



María Concepción Martínez Rodríguez
Lorena Elizabeth Campos Villegas
Moises Emmanuel Manzanares Manzanarez
(coordinadores)

ESTE PROGRAMA ES PÚBLICO, AJENO A CUALQUIER PARTIDO POLÍTICO, QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

Economía circular mexicana



Ediciones Comunicación Científica se especializa en la publicación de conocimiento científico de calidad en español e inglés en soporte de libro impreso y digital en las áreas de humanidades, ciencias sociales y ciencias exactas. Guía su criterio de publicación cumpliendo con las prácticas internacionales: dictaminación de pares ciegos externos, autenticación antiplagio, comités y ética editorial, acceso abierto, métricas, campaña de promoción, distribución impresa y digital, transparencia editorial e indexación internacional.

Cada libro de la Colección Ciencia e Investigación es evaluado para su publicación mediante el sistema de dictaminación de pares externos y autenticación antiplagio. Invitamos a ver el proceso de dictaminación transparentado, así como la consulta del libro en Acceso Abierto.



www.comunicacion-cientifica.com

[DOI.ORG/10.52501/cc.170](https://doi.org/10.52501/cc.170)




**COMUNICACIÓN
CIENTÍFICA** PUBLICACIONES
ARBITRADAS
HUMANIDADES, SOCIALES Y CIENCIAS

CC+I
COLECCIÓN
**CIENCIA e
INVESTIGACIÓN**

Economía circular mexicana

María Concepción Martínez Rodríguez
Lorena Elizabeth Campos Villegas
Moises Emmanuel Manzanares Manzanarez
(coordinadores)



Martínez Rodríguez, María Concepción

Economía circular mexicana / María Concepción Martínez Rodríguez, Lorena Elizabeth Campos Villegas, Moises Emmanuel Manzanares Manzanarez. —Ciudad de México: Comunicación Científica, 2023. (Colección Ciencia e Investigación).

141 páginas: gráficas, fotografías, mapas ; 23 × 16.5 centímetros.

ISBN 978-607-59988-8-6

DOI 10.52501/cc.170

1. Economía circular – México. I. Martínez Rodríguez, María Concepción, coautora. II. Campos Villegas, Lorena Elizabeth, coautora. III. Manzanares Manzanarez, Moises, coautor. IV. Título.

LC: HC79.E5 E26

DEWEY: 338.927 E26

La titularidad de los derechos patrimoniales de esta obra pertenece a los autores D.R. María Concepción Martínez Rodríguez, Lorena Elizabeth Campos Villegas, Moises Emmanuel Manzanares Manzanarez (coordinadores), 2024. Su uso se rige por una licencia Creative Commons BY-NC-ND 4.0 Internacional, <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.es>

Primera edición en Ediciones Comunicación Científica, 2024

Diseño de portada: Francisco Zeledón • Interiores: Guillermo Huerta

Ediciones Comunicación Científica S.A. de C.V., 2024

Av. Insurgentes Sur 1602, piso 4, suite 400

Crédito Constructor, Benito Juárez, 03940, Ciudad de México,

Tel. (52) 55 5696-6541 • móvil: (52) 55 4516 2170

info@comunicacion-cientifica.com • www.comunicacion-cientifica.com

 [comunicacioncientificapublicaciones](#)  [@ComunidadCient2](#)

ISBN 978-607-59988-8-6

DOI 10.52501/cc.170



Este libro es producto del proyecto de investigación: SIP: 20231182, financiado por el Instituto Politécnico Nacional

Esta obra fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos externos. El proceso transparentado puede consultarse, así como el libro en acceso abierto, en <https://doi.org/10.52501/cc.170>

Índice

<i>Introducción</i>	11
1. <i>Retos en la aplicación de la legislación en materia de economía circular en México</i> , Eduardo Castillo González, Lorena de Medina Salas, Mario Rafael Giraldi Díaz, Gerardo Bernache Pérez	17
Introducción	18
Contexto internacional	19
Transición de México hacia la economía circular	21
Conclusiones	26
Bibliografía	27
2. <i>Derecho de la economía circular en México; una visión más allá de la legislación</i> , Biuludani Altamirano Magaña	29
Introducción	30
Desarrollo	31
Desvincular la economía circular de la problemática de los plásticos y los residuos	31
Estrategias de transición ordenada a la circularidad	33
Efectividad a todos y cada uno de los principios y pilares esenciales de la economía circular para verdaderamente ir en el camino correcto	34

Economía circular con un propósito y fin regenerativo y reparador	35
Conclusiones	37
Bibliografía	37
3. <i>El rol activo del consumidor para la economía circular en México</i> , Ana Lorena Iturbe Desentis	39
Desarrollo	40
Empresas medianas y grandes	42
Caso	43
Microempresas	44
Casos	44
Lonches Bañados	45
Florería	46
Planchaduría	47
Elaboración de yogurt natural	49
Jabón líquido para lavado de ropa	50
Productos para el cuidado personal	51
Conclusión	52
Bibliografía	54
4. <i>Las barreras de la industria textil para implementar la economía circular en México</i> , Héctor Guadalupe Ramírez-Escamilla, María Concepción Martínez Rodríguez, Lorena Elizabeth Campos Villegas	55
Introducción	56
Industria textil y de la confección y el consumismo	56
Impacto ambiental de la ITC	58
Consumo responsable	59
<i>Fast-fashion vs. slow-fashion</i>	60
Moda rápida (<i>fast-fashion</i>)	61
Moda lenta (<i>slow-fashion</i>)	62
Economía circular y la percepción de sustentabilidad en la ITC	63
Desarrollo	65
Resultados	65

Etiquetado y clonación	66
Comercio minorista-electrónico	68
Políticas e incentivos para la economía circular	69
Manejo de residuos y escasez de tecnología	71
Conclusión	71
Bibliografía	72
5. <i>Uniendo fuerzas para ciudades sustentables por medio de la economía circular y los techos verdes</i> , Ana Laura Cervantes Nájera, María Concepción Martínez Rodríguez, Martín C. Vera Martínez	75
Introducción	76
Marco contextual	77
Metodología	81
Resultados y discusión	82
Conclusiones	86
Bibliografía	87
6. <i>Experiencias de manejo de residuos de aparatos electrónicos y eléctricos desde una universidad</i> , Salvador García Ruvalcaba, Jorge Arturo Pelayo López, Alfredo Tomás Ortega Ojeda, Nancy Elizabeth Ambriz Trujillo, Gabriela Pérez Carrillo, Tania Merino Gómez	93
Introducción	94
Metodología	99
Resultados	100
Ámbito de acción prioritario 1	103
Ámbito de acción prioritario 2	104
Ámbito de acción prioritario 3	104
Ámbito de acción prioritario 4	104
Ámbito de acción prioritario 5	105
Discusión y conclusiones	107
Bibliografía	110

7. <i>Economía circular y residuos orgánicos en México</i> , Ana Laura Tecorralco-Bobadilla, Alethia Vázquez-Morillas, Rosa María Espinosa-Valdemar, Perla Xochitl Sotelo-Navarro	113
Introducción	114
Clasificación de residuos orgánicos	114
Situación actual de los residuos orgánicos en México	115
Composición	116
Evolución de la composición de residuos orgánicos en el tiempo	117
Técnicas de valorización y tratamiento de residuos orgánicos	118
Composteo	118
Digestión anaerobia	118
Fermentación	119
Producción de biocombustibles	119
Producción de polímeros biobasados	119
Uso como sustrato	120
Uso como alimento	120
Desafíos en el tratamiento y gestión circular de residuos orgánicos en México	120
Estrategias para el cierre del ciclo de residuos orgánicos	121
Legislación en México relacionada con la economía circular de los residuos orgánicos	124
Casos de éxito de economía circular de residuos orgánicos en México	126
Conclusiones	127
Bibliografía	128
<i>Sobre los autores</i>	131

Introducción

La economía circular (EC) es un modelo que se contrapone a la economía lineal y busca desacelerar la extracción de materias primas y disposición final de materiales; para una transición exitosa hacia la EC en México se necesita, adaptarla a la cultura mexicana, establecer sus características, los pasos y las etapas, así como las métricas de la circularidad propias al contexto nacional, establecer el nivel de circularidad que se tiene hoy en día y su proyección a futuro. A nivel internacional cada país ha adaptado el concepto de EC a su contexto, teniendo diferentes conceptualizaciones de la EC. México necesita definir la EC que más se adapte a sus características y necesidades. El desafío de establecer la transición hacia una EC en México es importante, ya que requiere de un cambio sistemático y la participación de diversos actores, el presente libro tiene el objetivo de acercarse lo más posible a la conceptualización de EC mexicana, y es así como a lo largo de siete capítulos abordamos desde diferentes aristas la economía circular mexicana.

El primer capítulo expone los retos que hay en la aplicación de la legislación en materia de economía circular en México, comenzando por la Ley General de Economía Circular (LGEC), en sus tres órdenes de gobierno con diferentes atribuciones que abarcan desde la implementación de políticas públicas hasta modalidades educativas, así como a los responsables de la fabricación, elaboración, producción, importación o manufactura de envases y empaques. El objetivo de este capítulo es analizar los retos que presenta la aplicación de la legislación en materia de EC en México y su contenido

se vincula con el resto del libro debido a que explora los compromisos que deben cumplir los tres órdenes de gobierno para transitar hacia una EC desde el enfoque legislativo, considerando las condiciones particulares que presenta el país e involucrando a los diferentes actores.

El segundo capítulo tiene una mirada complementaria porque involucra un contexto regulatorio donde se explora la necesidad de contar con regulación de desarrollo que dote de operatividad a la legislación en materia de economía circular. En ese sentido, se busca plantear que la economía circular, sus estrategias de transición y circularidad meta, en nuestro sistema económico, sólo pueden ser detonadas e impulsadas a través de la existencia de reglamentos, acuerdos generales, disposiciones administrativas, normas técnicas y normas oficiales mexicanas, entre otras. Además, se plantea exponer como ejemplo la regulación secundaria en materia ambiental en nuestro país y la adaptación de normas internacionales de referencia en materia de economía circular, mismas que ayudarán a brindar no sólo certeza jurídica a la transición hacia la circularidad, sino la operatividad y gestión necesarias a las que, por sus características, no puede llegar la legislación general. De esta manera se puede contribuir al impulso de las autoridades, sociedad civil e industria a iniciar trabajos conjuntos para trazar los lineamientos básicos necesarios para la normatividad de desarrollo de la actual y futuras legislaciones en materia de economía circular.

La sociedad en su conjunto es un punto clave para esta transición de la economía lineal a la economía circular, es así como nuestro capítulo 3 asume el rol activo del consumidor para la economía circular en México, donde pensar en economía circular va más allá del reciclaje, y es ahí donde involucrar al consumidor adquiere mayor importancia, ya que éste participa desde la adquisición del producto, durante el tiempo de uso y hasta la disposición final del mismo. En México, el tema de economía circular va en crecimiento, se ha impulsado a las compañías a implementarlo dentro de sus procesos y productos. La metodología es regulada por la norma ISO 14040 y es uno de los primeros pasos a dar, se plantea el análisis de ciclo de vida y la cuantificación de los impactos ambientales. Esto funciona bastante bien para las empresas medianas y grandes que cuentan con personal encargado de monitorear certificaciones y dar seguimiento a estos

procesos, pero ¿qué pasa con todas las microempresas y pequeños comercios que día a día laboran para mantenerse y dar sustento a su familia?

Durante varios años alumnos de la especialidad de Diseño y Tecnología de la Universidad Panamericana Campus Guadalajara han puesto en práctica los conocimientos adquiridos en la materia de Diseño Sustentable en beneficio de negocios de la comunidad, la experiencia ha sido bastante enriquecedora, al final del proceso en la mayoría de los casos se ha detectado que el consumidor final juega un papel necesario para cerrar el ciclo y disminuir la generación de impactos al medio ambiente. Lamentablemente, en México, una gran mayoría de usuarios o consumidores no contemplan que debe de haber un cambio de rutina y planeación para lograr que el objetivo se cumpla. Y al contrario cuestionan las propuestas generadas por los pequeños negocios, en ocasiones lo perciben como abuso y esperan una disminución del precio de venta. En otras ocasiones no están dispuestos a pagar un aumento de precio por adquirir alternativas que tengan un menor impacto ambiental, ocasionando así que las microempresas continúen comprando productos a menor costo para poder mantener su utilidad. A pesar de ello encontramos ejemplos de colaboración entre fabricantes y puntos de venta ofreciendo alternativas de sus productos al consumidor y disminuyendo el impacto ambiental en el tema de los envases.

Continuando con la participación de los diferentes actores para llegar a la economía circular, tenemos en el cuarto capítulo el caso de la industria textil y de la confección (ITC), la cual es una de las principales influyentes en el estilo de vida de millones de personas y con mayores ingresos económicos, y que también se encuentra señalada como una de las mayores productoras de contaminantes a nivel mundial debido a sus pocas prácticas sustentables y el seguimiento del modelo de economía lineal. La incorporación de un modelo de economía circular dentro de esta industria es más que necesario para conseguir los objetivos de la agenda 2030, además de ser uno de los sectores con menor participación en estos temas. La ITC en México es muy relevante: cuenta con una diversidad de productores tanto pequeñas como grandes empresas. Sin embargo, en el país aún no se ha conseguido la trascendencia ni los resultados que se buscan con los modelos circulares, por lo que se debe conocer cuáles son los motivos o las barreras que retrasan la implementación de la ITC hacia una economía circular. Dado

que éste es el objetivo principal de la investigación, se realizó una revisión bibliográfica (artículos, páginas web, normativa) y se identificaron cuatro barreras: etiquetado y clonación, comercios minoristas-electrónicos, políticas e incentivos para la economía circular, y manejo de residuos y escases de tecnología. En cada una se encontró que influye de forma directa la relación productor-comprador, creando el temor a pérdidas monetarias, lo que no incentiva a un cambio estructural, para ello debe coexistir un apoyo que implique la participación de autoridades, empresas y consumidor, involucrados dentro de un sistema de consumo circular.

En el capítulo 5 mencionamos áreas de oportunidad para el desarrollo de la economía circular: el desarrollo urbano, que plantea desafíos como la degradación del entorno natural, es donde la economía circular surge como un modelo para reducir la presión sobre los recursos al reutilizar y reciclar; un ejemplo son los techos verdes como una Solución basada en la Naturaleza (SbN). Este capítulo se centra en buscar la relación entre la economía circular y los techos verdes como una forma de reintegrar la naturaleza a las ciudades. Por lo tanto se llevó a cabo una revisión bibliográfica mediante el método PRISMA, abarcando el período de 2003 a 2023 con información de Web of Science (WoS) y un análisis bibliométrico en R con el paquete Bibliometrix. Este análisis bibliométrico resalta el creciente interés en conceptos como “Gestión”, “Ciudades”, “Desempeño” y “Modelo”, señalando un enfoque en evaluar y modelar el rendimiento de los techos verdes en la economía circular. En la convergencia conceptual en el contexto urbano entre la economía circular y los techos verdes se identificó la posibilidad de aumentar sus beneficios ambientales al adicionar a su estructura el uso de materiales reciclados, lo cual favorece el ciclo de vida. Es necesario fomentar la sinergia entre ambos para su aplicación práctica con el objetivo de fortalecer el potencial de cada uno para trazar un futuro urbano equitativo y armonizado con la naturaleza.

En nuestro capítulo 6, se presentan las experiencias del manejo de residuos de aparatos y electrónicos en una Universidad a partir de un proceso de vinculación empresa-universidad-gobierno-comunidad. El Cucsur (Centro Universitario de la Costa Sur) de la Universidad de Guadalajara es pionero en el desarrollo de campañas educativas e informativas para lograr la participación de diversas instituciones, empresas y gobiernos locales. Este

trabajo se basa en el estudio de caso realizado en el Cucusur y la ciudad de Atlán de Navarro, Jalisco; y tiene como propósito: la sistematización de una estrategia de vinculación, educación y comunicación para la participación de la comunidad en el acopio responsable de residuos electrónicos desde un campus universitario; así como la evaluación de la misma, a través de los indicadores de éxito para su réplica en otras universidades. Se estudia la experiencia de 11 años de un campus universitario en el acopio de diversos residuos electrónicos y eléctricos. Con lo anterior, se empezó a atender el grave problema que representan los residuos electrónicos en los basureros municipales, cuyos materiales tóxicos causan daños a la salud y al medio ambiente, esto gracias a la colaboración y vinculación de la universidad con la comunidad.

Cerramos nuestra aportación en el capítulo 7 con un tema tan importante como el de la economía circular y residuos orgánicos en México. Los residuos orgánicos, por su composición biológica, pueden ser biodegradados. Representan el 46.42 % de los residuos sólidos urbanos en México, y debido a esta alta proporción son considerados como la fracción más importante del inventario nacional. Los desafíos a los que se enfrenta el aprovechamiento de ellos se encuentran relacionados con las características, técnicas de valorización y tratamiento que existen en la actualidad, así como la cantidad de material procesado por las tecnologías ya desarrolladas. En este capítulo se abordan las estrategias de cierre de ciclo en la gestión de residuos orgánicos y las limitaciones para ser incorporados a un sistema de economía circular. Se describe la legislación aplicable y se presentan algunos casos de estudio exitosos de aplicación de la economía circular que actualmente se encuentran en operación en el país.

En este camino por el cual comienza, o más bien, continúa transitando nuestro país de la economía lineal a la economía circular, el presente trabajo registra los obstáculos que se tienen y las posibles alternativas que se vislumbran, estamos seguros que la misión de poder contribuir con investigaciones al respecto se ha cumplido y el lector las encontrará sin duda alguna en el presente libro.

MARÍA CONCEPCIÓN MARTÍNEZ RODRÍGUEZ

LORENA ELIZABETH CAMPOS VILLEGAS

MOISES EMMANUEL MANZANARES MANZANAREZ

1. Retos en la aplicación de la legislación en materia de economía circular en México

EDUARDO CASTILLO GONZÁLEZ*

LORENA DE MEDINA SALAS**

MARIO RAFAEL GIRALDI DÍAZ***

GERARDO BERNACHE PÉREZ****

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.170.01>

Resumen

La economía circular (EC) en México tiene como propósito el rediseño y reincorporación de productos y servicios a los procesos productivos para mantener su valor y extender la vida útil, a través de la minimización de residuos y cambios de hábitos de producción y consumo. Para tal efecto, en noviembre de 2021 se aprobó el proyecto de la Ley General de Economía Circular (LGEC), siendo uno de sus objetivos la promoción de la eficiencia en el uso de productos y servicios a través de criterios de EC. Involucra a los tres órdenes de gobierno con diferentes atribuciones que abarcan desde la implementación de políticas públicas hasta modalidades educativas, así como a los responsables de la fabricación, elaboración, producción, importación o manufactura de envases y empaques. Además, incluye la participación de los organismos operadores y grupos informales de personas acopiadoras (GIPA), lo cual constituye una estrategia favorable para el éxito de los objetivos de

* Doctor en Educación. Profesor de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3180-4373>

** Doctora en Ciencias con especialidad en Química Inorgánica y Doctora en Proyectos con línea de investigación en Medio Ambiente, Calidad y Prevención. Profesora investigadora en la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7423-7455>

*** Doctor en Ingeniería Ambiental. Profesor investigador en la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0390-9925>

**** Doctor en Antropología Social. Profesor investigador en el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS). Unidad Regional Occidente. Guadalajara, Jalisco. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6191-7846>

esta ley al incluir a todos los actores de la gestión integral de residuos. Con las disposiciones previstas en la LGEC se espera que México transite hacia la visión internacional de cero residuos al mejorar sus procesos.

Palabras clave: *Legislación ambiental, valorización de residuos, gestión integral de residuos, producción sustentable, políticas públicas de cero residuos.*

Introducción

La economía circular (EC) es un modelo que se orienta a mantener los materiales y energía en uso continuo como parte del ciclo de producción de bienes y servicios. Se prioriza la regeneración de ecosistemas para satisfacer las necesidades de la población y mercados de consumo, favoreciendo el desacoplamiento entre el crecimiento económico e impactos socio-ambientales causados por la emisión de agentes contaminantes hacia el agua, aire y suelo, y asociados al modelo económico lineal. Tiene tres principios rectores: (1) diseñar sin residuos y sin contaminación; (2) mantener productos y materiales en uso; (3) regenerar los sistemas naturales (INECC, 2020).

Su objetivo es preservar el valor de los materiales y productos durante el mayor tiempo posible, evitando enviar de regreso a la naturaleza la mayor cantidad de desechos y logrando que éstos se reintegren al sistema productivo para su reutilización, lo cual se logra a través de la reducción de la generación de residuos al mínimo y de la disminución de la presión ambiental en el ciclo de vida de los productos. Para lo anterior, es necesario contar con una gestión integral de residuos, que implique su jerarquización, desde la prevención hasta la reutilización, reciclado, recuperación de energía y disposición final de los materiales (Cepal, 2021). Uno de los instrumentos para avanzar en la EC son las leyes de responsabilidad extendida del productor (REP), a partir de las cuales los fabricantes se hacen cargo de recolectar sus productos al final de la vida útil y de clasificarlos antes de su tratamiento final, idealmente, mediante el reciclaje (Stephenson y Faucher, 2016).

