de trabajo deberán enmarcarse en ciertos focos de acción, los cuales se recomienda que, en un principio, no sean más de dos, de acuerdo a la experiencia internacional. Así mismo, los actores que logren vincularse deberán definir el financiamiento para llevar a cabo el programa, el cual podría estar compuesto de fondos privados, públicos, nacionales y/o internacionales.<sup>8</sup>

Con el análisis realizado a la literatura consultada entre los que se encuentran los programas y las políticas de apoyo diseñados en 12 países (Portugal, Finlandia, Francia, Holanda, Escocia, Alemania, Uruguay, Colombia, Estados Unidos, Canadá, China y Nueva Zelanda),<sup>8</sup> se evidencia que la transición hacia una EC en el sector agroalimentario debe ser un proceso gradual, y requiere sobre todo el compromiso y la voluntad de los diferentes actores para construir una agenda común, que tenga una mirada integral, sistémica y colaborativa en línea con los tres principios de la EC para alcanzar los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Los elementos que conforman la infraestructura de la calidad (IC), como la normalización, metrología, acreditación y evaluación de la conformidad (ensayos, inspección y certificación) son indispensables para contribuir a este fin.<sup>14</sup>

### **La infraestructura de calidad para transitar a la EC en el sector de alimentos**

La información actualizada sobre la normalización para la EC en el sector agroindustrial,<sup>18</sup> evidenció que la EC no se aplica por igual dentro del mismo por falta de documentos normativos, como legislaciones, regulaciones y políticas públicas y de normas técnicas específicas sobre esta temática, que son una barrera para implementar soluciones innovadoras para transitar hacia la EC en las cadenas de valor alimentarias lo que además dificulta la integración de sus actores.<sup>19y20</sup> El avance en este sentido, sobre todo en la dimensión social de la EC, que resulta insuficiente para lograr que las cadenas de valor alimentarias sean más eficientes y sostenibles, así como la necesidad de la evaluación de la conformidad de las organizaciones por terceras partes. La normalización es imprescindible para lograr la circularidad desde el nivel local, lo que requiere de la gestión del conocimiento.<sup>18</sup>

Los resultados de un estudio sobre la implementación de EC en las organizaciones, indicaron que, aunque no todas son conscientes de que aplican los principios de EC, necesitan aumentar sus esfuerzos para vincular mejor la teoría con su práctica. Se concluyó que esta brecha puede reducirse al implementar la EC de una manera más holística, fuera de las organizaciones, con mejor colaboración con las partes interesadas.<sup>19</sup>

Es por ello, que se ha hecho un llamado a replantearse el rol de la academia y a la investigación científica, para contribuir con aportes sustanciales a las políticas públicas del Gobierno para la EC.<sup>20,21</sup> Así es que el tipo de investigación necesaria, para ayudar a los profesionales a adoptar la EC, necesita cambiar masivamente los enfoques de las regulaciones y las instituciones, cambios culturales y de comportamiento, e innovación organizacional, de procesos y de productos para que tenga un impacto práctico en los negocios.<sup>13,22</sup> Para el cambio en los procesos y sistemas de producción, que a su vez demandan cambios en la planificación y el diseño de nuevas estructuras, procesos e instalaciones, debe aplicarse EC en la gestión de la calidad desde el diseño de los proyectos, teniendo en cuenta incluso, los costos de prevención como parte de sus costos asociados a la calidad.<sup>23,24</sup>

En ese sentido, el análisis de 160 artículos sobre EC, reveló críticas a la investigación sobre el tema porque: faltan investigaciones sobre EC; gran parte de ellas tienen tamaño de muestra pequeña; la mayoría se centra en industrias de fabricación; hay un sesgo significativo en la literatura hacia las economías más desarrolladas y la literatura que existe carece de consejos prácticos.<sup>22</sup>