La EC presenta diferentes retos, entre los que se incluyen encontrar el equilibrio entre las ventajas para la eficiencia de la producción, la calidad del producto, el daño a los seres humanos, el ambiente y la reciclabilidad;

además de encontrar soluciones tecnológicas para sustituir las sustancias no deseadas en la fase de producción, para identificarlas y aislarlas al final de la vida útil de los productos y materiales. Una EC no puede existir sin mercados que funcionen para los materiales secundarios (ISWA, 2021).

El enfoque de la EC se ha aplicado en diferentes países desarrollados desde finales del siglo pasado, situación que ha permeado en los últimos años en los países en vías de desarrollo, especialmente por los acuerdos internacionales en materia ambiental. Tal es el caso de México, en el que a través de diversos instrumentos de planeación se está incursionando en aplicar criterios de EC, por lo que recientemente se publicó un proyecto de la Ley General de Economía Circular (LGEC), cuyo objetivo es el de mejorar los procesos y gestionar integralmente los residuos. Sin embargo, su implementación presenta retos importantes porque implica cambios sustanciales en los procesos productivos y en los hábitos de consumo.

Por lo anterior, en este capítulo se aborda la hipótesis de que la implementación de los principios y criterios de la EC en México establecidos en la legislación ambiental ofrecen áreas de oportunidad para una transición exitosa. En este sentido, el objetivo de este capítulo es analizar los retos que presenta la aplicación de la legislación en materia de EC en México y su contenido se vincula con el resto del libro debido a que explora los compromisos que deben cumplir los tres órdenes de gobierno para transitar hacia una EC desde el enfoque legislativo, considerando las condiciones particulares que presenta el país e involucrando a los diferentes actores.

Contexto internacional

A nivel mundial, los líderes en EC son China y Europa debido al *desarrollo de sus estrategias de circularidad internas y externas que influyen en el resto de los países*. China comenzó la aplicación de su Ley de Promoción de la EC en 2009 y en 2018 prohibió la importación de residuos hacia el exterior. Europa por su parte es pionera en la transición de una economía lineal a una circular *debido a la adopción de políticas como el Pacto Verde Europeo*, su primer plan de acción para la EC: más de 60 estrategias y hojas de ruta de circularidad a nivel local, regional y nacional (UN, 2021).

En Estados Unidos, la Fundación Ellen MacArthur reportó que la aplicación de estrategias de EC en cinco materiales clave (cemento, aluminio, acero, plásticos y comidas) pueden lograr reducciones en emisiones de gases de efecto invernadero por el orden de 9.3 billones de toneladas métricas de dióxido de carbono para el año 2050 a nivel mundial (EPA, 2021).

África está registrando un incremento de las iniciativas relacionadas a la circularidad como la creación de la Red Africana de EC y la Alianza Africana de EC (UN, 2021).

La mayoría de los países de la región de América Latina y el Caribe (ALyC) han adoptado una o más medidas clave de EC, las cuales podrían generar un incremento neto de 4.8 millones de puestos de trabajo en la región (UN, 2021). Es indispensable incrementar los porcentajes de reciclaje en ALyC pues son bajos (entre 1 y 20%), mientras tanto, en promedio, el 90% de los residuos sólidos terminan en sitios de disposición final (UN, 2018).

La EC facilitaría avanzar en el cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y en las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) creados por países miembros de la Organización de Naciones Unidas (ONU) entre las que destacan (Cepal, 2021):

- Meta 8.4: para 2030 mejorar paulatinamente la producción y el consumo eficientes de recursos, desvinculando el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente conforme al Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles.
- Meta 11.6: para 2030 reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades incluyendo la calidad del aire y la gestión de residuos, entre otros.
- Meta 12.3: para 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial incluyendo la venta al por menor, reducción de las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, así como las pérdidas posteriores a la cosecha.
- Meta 12.4: para 2020, lograr la gestión ecológica y racional de los productos químicos y de los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales que permitan redu-

cir significativamente su liberación a la atmósfera, agua y suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y medio ambiente.

- Meta 12.5: para 2030, reducir la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.

Para transitar a la EC debe incluirse la prevención y minimización de residuos, así como la eficiencia de recursos y consumo, además de producción sustentable. El reciclaje es el instrumento prioritario para proveer materiales secundarios a la producción de procesos (UN, 2018).

Transición de México hacia la economía circular

México se encuentra en vías de transición hacia la EC por lo que en noviembre de 2021 se aprobó el proyecto de la LGEC cuyo objeto es promover, fomentar e impulsar la eficiencia de productos, servicios, materiales, energía, agua, materias primas secundarias y subproductos a través de la producción limpia, reciclaje, rediseño, así como la valorización energética para cumplir con las políticas de cero residuos. Lo anterior permitirá que el sistema de producción, distribución y consumo de bienes y servicios, orientado a su rediseño y reincorporación, mantengan el valor y vida útil el mayor tiempo posible, y se prevenga o minimice la generación de residuos, reincorporándolos nuevamente a procesos productivos cíclicos o biológicos. Se contempla fomentar cambios de hábitos de producción y consumo, desarrollo tecnológico e integración de cadenas de valor, para que los productos al final de su vida útil, o de las materias primas secundarias, incluyan actividades de segregación, acopio, reparación, remanufactura, reacondicionamiento, reciclaje, reutilización, coprocesamiento o termovalorización (Semarnat, 2021b).

Para tal objetivo se propone además difundir la cultura de la corresponsabilidad social con la participación de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos y de los tres órdenes de gobierno, quedando a cargo de éstos la intervención de todos los sectores de la sociedad (LGPGIR,

2021). Se prevé también completar las cadenas económicas y ambientales del flujo de recursos y el fomento del uso, generación y acceso a energía limpia y renovable, promoviendo la transición a culturas de mayor sustentabilidad. Para lo anterior, se establecen principios que tienen que ver con la preservación del capital natural, optimizando el uso de los recursos y la eficacia del sistema con producción limpia mediante la búsqueda de entre los diferentes agentes que intervienen en los procesos.

Para lograr los objetivos planteados por este proyecto de Ley, se presentan varios retos y desafíos que deben cumplirse, por lo que se requiere una planeación que articule todos los procesos a través de la participación de los involucrados.

En la LGPGIR se contempla que como parte de la gestión de los residuos deben incorporarse los procesos de reutilización, reciclaje, tratamientos térmicos y biológicos. Sin embargo, el proyecto de la LGEC, además de estos procesos, implica nuevos retos para fabricantes y productores, debido a que deben realizar cambios sustanciales que incluyan rediseño, reprocesamiento, remanufactura, reacondicionamiento, reparación, mejorando el uso de agua, energía y materiales. Lo anterior obliga a las autoridades federales, estatales y municipales a regular estos procesos de reingeniería de fabricación de productos y servicios. Para lograr esto, se debe establecer un programa de indicadores de circularidad que deriven de un análisis de ciclo de vida, así como definir estándares que los fabricantes, productores y distribuidores cumplan, incluyendo metas cuantificables que se puedan alcanzar y la aplicación de estrategias fáciles de llevar a cabo. Ésta es una de las etapas de transición hacia la EC más demandante porque implica grandes inversiones económicas y largos periodos de tiempo para su implementación.

Otro de los retos que enfrenta el cumplimiento de este proyecto de ley, es la organización para la coordinación en los tres órdenes de gobierno. La federación debe definir las políticas públicas nacionales en materia de EC, las entidades federativas, las políticas estatales, y los gobiernos locales, las políticas municipales. Tanto la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), como la Secretaría de Economía (SE) deben formular el Programa Nacional de Fomento en materia de EC en un plazo de seis meses a partir de la publicación de la Ley en el Diario Oficial de la Federación (DOF).

La LGEC contempla que entrará en vigor a los 180 días naturales contados a partir del día siguiente de su publicación en el DOF. A su vez, el Programa Nacional de EC en un plazo no mayor a 6 meses, el Reglamento en un plazo no mayor a 180 días naturales y la presentación de anteproyectos de normas oficiales mexicanas (NOM) deberán iniciarse en un plazo no mayor a 120 días naturales a partir de la publicación de la LGEC en el DOF. La Semarnat contará con 360 días a partir de la publicación de la Ley para desarrollar y expedir la normatividad correspondiente que se requiera en su implementación, la cual debe ser considerada por las entidades federativas y municipios. En un plazo máximo de 180 días se deberá modificar la Resolución Miscelánea Fiscal, con objeto de hacer congruente la terminología utilizada con la presente Ley, en particular el uso del concepto de materias primas secundarias, así como establecer un mecanismo fiscal preferente y de incentivos para quienes intervengan en las diversas actividades de las cadenas de valor.

El Gobierno Federal debe cumplir estricta y oportunamente con las fechas de publicación tanto del Programa Nacional de EC como del Reglamento de la LGEC y los proyectos de NOM, debido a que se tiene la experiencia de que el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos se publicó 6 años después de entrar en vigor la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR): en 2003, y en el caso de su Reglamento tardó 3 años posteriores a esta ley, es decir en 2006. Además, las repercusiones que podrían causar los retrasos en la publicación de estos documentos de planeación y ordenamiento jurídico consistirían en diferir significativamente la transición de México hacia una EC, porque se requiere que, posteriormente, el Congreso de la Unión y las Legislaturas de los Estados formulen y armonicen las disposiciones legales aplicables en la materia en el ámbito de sus respectivas competencias.

Por su parte, las entidades federativas tienen la responsabilidad de presentar periódicamente el registro de quienes realicen rediseño, restauración, reciclaje y transformación de residuos y productos que han concluido su primera vida útil. Además, deben elaborar, actualizar, difundir y remitir anualmente a la Semarnat un reporte con el inventario de las cantidades generadas de subproductos con valor comercial contenidos en los residuos,

sus porcentajes de recuperación, destino y actividades en que son empleados. Estas actividades representan nuevos desafíos debido a que la información a su cargo no fluye adecuadamente, porque a su vez los municipios no entregan también información actualizada. Tal es el caso que, a la fecha, a casi 20 años de publicarse la LGPGIR, el diagnóstico básico para la gestión integral de residuos no cuenta con información veraz respecto a la generación y composición de los residuos de manejo especial, a cargo de los gobiernos estatales (Semarnat, 2020a).

Además, los grandes generadores de residuos están obligados a presentar ante la Semarnat un plan de EC. En el caso de contar con un plan de manejo de residuos, bastará con que éste se registre ante esta Secretaría. Quienes generen residuos iguales a los ya registrados en planes y programas podrán adherirse a ellos.

Otro de los puntos que llama la atención es que el proyecto de la LGEC impulsa la recuperación de energía, por lo que establece que quienes operen centros de disposición final como rellenos sanitarios deben aprovechar la energía de los gases. Sin embargo, la actual NOM-083-Semarnat-2003 establece como alternativa que estos gases se pueden quemar, por lo que sería necesario adecuar esta norma con lo dispuesto en el proyecto de Ley (Semarnat, 2004).

Otro reto importante radica en que los tres órdenes de gobierno deben incorporar modalidades educativas que contemplen temas relativos a la EC, sin aclarar que éstas puedan ser formales o informales. En el primer caso será necesario rediseñar los planes de estudio, así como los libros de texto; en el segundo, las autoridades deben diseñar estrategias de difusión sobre EC a través de televisión, radio, redes sociales y elaborar material didáctico que sirva de apoyo para la impartición de cursos y talleres, dirigidos a los diferentes sectores de la población.

El proyecto de la LGEC incorpora la figura de organismos operadores de la EC, entre los cuales se incluyen asociaciones o sociedades civiles o mercantiles, bancos de materiales o de alimentos, plantas de composta y de generación de energía de fuentes limpias o renovables, comedores comunitarios, centros de capacitación y enseñanza, entre otros. Sus funciones consisten en generar proyectos productivos o asistenciales, cerrar cadenas económicas, brindar asistencia para la inclusión a sectores informales, generar

empleos y bienestar social, así como evitar la destrucción de valor de las cadenas económicas.

En los programas municipales de EC a cargo de los gobiernos municipales deben incluirse a los Grupos Informales de Personas Acopiadoras (GIPA). Sin embargo, no se definen los alcances y compromisos de dicha inclusión. La misma situación se presenta con “regularizar” a los que se dediquen a la pepena en cualquier sitio de disposición final, puesto que sólo se menciona que el objetivo es el de mejorar su calidad de vida e incrementar las tasas de recuperación de los materiales reciclables.

En el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 se contempla, como partes de las acciones a establecer, fortalecer y fomentar, en coordinación con dependencias de la Administración Pública Federal, instrumentos de política y normativos para la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero (GyCEI) en sectores estratégicos con enfoque de EC para cumplir con metas nacionales e internacionales de cambio climático, promover la EC con el fin de fomentar el uso eficiente de los recursos y evitar la contaminación y degradación a través de un enfoque en el ciclo de vida de bienes y servicios en las cadenas productivas. Asimismo, en materia de residuos se contempla la integración de enfoque de EC en los procesos productivos que, sumada a una gestión integral, favorecerá que en 2030 la generación de residuos sea menor, a la par de maximizar su valoración con base en criterios ambientales, tecnológicos, económicos y sociales (Semarnat, 2020b). Por lo anteriormente mencionado, desde la publicación de este programa en 2020, la Semarnat consideró la planeación de estrategias en materia de EC, sin embargo, hasta la fecha, su impacto ha sido limitado.

El documento titulado “Visión nacional hacia una gestión sustentable: cero residuos” tiene dentro de sus principios rectores la EC: establecer las bases y desarrollar los mecanismos e instrumentos para implementar un enfoque que fortalezca la gestión sustentable de materiales con una visión de cero residuos, incorporando el principio de corresponsabilidad. Se menciona que, para atender el problema que representan los residuos en el país, se requiere trabajar integralmente y con una visión de EC, donde el aprovechamiento de las materias primas sea prioritario en todas las etapas del ciclo de vida de un producto. Asimismo, contempla incorporar la educa-

ción ambiental como una estrategia hacia la EC para un consumo responsable, la capacitación de docentes, del sector informal y de servidores públicos en materia ambiental, así como promover escuelas y oficinas verdes (Semarnat, 2019).

Conclusiones

La transición de México hacia una EC está basada en tres aspectos fundamentales: cambio en la producción de bienes y servicios, consumo responsable y gestión integral de los residuos. En el primer caso se requiere realizar grandes inversiones en la industria para la reconversión de sus procesos y de esta forma reintegrar la materia prima a la producción y consumo; en el segundo, las autoridades de los tres órdenes de gobierno deben establecer estrategias para que todos los sectores de la sociedad modifiquen sus hábitos de consumo a través de la educación ambiental formal e informal; y en el tercer caso, fomentar el cumplimiento de la jerarquización en la gestión integral de residuos desde la prevención hasta su disposición final.

Actualmente, México se encuentra en proceso de aprobación de la LGEC que considera mecanismos fundamentados, planeados, pertinentes y coherentes para su desarrollo, sin embargo, se requerirá de grandes esfuerzos para su implementación debido a los siguientes obstáculos: acciones de coordinación y flujo de información entre los tres órdenes de gobierno, grandes inversiones para el rediseño de procesos productivos y de servicios, la concientización de la población a través de la educación ambiental en materia de EC, falta de reglas claras para la incorporación de los GIPA en la EC, así como la dificultad de armonizar la legislación en materia de EC primero en estados y posteriormente en municipios. Todos estos procesos demandan una gran cantidad de recursos, lo que seguramente condicionará que el establecimiento de la EC en México sea a corto o mediano plazo.

Bibliografía

- Cepal (2021). Economía circular en América Latina y el Caribe. Oportunidad para una recuperación transformadora. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas.
- EPA (2021). National Recycling Strategy. Part one of a series on building a circular economy for all. Environmental Protection Agency. Estados Unidos.
- INECC (2020). Evaluación de la situación actual de la economía circular para el desarrollo de una hoja de ruta para Brasil, Chile, México y Uruguay. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México.
- ISWA (2021). El futuro del sector de la gestión de residuos. Tendencias, oportunidades y objetivos para la década (2021-2030). International Solid Waste Association.
- Semarnat (2004). Norma Oficial Mexicana NOM-083-Semarnat-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Última reforma publicada 20 de octubre de 2004. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.
- Semarnat (2019). Visión nacional hacia una gestión sustentable: cero residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Semarnat (2020a). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.
- Semarnat (2020b). Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.
- Semarnat (2021a). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Última Reforma Publicada 18 de enero de 2021. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. México, D.F.
- Semarnat (2021b). Proyecto de Decreto de la Ley General de Economía Circular. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 22 de noviembre de 2021. Ciudad de México.
- Stephenson, D. y Faucher, I. (2018). Estudio comparativo de legislación y políticas públicas de responsabilidad extendida del productor- REP para empaques y envases. Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo.
- UN (2018). Waste management outlook for Latin America and the Caribbean. United Nations Environment Programme. Panamá.
- UN (2021). La economía circular: un modelo económico que lleva al crecimiento y al empleo sin comprometer el medio ambiente. United Nations. Disponible desde: <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490082> Fecha de consulta: 6 de octubre de 2022.

2. Derecho de la economía circular en México; una visión más allá de la legislación

BIULUDANI ALTAMIRANO MAGAÑA*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.170.02>

Resumen

La legislación específica en materia de economía circular en México es necesaria para fundamentar las bases generales de sus principios. Actualmente ya existen contribuciones legislativas importantes, ya sean leyes o iniciativas legales en la materia, que, si bien son perfectibles en muchos aspectos, o casi en todos, se localizan como referentes y avances en la materia en el país.

El presente capítulo explora la necesidad de contar con regulación de desarrollo que dote de operatividad a la legislación en materia de economía circular. En ese sentido, se busca plantear que la economía circular, sus estrategias de transición y circularidad meta, en nuestro sistema económico, sólo pueden ser detonadas e impulsadas a través de la existencia de reglamentos, acuerdos generales, disposiciones administrativas, normas técnicas y normas oficiales mexicanas, entre otras.

Además, se plantea exponer como ejemplo la regulación secundaria en materia ambiental en nuestro país y la adaptación de normas internacionales de referencia en materia de economía circular, mismas que ayudarán a brindar no sólo certeza jurídica a la transición hacia la circularidad, sino la operatividad y gestión necesarias a las que, por sus características, no puede llegar la legislación general.

* Licenciado en Derecho. Universidad Nacional Autónoma de México. Estudiante de Máster en Argumentación Jurídica en la Universidad de Alicante. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5431-7007>

Este panorama podrá contribuir al impulso de las autoridades, sociedad civil e industria a iniciar trabajos conjuntos para trazar los lineamientos básicos necesarios para la normatividad de desarrollo de la actual y futuras legislaciones en materia de economía circular.

Palabras clave: *Derecho, economía circular, México, normatividad de desarrollo, regulación secundaria, leyes, derecho económico circular.*

Introducción

Existen muchos ejemplos de cómo han surgido leyes sobre diversas materias que simplemente son difíciles de implementar, hacer valer y ejecutar porque no tienen un marco normativo de referencia que les permita aterrizar hacia la aplicación día a día de su contenido general.

Esto suele ocurrir no sólo en México sino en distintas latitudes del mundo. Por ello, en la mayoría de los países occidentales los Estados generan regulación secundaria que permite desentrañar y hacer aplicables las ideas generales y principios establecidos en la ley. Tal es el caso de México y la regulación en materia ambiental, en la que, si bien existen marcos legales de referencia, como, por ejemplo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, o la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, también existen reglamentos específicos, incluso mexicanas, normas oficiales mexicanas y planes y políticas públicas para su mejor implementación.

En ese sentido, advierto que, en materia de economía circular, la importancia de tener un marco normativo de desarrollo de la legislación es incluso mucho mayor que en otras materias como en la ambiental. Por ello, debemos aspirar a generar regulación que permita ir más allá de la legislación, que dote de operatividad y practicidad al marco legal en la materia y contribuya a tener cada día una economía más circular en nuestro país.

El objetivo de este capítulo es sentar una base mínima sobre los cuales es necesario desarrollar regulación secundaria para que la economía circular tenga plena operatividad y efectividad con la ayuda justamente de un

marco de referencia normativo adaptado a la cultura mexicana, al contexto nacional y a las proyecciones a futuro de nuestro país en la materia.

Desarrollo

La normatividad de desarrollo para detonar la economía circular debe provenir desde al menos cuatro perspectivas. La primera, desvincular la economía circular de la problemática de los plásticos y los residuos en general, pues la economía circular plantea incluso más aspectos que únicamente dejar de usar plástico y mejorar la gestión de residuos. La segunda, que para tener una sociedad y una economía circular debemos plantear estrategias de transición ordenada. La tercera, que corresponde a la importancia de dotar de efectividad todos y cada uno de los principios y pilares esenciales de la economía circular para verdaderamente ir hacia el camino correcto. Y la cuarta, que la economía circular necesariamente debe tener un propósito y fin regenerativo.

Por otra parte, considero aceptable iniciar a pensar en un sistema normativo de regulación secundaria que no prevea normas “imperfectas”. Es decir, contemplar, como ya lo hacen las leyes actuales y las distintas normativas, determinadas sanciones para aquellos que incumplan con la normativa.

Desvincular la economía circular de la problemática de los plásticos y los residuos

En nuestro país, los legisladores han sido mal asesorados en materia de economía circular. Ejemplo de ello lo observamos en una ley y una iniciativa actuales: el Proyecto de Decreto por el que se Expide la Ley General de Economía Circular, que actualmente todavía mantiene el estatus de iniciativa de ley, planteó de manera general que las actividades económicas sigan criterios de economía circular, en concordancia con las leyes ambientales. Para ello proporcionó ciertas definiciones y principios generales, que, si bien comprenden elementos de economía circular, expertos han advertido que parte de una problemática de plásticos y residuos, su reutilización, reciclaje y valorización, entre otros.

Por su parte, la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo expresamente señala que su objeto es regular la gestión integral de los residuos, bajo un enfoque de economía circular.

Si bien estos avances legales resultan importantes, es de mucha mayor importancia tener presente que la economía circular no se trata únicamente de generar estrategias para una mejor utilización de productos o mejorar la gestión y/o reciclaje de residuos de alguna forma más eficiente.

Debemos concebir la economía circular como un todo, como un sistema económico que busca reconstruir el capital financiero, manufacturero, humano, social o natural, de tal suerte que se genere un círculo de valor en las cadenas productivas (Macarthur, 2022).

Por ello, estimo necesario que, para desvincular la visión actual sobre la economía circular que apunta hacia resolver únicamente un problema de utilización de plásticos y la gestión de residuos, resulta de suma importancia generar impulsos hacia una normatividad secundaria en materia de diseño circular de productos.

Si bien la economía circular tiene un componente ambiental fundamental, no podemos crear una concepción equivocada desde la legislación de sus principios, estructura y contenidos. Es cierto que existen especialistas como la Fundación Ellen Macarthur que señalan que uno de los principios de la economía circular es la eliminación de residuos y su contaminación. Sin embargo, éstos proponen que ello se haga desde el diseño de los productos o bienes. Algunos otros teóricos de la economía circular incluso señalan que parte de la problemática ambiental actual no es un tema relacionado con los residuos, sino con el diseño de aquellos productos que terminan convirtiéndose en residuos.

Una de las escuelas de pensamiento de la economía circular justamente es la del diseño regenerativo, en la cual John T. Lyle desarrolló ideas para el “diseño ambiental” enfocado en la regeneración de sistemas mediante el diseño de productos. John T. Lyle escribió en su obra “Design for Human Ecosystems” que el diseño es un concepto fundamental para la producción y orden ecológico, que proporciona un marco de referencia en la configuración de los ecosistemas. (Lyle, s.f.).

De ahí también la importancia de trasladar a la regulación secundaria en materia de diseño circular los conceptos de ciclos técnicos, ciclos bioló-

gicos y cambios sistémicos que ofrece la economía circular. Pues más allá de las normas generales que ofrecen las leyes, necesitamos generar operatividad de la economía circular, favoreciendo normatividad de desarrollo como normas oficiales o reglamentos específicos en materia de diseño circular de productos, industrias, procesos industriales, infraestructura, funcionamiento de espacios públicos, etcétera; la lista es interminable en cuanto a mejoras en el diseño de los productos para poder hablar plenamente de una economía circular.

Todo esto, potencialmente, podría ser desarrollado mediante normas oficiales mexicanas para cada producto o tipo de proceso productivo; o bien, mediante la implementación de ordenamientos secundarios vinculados a cada regulación sectorial.

Estrategias de transición ordenada a la circularidad

Sabemos que es difícil implementar en las sociedades economía circular plena de un día para otro. Los países más avanzados en la materia como Alemania o España llevan décadas desarrollando e implementando estrategias transitorias de economía circular, planes de políticas públicas de transición y medidas regulatorias específicamente diseñadas para una etapa intermedia entre la economía lineal y la economía circular.

En México no somos ajenos a esta problemática. Sería impensable aceptar que en nuestro país podríamos dejar a un lado el modelo de la economía lineal de un día para otro. Por ello, es fundamental generar una normativa específica que permita caminar ordenadamente hacia la circularidad.

Por normativa específica sé que me refiero a un trabajo inconmensurable. Estaríamos pensando en que cada proceso productivo, tipo de producto, o cadena de valor necesitaría una normativa particular, adecuada y detallada. Con esto me refiero a la transición ordenada.

Con independencia del esfuerzo, tiempo y problemas que lo que planteo podría generar, estimo de suma importancia discutirlo si buscamos seguir el camino ya iniciado. El diseño de estrategias de transición a la circularidad no puede quedar únicamente en manos de empresas o grandes grupos industriales.

Es necesario que el Estado, como garante del orden público, diseñe políticas públicas y un marco normativo adecuado y específico para que cada actividad económica tenga una estrategia de transición ordenada, medible y, sobre todo, calendarizado a través de metas y objetivos.

Propongo entonces la necesidad fundamental de generar normas oficiales, normas de referencia y planes estratégicos debidamente integrados entre ellos, en los cuales se establezcan estrategias generales, estrategias específicas, sistemas de medición de la circularidad y metas a corto, mediano y largo plazo. De tal manera que paulatinamente este ejercicio normativo permita identificar el grado de crecimiento, cumplimiento, desarrollo e implementación total de las estrategias de circularidad, que ordenadamente nos llevarán de la mano desde un sistema preponderantemente lineal, a la economía circular.

Además, este conjunto de normas de circularidad ordenada tendría que contemplar una gradación, que, a través de indicadores, permita identificar en qué punto del grado de circularidad estaríamos frente a una economía circular completa, o bien, desde qué punto pueden dejar de utilizarse estrategias de transición y, en su lugar, implementar determinada estrategia circular.

Esto puede lograrse mediante la implementación de normas oficiales mexicanas y una entidad estatal especializada que se encargue de vigilar su implementación, cumplimiento y medición.

Efectividad a todos y cada uno de los principios y pilares esenciales de la economía circular para verdaderamente ir en el camino correcto

Esta parte de mi planteamiento parte de que, actualmente la legislación en la materia no contempla todos los principios y pilares esenciales de la economía circular. Sin entrar en detalle de cuáles son todos ellos y cuáles son los que no han sido contemplados, comprendo que es necesario tener regulación de desarrollo que los identifique, ordene, defina y establezca la forma en que cada uno de éstos principios y pilares esenciales deben ser aplicados.

Lo anterior, pues sólo así evitaríamos el desorden que vemos actualmente en el desarrollo e implementación de la economía circular. Desorden que

se ha generado precisamente por no tener marcos normativos de referencia que permitan orientar los procesos productivos de nuestro país en el sentido correcto de la economía circular.

De esta manera, propongo que el orden necesario dote de efectividad a todos y cada uno de los principios y pilares de la economía circular. Efectividad que permitirá hablar adecuadamente de ésta desde el punto de vista correcto y completo.

En ese sentido, si bien dichos principios podrían estar o no dentro de las leyes en nuestro país, la realidad es que se requiere una eficaz implementación de éstos, de tal suerte que no sean contemplados únicamente como utopías o principios invisibles, sino que verdaderamente sean ejes rectores y transversales en todos los procesos productivos y cadenas de valor de cada actividad económica.

Aunque estos principios podrían quedar plasmados en legislaciones, considero muy importante desarrollar de qué forma y bajo qué tipo de estrategias tienen aplicación y operatividad en el día a día cada uno de ellos. Sólo de esta manera los sectores productivos y las empresas, además de la sociedad civil, tendrían certeza sobre como implementarlos.

Economía circular con un propósito y fin regenerativo y reparador

De la mano del punto anterior, considero indispensable analizar que la economía circular necesariamente debe tener un propósito y fin regenerativo para poder abordarla plenamente.

Pues bien, en ese sentido, existen teóricos y expertos que plantean que, para estar frente a una auténtica o verdadera economía circular, obligatoriamente tenemos que partir del grado de regeneración de los sistemas naturales. Otros mencionan que exactamente la economía circular es reparadora y regenerativa por diseño (MacArthur, 2013).

Las escuelas de pensamiento de la economía circular tales como la Biomimética de Janine Benyus, la Ecología Industrial de Reid Lifset y Thomas Graedel, e incluso otro, como la Economía Azul de Gunter Pauli, ya esbozaban importantes elementos de la necesidad de regenerar los sistemas na-

turales de la tierra. Ya hablamos de la escuela del diseño regenerativo de John T. Lyle, que planteaba la necesidad de que las actividades de la sociedad estuviesen dentro de los límites de los recursos renovables, sin degradar el medio ambiente.

Debemos coincidir con ellos. No podríamos imaginar una economía circular sin la directriz normativa específica sobre la regeneración de los sistemas naturales como un principio y fin de aquélla.

En el mundo, ya encontramos normativas como la que deberíamos implementar en México. Recientemente España promulgó la “Ley 7/2022 de 8 de abril de 2022, sobre residuos y suelos contaminados para una economía circular”, la cual comprende, entre otras cosas, la regeneración de áreas ambientalmente degradadas y suelos excavados por la operación de rellenos o sitios de disposición de residuos.

Por ello, debemos seguir avanzando en materia de economía circular en México, mediante la implementación de regulación de desarrollo que comprenda una de los aspectos más importantes de la economía circular: la regeneración de los sistemas naturales como principio y fin de la economía circular debe plantearse de forma transversal. De modo tal que sea compatible y armónica con la actual normativa en materia ambiental y de residuos.

Lo anterior podría lograrse mediante disposiciones administrativas de carácter general que dotasen de operatividad las legislaciones en la materia. Mismas que podrían definir elementos comunes, puntos de partida, metas, objetivos, así como derechos y obligaciones en materia de regeneración de sistemas naturales.

Finalmente, considero fundamental plantear y pensar la regulación de desarrollo que permita implementar y efectuar la economía circular bajo las perspectivas antes apuntadas, a través de un sistema cuyo conjunto de regulaciones no prevea normas imperfectas.

Como ya se establece en la mayoría de la actual, es importante dotar a esta regulación secundaria de determinados supuestos de incumplimiento, en los cuales la consecuencia lógico-jurídica sea la imposición de una sanción por parte de la autoridad respectiva, tal y como ya ocurre con la sanción de incumplimientos a las normas oficiales mexicanas o determinados ordenamientos normativos.

Sólo un efectivo mecanismo de vigilancia y verificación de sanciones nos llevará a tener un sistema normativo de desarrollo para la economía circular factible, efectivo y sobre todo, que demuestre funcionalidad a largo plazo.

Conclusiones

- La economía circular en México tiene un gran reto por delante cuando de legislación se trata. Sin embargo, algunas bases, aunque son sumamente perfectibles ya se han sentado.
- Si queremos en México un futuro circular a mediano plazo, debemos pensar en iniciar no sólo a establecer leyes generales, sino regulación secundaria que contemple el fin detallado, necesario en esta materia.
- La regulación de desarrollo que se propone, necesariamente debe abarcar al menos cuatro perspectivas fundamentales desde la óptica correcta y adecuada de la economía circular: (1) desvincular la economía circular de la problemática de los plásticos y los residuos; (2) establecer estrategias de transición ordenada a la circularidad; (3) dotar de efectividad todos y cada uno de los principios y pilares esenciales de la economía circular para verdaderamente ir en el camino correcto, y (4) considerar la economía circular como un sistema económico que tiene un propósito y fin regenerativo y reparador respecto del medio ambiente.
- La normatividad de desarrollo debe contemplar un sistema de supervisión y vigilancia de su cumplimiento, así como establecer sanciones en casos de incumplimiento, a efecto de que esta regulación pueda hacerse valer por las autoridades respectivas.

Bibliografía

- Macarthur, Fundación Ellen (2013). Regenerar la naturaleza. Consultado en: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/regenerar-la-naturaleza>
- (2022). Diagrama Sistémico de la Economía Circular. Consultado en: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/diagrama-sistematico>

Lyle, John T. Future of Regenerative Design. Lyle Center for Regenerative Studies. CalPoly Pomona. Consultado en: <https://www.cpp.edu/huntley-gallery/exhibitions/2019-john-t-lyle-and-future-regenerative-design/index.shtm>

3. El rol activo del consumidor para la economía circular en México

ANA LORENA ITURBE DESENTIS*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.170.03>

Resumen

Pensar en economía circular va más allá del reciclaje, y es ahí donde involucrar al consumidor adquiere mayor importancia, ya que éste participa desde la adquisición del producto, durante el tiempo de uso y hasta la disposición final del mismo.

En México, el tema de Economía Circular va en crecimiento, se ha impulsado a las compañías a implementarlo dentro de sus procesos y productos. La metodología es regulada por la norma ISO 14040 y es uno de los primeros pasos a dar, se plantea el análisis de ciclo de vida y la cuantificación de los impactos ambientales. Esto funciona bastante bien para las empresas medianas y grandes que cuentan con personal encargado de monitorear certificaciones y dar seguimiento a estos procesos, pero ¿qué pasa con todas las microempresas y pequeños changarros¹ que día a día laboran para mantenerse y dar sustento a su familia?

Durante varios años, alumnos de la especialidad de Diseño y Tecnología de la Universidad Panamericana Campus Guadalajara han puesto en práctica los conocimientos adquiridos en la materia de Diseño Sustentable en beneficio de negocios de la comunidad, la experiencia ha sido bastante enriquecedora: al final del proceso en la mayoría de los casos se ha detectado

* Maestra en Ingeniería con enfoque en Diseño Sustentable. Universidad Panamericana. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7266-2261>

¹ Tendejón: tienda pequeña con pocos productos, vocablo mexicano (Diccionario de la Real Academia Española, 2021).

que el consumidor final juega un papel necesario para cerrar el ciclo y disminuir la generación de impactos al medio ambiente.

Lamentablemente, en México, una gran mayoría de usuarios o consumidores no contemplan que debe de haber un cambio de rutina y planeación para lograr que el objetivo se cumpla; al contrario cuestionan las propuestas generadas por los pequeños negocios, en ocasiones lo perciben como abuso y esperan una disminución del precio de venta. En otras ocasiones no están dispuestos a pagar un aumento de precio por adquirir alternativas que tengan un menor impacto ambiental, ocasionando así que las microempresas continúen comprando productos a menor costo para poder mantener su utilidad. A pesar de ello encontramos ejemplos de colaboración entre fabricantes y punto de venta ofreciendo alternativas de sus productos al consumidor, disminuyendo el impacto ambiental en el tema de los envases.

Palabras clave: *Consumidor, economía circular, emisiones, impactos ambientales, sustentabilidad, ciclo de vida, residuos, reciclaje, ecodiseño, función, medio ambiente.*

Desarrollo

En México, el tema de Economía Circular va en crecimiento, se ha impulsado a las compañías a implementarlo dentro de sus procesos y productos. La metodología es regulada por la norma ISO 14040 (ISO/TC 207/SC 5 Life cycle assessment, 2006-07) y es uno de los primeros pasos a dar, se plantea el análisis de ciclo de vida y la cuantificación de los impactos ambientales. Esto funciona bastante bien para las empresas medianas y grandes que cuentan con personal encargado de monitorear certificaciones y dar seguimiento a estos procesos, pero ¿qué pasa con todas las microempresas y pequeños changarros² que día a día laboran para mantenerse y dar sustento a su familia? Es complicado que esta información llegue a ellos, se enfrentan con limitantes como el desconocimiento, el tiempo y los recursos para ver si es viable implementarlo, es por ello que pocas veces hay cambios en ellos.

² Tendejón: tienda pequeña con pocos productos, vocablo mexicano (Diccionario de la Real Academia Española, 2021).

Para la mtra. Ana Lorena Iturbe, uno de los objetivos como docente ha sido que los alumnos³ pongan en práctica los conocimientos adquiridos en beneficio de los negocios de la comunidad, la experiencia ha sido bastante enriquecedora: al final del proceso en casi la mayoría de los casos se llegó a detectar que el consumidor final juega un papel necesario para cerrar el ciclo y disminuir la generación de impactos al medio ambiente.

La fundación Ellen MacArthur define de forma muy clara en que consiste la economía circular: “La economía circular se basa en tres principios, todos impulsados por el diseño:

- eliminar los residuos y la contaminación;
- circular los productos y materiales (en su valor más alto)
- regenerar la naturaleza.

Se respalda en una transición hacia energías y materiales renovables. Una economía circular desvincula la actividad económica del consumo con recursos finitos. Es un sistema resiliente, bueno para las empresas, las personas y el medio ambiente” (Ellen Macarthur Foundation, 2022).

Pensar en economía circular va más allá del reciclaje, y es ahí donde involucrar al consumidor adquiere mayor importancia, ya que éste participa desde la adquisición del producto, durante el tiempo de uso y hasta la disposición final del mismo.

La mtra. Iturbe refiere que un ejemplo para aclarar esto es el tema de la separación en la recolección de los residuos urbanos. Las personas frecuentemente se preguntan para qué lo separan si los recolectores lo juntan en el camión. Si se analizara desde el enfoque social habría que plantear que, si el consumidor lo separa, el recolector no tendría que introducir su mano dentro de los residuos mezclados que ya están en descomposición, para ver si identifican alguno inorgánico que se pueda reciclar; por otro lado, desde un enfoque de salubridad esto expone al recolector a mayor infecciones o accidentes por encontrarse con residuos peligrosos como cristales rotos, jeringas, etc. Desde la perspectiva medio ambiental cuando ciertos residuos

³ Alumnos de la Universidad Panamericana Campus Guadalajara que cursan la especialidad de Diseño y Tecnología periodo 2013-2022.

entran en contacto con los lixiviados⁴ reaccionan formando compuestos tóxicos y evitan que puedan integrarse a un proceso de reciclaje, provocando la contaminación del suelo generada por la mezcla de los residuos. Finalmente, desde el enfoque económico se requiere de más recolectores y procesos para poder recuperar lo que se puede reciclar, así mismo la saturación de los vertederos es un tema preocupante en México (Bernache, 2015).

Empresas medianas y grandes

Las empresas medianas y grandes que cuentan con departamentos especializados en temas de certificaciones, impactos ambientales, etc., van un paso adelante para poder generar una propuesta, pero a pesar de ello el beneficio debe de ser claro y tenerlo bien identificado para que pueda ser analizado y autorizado por los encargados.

El paso a seguir consiste en que el equipo logre atraer la atención de los involucrados de las distintas áreas en el proyecto, pues es percibido como más trabajo y no logran entender los beneficios que se pueden obtener no sólo en cuestiones ambientales, ya que es importante recordar que la sustentabilidad contempla las tres esferas (social, medio ambiental y económica). Algunos de los proyectos realizados se llevaron a cabo en empresas medianas y el reto más grande fue lograr integrar a las distintas áreas para que se comprendiera la importancia de trabajar en este tipo de proyectos. No obstante una vez que se planteó la propuesta los ahorros fueron bastante tangibles.

Dentro de las empresas medianas y grandes, los motivadores para integrar los temas de economía circular y sustentabilidad van orientados a certificaciones o cumplimiento de normas que ofrecen distintivos para la compañía, siendo esto un diferenciador con la competencia al momento de que el consumidor seleccione el producto. La experiencia ha demostrado que,

⁴ “Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contienen en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que pueden dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos” (Diario Oficial de la Federación, 2004).

cuando la compañía desde el departamento de innovación implementa economía circular en el desarrollo de sus productos, logra identificar áreas de oportunidad como mejor rendimiento del producto y esto se vuelve una cadena de ahorros, ya que se alarga la vida del mismo, se utilizan menor número de empaques lo que implica menos extracción de materiales y menos generación de residuos, se cuenta con menos traslados, disminuyen las emisiones de CO₂, etc.

Caso

Empresa de detergentes

Fundada desde 1929 enfocada en la elaboración de jabones y detergentes, con el objetivo de ofrecer productos para el cuidado personal.

Los equipos asignados analizaron las problemáticas y fue bastante interesante para los alumnos darse cuenta que las propuestas de mejora consistían en modificaciones en los empaques o en las herramientas dentro de la compañía, para reducir la cantidad de material de empaque que se utilizaba en ese momento.

Esto requirió que los alumnos contemplaran y analizaran el movimiento dentro de piso de venta para entender cómo era el acceso que tenía el consumidor al producto y no afectarlo con las modificaciones del empaque. Fue así como se plantea por primera vez la importancia del rol que tenía el consumidor en los proyectos de ecodiseño: era importante contemplarlo para que el proyecto pudiera implementarse y se diera la disminución de los impactos ambientales.

La compañía tenía claro que el consumidor tendría que aceptar la nueva propuesta en cuanto a la forma de acceso al producto y que la publicidad del mismo quedara visible. Esto lo lograron hacer con pequeñas modificaciones en alturas y medidas de la charola de cartón que contenía el producto, logrando proteger y transportar más material sin comprometer la imagen, el acceso y la información para el consumidor.

Microempresas

Por otro lado, de acuerdo al censo económico 2019 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), el 94.9% son microempresas o “changarros” con uno o hasta 10 empleados máximo, dando empleo a 36 038 272 mexicanos, aproximadamente un 62.86% de la población (Inegi, 2020). Para los alumnos fue muy interesante y enriquecedor tener la oportunidad de transmitir sus conocimientos adquiridos en la materia de Diseño Sustentable y aplicarlos a los pequeños negocios de la comunidad en donde se sitúa la Universidad Panamericana Campus Guadalajara en Zapopan, Jalisco.

El proceso inició desde que los alumnos tuvieron que seleccionar la información importante que se iba a transmitir a los locatarios, mapear el ciclo de vida (Vezzoli y Manzini, 2015) y detectar en qué etapa del mismo se pueden implementar mejoras que ofrezcan, además de reducción en los impactos ambientales, beneficios para el mismo negocio, esto último como motivador para que los locatarios puedan llevar a cabo los proyectos.

A lo largo de ocho años, la mtra. Iturbe refiere que el desarrollo de este proyecto ha sido un camino de aprendizaje, que inició al definir la forma de plantear el objetivo para los dueños de los negocios, con la finalidad de que comprendieran de qué se trataban estos temas, la importancia y los beneficios que ofrece esta metodología para disminuir los impactos ambientales, porque, de lo contrario, la en la mayoría de los casos sería difícilmente certificada por la ISO 14040. Esto porque se requiere conocimiento sobre el tema, tiempo para el proceso de documentación y evidencias que demuestren que se cumplen con los lineamientos, bastante difícil entre dos o tres personas que se dedican a darle el servicio al cliente y no cuentan con el tiempo necesario para cumplir con este tipo de certificaciones.