En cuanto a la metrología, se espera que más industrias desarrollarán flujos circulares de materiales en un futuro cercano, provocada por beneficios económicos o medidas regulatorias. Por tanto, los institutos de metrología de todo el mundo necesitan comprometerse con las partes interesadas clave y desarrollar nuevas capacidades para atender sus necesidades. Las soluciones metrológicas van desde métodos analíticos avanzados hasta desarrollar materiales de referencia certificados, dependiendo del compuesto que se vaya a determinar y de la matriz en que se vaya a analizar.<sup>25</sup>

De acuerdo con lo anterior, la transición hacia la EC supone un cambio disruptivo en las organizaciones y las personas que la integran, cuyo potencial innovador es fundamental. Se realizó una búsqueda de

# LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

---

artículos científico de análisis bibliométrico sobre el tema y la consulta de otras fuentes de información en los últimos cinco años (2018 al 2022), a los que se aplicó criterios de selección con las categorías, impacto social, legislación, regulación y normalización. Con los 46 artículos seleccionados, se evidenció que no hay suficiente conocimiento en todos los eslabones de la cadena alimentaria respecto a la innovación para la EC, el rol del capital intelectual en el logro de la transición necesaria hacia nuevos modelos de negocio, la importancia de la normalización en esta materia, siendo menos divulgadas la innovación en los sectores de las etapas comercialización y consumo y la dimensión social de la EC es la menos abordado desde el punto de vista científico.<sup>26</sup>

Se plantea que la dinámica de la innovación para cada modelo agrícola requerirá del desarrollo de enfoques socioecológicos<sup>27</sup> y que la sostenibilidad de la EC dependerá de aceptabilidad de la sociedad y la utilización técnica resultante de la innovación, siendo la barrera cultural el motivo principal para la falta de interés y de conciencia de los consumidores.<sup>21</sup> En estos ámbitos se refuerza la necesidad del uso de la prospectiva estratégica,<sup>28</sup> el análisis económico financiero, la innovación<sup>29</sup> y el control de gestión, soportadas en un sistema de indicadores para la elevación de la competitividad en sectores como el de los alimentos,<sup>30</sup> que desde su concepción tenga en cuenta la EC.

## Conclusiones

La economía circular es una alternativa factible para la producción sostenible de alimentos, pero la transición para su implementación a nivel mundial debe ser un proceso gradual y con metas concretas para contribuir a la seguridad alimentaria según el grado de desarrollo de los países.

Las estrategias nacionales para su implantación requieren del compromiso y la voluntad de diversos actores de todas las formas de gestión y la concientización de la población para que no se convierta en un obstáculo técnico al comercio internacional.

La transición hacia la EC supone un cambio disruptivo en las organizaciones y las personas que la integran, cuyo potencial innovador es fundamental, siendo la barrera cultural el motivo principal para la falta de interés y de conciencia de los consumidores, para lo cual la academia y la investigación científica, deberán tener un papel más protagónico de conjunto con las políticas públicas del Gobierno.

## Referencias bibliográficas

1. WFTO-Europe. Herramientas de Economía Circular para Organizaciones de Comercio Justo. World Fair Trade Organization Europe. [Internet]. 2020. [Consultado 6 noviembre 2022] Disponible en: <https://wfto-europe.org/wp-content/uploads/2020/11/WFTO-Europe-Circular-Economy-Toolkit-2020-Spanish-version.pdf>
2. Euskadi. Estrategia de economía circular. Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia. País Vazco. [Internet]. 2019. [Consultado 4 diciembre 2022] Disponible en: [https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/economia\\_circular/es\\_def/adjuntos/EstrategiaEconomiaCircular2030.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/economia_circular/es_def/adjuntos/EstrategiaEconomiaCircular2030.pdf)
3. Ihobe. Guía para la promoción de la economía circular desde el ámbito local. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. País Vazco. [Internet]. 2019. [Consultado 13 diciembre 2022] Disponible en:

## LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

---

- [https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/21\\_economia\\_circular/es\\_def/adjuntos/21\\_economia\\_circular.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/21_economia_circular/es_def/adjuntos/21_economia_circular.pdf)
4. Fundación Ellen MacArthur. Hacia una Economía Circular. [Internet]. 2014. [Consultado 13 diciembre 2022] Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/hacia-una-economia-circular-resumen-ejecutivo-ellen-mac-arthur-fundation.pdf>
  5. REiNOVA S.I. Buenas Prácticas de Economía Circular - De diferentes sectores al sector agroalimentario. [Internet]. 2020. En: Proyecto “Reindustrialización del sector agroalimentario - Sostenibilidad e innovación. IPCB|ESART - Instituto Politécnico de Castelo Branco. Escola Superior de Artes Aplicadas. [Consultado 12 diciembre 2022] Disponible en: [https://reinovasi.eu/files/2020/07/1-3ESBook\\_Benchmarking-1\\_compressed1.pdf](https://reinovasi.eu/files/2020/07/1-3ESBook_Benchmarking-1_compressed1.pdf)
  6. Mulder N y Albaladejo M. El comercio internacional y la economía circular en América Latina y el Caribe. [Internet]. 2020. Serie Comercio Internacional, N° 159 (LC/TS.2020/174), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). [Consultado 14 diciembre 2022] Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46618/1/S2000783\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46618/1/S2000783_es.pdf)
  7. Schröder P, Albaladejo M, Alonso RP, MacEwen M y Tilkanen J. La economía circular en América Latina y el Caribe: Oportunidades para fomentar la resiliencia. [Internet]. 2020. [Consultado 14 diciembre 2022] Disponible en: <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-01/2021-01-13-spanish-circular-economy-schroder-et-al.pdf>
  8. ODEPA. Estudio de Economía Circular en el Sector Agroalimentario Chileno. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura, Chile. [Internet]. 2019. [Consultado 13 enero 2023] Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/EstEconomiaCircular2019.pdf>
  9. Kowszyk Y y Maher R. Estudios de caso sobre modelos de Economía Circular e integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en estrategias empresariales en la UE y ALC. [Internet]. 2018. [Consultado 12 enero 2022] Disponible en: [https://eulacfoundation.org/es/system/files/economia\\_circular\\_ods.pdf](https://eulacfoundation.org/es/system/files/economia_circular_ods.pdf)
  10. Pardos M. La economía circular en el sector agroalimentario. [Internet]. 2018. En Proyecto: Alimentación sostenible: Consumir bien para vivir mejor’. AECOSAN. España. [Consultado 5 diciembre 2022] Disponible en: <https://www.otroconsumoposible.es/publicacion/economia-circular.pdf>
  11. Imbarack G. Envase e inocuidad alimentaria, tres factores clave. Food News Latam. [Internet]. 2021. [Consultado 7 enero 2023] Disponible en: <https://www.packaginglatam.com/index.php/inocuidad/54-seguridad/3846-envases-e-inocuidad-alimentaria,-tres-factores-claves.html>
  12. Korhonen J, Honkasalo A y Seppälä J. Circular Economy: The concept and its limitations. Ecological Economics 2018; 143: 37-46.
  13. Vence X y Pereira A. Eco-innovation and circular business models as drivers for a circular economy. Contaduría y Administración Especial Innovación 2019; 64 (1): 1-19.
  14. Canelas E, Ulrich H, Valqui A, Flores M, Lugo G, Liewald W y Rivadeneira M. Infraestructura de la calidad para la economía circular en América Latina y el Caribe. [Internet]. 2022. [Consultado 4 noviembre 2022] Disponible en: <https://qica.site/wp-content/uploads/2022/10/Estudio-ICEC-PTB-ESP-Online.pdf>
  15. Cerdá E y Khalilova A. Economía circular, estrategia y competitividad empresarial economía circular. [Internet]. 2016. [Consultado 17 octubre 2022] Disponible en:
-

## LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

---

<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>

16. Miteco. Boletín de Economía circular. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, España. [Internet]. 2020. [Consultado 23 octubre 2022] Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/boletin\\_julio\\_20200724\\_v2\\_baja\\_tcm30-510832.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/boletin_julio_20200724_v2_baja_tcm30-510832.pdf)
17. Clark M y Tilman D. Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environ. Res. Lett.* 2017; 12 (064016): 1 - 11. [Consultado 25 octubre 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6cd5>
18. Anaya M, Fernández R y Fernández L. La normalización para la economía circular en las cadenas de valor alimentarias sostenibles. *Revista Normalización* 2022; 3: 7-15. [Consultado 9 enero 2023] Disponible en: [http://www.cgdc.cu/sites/default/files/publicaciones/revista\\_normalizacion\\_no.3-2022.pdf](http://www.cgdc.cu/sites/default/files/publicaciones/revista_normalizacion_no.3-2022.pdf)
19. Barreiro M y Rodrigo L. How circular is the circular economy? Analyzing the implementation of circular economy in organizations. *Business Strategy and the Environment* 2020; 1–11. [Consultado 9 enero 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1002/bse.2590>
20. Neven D. Desarrollo de cadenas alimentarias sostenibles. Principios rectores. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Italia, Roma. [Internet]. 2015. [Consultado 23 noviembre 2022] Disponible en: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/F08ABDF58C672EAB05257E6100672B12/\\$FILE/ParadigmaDelDesarrolloDeCadenasDeValorAlimentarias.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/F08ABDF58C672EAB05257E6100672B12/$FILE/ParadigmaDelDesarrolloDeCadenasDeValorAlimentarias.pdf)
21. Cortés GP, Velandia KD, García H y Sanabria C. Repensando el rol académico en el discurso de la economía circular. *Revista Ambiente y sociedad.* [Internet]. 2021. [Consultado 1 diciembre 2022] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200046r1vu2021L2AO>
22. Kirchherr J y van Santen R. Research on the circular economy: A critique of the field. *Resources, Conservation & Recycling* 2019; 151 (2-3): 104480. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104480>.
23. Lotero L. La gestión de la calidad de los proyectos bajo la perspectiva de la economía circular. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas* 2018; 12 No. Especial UCIENCIA: 71-88.
24. Tomov M y Velkoska C. Contribution of the quality costs to sustainable development. *Production Engineering Archives* 2022; 28 (2): 164-171.
25. Umbricht G, Ueters M, Marki L y Hanspeter A. Circular economy and metrology. *Boletín OIML, LXIII* (3): 5-9. [Internet]. 2022. [Consultado 12 diciembre 2022] Disponible en: [https://www.oiml.org/en/publications/bulletin/pdf/oiml\\_bulletin\\_july\\_2022.pdf](https://www.oiml.org/en/publications/bulletin/pdf/oiml_bulletin_july_2022.pdf)
26. Anaya M. La innovación en la transición hacia la economía circular en la cadena alimentaria. En *Memorias de III Convención Internacional de Calidad*. 5 al 7 de octubre de 2022, Varadero, Matanzas. ISBN: 978-959-7231-17-2.
27. Aroca IA, Jimber del Río JA y Vergara A. Agricultural value chains. A bibliometric review and analysis. 2021. [Consultado 21 noviembre 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.20944/preprints202108.0063.v1>
28. Garrigó LM. Prospectiva estratégica. En: Delgado M, Coordinador académico. *Temas de Gestión Empresarial*. Vol. I. La Habana: Editorial Universitaria Félix Varela; 2017, 157-195.
29. Delgado M. Innovación Empresarial. En: Delgado M, Coordinador académico. *Temas de Gestión Empresarial*. Vol. II. La Habana: Editorial Universitaria Félix Varela; 2017. p. 117. [Consultado 4 diciembre 2022] Disponible en: <http://bibliografia.eduniv.cu:8083/read/14/pd>

30. Anaya M, Delgado M, Garrigó L. Estrategia competitiva para el grupo empresarial de la industria alimentaria de Cuba. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*. 2018; 2(1): 82–97. [consultado 13 octubre 2022] Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/34>

**Conflicto de intereses**

La autora declara no presentar conflictos de intereses