Casos

Los negocios analizados fueron seleccionados de distintos rubros, se definió de esta manera para incidir en la comunidad cercana a la universidad. Con esto se pretendió que el conocimiento llegará a ofrecer información y be-

neficios a los alrededores con el objetivo de proveer de herramientas que les ayudarían a disminuir sus impactos ambientales.

Dentro de los retos que tuvieron los alumnos estuvo el presentar un reporte en el que le quedara claro a las dueñas de los negocios el análisis realizado y las medidas que podrían implementar para disminuir los impactos ambientales generados. Cuando se habla de sustentabilidad y economía circular suena muy bien desde el enfoque teórico, el reto consiste en lograr transmitir la información para que quede claro el objetivo que se busca y que las propuestas generadas no requieran gran inversión para que puedan ser implementadas.

El análisis consistió en que se mapearan sus operaciones para entender el proceso y, a partir de ahí, comenzaran a analizar en dónde había más gastos de recursos o generación de residuos de manera que los alumnos pudieran implementar estrategias de ecodiseño para desarrollar las propuestas.

En un principio las propuestas presentadas consideraban la instalación de paneles solares, o la modificación de la estructura del local. Sin embargo, fue muy importante que los alumnos comprendieran la forma como funcionan estos negocios y que grandes inversiones se quedarían solamente en proyectos pues en ocasiones no son autorizados por cuestiones económicas o porque los trabajadores no son los dueños de los locales y no cuentan con la autorización para realizar modificaciones a los mismos.

Lonches Bañados

El local inició preparando lonches para eventos y posteriormente consiguió un local pequeño donde se preparan los almuerzos; cuenta con dos mesas y una barra para poder consumirlos en el mismo local, además, pueden hacerse pedidos para llevar y conserva el formato para eventos. En ese momento contaba con dos empleados y la dueña que se dedicaba a tomar los pedidos para eventos y hacer las compras para tener los ingredientes listos para la preparación de cada uno de los lonches.

Una vez analizado el proceso que siguen para la elaboración de los almuerzos y limpieza del lugar, las propuestas se centraron en complementos

para la grifería buscando ahorro en el consumo de agua, una campaña para los clientes locales que compraran para llevar (ésta consistía en motivarlos a usar un contenedor reusable y obtener beneficios después de un número determinado de consumos), asimismo analizaron alternativas que pudieran sustituir el contenedor de poliestireno expandido (EPS) y con esto disminuir su impacto ambiental.

Al aplicar la campaña, ésta no funcionó porque los clientes no traían su contenedor y por lo tanto la promoción no podía aplicarse perdiendo el atractivo para el consumidor. Por otro lado, la alternativa para sustituir el contenedor de EPS era un 500% más costosa que el contenedor actual, por lo tanto, no era una opción viable para la dueña y en algún momento se intentó cobrar una parte del contenedor y esto generó molestias entre los clientes, ya que no comprendían por qué tendrían que pagar ellos ese costo.

Al finalizar el proyecto la dueña expresó sus ganas de querer tener un negocio más sustentable, pero se daba cuenta la dificultad que esto implicaba tanto en inversión adicional a la que tenía contemplada para crecimiento de su negocio, como la percepción del cliente en cuanto a incremento de precios, manteniendo un margen de ganancia pequeño que no le permitía modificar contenedores que ofrecieran otros beneficios al medio ambiente.

Florería

Negocio enfocado en la elaboración de arreglos florales, cuenta con un local en donde trabajan dos personas además de la dueña que es la encargada de traer las flores por la mañana y en los días asignados para poder ofrecer los distintos arreglos a los clientes.

Los alumnos analizaron sus procesos, entre ellos detectaron que la dueña buscaba proveedores locales para el suministro de la flor, contribuyendo a la economía circular y a la triple línea base en relación con la sustentabilidad. Identificaron que ofrece un buen servicio y los clientes están contentos con sus productos.

Dentro de las propuestas presentadas estaba la creación de una composta con los residuos de los arreglos florales, así se evita la generación de residuos orgánicos. También se propuso un sistema de filtración para reu-

tilizar el agua que se usa para conservar las flores en buen estado y que disminuyera el consumo de este recurso.

Los alumnos plantearon la revisión periódica al vehículo para tenerlo en las mejores condiciones, planeación de rutas para ahorro de combustible y emisiones de CO₂. Finalmente, integraron una campaña que propuso sustituir el celofán por yute, papel estraza u otras alternativas que tuvieran un menor impacto ambiental, ya que el tiempo de uso del mismo es bastante corto, inicia durante la elaboración del arreglo y al llegar a su destino final se desenvuelve, se colocan las flores en un florero o recipiente con agua, dejando esa protección ya como residuo.

En este caso lo interesante consistió en detectar que la dueña buscaba proveedores locales que le ofrecieran buena calidad y disponibilidad de flor, ésta es una de las medidas que contribuyen a la economía circular.

Los alumnos analizaron la posibilidad de cambiar el oasis floral (espuma verde) en la que se sostienen las flores dentro de los arreglos por algún otro material que tuviera un menor impacto ambiental al momento de su disposición final, pero no fue posible por costos las alternativas. El oasis floral es un material ligero y absorbente que cumple con la función a pesar de ser contaminante. Lamentablemente los consumidores en muchas ocasiones seleccionan el arreglo por cuestiones de precio y eso complica implementar nuevas materias primas que encarecen los arreglos florales.

Planchaduría

Negocio enfocado en planchado de ropa y tintorería, en el que dueña tiene problemas con la rotación de su empleada por falta de compromiso y constancia, esto hace que haya retrasos en las fechas de entrega de la ropa.

Realizaron los alumnos el análisis, y detectaron que los clientes llevaban su ropa sin gancho, lo que retardaba el proceso y generaba costos adicionales al tener que comprar ganchos con un costo de \$0.90. En este sentido, se proponía cobrar el gancho en \$2.00 con el objetivo de que lo regresaran y no generar más residuos.

También identificaron que la energía eléctrica era de los gastos más elevados que tenía por el uso de la plancha. Se sugirieron alternativas sobre

equipo que pudiera ayudar a disminuir el consumo de energía, lamentablemente esto implicaba una inversión alta que a corto plazo no podría cubrir la dueña.

Los alumnos detectaron que se utilizaban varios químicos para el proceso de plancha y lograron conseguir un producto que podría ofrecer la misma función de algunos de ellos, esto permitió prescindir de uno de los productos, lo que provocó menos empaques, menos químicos utilizados en la ropa y desde el enfoque económico un ahorro para poder solventar otros gastos.

La planchaduría utiliza bolsas guardapolvo para proteger la ropa planchada, son bolsas transparentes de polipropileno de baja densidad. Como alternativa los alumnos propusieron generar una bolsa reutilizable de tela en la que el consumidor pudiera llevar su ropa y, una vez planchada, fuera entregada en la misma bolsa. El primer paso que se implementó fue comprar bolsas un poco más gruesas para que pudieran soportar el uso continuo; además se colocó un letrero en el ingreso de su local solicitando la devolución de la bolsa para poder reusarla con el mismo cliente. Lamentablemente, en el momento en que la dueña inició con la implementación de esto, los clientes comenzaron a quejarse de que se les olvidaba la bolsa, pero la dueña detectó que les parecía de buena calidad para usarla como bolsa de basura, y en muchos casos ya no la devolvían. Entonces, la dueña decidió que les cobraría la bolsa y los clientes comenzaron a quejarse, aduciendo que era una cortesía que ella debería ofrecer. Lo mismo ocurrió con el tema de los ganchos.

Además, el proveedor original de la bolsa aumentó su precio y la dueña decidió suspender su uso. Ante esto los clientes se quejaron de nuevo alegando que su ropa estaba llena de polvo, lo que para ellos iba en detrimento de la imagen y presentación del negocio. Actualmente, la propietaria recurre a un nuevo proveedor que ofrece una bolsa más delgada, funcional pero desechable y sólo se utiliza una vez: planchada la ropa y al llegar a casa es desechada y no se puede reutilizar por el espesor tan delgado de la misma.

Una vez analizados estos casos se detectó lo siguiente: dentro de los negocios de la comunidad fue interesante que coincidiera que las dueñas fueran mujeres y estuvieran interesadas en aprender y poder implementar nuevos conocimientos, pero en algunas ocasiones no cuentan con la liqui-

dez para poder invertir en herramientas que ayuden a disminuir el consumo de recursos que les generan gastos y provocan emisiones al medio ambiente.

Las medidas con las que pudieran empezar a integrar el pensamiento de economía circular en sus negocios no son muy bien recibidas por sus consumidores, en su momento se perciben como ahorros que quieren hacer los negocios, pero en los que se ven afectados los usuarios.

Se menciona la palabra afectados porque en los comentarios, por lo menos en el caso de los lonches bañados y la planchaduría, se percibe molestia e inconformidad por parte de los consumidores, al grado de tener que quitar la información que se tenía presentada para explicar las razones por las que se estaba tomando las nuevas medidas.

A raíz de estos proyectos y sus resultados, refiere la Mtra. Iturbe que detectó la importancia que juega el consumidor en la economía circular: sin su aportación las mejoras pueden llegar hasta la etapa de producción y distribución, pero la etapa de uso se ve obstaculizada ya que son los consumidores los que pueden disminuir el uso de recursos y la generación de residuos.

Por otro lado, ha sido grato conocer casos de compañías locales que a través del esfuerzo y trabajo en equipo con sus distribuidores han logrado convencer a los consumidores para participar en la propuesta y así disminuir la generación de envases, ahorrar recursos, etcétera.

Elaboración de yogurt natural

Una nutrióloga que se dedicaba a la elaboración de yogurt natural y lo vendía en una cremería cercana a la comunidad, tomó la decisión de cambiar su empaque para disminuir la generación de residuos plásticos, y fue así como se aventuró a ofrecer su producto en un recipiente de cristal. Gracias a que la cremería como distribuidor está comprometida con impulsar artículos de productores locales y entiende sobre temas de residuos y contaminación, decidió trabajar en conjunto para recuperar los envases de cristal y así puedan ser sanitizados y rellenados. El consumidor en su primera compra paga el yogurt con su recipiente, posteriormente, mientras regrese el envase, se descuenta el costo del mismo en la compra del producto, y es así como se logra cumplir con esta iniciativa. La nutrióloga cuenta con ma-

quinaria especializada para esterilizar el frasco y asegurar la frescura del yogur. Y, a pesar de que no logra recuperar el 100% de los recipientes, la respuesta de los clientes ha sido bastante buena y le ha permitido continuar con ella durante más de dos años.

Parte clave para lograr que este tipo de estrategias se puedan lograr es el trabajo en equipo de los fabricantes con los distribuidores, ya sea para concentrar los recipientes o para rellenar el producto de manera que solamente se venda el líquido y no el envase del mismo.

Jabón líquido para lavado de ropa

El detergente jalisciense surge con el objetivo de ofrecer soluciones en productos de limpieza sustentable, con la tecnología más avanzada y con un beneficio social. Desde la etapa de innovación del producto se desarrolla un detergente biodegradable (21 días) que no requiere enjuague, por lo tanto se reduce el uso de agua y energía eléctrica para lavar la ropa, una actividad que se lleva a cabo en todos los hogares de México. Asimismo, al no requerir enjuague, se lleva la mitad de tiempo que un proceso de lavado normal y se disminuye el uso de suavizantes ya que el mismo producto deja la ropa suave, lista para usarse. Los beneficios de este detergente son muy claros y tangibles, el gran reto es que los consumidores logren utilizar únicamente la medida correspondiente a la suciedad de su ropa: si es baja 10ml, si es media 20ml y si es alta 30 ml, para que rinda la cantidad de lavadas contemplada. ¿Por qué esto es considerado un reto?, porque en ocasiones los consumidores creen que si el producto no se comporta como otros, es decir, se piensa que, si no genera mucho espuma y si su olor no es intenso, no deja limpia la ropa y se usa más cantidad pensando que eso lograra dejarla limpia, o se lleva a cabo un ciclo completo de lavado en el cual se desperdicia una carga de lavadora en agua y en energía, porque no es necesario la etapa del enjuague.

La compañía se planteó como reto diseñar un contenedor para rellenarlo de sus productos y poder integrarlo en algunos puntos de venta: esto evita generar más plástico para envases. Si bien se utiliza polietileno de alta densidad para ellos, éstos tienen la posibilidad de ser reutilizados y recicla-

dos. El consumidor solicita al distribuidor el rellenado del producto, ellos señalan el contenedor de plástico con una etiqueta para indicar la cantidad de veces que se ha rellenado, posteriormente se cobra únicamente el detergente y está listo para usarse. Al rellenar el producto se reduce la extracción de materia prima y energía que se utilizaría para su transformación en la etapa de producción y se evita un contenedor de plástico que llegue a vertederos en caso de no entrar en el ciclo de reciclaje.

En este caso es muy importante el rol del distribuidor para asegurar que el recipiente tenga las condiciones adecuadas para su rellenado y así colocar la cantidad determinada por el fabricante. Aunque esto toma un poco más de su tiempo, también ellos tienen el compromiso de disminuir impactos ambientales y apoyar la economía circular.

Así, para lograr lo anterior, es importante que el consumidor busque estos establecimientos y lleve el contenedor de manera que sea reutilizado para poder continuar con estas estrategias planteadas por las marcas y que, gracias al trabajo en equipo entre la empresa, el distribuidor y el consumidor es posible.

Productos para el cuidado personal

Compañía familiar que surge en 2014, enfocada en ofrecer productos sin químicos, comprometida con el medio ambiente y las causas sociales del país. Son artículos diseñados con causa, pues las ganancias obtenidas se destinan a la lucha de pacientes de escasos recursos con cáncer.

En un inicio el desodorante estaba empacado en un recipiente de polipropileno, por lo que se instalaron en algunos distribuidores puntos de reciclaje para el envase. Con el paso del tiempo se trabajó con distintas opciones de materiales que ofrecieran un menor impacto ambiental. Actualmente se diseñó un contenedor de metal que puede ser reciclado. Asimismo, se integró la red de Ecolana (Immi) en donde se invita a los consumidores a localizar su centro de acopio más cercano para llevar el recipiente y pueda introducirse al proceso de reciclado.

Una vez analizados cada uno de los casos anteriores, se concluyó que es fundamental el papel del consumidor para que las estrategias de economía

circular que se buscan implementar por parte de cada producto puedan llevarse a cabo.

Un ejemplo que ayudará a clarificar esto es el uso de los contenedores para la separación de los residuos en los distintos puntos de la ciudad de Guadalajara, principalmente en parques. Se observó a una usuaria depositando una bolsa con heces de perro en el contenedor de plástico, por lo que se le comentó que el contenedor no era el adecuado para ello, su respuesta fue sorprendente: “Ahí dice PET, que es mascota en inglés”. No obstante, nuevamente hubo un acercamiento y se le comentó que PET es la abreviatura de un tipo de plástico, y por lo tanto no debía depositarlo en ese contenedor. Respondió, con notable desinterés, que implica una gran diferencia en el camino hacia la economía circular: “No afecta, es una bolsa pequeña”. El que los consumidores no comprendan el daño y la contaminación que ocasiona una mala disposición de los residuos, afecta el esfuerzo que realizan otros en pro de disminuir los impactos ambientales y tener una economía circular. La situación es desesperante.

Son contados los consumidores en México que profundizan en la forma más adecuada para poder separar los residuos, que están comprometidos con el cambio y buscan medidas para seleccionar marcas que realmente apliquen economía circular y disminuyan el impacto ambiental. Esto implica aprender sobre tipos de plásticos y otros materiales. Al ser un consumidor activo se investiga y compara entre las opciones, además de realizar algunas modificaciones en las rutinas de lavado o limpieza obteniendo así beneficios desde el corto plazo.

Conclusión

El consumidor tiene un rol activo en la economía circular, para ello es necesario comprender en qué consiste y cómo poder apoyar las iniciativas de los negocios para poder alcanzarla, ya que en las manos del consumidor está la decisión de la compra, el cambio de hábitos, la modificación de algunas rutinas y la toma de consciencia sobre la generación de residuos. El consumidor tiene que entender todo el ciclo y buscar productos y servicios que cumplan con sus necesidades y ofrezcan me-

nores impactos ambientales, independientemente de que la marca lo comunique.

Para que esto sea posible es importante que sea gradual para que vaya permeando en la vida y el consumidor no se sienta abrumado con todos los cambios: pequeñas modificaciones que se van transformando en hábitos y generando sistemas dentro de la vida cotidiana que ayudarán a que estas iniciativas se puedan lograr.

En México es importante trabajar en la comunicación hacia el consumidor para que entienda que su esfuerzo se verá reflejado en la conservación de nuestros recursos. Normalmente se piensa que el impacto es mínimo porque sólo se trata de un sólo consumidor, pero hay que preguntarse: ¿qué pasa cuando estas acciones se replican? Un ejemplo de ello fue la campaña de recolección de cascarón de huevo organizada por el Colectivo H₂O Lerma (EFE Noticias, 2021), en la que la población comenzó a participar y se tuvo como objetivo reunir 30 toneladas de cascarón de huevo con el fin de utilizarlo en el proceso de filtrado para la cuenca del Río Lerma.

En Jalisco viven 8 340 000 habitantes, si solamente el 25% de ellos deja de llevar una bolsa desechable a la compra de su fruta y verdura, cada semana se disminuye el consumo en 2 085 000 bolsas. Normalmente se consumen dos o tres bolsas grandes para trasladar las compras.

Existe el caso de una frutería en Zapopan, Jalisco que puso en venta bolsas tanto grandes tipo lona como de malla para la compra de fruta y verdura. Al inicio los usuarios comenzaron a comprar, pasaron dos meses y poco a poco los consumidores dejaron de llevar sus bolsas, porque se les olvidaban. El dueño tuvo que volver a ofrecer bolsas desechables ya que los clientes se quejaban diciendo: “No tienes bolsas. ¿Cómo esperas que te compremos sin bolsa? Es parte de tu imagen ofrecerla”.

Para la mtra. Iturbe, en su experiencia docente, el tema de la economía circular es un trabajo en equipo que requiere que todos los participantes realicen su labor para lograr el objetivo, porque la omisión de las acciones en cada etapa complica la circularidad del ciclo. Se tiene que tener confianza en que cada uno de los participantes hará lo que le corresponde para cumplir con el fin último que es tener ciclos cerrados que disminuyan el uso de recursos, generación de residuos y emisiones. Es por ello que es tan im-

portante que el consumidor comprenda su rol y entienda la importancia de su actuar en la economía circular.

La disposición de las microempresas está ahí, pero para lograrlo es necesario que el consumidor se active, cambie hábitos, tome medidas que le ayuden a planificar su día para llevar lo que necesita, ya sea bolsas, además, para retornar envases, recipientes o informarse sobre el uso de cada producto.

Bibliografía

- Bernache, G. (25 de junio de 2015). *Basura lejana, problemática cercana*. Guadalajara, Jalisco, México.
- Diario Oficial de la Federación. (20 de octubre de 2004). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=658648&fecha=20/10/2004
- EFE Noticias. (18 de junio de 2021). *UDGTV*. Recuperado en septiembre de 2022, de <https://udgtv.com/noticias/limpian-rio-santiago-uno-de-los-mas-contaminados-de-mexico-con-cascarones-de-huevo/31518>
- Ellen Macarthur Foundation. (15 de septiembre de 2022). *Ellen Macarthur Foundation*. Obtenido de <https://ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/presentacion-economia-circular/vision-general>
- Immi. (s.f.). *Immi Recicla tus empaques*. Recuperado el 16 de septiembre de 2022, de <https://immi.mx/recicla-tus-empaques/>
- INEGI. (16 de julio de 2020). *INEGI*. Recuperado en octubre de 2022, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/OtrTemEcon/CenEconRes-Def2019_Nal.pdf
- ISO/TC 207/SC 5 Life cycle assessment. (2006-07). *ISO Standards*. Recuperado en septiembre de 2022, de <https://www.iso.org/standard/37456.html>
- Vezzoli, C., y Manzini, E. (2015). *Diseño de Productos Ambientalmente Sustentables*. México: Designio. Recuperado en septiembre de 2022

4. Las barreras de la industria textil para implementar la economía circular en México*

HÉCTOR GUADALUPE RAMÍREZ-ESCAMILLA**

MARÍA CONCEPCIÓN MARTÍNEZ RODRÍGUEZ***

LORENA ELIZABETH CAMPOS VILLEGAS****

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.170.04>

Resumen

La industria textil y de la confección (ITC) es una de las principales influyentes en el estilo de vida de millones de personas y con mayores ingresos económicos, también se encuentra señalada como de las mayores productoras de contaminantes a nivel mundial debido a sus pocas prácticas sustentables y el seguimiento del modelo de economía lineal. La incorporación de un modelo de economía circular dentro de esta industria es más que necesario para conseguir los objetivos de la agenda 2030, sin mencionar que es uno de los sectores con menor involucramiento en estos temas. La ITC en México es muy relevante, cuenta con una diversidad de productores tanto de pequeñas como de grandes empresas. Sin embargo, en el país aún no se ha conseguido la trascendencia ni los resultados que se buscan con los modelos circulares, por lo que se deben conocer cuáles son los motivos

* Capítulo derivado del proyecto de investigación SIP 20231182, financiado por el Instituto Politécnico Nacional.

** Ingeniero Ambiental. Estudiante de maestría en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional. CIEMAD-IPN. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9440-4644>

*** Doctora en Política Pública. Profesora Investigadora del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional. CIEMAD-IPN. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3094-5411>

**** Maestra en Ciencias (Biología). Profesora Investigadora del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional. CIEMAD-IPN. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7248-9296>

o las barreras que retrasan la introducción de la ITC en una economía circular. Puesto que éste es el objetivo principal de la investigación, se realizó una revisión bibliográfica (artículos, páginas web, normativa) identificando cuatro barreras: etiquetado y clonación, comercios minoristas-electrónicos; políticas e incentivos para la economía circular; manejo de residuos y escasez de tecnología. En cada una se encontró que influye de forma directa la relación productor-comprador, donde existe el temor a pérdidas monetarias que no incentiva un cambio estructural; para alcanzarlo debe coexistir un apoyo que implique la participación de autoridades, empresas y consumidor, involucrados dentro de un sistema de consumo circular.

Palabras clave: *Barreras, economía circular, fast fashion, industria textil, residuos textiles.*

Introducción

Industria textil y de la confección y el consumismo

La industria textil y de la confección (ITC) es de las más relevantes a nivel mundial, y principalmente para los países en desarrollo, como es el caso de México. La ITC tiene un gran impacto social y ambiental; podría decirse que es una de las actividades más antiguas e indispensables para el ser humano. El auge de esta industria fue a partir de las llamadas tendencias o modas impulsadas por la tecnología y los medios de comunicación.

Determinar los inicios de la moda es algo complejo, se puede conocer el inicio de la “moda moderna” que es la que actual conocemos, pero el comienzo como tal de la moda es algo incierto, sin embargo podemos asegurar que, aunque en tiempos remotos no se conocía con este nombre, sí hay ciertos indicios de lo que pudo ser. En la alta Edad Media, si bien no se usaba el término moda si no indumentaria, ésta distinguía o identificaba a un grupo de personas de otras (Riello, 2012). La vestimenta en diversas culturas tanto en tiempos remotos como en la actualidad ha permitido marcar una distinción entre personas, por ejemplo, existen ropas que diferencian a una mujer casada de una soltera, una persona rica de una pobre, entre

otras. Esto indirectamente marcaría lo que sería el término moda y es que esta palabra es una manifestación de poder adquisitivo de una persona, la cual es distinta entre cada individuo. La compra y consumo de un artículo suele estar arraigado a las actitudes de un individuo y a la vez puede estar relacionado con los comportamientos que busca o que refleja una persona. Entonces, se podría decir que la moda es un sistema constante de cambios en el estilo de vida marcado por las actitudes, épocas, comportamientos, cultura de cada individuo (Rivera León, 2013).

Si bien el problema no está en tratar de reflejar una personalidad mediante lo que vestimos, la problemática es la rapidez con la que cambian los productos en el mercado y el consumismo excesivo que provoca. La moda está ligada a ciclos de vida cortos de los productos, lo que lleva a la sociedad a una necesidad de renovación respecto a los constantes cambios de los productos, buscando que el consumidor se sienta satisfecho y consiga cierta aceptación frente a la sociedad (Rivera León, 2013). Lo anterior desencadena un ciclo constante que difícilmente puede romperse, ya que las marcas, para lograr atraer a un público y vender, constantemente buscarán la renovación para incrementar las ganancias y los periodos de la ropa serán de incluso sólo meses, así, el consumidor tendrá que volver a adquirir lo más actual en productos. Y es que todo lo anterior, se encuentra completamente ligado a las llamadas marcas, las cuales cada compañía produce para un público en general, fieles a su diseño, color o estilo.

Como se puede apreciar, la moda es algo complejo de entender porque en cada individuo es distinto y cada uno de los gustos, diferentes. La problemática del consumismo de ropa no sólo es algo regido por las tendencias: con la presencia de la tecnología se ha agravado aún más la situación. Y es que, una vez descrita la forma en que funciona la moda y ahora impulsada por la propaganda y servicios que permiten adquirir con mayor facilidad un producto, se crea un lazo más fuerte entre consumidor-productor y el comercio electrónico-móvil (Carpintero Romera, 2022; Pop *et al.*, 2023). Esta situación se traduce en mayor demanda, ya que ahora el público consumidor puede ser internacional.

Impacto ambiental de la ITC

Una vez descrita la forma en que la moda y consumismo surgen, se debe hacer un enfoque de todo lo anterior con lo que implica producir de uno a miles de tipos de prendas según recursos que se necesitan y que directa o indirectamente tienen una repercusión al ambiente, lo anterior, sin ser menos importante debería considerarse en cada etapa de producción y, por parte del consumidor, respecto a tener periodos más cortos de compra.

Las afectaciones de la ropa pueden ser distinguidas de la siguiente forma:

- *Repercusión al agua:* la afectación de la industria hacia el agua puede ser por distintos medios, la primera es por consumo para producción, y es que la ITC se caracteriza por ser de las principales actividades con mayor consumo de agua, energía y reactivos. Lo que lo vuelve complejo es que cada industria emplea un químico distinto para cada proceso (Brañez Sánchez *et al.*, 2018). Algunos autores, como Carrera (2016), describen que para elaborar un par de jeans son necesarios por lo menos 42 litros de agua para ser teñidos, lavados y acabados.

La segunda afectación al agua se da por los químicos empleados en los procesos de teñido en la ITC: se estima que al menos la mitad de los colorantes empleados en la industria terminan en las aguas descargadas, ya que la fijación en la tela en la mayoría de los casos termina siendo sólo superficial. Los colorantes que se emplean comúnmente en la ITC son los pertenecientes a las familias *azo* o colorantes azoicos, los cuales son sintéticos y poco biodegradables, además de considerarse cancerígenos y mutagénicos (Zaruma *et al.*, 2018).

- *Repercusión a los recursos, al suelo y aire:* otro de los recursos que se ve seriamente afectado por los procesos de la ITC es la demanda excesiva de fibras. Para la producción de ropa existen dos tipos de fibras: naturales y artificiales; las primeras son producto de explotaciones agrarias, ya que para lograr cubrir la demanda de una industria se necesita de una cantidad considerable de fibras, por lo que desencadena que se empleen fertilizantes y plaguicidas químicos que logren mejorar la productividad constante. Un claro ejemplo es la producción de un recurso que se emplea en la ropa: el algodón es mayor-

mente tratado con pesticidas, lo que afecta el suelo, aire y la salud de las personas que se dedican a su siembra y cosecha (Ariza Moreno y Huertas Díaz, 2022).

Por otro lado, las fibras sintéticas son derivadas del petróleo, uno de los recursos no renovables con mayor impacto al ambiente por su contribución al cambio climático. Su creación se debe completamente al incremento de la demanda de recurso, es por esta razón que surgieron las fibras como el poliéster, nylon y elastano (Villegas Marín y González Monroy, 2013).

- *Manejo de residuos*: es un tema al cual se da poca importancia en las ITC, ya que normalmente relegan la responsabilidad a sus consumidores, sobre lo que ellos decidan hacer con el producto adquirido; muy pocas veces se conoce alguna iniciativa de recuperación de prendas por parte de una industria.

Sin embargo, la ropa no es el único residuo al final de su tiempo efectivo de vida, también, existe un desperdicio *producto* de la fabricación de un artículo. Villegas Marín y González Monroy (2013) manifiestan que en ITC hay una enorme cantidad de desperdicio por lo que es importante buscar una solución que permita recuperarlo y que permita hacer a las ITC más ecológicas y menos agresivas con el ambiente.

Y es que, de la mayoría de los residuos que surgen de la producción de ropa, muy pocos son reciclados para poder formar un nuevo producto, se opta más por enviar a rellenos sanitarios. Lo anterior también es una afectación al ambiente, ya que implica nuevas extracciones y producciones, lo que provoca una explotación nuevamente de las principales materias primas provenientes del campo o del petróleo.

Consumo responsable

El consumo y la producción responsable forman parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) dentro de la agenda 2030. Esta iniciativa tiene como objetivo reducir los impactos ambientales y sociales negativos que

tiene la ITC como consecuencia de la adquisición de materias primas, producción, distribución, consumo y eliminación. El consumismo es un gran desafío para la sostenibilidad en la ITC. Las empresas son conscientes cada vez más de sus impactos sociales y ambientales, sin embargo, muchas consideran que las metas e indicadores en el ODS 12, “consumo y producción responsable” son insuficientes, y condiciona los intereses empresariales (García-Ortega *et al.*, 2023).

Por otro lado, un consumo responsable, puede reevaluar las necesidades personales y evitar las sobreproducciones en las empresas y, además reducir el uso de recursos, disminuir los desperdicios y otros impactos negativos, así, se puede lograr todo lo anterior y a la vez conseguir el bienestar humano. Asimismo, es una situación compleja ya que la mayoría de las empresas observan el consumo responsable como una adopción de economía estacionaria, la cual opaca el capitalismo de la cultura consumista y el crecimiento empresarial. Además existe una dura competencia entre marcas ya que realizar un cambio puede ser caótico si se manifiesta como pérdidas económicas (García-Ortega *et al.*, 2023). Pero un cambio es más que necesario ante la situación que atenta contra los recursos y la sustentabilidad, por lo que las empresas deberían centrarse en los bucles internos de la EC, para abordar el consumo responsable de sus productos y buscar extender la duración de los mismos, y de esta forma ralentizar los bucles internos antes de la degradación, reciclaje, o desecharlos. Extender la vida útil de una prenda puede apoyar a reducir las emisiones de carbono, consumo de agua y producción de desechos en un 30% (Clothes, 2017, como se citó en García-Ortega *et al.*, 2023).

Fast-fashion vs. slow-fashion

La moda surge como un tipo de obediencia al intuir los gustos de las personas. A partir de fabricar o de describir un modelo que identifique a un grupo social, la gente compra grandes cantidades de artículos. Pero la moda es algo pasajero ya que busca siempre incrementar sus ingresos, por ello mucha ropa termina desechándose tan rápido como se compra. En algunos casos la baja durabilidad (desgaste) y el deterioro (decoloración) son situa-

ciones que vuelven obsoleto el uso de un artículo, y es un problema de la moda, además, en ocasiones, se olvida la calidad (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

En la ITC, se distinguen dos tipos de moda, que podrían considerarse como dos perspectivas opuestas entre sí. Estos dos tipos de moda son la *fast fashion* (moda rápida) y la *slow fashion* (moda lenta). A continuación, se aborda a fondo cada una.

Moda rápida (*fast-fashion*)

La moda rápida es definida como un modelo de negocio que se basa en ofrecer a los consumidores constantemente novedades o productos en tendencia a precios accesibles. Al acelerarse la velocidad de diseño y producción de nuevas colecciones, se fabrican prendas baratas y frágiles, lo que vuelve innecesario la reparación de prensa y se limita a ropa de un solo uso. Esto termina provocando que las prendas apenas usadas se tiren o se acumulen en los armarios (Roos *et al.*, 2019, como se citó en Peters *et al.*, 2021; Cesarina Mason *et al.*, 2022).

La moda rápida y las ventas al por menor son dos precursores del consumismo, ya que ofrecen modelos de ropa elegante a un precio bajo, por lo que con estas tácticas hacen que el consumo sea dos veces más rápido.

Dentro de la moda rápida podemos encontrar que existe una desigualdad marcada entre los países consumidores y los productores, y es que los primeros encuentran la oportunidad de contratar en países subdesarrollados personal con salarios bajos, pero una alta exigencia de producción con horarios inaceptables (Peters *et al.*, 2021; Cesarina Mason *et al.*, 2022).

Aunado a la alta demanda de productos y contemplando que los artículos se producen fuera del país donde se venderán, deben considerarse emisiones a la atmosfera como producto del transporte de traslado de la mercancía, por lo que es un problema grave, ya que se traduce en viajes constantes conforme a la cambiante moda.

Moda lenta (*slow-fashion*)

La moda lenta surge como una alternativa necesaria por la preocupación en la calidad de los productos y los impactos al ambiente; su objetivo es preservar los recursos naturales y que las prendas que se ofrezcan sean de buena calidad y durabilidad. Una de las características de este tipo de moda es hacer uso de materias primas locales, además de que busca las mejores condiciones para los compradores, distribuidores, productores y consumidores (Gomes de Oliveira *et al.*, 2022).

Es considerada un movimiento dentro de la RTC que se basa en usar los principios de la sostenibilidad, con esto se busca que las prendas de vestir sean producidas de forma lenta y con un objetivo, evitando la sobreproducción, con la idea de disminuir la explotación de los recursos. Uno de los objetivos más claros de la moda lenta es prolongar los tiempos de duración de los productos, es decir que el consumidor pueda poseer y usar un mayor tiempo una prenda y cuando ésta se desgaste pueda repararla (Gomes de Oliveira *et al.*, 2022).

Algunos autores han manifestado sus opiniones acerca del tema de la moda lenta: Anicet (2011, como se citó en Gomes de Oliveira *et al.*, 2022) destaca que es una tendencia enfocada en el individuo y que reduce el incentivo de consumo rápido, buscando el equilibrio social, ambiental y económico.

Fletcher y Grose (2011, como se citó en Gomes de Oliveira *et al.*, 2022) comentan que fomenta la autoconciencia en el consumidor durante sus compras, haciendo que compre menos y se enfoque en lo necesario e indispensable. Sin embargo, detalla que el incorporar costos sociales y ecológicos a los productos los vuelve un poco o más costosos en comparación con los productos de la moda rápida.

En la siguiente imagen se resumen algunos puntos destacables a considerar entre los dos tipos de moda.

Figura 1. Comparación entre moda rápida (fast-fashion) y moda lenta (slow-fashion)



Fuente: Elaboración propia.

Economía circular y la percepción de sustentabilidad en la ITC

En las últimas décadas, ha habido un interés en comenzar a aplicar el término EC, y cómo éste puede afectar la sociedad, la economía y el ambiente (Tsironis y Tsagarakis, 2023). La economía circular surge con una oposición a la economía lineal, es decir, aquella que genera bienes a partir de la materia prima y, una vez que son consumidos, son transformados en residuos y no vuelven a tener valor alguno. Por lo anterior, la economía circular busca cerrar el ciclo de vida de los bienes, extendiendo el tiempo de utilidad y reduciendo la generación de residuos, logrando una recuperación y regeneración.

Con el incremento poblacional se ha incrementado de igual forma la demanda de artículos para la ITC. Los impactos ambientales de esta industria son evidentes, por lo que la necesidad de enfoques circulares es urgente.

El estudio de la EC en las ITC con el tiempo ha ido avanzado y ofrece una gama de soluciones que no son únicamente el reciclaje. La transición a

una EC hace referencia a repensar prácticas y estrategias adecuadas en textiles hacia los modelos comerciales, comportamiento del consumidor, reutilización de prendas y telas, reciclaje de fibras y polímeros (Harmsen *et al.*, 2021). En la tabla 1 se muestran algunas de las estrategias circulares que se han implementado por empresas para lograr una transición a la EC.

México es una economía en desarrollo y en la actualidad apenas comienza a introducir practicas circulares, debido a los compromisos de la agenda 2030 y, además, como lo menciona Rattalino (2018, como se citó en Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022), la introducción de principios de EC puede ayudar a brindar soluciones innovadoras, equilibrar la sostenibilidad y el crecimiento de la empresa. Se han demostrado algunos resultados positivos pero la mayoría de éstos tienen en común que se han realizado en países económicamente desarrollados. La percepción en México es que hay una falta de estudios empíricos que analicen el impacto de factores internos y externos en la adopción de EC en economías emergentes.

Por otro lado, en México existen otras barreras dentro de las ITC o entorno a los mercados textiles y de moda, que son un impedimento para consagrar una EC. La presente investigación tiene como objetivo realizar una identificación de las barreras perceptibles en los mercados textiles o de ropa, y realizar una revisión documental de cómo estas barreras identificadas son perjudiciales para lograr la aplicación de principios circulares en el país, para que, de esta forma, ayude en futuras investigaciones a plantear soluciones a las problemáticas encontradas.

Tabla 1. Estrategias de EC en ITC

<i>Estrategia</i>	<i>Descripción</i>
Reparación o restauración	Involucra hacer una modificación o cambio a un artículo, por ejemplo, cambiar una cremallera rota, teñir una prenda.
Reutilización (reventa)	Se basa en darle un segundo uso a una prenda que por sus condiciones puede ser aún empleada (ropa de segunda mano)
Reciclaje	Implica la recuperación de alguna materia prima. Algunas de estas técnicas son la regeneración de fibras y la recuperación térmica de las telas.
Renta o alquiler	Es una estrategia que permite al usuario utilizar un producto por un tiempo en particular, para posteriormente ser devuelto al proveedor y que algún otro usuario pueda vestirlo.
Remanufactura	Es un proceso que es capaz de revivir el producto inicial, dándole un nuevo aspecto y diseño.
Reprogramar o reducir	Hace uso de maquinarias en las que se ajustan los procesos (tiempos de operación), permitiendo que se eviten los desperdicios o la sobreproducción.

Fuente: Elaboración propia con información de Tsironis y Tsagarakis, 2023.

Desarrollo

Se realizó un análisis de diversas fuentes de información tanto nacional como internacional (artículos, páginas web, libros, etc.) relacionados con el tema de economía circular en la ITC, con la finalidad de identificar las barreras que hasta hoy en día han podido representar un impedimento de la aplicación de EC en México, y específicamente en el sector textil.

La selección de las distintas fuentes consultadas se consideró con un tiempo de publicación de por lo menos 10 años atrás (2012-2022); si bien el tema de EC en ITC es relativamente nuevo, se definió este periodo para considerar la información más reciente.

El análisis se basó en revisar las distintas fuentes de información e identificar cuáles son las barreras que son o podrían ser un impedimento para lograr consagrar un modelo circular en la ITC.

Resultados

La EC es un tema prevalente en los últimos años, que tiene metas muy importantes para lograr la sustentabilidad con la aplicación de sus conceptos. En los países desarrollados es un tema común y con políticas establecidas que ya han permitido la trascendencia del tema.

En los países con economías emergentes como es el caso de México, el tema de EC es aún un reto para tomarse en cuenta por varias pymes en el país. En el caso de la ITC pareciera que aún no hay algún avance o un interés por involucrar aspectos circulares en sus procesos y diseños de mercado.

Entorno a la ITC existen ciertas barreras que detienen el apoyo de los ideales de la EC, por lo que a continuación se enlistan algunos temas que fueron identificados al realizar la revisión bibliográfica de distintos artículos para reconocer que pueden representar un impedimento en México:

1. Etiquetado y clonación
2. Comercios minoristas-electrónicos

3. Políticas e incentivos para la economía circular
4. Manejo de residuos y escasez de tecnología

Cada uno de los temas anteriores podrían parecer aspectos sencillos y comunes en el mercado textil, sin embargo, se detallará cada uno y se hará un análisis de cómo afectan en la EC dentro de la ITC desde la perspectiva que se tiene como consumidor en México.

Etiquetado y clonación

En el mercado de la ropa existe una gran diversidad de estilos y tipos de ropa, de las que en pocas ocasiones, cuando el consumidor debe elegir entre algún tipo o estilo, realiza una revisión de la etiqueta, y es aquí en donde comienza la distinción entre una u otra.

El etiquetado es un aspecto importante de la ropa que muy pocas veces se toma en cuenta al momento de elegir, esto se debe a que se ha demostrado que la mayoría de los consumidores se deja guiar más por sus gustos, la estética, precio o simplemente la marca. Pero el etiquetado ofrece una serie de información que es relevante considerar: en la figura 2 se muestra un ejemplo de éstas y los datos que se acostumbra mostrar en las prendas. La mayoría de las etiquetas presenta un país de origen, el nombre de la compañía, la composición y normas de lavado (Tec electrónica, 2021).

Figura 2. Información requerida en el etiquetado



Fuente: Elaboración propia.

De los datos que se presentan en las etiquetas, la composición es uno de los más importantes ya que permite al consumidor conocer el material con el que está fabricada; de igual forma, cuando la ropa llega a un espacio de reciclado, es un dato fundamental para definir si es posible o no reciclar el material. En la actualidad algunos de los materiales que más se reciclan son el poliéster y el algodón (García Gómez, 2020; Luoma *et al.*, 2022).

En México, la regulación del etiquetado se establece mediante la norma oficial mexicana NOM-004-SCFI-2006, que establece la información comercial-etiquetado de productos textiles, prendas de vestir, sus accesorios y ropa de casa, en la cual se detalla la forma de expresar las composiciones de los materiales de fabricación. En el mercado textil surge un problema respecto a saber en qué momento dicha información es original, y esto es debido a que existe en el mercado de la ropa la clonación de las marcas y por ende del etiquetado de éstas.

La clonación debe ser identificada como una barrera para los principios de la EC, especialmente para el reciclaje de materiales y para la calidad del mismo, ya que al ser simplemente una imitación de un producto de marca se realiza esta práctica para obtener ganancias a costa de personas que no pueden pagar por ropa de marca de precios exuberantes, incitando al consumismo y a una práctica ilegal; además de todo eso, entorpece con el conocimiento de la composición de los materiales y provocará que cuando se decida reciclar un artículo no se conozca con certeza su fabricación. Además de que como se mencionó anteriormente, cada etiqueta en la ropa es distinta, al igual que las normas de lavado o cuidado y éstas son fundamentales para garantizar la calidad de la prenda y poder extender la vida útil de cualquier tipo de ropa.

Por lo anterior descrito, la clonación de marcas es una barrera para aplicar los principios de la EC, el problema comienza desde que se fabrica hasta que se deja de usar. Es por esta razón que hoy en día algunas marcas ya han diseñado algunas señalizaciones que sus fieles consumidores reconocerán ante una copia. Si bien no todo es saber la composición real de un producto, la clonación de forma indirecta incita al consumismo de las personas, y es que la población ha otorgado un ideal erróneo al vestir una marca, por lo que al ser una imitación y de precio más accesible el consumidor optará por comprarla.

Comercio minorista-electrónico

Esta segunda barrera tiene un enfoque en mayor medida hacia la parte psicológica de los consumidores, y es que es la forma en que funcionan los comercios al por menor y electrónicos basa su éxito en la satisfacción del cliente y la motivación por la adquisición de productos, sin la razón de saber si en verdad lo necesitan (Secchi *et al.*, 2017).

Explicar la forma de pensar de cada persona es complejo, pero sí puede describirse la forma en que funcionan los comercios minoristas, que se basan en vender pequeñas cantidades de productos, que pueden ser propios o comprados a otros y puestos de nuevo a la venta a un precio distinto. En ellos la relación consumidor-productor es directa.

En las últimas décadas ha surgido un cambio total de la forma de comercializar y vender bienes principalmente debido a la influencia de servicios tecnológicos. Dando una nueva perspectiva de ver el comercio de ropa y en especial el comercio minorista, que buscan constantemente revolucionar su comercio mejorando la experiencia entre sus consumidores (Dolega *et al.*, 2021). Las tecnologías se han utilizado en el comercio electrónico y la venta al por menor, permitiendo ventajas competitivas significativas, apoyando en la toma de decisiones, delegándose a los softwares. Y es que hoy en día es tanto el avance tecnológico que estos sistemas pueden automáticamente proporcionar al consumidor catálogos de productos en línea, a partir de recopilar datos sobre sus gustos e intereses en algún artículo, por lo que, incrementa la promoción de los productos de los comerciantes minoristas (Pereira *et al.*, 2022).

Establecer una problemática respecto de los comercios electrónicos minoristas y reconocerlos como una barrera para la EC en México se debe en gran parte a que los pequeños productores de ropa buscan generar más ventas y ofrecen una gran gama de productos al precio más económico posible, lo que los lleva a hacer uso de telas importadas de baja calidad, provocando que haya una gran variedad de productos y que se desconozca la procedencia o composición de algunos, dificultando que pasado el tiempo de uso de un producto sea difícil hacer una identificación de reciclaje o de reutilización, pues a veces la baja calidad de estos productos no son seguros. No obstante, hay que recordar que entender que algunos product-

res minoristas no trabajan de la misma forma que una pyme, en donde el tema económico es primordial ante el cliente.

Dicho de otra forma, los precios, la variedad, el origen, la pobre calidad de los productos y la extensión de marketing que promueve el consumismo, dificultan la EC, la cual busca todo lo contrario: mejor calidad, producciones vastas sin caer en la sobreproducción, atender sólo las demandas de los clientes, etc. Sin embargo, las facilidades que ofrecen las aplicaciones móviles promueven consumir sin necesidad de requerirlo en ocasiones, además los comercios digitales se ven promovidos por la comunicación y experiencias de los clientes, es decir, la misma plataforma permite conocer las opiniones de otros consumidores y de esta forma existe un respaldo y se difunde los comentarios buenos o malos de un productor (Dolega *et al.*, 2021; Secchi *et al.*, 2017).

Políticas e incentivos para la economía circular

El marco legal en México que es importante para la transición a una EC se presenta en la tabla 2. El 28 de febrero de 2023, la gaceta oficial de la Ciudad de México publicó la Ley de Economía Circular de la Ciudad de México, la cual entró en vigor el 1 de marzo del mismo año. De forma general tiene por objetivo la promoción e incentivo de hábitos de producción y consumo responsables, entre otros aspectos, como las responsabilidades y la aplicación de principios de reúso, restauración, remanufactura y reciclaje (Ley de Economía Circular de la Ciudad de México, 2023).

Como se puede apreciar, comienzan apenas a sentarse las bases para lograr la ejecución y aplicación de EC en las industrias, así mismo, México se encuentra dentro de los países comprometidos con la agenda 2030 y sus ODS, por lo que los incentivos gubernamentales que promuevan el uso de estos principios en la ITC será fundamental para motivar a las empresas realizar cambios.

Tabla 2. *Marco legal en México*

<i>Marco legal</i>	<i>Descripción</i>
Ley General de Cambio Climático (LGCC)	Protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico
Ley de Transición Energética (LTE);	Regula el aprovechamiento sustentable de la energía y obligaciones en energías limpias.
Ley de Aguas Nacionales (LAN)	Regula la explotación, uso y aprovechamiento de aguas, su distribución y control.
Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)	Preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección ambiental.

Fuente: Elaboración propia con información de Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2022.

Esta barrera se relaciona con el financiamiento para el apoyo a iniciativas sostenibles, y es que, para la mayoría de las empresas textiles, hacer estas modificaciones representa un costo extra debido a las siguientes razones:

- Materias primas más caras que los recursos vírgenes, debido al impuesto más alto por la mano de obra en la reutilización, reparación y reciclaje (Angulo, 2021).
- Adecuaciones a la línea de producción: apoyar ideas sustentables representa incorporar nuevas tecnologías y una reestructuración del proceso, logística y transporte.
- Productos de mayor costo: las adecuaciones que se hacen conllevan a una inversión que hará que los productos se encarezcan.
- Contratación de nuevo personal experto en temas enfocados en EC y ciclo de vida: las empresas priorizan ante todo evitar hacer un pago extra.

Como se puede observar son distintas las situaciones que interrumpen la transición de un modelo lineal a uno circular en la ITC, por lo que se deben reforzar las políticas e incentivar monetariamente o con reducciones de impuestos a las empresas que incluyan dichos modelos. Sólo de esta forma se podrá comenzar a trascender en este cambio necesario.

Manejo de residuos y escasez de tecnología

Otra de las barreras identificadas y que se encuentra ligada a la anterior es el manejo de residuos en México, si bien existe una normativa (NOM-161-Semarnat-2011) que clasifica estos residuos como Residuos de Manejo Especial (RME) siempre y cuando superen las 10 toneladas por año. Toda aquella industria está sujeta a un plan de manejo y en el caso de los residuos textiles de una empresa es muy probable que superen esta cifra y tengan algún plan de qué hacer con dichos residuos. El problema es que si se quiere realizar una transición a la EC dentro de estos sectores, debe dejarse de considerar los residuos como un desecho y buscar una solución que permita reutilizarlos o convertirlos en materia prima para el mismo proceso u otro.

La problemática gira entorno a la ropa considerada residuo y que mayormente termina en los camiones recolectores para finalmente llegar a los rellenos sanitarios y ser olvidados. Esta situación es imperdonable para los principios de la EC ya que no representa ninguna oportunidad de aprovechamiento de la ropa, por lo que las empresas podrían incluir estrategias que impliquen la recuperación de sus mismos artículos una vez que el propietario lo considere inservible, y de esta forma poder emplear estos recursos, reutilizando, reciclando, etc.

La situación con el reciclaje es que son pocos los materiales en las vestimentas que pueden pasar por este proceso como el algodón y poliéster. Asimismo las composiciones complejas de algunas prendas entorpecen estas alternativas de solución. Si bien en países desarrollados son una realidad, en México es poco común el reciclaje de éstos, la razón por la que no se realiza nos llevaría a los puntos anteriores: la legislación y el encarecimiento o cambios en los procesos. Por esa razón, debe comenzarse a mejorar la legislación aplicable que permita de mejor manera el manejo de los residuos textiles.

Conclusión

En la ITC existe una influencia importante por parte del consumidor y de las tendencias conocidas como moda, que junto con las barreras identifica-

das (etiquetado y clonación, comercios minoristas-electrónicos, políticas e incentivos para la economía circular, y manejo de residuos y escasez de tecnología), magnifican la problemática de no seguir un modelo circular dentro de los procesos de estas industrias, ya sean pequeñas o grandes empresas, desencadenando el consumismo y obstruyendo el paso a acciones como la recuperación de materia primas, reparación, reutilización y remanufacturación de un producto, cuyo propósito es prolongar la vida útil y reducir la cantidad de residuos, pérdidas y sobreproducciones.

El sector enfocado en la moda es uno de los más complejos para poder realizar cambios hacia una EC. Si bien se ha logrado en otros países, en México aún existe un desconocimiento del tema tanto por parte del consumidor como del productor, existe además desinformación por parte de las autoridades y se necesita mayor divulgación e investigaciones al respecto que apoyen e incentiven a las empresas a optar por un cambio.

De las barreras encontradas en las que se podría actuar es en las de políticas e incentivos que se puede lograr la transición a la EC en las ITC, ya que, tal como la ley de EC de la Ciudad de México, se podría crear una ley para cada uno de los estados o una nacional que aplique a todo el país. De igual forma se puede optar por los incentivos como sucede en países europeos en donde a una empresa que emplea alguna medida sustentable se le reconoce con alguna certificación o con alguna reducción en los impuestos. Esto es una forma de motivar a cambiar y optar por procesos amigables con el ambiente, ya que, como se mencionó, uno de los principales problemas de la ITC, en México y en otros países, es asumir que aplicar una alternativa sustentable puede entorpecer sus ciclos de producción o encarecer sus procesos. De igual forma esto podría ayudar con la barrera de manejo de residuos y buscar la introducción de tecnología que permita el reciclaje, el reconocimiento de la composición o si es apta alguna prenda para reutilizarse.

Bibliografía

- Angulo, D. (2021). *Barreras hacia la economía circular y cómo afrontarlas*. <https://news.sap.com/latinoamerica/2021/08/barreras-hacia-la-economia-circular-y-como-afrontarlas/>
- Ariza Moreno, C. D. y Huertas Díaz, S. (2022). *Estudio de factibilidad ambiental para la*

- implementación de algodón orgánico como materia prima sostenible en la industria textil colombiana*. [Trabajo de grado, Fundación Universidad de América] Repositorio Institucional Lumieres. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/8882>
- Brañez Sánchez, M., Gutiérrez, R., Pérez, R., Uribe, C. & Valle, P. (2018). Contaminación de los ambientes acuáticos generados por la industria textil. *Campus*, 23(26), 129-143. <https://doi.org/10.24265/campus.2018.v23n26.03>
- Carpintero Romera, M. (2022). *El marketing de influencia. Moda rápida y consumismo*. [Tesis de grado, Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/54002>
- Carrera, E. (2016). *Los retos sostenibilistas del sector textil*. Terrassa. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. (2022). *Una Aproximación a la Economía Circular en México*. <https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/investigaciones/inv3.pdf>
- Cesarina Mason, M., Pauluzzo, R. y Muhammad Umar, R. (2022). Recycling habits and environmental responses to fast-fashion consumption: Enhancing the theory of planned behavior to predict Generation Y consumers' purchase decisions. *Waste Management (New York, N.Y.)*, 139, 146-157. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.12.012>
- Dolega, L., Rowe, F. y Branagan, E. (2021). Going digital? The impact of social media marketing on retail website traffic, orders and sales. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 60(102501), 102501. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102501>
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *A New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future*. Ellen MacArthur Foundation. <https://emf.thirdlight.com/link/2axvc7eob8zx-za4ule/@/preview/1?o>
- García Gómez, F. (2020). *Economía circular en la industria de la moda: avances y valorización del PET. Análisis de la huella de carbono* [Tesis grado, UCrea Repositorio abierto de la Universidad de Cantabria]. <http://hdl.handle.net/10902/19160>
- García-Ortega, B., Galan-Cubillo, J., Llorens-Montes, F. J. y de-Miguel-Molina, B. (2023). Sufficient consumption as a missing link toward sustainability: The case of fast fashion. *Journal of Cleaner Production*, 399(136678), 136678. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136678>
- Gomes de Oliveira, L., Miranda, F. G. y de Paula Dias, M. A. (2022). Sustainable practices in slow and fast fashion stores: What does the customer perceive? *Cleaner Engineering and Technology*, 6(100413), 100413. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100413>
- Harmsen, P., Scheffer, M. y Bos, H. (2021). Textiles for circular fashion: The logic behind recycling options. *Sustainability*, 13(17), 9714. <https://doi.org/10.3390/su13179714>
- Ley de Economía Circular de la Ciudad de México. 28 de febrero de 2023. Publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/640/775/796/640775796545e564034573.pdf>
- Luoma, P., Penttinen, E., Tapio, P. y Toppinen, A. (2022). Future images of data in circular economy for textiles. *Technological Forecasting and Social Change*, 182(121859), 121859. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121859>
- Pereira, A. M., Moura, J. A. B., Costa, E. D. B., Vieira, T., Landim, A. R. D. B., Bazaki, E. y Wanic, V. (2022). Customer models for artificial intelligence-based decision support

- in fashion online retail supply chains. *Decision Support Systems*, 158(113795), 113795. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2022.113795>
- Peters, G., Li, M. y Lenzen, M. (2021). The need to decelerate fast fashion in a hot climate - A global sustainability perspective on the garment industry. *Journal of Cleaner Production*, 295(126390), 126390. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126390>
- Pop, R.-A., Hlédik, E., & Dabija, D.-C. (2023). Predicting consumers' purchase intention through fast fashion mobile apps: The mediating role of attitude and the moderating role of COVID-19. *Technological Forecasting and Social Change*, 186(122111), 122111. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122111>
- Riello G. (2012). *Breve historia de la moda. Desde la Edad Media hasta la actualidad*. Editorial Gustavo Gili, SL.
- Rivera León, L. M. (2013). Factores que influyen en el consumo de moda en mujeres en la Provincia de Trujillo en el año 2013. *UCV – Scientia*, 5(1), 107-114.
- Rodríguez-Espíndola, O., Cuevas-Romo, A., Chowdhury, S., Díaz-Acevedo, N., Albores, P., Despoudi, S., Malesios, C. y Dey, P. (2022). The role of circular economy principles and sustainable-oriented innovation to enhance social, economic and environmental performance: Evidence from Mexican SMEs. *International Journal of Production Economics*, 248(108495), 108495. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108495>
- Secchi, K., Vieira, F. F. y Ramos, L. B. (2017). O consumismo e a mídia: uma perspectiva psicológica. *Barbarói*, 301-324. <https://doi.org/10.17058/barbaroi.v0i49.4029>
- Tec electrónica. (2021, marzo 5). ¿Por qué las etiquetas de ropa son tan importantes en la industria de la moda? FAQ. <https://tec-mex.com.mx/por-que-las-etiquetas-de-ropa-son-tan-importantes-en-la-industria-de-la-moda/>
- Tsironis, G. y Tsagarakis, K. P. (2023). Global Online networking for Circular economy companies in fashion, apparel, and textiles industries, the LinkedIn platform. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 100809. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2023.100809>
- Villegas Marín, C., y González Monroy, B. (2013). Fibras textiles naturales sustentables y nuevos hábitos de consumo. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, (13), 31-45.
- Zaruma, P. E., Proal, J. B., Chaires, I. & Salas, H. (2018). Los Colorantes Textiles Industriales Y Tratamientos Óptimos De Sus Efluentes De Agua Residual: Una Breve Revisión. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*. 19. 38-47. <https://publicaciones.ucaenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/2216>

5. Uniendo fuerzas para ciudades sustentables por medio de la economía circular y los techos verdes*

ANA LAURA CERVANTES NAJERA**

MARÍA CONCEPCIÓN MARTÍNEZ RODRÍGUEZ***

MARTÍN C. VERA MARTÍNEZ****

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.170.05>

Resumen

El desarrollo urbano plantea desafíos como la degradación del entorno natural. La economía circular surge como un modelo para reducir la presión sobre los recursos al reutilizar y reciclar; en tanto que los techos verdes son una Solución basada en la naturaleza (SbN). Este trabajo se centra en buscar la relación entre la economía circular y los techos verdes como una forma de reintegrar la naturaleza a las ciudades. Por lo tanto se llevó a cabo una revisión bibliográfica utilizando el método PRISMA, abarcando el período de 2003 a 2023 con información de Web of Science (WoS) y un análisis bibliométrico en R con el paquete Bibliometrix. Este análisis bibliométrico resalta el creciente interés en conceptos como “Gestión”, “Ciudades”, “Desempeño” y “Modelo”, señalando un enfoque en evaluar y modelar el rendimiento de los techos verdes en la economía circular. Se identificó, la con-

* Capítulo derivado del proyecto de investigación SIP 20231182, financiado por el Instituto Politécnico Nacional.

** Maestra en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad. Estudiante del Doctorado en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad en el Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, CIEMAD-IPN. ORCID: 0000-0003-3841-2011

*** Doctora en Política Pública. Profesora Investigadora del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional. CIEMAD-IPN. ORCID: 0000-0003-3094-5411

**** Doctor en Gobierno y Administración Pública. Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Baja California. ORCID: 0000-0002-3415-9357

vergencia conceptual en el contexto urbano entre la economía circular y los techos verdes, con evidencia de aumentar sus beneficios ambientales al adicionar a su estructura el uso de materiales reciclados, lo cual favorece el ciclo de vida. Es necesario fomentar la sinergia entre ambos para su aplicación práctica con el objetivo de fortalecer el potencial de cada uno para trazar un futuro urbano equitativo y armonizado con la naturaleza.

Palabras clave: *Desarrollo urbano, techos verdes, revisión bibliográfica, solución basada en la naturaleza, sustentabilidad.*

Introducción

En un mundo en constante expansión, las ciudades crecen explotando los recursos naturales y alterando el entorno en el proceso. Este rápido crecimiento ha promovido la necesidad de implementar estrategias innovadoras en las ramas de la sustentabilidad: económica, social y ambiental. En este contexto, la economía circular se ha destacado como un enfoque fundamental para contrarrestar la sobreexplotación de recursos y reducir los desechos (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Paralelamente, los techos verdes han surgido como una Solución basada en la naturaleza (SbN), que ofrece una forma efectiva de reverdecer las ciudades y abordar desafíos urbanos contemporáneos (Cascone, 2019; Depietri y Mcphearson, 2017).

La sinergia entre la economía circular y los techos verdes se visualiza como una estrategia integral. Esta sinergia no sólo se enfoca en la optimización del uso de recursos y la reducción de la huella ambiental, sino que también se dirige hacia la mejora significativa de la calidad de vida de los habitantes urbanos. La combinación de estos dos conceptos promueve la creación de ciudades sustentables y resilientes, capaces de enfrentar los desafíos del presente y del futuro.

Este capítulo se basa en una revisión de la bibliografía existente con el objetivo principal de encontrar el punto de convergencia entre la economía circular y los techos verdes, específicamente en el contexto urbano. Estas dos estrategias se han aplicado de manera creciente en el desarrollo de las ciudades y en su adaptación a los efectos del cambio climático. A través de

esta investigación teórica, se busca analizar cómo la economía circular y los techos verdes pueden trabajar en conjunto de manera más efectiva para crear un futuro urbano más sostenible y equitativo.

Marco contextual

El concepto de ciudad representa un conglomerado humano complejo, pero organizado que concentra actividades económicas, culturales y sociales (Borja, 2000). Desde una perspectiva económica, las ciudades son epicentros de crecimiento, innovación y oportunidades laborales, donde se fomenta la colaboración y el intercambio de conocimientos, estimulando así la productividad y el desarrollo (Fang y Yu, 2017). Sin embargo, esta concentración también puede dar lugar a desigualdades económicas (Modai-Snir y van Ham, 2018; Nijman y Wei, 2020), donde algunos sectores de la población pueden quedar rezagados.

En términos ambientales, las ciudades enfrentan desafíos que implican la degradación del entorno natural. El rápido desarrollo urbano puede resultar en deforestación, contaminación del aire y agua, y pérdida de biodiversidad (Khomenko *et al.*, 2020; Martínez-Bravo y Martínez-del-Río, 2020). Estos impactos sobre el medio ambiente resaltan la necesidad de adoptar prácticas sustentables. Aquí es donde entra la economía circular como modelo para las ciudades, con la finalidad de reducir la presión sobre los recursos naturales al reutilizar, reciclar y restaurar productos y materiales, contribuyendo así a la preservación del entorno natural.

Al considerar los principios de la economía circular, podemos optimizar la gestión de recursos en la construcción y mantenimiento de estas estructuras (Cerdá y Khalilova, 2016). Los materiales reciclados y reciclables se convierten en piezas clave para construir estos espacios, minimizando la demanda de recursos frescos y reduciendo los residuos generados. Además, los modelos de negocio basados en la economía circular, como la reutilización y reparación de componentes, contribuyen a la durabilidad y sostenibilidad de estas estructuras naturales.

El crecimiento urbano, impulsado por la migración y la búsqueda de oportunidades (Ball *et al.*, 2014; Ding *et al.*, 1999; Lewin *et al.*, 2011; Zaman

y Lehmann, 2011), se ha traducido en una demanda insostenible de tierra, agua, energía y materiales (Fernando, 2003; Martínez-Alier, 2003). Este impulso ha desencadenado una necesidad de adaptación, dando lugar a la concepción de la naturación urbana (Urbano-López De Meneses, 2013), un concepto que busca reconciliar la expansión urbana con la integridad ecológica, así como combatir los diversos efectos del cambio climático, como son inundaciones o aumento de la temperatura (McCarthy *et al.*, 2010).

La naturación de la infraestructura implica recrear los espacios urbanos al integrar elementos y soluciones basadas en la naturaleza (Langemeyer y Baró, 2021). Esto significa convertir techos, muros, parques y otras estructuras en entornos vivos y ecológicos (Panagopoulos *et al.*, 2016). Algunos ejemplos de SbN son los sistemas de drenaje sustentables (Lamond *et al.*, 2014), la restauración de riberas (McMahon *et al.*, 2020), humedales (Griscom *et al.*, 2017; Sitzenfrei *et al.*, 2020) y los techos verdes que albergan vida silvestre en medio de la urbe (Filazzola *et al.*, 2019) constituyen el enfoque de este capítulo.

Los techos verdes se presentan como una estrategia prometedora para fomentar la economía circular, así como abordar desafíos ambientales y sociales (Blank *et al.*, 2013; Gargari *et al.*, 2016). Estas áreas naturales en la infraestructura urbana no sólo contrarrestan la pérdida de espacios verdes (Threlfall *et al.*, 2017), sino que también promueven la biodiversidad (Grullón – Penkova *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2017), mejoran la calidad del aire (Rowe, 2011) y reducen la huella de carbono (Wei *et al.*, 2020).

Además, al integrar la naturaleza en la ciudad, los techos verdes generan espacios comunitarios (Yuliani *et al.*, 2020), fomentando la cohesión social (Sultana y Selim, 2021) y contribuyendo al bienestar mental y emocional de los habitantes urbanos (Hui *et al.*, 2022; Rezaei *et al.*, 2021). Así, la transición a una economía circular y la expansión de áreas naturales, como los techos verdes, representan pasos cruciales hacia la construcción de ciudades más equitativas, sustentables y amigables con el entorno.

La economía circular, cuyo fundamento se basa en una serie de principios específicos, representa un cambio en la forma en que se conciben y manejan los recursos. En el núcleo de este enfoque está el “Diseño para la Circularidad” (Medkova y Fifield, 2016), una filosofía que busca productos duraderos, reciclables y que minimicen su impacto ambiental durante su vida útil. Esta transformación impulsa la adopción de un ciclo de produc-

ción y consumo que preserve y regenere nuestros recursos naturales, dando prioridad a materiales renovables y biodegradables.

Un segundo principio fundamental implica prolongar la vida útil de los productos, abogando por la reutilización, reparación y actualización, a través del estudio del análisis de ciclo de vida (ACV) (Peña *et al.*, 2021). Este principio va de la mano con el tercero, el cual aboga por la optimización de la gestión de residuos y el reciclaje efectivo. Así, se pretende cerrar el ciclo de vida de los productos, reincorporando sus materiales en nuevas creaciones o utilizándolos como materias primas secundarias. Un uso más eficiente de los recursos representa otro pilar esencial, minimizando el desperdicio y promoviendo la utilización justa de los recursos necesarios para cada función.

La economía circular también inspira innovación en modelos de negocio, fomentando prácticas como el leasing y la reparación, disminuyendo la necesidad de adquirir constantemente nuevos productos (Pieroni *et al.*, 2019). Todo esto se logra a través de la colaboración y cooperación, involucrando a empresas, gobiernos y comunidades en un esfuerzo conjunto hacia la sostenibilidad.

Con lo descrito anteriormente se establece la economía circular también como una forma de “devolver algo de lo que ya existía” a través de la reutilización, el reciclaje y la reducción de residuos. En este contexto, los techos verdes emergen como un ejemplo impactante de cómo podemos aplicar estos principios en entornos urbanos y devolver algo valioso a la naturaleza.

Cuando se instalan techos verdes, estamos, en cierto sentido, regresando a la naturaleza parte de lo que le hemos quitado en nuestras ciudades cada vez más densas. Tradicionalmente, los techos de edificios han sido espacios estériles, cubiertos de materiales impermeables que impiden que la naturaleza crezca. Sin embargo, los techos verdes transforman estos espacios en oasis verdes en medio del concreto urbano.

Esta relación entre los techos verdes y la economía circular representa una inversión en la restauración y regeneración de ecosistemas urbanos. Al utilizar materiales sostenibles y reciclados en su construcción; y su ciclo de vida contribuye a reducir la demanda de recursos naturales. Además, al mejorar la calidad del aire y reducir la temperatura urbana, los techos verdes ayudan a mitigar los impactos del cambio climático, otro aspecto clave de la economía circular.

En última instancia, los techos verdes no sólo son una forma efectiva de devolver algo de lo que ya existía a la naturaleza, sino que también representan un modelo para rediseñar los entornos urbanos para que sean más sustentables, resilientes y en armonía con la biodiversidad. En este sentido, la economía circular y los techos verdes se entrelazan como ejemplos de cómo se puede vivir en equilibrio con la naturaleza en las ciudades modernas.

La conjunción estratégica entre la economía circular y la implementación de techos verdes representa un paso hacia un futuro más sustentable desde dos perspectivas cruciales: la ambiental y la económica. La economía circular, cuyo principal enfoque es reducir la generación de desperdicios y fomentar la reutilización, reparación y reciclaje de materiales, encuentra un aliado efectivo en los techos verdes, los cuales buscan la sostenibilidad y la integración armónica de la naturaleza en los espacios urbanos. La sinergia entre estos conceptos se traduce en prácticas y procesos que benefician tanto al entorno como a la economía local y global.

Una manera concreta de unir estos conceptos es a través de la elección cuidadosa de materiales reciclados y reciclables (Gargari *et al.*, 2016) para la construcción y mantenimiento de techos verdes. Esto incluye la utilización de sustratos y componentes hechos de plásticos reciclados, materiales de construcción reutilizados y productos derivados de fibras naturales. Asimismo, la impermeabilización puede lograrse mediante membranas fabricadas a partir de materiales reciclados o reciclables. Esta elección de materiales refleja un compromiso con la reutilización de recursos existentes, alineándose perfectamente con los principios de la economía circular.

La reutilización de materiales de construcción representa otro aspecto crucial. Es posible, por ejemplo, adaptar estructuras de techos ya existentes para la instalación de techos verdes, evitando así la necesidad de nuevos materiales y reduciendo el impacto ambiental asociado. Esta estrategia se traduce en un ciclo de vida extendido (Koura *et al.*, 2020) para las estructuras preexistentes y una disminución efectiva de los residuos generados en la construcción.

Un tercer punto de unión estratégica es la incorporación de sistemas de reciclaje de agua en los techos verdes (Fraga *et al.*, 2022; Speak *et al.*, 2013). La recolección y reutilización del agua de lluvia para el riego de las plantas en el techo verde no sólo reduce la demanda de agua potable, sino que

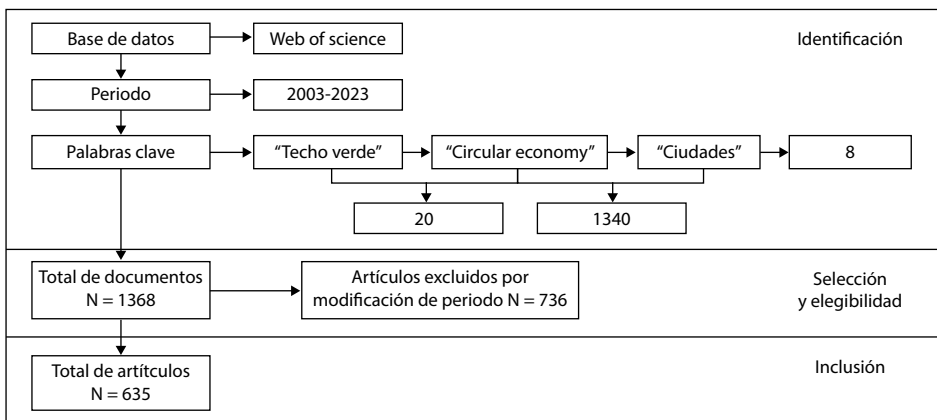
también minimiza la presión sobre los recursos hídricos locales. Este enfoque está en línea con la eficiencia en el uso de los recursos y la gestión sostenible propugnada por la economía circular.

Un enfoque integral implica la minimización de residuos desde la fase de planificación (Jim, 2013; Venter *et al.*, 2021). Al calcular la cantidad de materiales necesarios para la instalación de techos verdes, se evita la sobreproducción y, por lo tanto, se minimizan los residuos generados. Esta planificación es fundamental para una gestión eficiente de los recursos y se alinea con los principios de la economía circular.

Metodología

Se realizó una revisión de la literatura empleando el método PRISMA, ver figura 1, usando únicamente tres palabras clave en el idioma inglés: “techo verde” (*green roof*), “economía circular” (*circular economy*) y “ciudades” (*cities*), y se estableció un periodo de 2003-2023. Se limitó la obtención de información a artículos de acceso abierto de Web of Science (WoS). El análisis bibliométrico se realizó a partir de la elaboración de herramientas visuales en el software R con el paquete Bibliometrix. Los diagramas son: la gráfica de tres campos como una herramienta visual, el mapa temático y el gráfico de temas en tendencia.

Figura 1. Modelo PRISMA



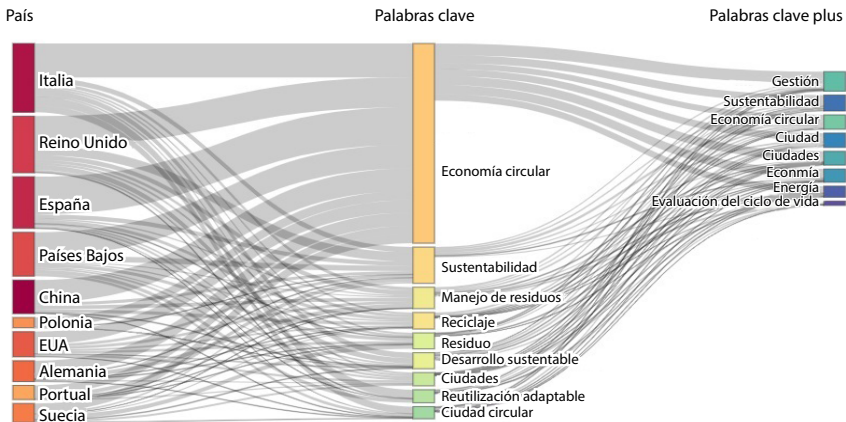
Fuente: Elaboración propia.

Resultados y discusión

Inicialmente se planeó que la búsqueda abarcara desde el año 2002 hasta 2022. Sin embargo, tras una revisión preliminar, se observó que, en esos años al número de publicaciones en 2016 y la producción de artículos era limitada, generalmente oscilando entre 1 o 2 trabajos. Dado este contexto y con el objetivo de obtener información significativa y representativa, se ajustó el período de búsqueda, comenzando a partir del año mencionado.

Para la figura 2, “Gráfica de tres campos”, en este caso se emplearon, para analizar la interacción de los primeros diez países de procedencia, palabras clave y palabras clave plus. Se eligieron éstas ya que se utilizan para describir el contenido del artículo de manera más específica y detallada, con la intención de encontrar la conexión con los techos verdes.

Figura 2. La “Gráfica de tres campos”, ver figura 2, en este caso se empleo para analizar



Fuente: Elaboración propia.

La primera columna, que enumera los diez países con mayor producción en el tema, proporciona un contexto geográfico esencial. Permite identificar la distribución de la investigación en un ámbito global: el 80% tiene procedencia europea, mientras que el 20% restante se divide entre China y Estados Unidos de América. La segunda columna representa las palabras clave, se detectaron los términos que guían la temática de la investigación.

- *Economía circular*. Es el marco conceptual que guía la búsqueda de soluciones sostenibles y eficientes en el uso de recursos, impulsando la reutilización, reciclaje y reducción de residuos.
- *Sustentabilidad y Desarrollo sustentable*. Son objetivos clave, donde la sustentabilidad busca equilibrar las necesidades actuales sin comprometer las futuras generaciones, vinculándose estrechamente con el desarrollo sustentable, que promueve prácticas responsables en ámbitos económicos, sociales y ambientales.
- *Manejo de residuos, Reciclaje y Residuo*. Están en el corazón de la economía circular, implicando la gestión responsable de los desperdicios, su transformación en recursos a través del reciclaje, y la minimización de residuos.
- *Ciudades y Ciudad circular*. La implementación de techos verdes en las ciudades busca transformarlas en entornos más ecológicos y sostenibles, promoviendo la economía circular y el uso eficiente de los recursos urbanos.
- *Reúso adaptativo*. Este concepto implica reutilizar estructuras existentes para nuevos propósitos, encajando perfectamente en la economía circular al extender la vida útil de los recursos.

La convergencia de estos términos se encuentra en la aplicación de techos verdes en entornos urbanos, donde se promueve la economía circular a través de la reutilización de espacios, reciclaje de materiales, gestión sostenible de residuos y desarrollo sustentable de las ciudades, contribuyendo así a un futuro más sostenible y equilibrado.

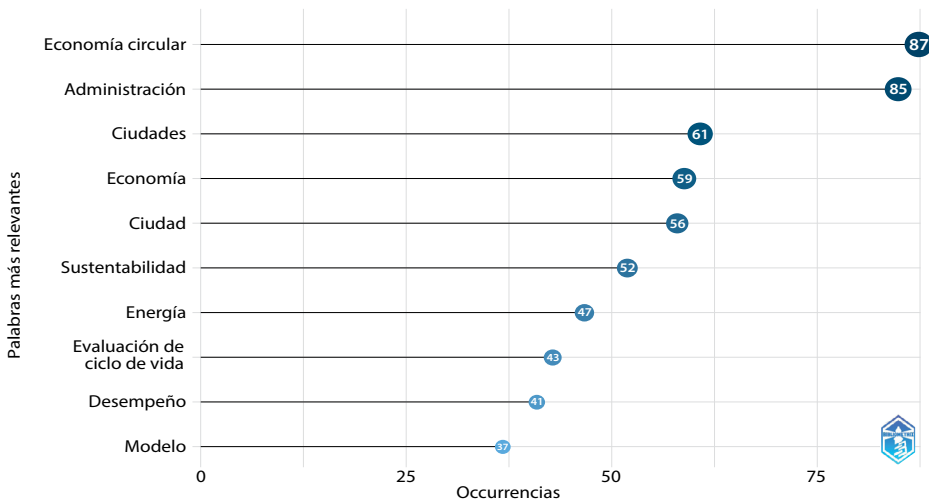
La tercera columna, que muestra las palabras clave plus, es en donde se observa el vínculo con los conceptos fundamentales de gestión, sustentabilidad y economía. El uso eficiente de recursos y la minimización de residuos son conceptos clave en la gestión sustentable del entorno. Este enfoque busca transformar la economía, considerando tanto la economía de recursos como la economía de energía, integrando principios de sostenibilidad y equilibrio con la naturaleza.

Dentro de este marco, las ciudades se convierten en espacios cruciales de acción. La ciudad circular (Tseng *et al.*, 2022) representa un modelo donde los recursos y la energía se utilizan de manera eficiente, y los residuos

se convierten en insumos para otros procesos, propiciando una economía más sostenible y reduciendo el impacto ambiental.

El manejo adecuado de residuos es un pilar de la economía circular y su integración en el tejido urbano es esencial. La gestión sustentable de residuos, que incluye el reciclaje y reutilización, contribuye al ciclo continuo de recursos y minimiza la presión sobre el medio ambiente. Este proceso también se relaciona con el ACV, permitiendo evaluar el impacto ambiental de los productos y tomar decisiones informadas sobre su uso y gestión.

Figura 3. Gráfica de temas en tendencia



Fuente: Elaboración propia.

La figura 3, “Gráfica de temas en tendencia”, permite identificar patrones y áreas de investigación emergentes para orientar futuras investigaciones. La “Economía circular” destaca por su frecuencia notable, apareciendo en el estudio un total de 87 ocasiones. Su introducción en la investigación se remonta al año 2020, y desde entonces ha mantenido un aumento constante en su presencia, alcanzando su punto más alto en el año 2022.

“Administración” y “Ciudades”, por otro lado, también se destacan al presentar frecuencias significativas de 85 y 61 veces respectivamente. Ambos términos han experimentado un aumento en su presencia a lo largo de los años, culminando en su punto álgido en el año 2022. En el caso de “Des-

empeño” y “Modelo”, aunque su frecuencia es menor en comparación con los anteriores, muestran una tendencia constante de crecimiento desde el año 2021, llegando a su punto máximo en el año 2023. Este aumento sugiere un interés creciente en evaluar y modelar el rendimiento de los beneficios de los techos verdes (Lamond *et al.*, 2014; Nguyen *et al.*, 2023; Quezada-García *et al.*, 2017) en el contexto de la economía circular, probablemente para comprender mejor su eficacia y potencial de implementación.

La *simbiosis industrial* implica la interacción mutuamente beneficiosa entre diferentes industrias, donde los subproductos de una industria se convierten en recursos para otra. En el contexto de techos verdes y economía circular, esto sugiere la posibilidad de utilizar los residuos generados por una industria como componentes valiosos en la construcción de techos verdes (Fariás *et al.*, 2017; Matlock y Rowe, 2016; Piscitelli *et al.*, 2018).

El *desarrollo sustentable* engloba el equilibrio entre el crecimiento económico, la equidad social y la preservación del medio ambiente, aplicado a la implementación de techos verdes (Teotónio *et al.*, 2018). En tanto que “Paisaje” se refiere al entorno natural o construido que se observa a la vista, en este sentido, los sistemas de techos verdes adicionados en la estructura urbana buscan mejorar el aspecto estético y ecológico de la ciudad (Francis y Lorimer, 2011; Subiza-Pérez *et al.*, 2019), promoviendo así la economía circular al reutilizar espacios urbanos.

China en este contexto sugiere un enfoque en las prácticas y políticas relacionadas con la economía circular en este país (Su *et al.*, 2013). Relacionado a esto encontramos “Gobernanza” que implica la dirección y supervisión de un sistema (Liberalesso *et al.*, 2020; Nesshöver *et al.*, 2017; Van der Jagt *et al.*, 2017), en este caso, se refiere a cómo se maneja y se controla la implementación de techos verdes en un marco de economía circular a nivel gubernamental y organizativo.

Estos conceptos resaltan la interconexión entre la simbiosis industrial, la consideración del paisaje, las estrategias a nivel nacional, tomando como ejemplo el país asiático, la gobernanza efectiva y el desarrollo sustentable en la integración de techos verdes en un modelo de economía circular en ciudades. Estos elementos se entrelazan para abordar la reutilización adaptativa de espacios urbanos y recursos, promoviendo así la sostenibilidad y la economía circular.

Asimismo, los datos subrayan una clara tendencia al alza en la discusión y aplicación de términos relacionados con economía circular, gestión, ciudades, desempeño y modelos en la investigación. Esta tendencia evidencia un creciente interés y relevancia en estos conceptos durante los últimos años.

Se destaca la capacidad de reducir la huella de carbono y ser eficiente al reutilizar residuos de construcción en la composición del sustrato (Kuoppamäki y Lehvävirta, 2016; Xue y Farrell, 2020), así como la necesidad de estudios detallados sobre el impacto de los materiales en la calidad del agua de lluvia (Baryła *et al.*, 2018; Sá *et al.*, 2022) y los ACV (Gargari *et al.*, 2016; Shafique *et al.*, 2020) respaldan la adopción de materiales alternativos. Sin embargo, aún no se han documentado ejemplos claros que muestren una integración efectiva de la economía circular en la optimización de los techos verdes.

A pesar del potencial evidente de la industria de instalación de techos verdes para optimizar la economía circular y promover la sostenibilidad, en la revisión realizada no se encontraron menciones explícitas sobre iniciativas concretas que fomenten esta sinergia. Este vacío resalta la importancia de futuras investigaciones que conecten explícitamente estos dos aspectos cruciales: la economía circular y la mejora de la eficiencia y sustentabilidad de los techos verdes.

Conclusiones

A través del análisis de la literatura y la síntesis de información, se comprendió a la convergencia entre la economía circular y los techos verdes en el contexto urbano. Esta sinergia se identificó conceptualmente, se ha respaldado con evidencia sólida proveniente de numerosos estudios y proyectos. La investigación ha demostrado que la adopción de la economía circular en la implementación de techos verdes puede generar mejoras significativas en la sustentabilidad y la resiliencia de las ciudades.

En esta investigación sobre techos verdes aplicados en contextos urbanos, convergen diversos conceptos que definen un futuro sustentable y promueven la economía circular como un enfoque innovador para optimizar los servicios ecosistémicos en las ciudades a través de la implementación de techos verdes. Al adoptar este modelo económico, no sólo se reducen los

residuos y se maximiza la reutilización de materiales, sino que también se fomenta la integración de la naturaleza en entornos urbanos.

Los techos verdes, al ser una SbN actúan como espacios de vegetación con sus respectivos beneficios ambientales, con la adición de impulsar el uso de materiales reciclados y favorecer el ciclo de vida extendido de los componentes de techos verdes. Es necesario fomentar la sinergia entre la economía circular y techos verdes para su aplicación práctica con el objetivo de fortalecer el potencial de ambos para trazar un futuro urbano equitativo y armonizado con la naturaleza.

Bibliografía

- Ball, M., Cigdem, M., Taylor, E., y Wood, G. (2014). Urban growth boundaries and their impact on land prices. *Environment and Planning A*, 46(12), 3010-3026. <https://doi.org/10.1068/a130110p>
- Baryła, A., Karczmarczyk, A., Brandyk, A., y Bus, A. (2018). The influence of a green roof drainage layer on retention capacity and leakage quality. *Water Science and Technology*, 77(12), 2886-2895. <https://doi.org/10.2166/wst.2018.283>
- Blank, L., Vasl, A., Levy, S., Grant, G., Kadas, G., Dafni, A., y Blaustein, L. (2013). Directions in green roof research: A bibliometric study. *Building and Environment*, 66, 23-28. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.04.017>
- Borja, J. (2000). *El espacio público, ciudad y ciudadanía*. October.
- Cascone, S. (2019). Green roof design: State of the art on technology and materials. *Sustainability (Switzerland)*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/su11113020>
- Cerdá, E., y Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía Circular, Estrategia y Competitividad Empresarial*, 401, 11-20. <https://doi.org/10.1590/s0034-75901995000500012>
- Depietri, Y., y Mcphearson, T. (2017). Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas. In *Nature-based Solutions to Climate Change in Urban Areas: Linkages Between Science, Policy, and Practice* (pp. 51-64). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5>
- Ding, C., Knaap, G. J., y Hopkins, L. D. (1999). Managing urban growth with urban growth boundaries: A theoretical analysis. *Journal of Urban Economics*, 46(1), 53-68. <https://doi.org/10.1006/juec.1998.2111>
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *Introduction to the Circular Economy* (Issue January, p. 15). <https://pdfs.semanticscholar.org/presentation/e596/5f046f0a12854e0301e-8139fce7cddc7f065.pdf>
- Fang, C., y Yu, D. (2017). Urban agglomeration: An evolving concept of an emerging phenomenon. *Landscape and Urban Planning*, 162, 126-136. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.02.014>

- Farías, R. D., García, C. M., Palomino, T. C., y Arellano, M. M. (2017). Effects of wastes from the brewing industry in lightweight aggregates manufactured with clay for green roofs. *Materials*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/ma10050527>
- Fernando, J. L. (2003). The Power of Unsustainable Development: What is to be Done? *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 590(November), 6-34. <https://doi.org/10.1177/0002716203258283>
- Filazzola, A., Shrestha, N., y MacIvor, J. S. (2019). The contribution of constructed green infrastructure to urban biodiversity: A synthesis and meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 56(9), 2131-2143. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13475>
- Fraga, J. P. R., Okumura, C. K., Guimaraes, L. F., Arruda, R. N. de, Becker, B. R., de Oliveira, A. K. B., Veról, A. P., y Miguez, M. G. (2022). Cost-benefit analysis of sustainable drainage systems considering ecosystems services benefits: case study of canal do mangue watershed in Rio de Janeiro city, Brazil. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 24(2), 695-712. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02221-w>
- Francis, R. A., y Lorimer, J. (2011). Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls. *Journal of Environmental Management*, 92(6), 1429-1437. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.01.012>
- Gargari, C., Bibbiani, C., Fantozzi, F., y Campiotti, C. A. (2016). Environmental Impact of Green Roofing: The Contribute of a Green Roof to the Sustainable use of Natural Resources in a Life Cycle Approach. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 8, 646-656. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.087>
- Griscom, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., Schlesinger, W. H., Shoch, D., Siikamäki, J. V., Smith, P., Woodbury, P., Zganjar, C., Blackman, A., Campari, J., Conant, R. T., Delgado, C., Elias, P., Gopalakrishna, T., Hamsik, M. R., ... Fargione, J. (2017). Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(44), 11645-11650. <https://doi.org/10.1073/pnas.1710465114>
- Grullón – Penkova, I. F., Zimmerman, J. K., y González, G. (2020). Green roofs in the tropics: design considerations and vegetation dynamics. *Heliyon*, 6(8), 0-7. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04712>
- Hui, L. C., Jim, C. Y., y Tian, Y. (2022). Public views on green roofs and green walls in two major Asian cities and implications for promotion policy. *Urban Forestry and Urban Greening*, 70(March), 127546. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127546>
- Jim, C. Y. (2013). Sustainable urban greening strategies for compact cities in developing and developed economies. *Urban Ecosystems*, 16(4), 741-761. <https://doi.org/10.1007/s11252-012-0268-x>
- Khomenko, S., Nieuwenhuijsen, M., Ambròs, A., Wegener, S., y Mueller, N. (2020). Is a liveable city a healthy city? Health impacts of urban and transport planning in Vienna, Austria. *Environmental Research*, 183, 109238. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109238>
- Koura, J., Manneh, R., Belarbi, R., El Khoury, V., y El Bachawati, M. (2020). Comparative cradle to grave environmental life cycle assessment of traditional and extensive vegetative roofs: an application for the Lebanese context. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 25(3), 423-442. <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01700-z>

- Kuoppamäki, K., y Lehvävirta, S. (2016). Mitigating nutrient leaching from green roofs with biochar. *Landscape and Urban Planning*, 152, 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.04.006>
- Lamond, J., Wilkinson, S., Rose, C., y Proverbs, D. (2014). *Sustainable urban drainage: Retrofitting for improved flood mitigation in city centres. August 2015.*
- Langemeyer, J., y Baró, F. (2021). Nature-based solutions as nodes of green-blue infrastructure networks: A. *Nature-Based Solutions*, 1(June), 100006. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2021.100006>
- Lewin, M., Wilmoth, D., Oakley, C., Holden, M., James, P., Neilson, L., Mccarthy, S., Snow, M., Sagar, P., y Truter, A. (2011). *Gestión del crecimiento urbano. Informe de la Comisión 2.* [https://www.metropolis.org/sites/default/files/2019-01/Gestion del Crecimiento Urbano ES.pdf](https://www.metropolis.org/sites/default/files/2019-01/Gestion%20del%20Crecimiento%20Urbano%20ES.pdf)
- Liberalesso, T., Oliveira Cruz, C., Matos Silva, C., y Manso, M. (2020). Green infrastructure and public policies: An international review of green roofs and green walls incentives. *Land Use Policy*, 96(June 2019), 104693. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104693>
- Martínez-Alier, J. (2003). Scale, environmental justice, and unsustainable cities. *Capitalism, Nature, Socialism*, 14(4), 43-63. <https://doi.org/10.1080/10455750308565545>
- Martínez-Bravo, M., y Martínez-del-Río, J. (2020). Urban Pollution and Emission Reduction. *Sustainable cities and communities* (pp. 905-915). https://doi.org/10.1007/978-3-319-95717-3_30
- Matlock, J. M., y Rowe, D. B. (2016). The suitability of crushed porcelain and foamed glass as alternatives to heat-expanded shale in green roof substrates: An assessment of plant growth, substrate moisture, and thermal regulation. *Ecological Engineering*, 94, 244-254. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.05.044>
- McCarthy, M. P., Best, M. J., y Betts, R. A. (2010). Climate change in cities due to global warming and urban effects. *Geophysical Research Letters*, 37(9), 1-5. <https://doi.org/10.1029/2010GL042845>
- McMahon, J. M., Olley, J. M., Brooks, A. P., Smart, J. C. R., Stewart-Koster, B., Venables, W. N., Curwen, G., Kemp, J., Stewart, M., Saxton, N., Haddadchi, A., y Stout, J. C. (2020). Vegetation and longitudinal coarse sediment connectivity affect the ability of ecosystem restoration to reduce riverbank erosion and turbidity in drinking water. *Science of the Total Environment*, 707, 135904. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135904>
- Medkova, K., y Fifield, B. (2016). Circular Design - Design for Circular Economy Background. In *Lahti Cleantech Annual Review 2016* (pp. 32-47). Lahti University of Applied Sciences.
- Modai-Snir, T., y van Ham, M. (2018). Neighbourhood change and spatial polarization: The roles of increasing inequality and divergent urban development. *Cities*, 82(March), 108-118. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.05.009>
- Nesshöver, C., Assmuth, T., Irvine, K. N., Rusch, G. M., Waylen, K. A., Delbaere, B., Haase, D., Jones-Walters, L., Keune, H., Kovacs, E., Krauze, K., Külvik, M., Rey, F., van Dijk, J., Vistad, O. I., Wilkinson, M. E., y Wittmer, H. (2017). The science, policy and practice of

- nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *Science of the Total Environment*, 579, 1215-1227. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106>
- Nguyen, C. N., Tariq, M. A. U. R., Browne, D., y Muttill, N. (2023). Performance Evaluation of Large-Scale Green Roofs Based on Qualitative and Quantitative Runoff Modeling Using MUSICX. *Water (Switzerland)*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/w15030549>
- Nijman, J., y Wei, Y. D. (2020). Urban inequalities in the 21st century economy. *Applied Geography*, 117(March), 102188. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102188>
- Panagopoulos, T., González Duque, J. A., y Bostenaru Dan, M. (2016). Urban planning with respect to environmental quality and human well-being. *Environmental Pollution*, 208, 137-144. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.07.038>
- Peña, C., Civit, B., Gallego-Schmid, A., Druckman, A., Caldeira-Pires, A., Weidema, B., Mieras, E., Wang, F., Fava, J., Canals, L. M. i., Cordella, M., Arbuckle, P., Valdivia, S., Fallaha, S., y Motta, W. (2021). Using life cycle assessment to achieve a circular economy. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 26(2), 215-220. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01856-z>
- Pironi, M. P. P., McAloone, T. C., y Pigosso, D. C. A. (2019). Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *Journal of Cleaner Production*, 215, 198-216. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.036>
- Piscitelli, L., Rivier, P. A., Mondelli, D., Miano, T., y Joner, E. J. (2018). Assessment of addition of biochar to filtering mixtures for potential water pollutant removal. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(3), 2167-2174. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0650-6>
- Quezada-García, S., Espinosa-Paredes, G., Escobedo-Izquierdo, M. A., Vázquez-Rodríguez, A., Vázquez-Rodríguez, R., y Ambriz-García, J. J. (2017). Heterogeneous model for heat transfer in Green Roof Systems. *Energy and Buildings*, 139, 205-213. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.015>
- Rezaei, M., Emmanuel, N., Kim, J., y Kim, D. H. (2021). Analyzing the impact of green roof functions on the citizens' mental health in metropolitan cities. *Iranian Journal of Public Health*, 50(5), 900-907. <https://doi.org/10.18502/ijph.v50i5.6107>
- Rowe, D. B. (2011). Green roofs as a means of pollution abatement. *Environmental Pollution*, 159(8-9), 2100-2110. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.029>
- Sá, T. S. W., Najjar, M. K., Hammad, A. W. A., Vazquez, E., y Haddad, A. (2022). Assessing rainwater quality treated via a green roof system. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 24(2), 645-660. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02144-6>
- Shafique, M., Azam, A., Rafiq, M., Ateeq, M., y Luo, X. (2020). An overview of life cycle assessment of green roofs. *Journal of Cleaner Production*, 250. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119471>
- Sitzenfrei, R., Kleidorfer, M., Bach, P. M., y Bacchin, T. K. (2020). Green infrastructures for urban water system: Balance between cities and nature. *Water (Switzerland)*, 12(5), 10-13. <https://doi.org/10.3390/w12051456>
- Speak, A. F., Rothwell, J. J., Lindley, S. J., y Smith, C. L. (2013). Rainwater runoff retention on an aged intensive green roof. *Science of the Total Environment*, 461-462, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.04.085>

- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., y Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215-227. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>
- Subiza-Pérez, M., Hauru, K., Korpela, K., Haapala, A., y Lehvävirta, S. (2019). Perceived Environmental Aesthetic Qualities Scale (PEAQS) – A self-report tool for the evaluation of green-blue spaces. *Urban Forestry and Urban Greening*, 43(July), 126383. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126383>
- Sultana, R., y Selim, S. A. (2021). Residents' perceptions of the role and management of green spaces to provide cultural ecosystem services in Dhaka, Bangladesh. *Ecology and Society*, 26(4). <https://doi.org/10.5751/ES-12656-260405>
- Teotónio, I., Silva, C. M., y Cruz, C. O. (2018). Eco-solutions for urban environments regeneration: The economic value of green roofs. *Journal of Cleaner Production*, 199, 121-135. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.084>
- Threlfall, C. G., Mata, L., Mackie, J. A., Hahs, A. K., Stork, N. E., Williams, N. S. G., y Livesley, S. J. (2017). Increasing biodiversity in urban green spaces through simple vegetation interventions. *Journal of Applied Ecology*, 54(6), 1874-1883. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12876>
- Tseng, K. H., Chung, M. Y., Chen, L. H., y Chou, L. A. (2022). A study of green roof and impact on the temperature of buildings using integrated IoT system. *Scientific Reports*, 12(1), 1-16. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20552-6>
- Urbano-López De Meneses, B. (2013). Naturación urbana, un desafío a la urbanización. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 19(2), 225-235. <https://doi.org/10.5154/r.chsca.2013.01.004>
- van der Jagt, A. P. N., Szaraz, L. R., Delshammar, T., Cvejić, R., Santos, A., Goodness, J., y Buijs, A. (2017). Cultivating nature-based solutions: The governance of communal urban gardens in the European Union. *Environmental Research*, 159(October 2016), 264-275. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.013>
- Venter, Z. S., Barton, D. N., Martínez-izquierdo, L., Langemeyer, J., y Bar, F. (2021). *Interactive spatial planning of urban green infrastructure – Retrofitting green roofs where ecosystem services are most needed in Oslo*. 50(May). <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101314>
- Wang, J. W., Poh, C. H., Tan, C. Y. T., Lee, V. N., Jain, A., y Webb, E. L. (2017). Building biodiversity: Drivers of bird and butterfly diversity on tropical urban roof gardens. *Ecosphere*, 8(9). <https://doi.org/10.1002/ecs2.1905>
- Wei, T., Jim, C. Y., Chen, A., y Li, X. (2020). Adjusting soil parameters to improve green roof winter energy performance based on neural-network modeling. *Energy Reports*, 6, 2549-2559. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.09.012>
- Xue, M., y Farrell, C. (2020). Use of organic wastes to create lightweight green roof substrates with increased plant-available water. *Urban Forestry and Urban Greening*, 48(December 2019), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126569>
- Yuliani, S., Hardiman, G., y Setyowati, E. (2020). Green-roof: The role of community in the substitution of green-space toward sustainable development. *Sustainability (Switzerland)*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/su12041429>

Zaman, A. U., y Lehmann, S. (2011). Urban growth and waste management optimization towards "zero waste city." *City, Culture and Society*, 2(4), 177-187. <https://doi.org/10.1016/j.ccs.2011.11.007>

6. Experiencias de manejo de residuos de aparatos electrónicos y eléctricos desde una universidad

SALVADOR GARCÍA RUVALCABA*

JORGE ARTURO PELAYO LÓPEZ**

ALFREDO TOMÁS ORTEGA OJEDA***

NANCY ELIZABETH AMBRIZ TRUJILLO ****

GABRIELA PÉREZ CARRILLO*****

TANIA MERINO GÓMEZ*****

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.170.06>

Resumen

En este trabajo se aborda una experiencia de gestión de residuos electrónicos y eléctricos a partir de un proceso de vinculación empresa-universidad-gobierno-comunidad. El Cucusur (Centro Universitario de la Costa Sur) de la Universidad de Guadalajara es pionero en el desarrollo de campañas educativas e informativas para lograr la participación de diversas instituciones, empresas y gobiernos locales. Este trabajo se basa en el estudio de caso realizado en el Cucusur y la ciudad de Autlán de Navarro, Jalisco; y tiene como propósito: la sistematización de una estrategia de vinculación,

* Doctor en Ciudad, Territorio y Sostenibilidad. Profesor Investigador del Departamento de Ciencias de la Salud y Ecología Humana, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2034-3890>

** Doctor en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología. Profesor del Departamento de Ingenierías, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3470-9176>

*** Maestro en Biología. Jefe del Departamento de Ciencias de la Salud y Ecología Humana, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0100-6714>

**** Ingeniera en Recursos Naturales y Agropecuarios. Miembro del Centro de Especialización en Educación para el Desarrollo Sostenible del Occidente de Jalisco y del Cuerpo Académico de Educación para el Desarrollo Sostenible. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5848-0746>

***** Maestra en Educación Ambiental. Jefa del Laboratorio de Educación Ambiental, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0771-5888>

***** Doctora en Ciencias Pedagógicas. Directora General de Gerencia de la Fundación Climática Iris, Unidos por el Clima, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7129-3715>

educación y comunicación para la participación de la comunidad en el acopio responsable de residuos electrónicos desde un campus universitario; así como la evaluación de la misma, a través de los indicadores de éxito para su réplica en otras universidades. Se estudia la experiencia de 11 años de un campus universitario en el acopio de diversos residuos electrónicos y eléctricos. Con lo anterior, se empezó a atender el grave problema que representan los residuos electrónicos en los basureros municipales, cuyos materiales tóxicos causan daños a la salud y al medio ambiente, esto gracias a la colaboración y vinculación de la universidad con la comunidad.

Palabras clave: *Participación, universidad, acopio, residuos electrónicos-eléctricos.*

Introducción

Desde finales del siglo xx, el mundo ha experimentado una profunda transformación debido a la revolución tecnológica que gira en torno a las tecnologías de la información y su globalización, las cuales han cambiado nuestras formas de producir, consumir, gestionar, informar y pensar (Borja y Castells, 2000). Las instituciones y la sociedad hacen un uso masivo de aparatos electrónicos, que se han convertido en una necesidad fundamental para los seres humanos y están presentes en nuestra vida cotidiana, ya que permiten acceder a recursos y servicios en todos los rincones del mundo, logrando así estar interconectados.

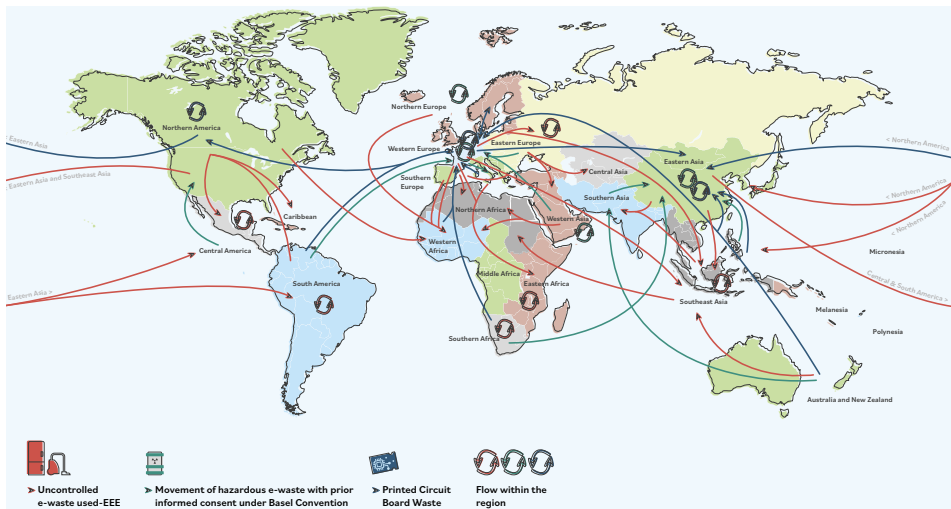
Los desechos electrónicos o *e-waste*, son el flujo de desechos de más rápido crecimiento en la actualidad, con una tasa mundial de crecimiento del 3% al 5% por año (Ilankoon, y otros, 2018); por ejemplo, en 2019, el mundo generó 53.6 millones de toneladas métricas de desechos electrónicos, lo que significó un récord y aumento de más del 20% en comparación con los cinco años anteriores; y del total, sólo el 17.4% fue recolectado y reciclado (Forti *et al.*, 2020).

El panorama se agrava cuando se constata que a escala global es inadecuada la infraestructura para la reparación, reutilización o el reciclaje de estos productos, lo cual los lleva a convertirse en desechos electrónicos con

cantidades en constante y aumento actualmente valorados como el flujo de desechos domésticos de más rápido crecimiento. Tal problemática representa así uno de los problemas emergentes de la contemporaneidad, dada la multitud de componentes con materiales valiosos que se desechan, así como por las considerables cantidades de sustancias tóxicas que pueden tener un impacto adverso en la salud humana y el medio ambiente (Needhisan *et al.*, 2014).

De la noche a la mañana, el uso de aparatos electrónicos de última generación se ha masificado por usuarios y consumidores de diferentes edades, quienes en su gran mayoría desconocen que, al terminar su vida útil, se requiere del manejo especial de estos dispositivos, debido a que contienen materiales tóxicos: plomo, cadmio, mercurio, zinc y níquel, pero también metales preciados como el oro y el paladio (S/A, 2022).

Figura 1. Flujos globales de exportación importación de RAEE



Fuente: Flujos globales de exportación importación de RAEE (Baldé *et al.*, 2022).

Resulta entonces importante informar a los consumidores sobre la problemática que generan los residuos electrónicos en basureros a cielo abierto, rellenos sanitarios y sitios de desmantelamiento, lugares en los que se convierten en agentes altamente contaminantes. Es común que países subdesarrollados o con escaso control y regulación ambiental se conviertan en

nicho de empresas exportadoras para la disposición final de estos residuos y disfracen el beneficio económico a costa de la degradación ambiental y, por ende, de la salud humana (ver figura 1).

Como se muestra en la figura, la mayoría de los países enfrentan problemas para manejar grandes cantidades de residuos electrónicos, entonces un desafío para el desarrollo tecnológico es contar con una sociedad informada y participativa, además de la infraestructura para recuperar materiales de valor, que se reintegren al ciclo de producción y se conviertan en una fuente de comercialización con una visión de economía circular (Humberstone, 2017; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Según un artículo publicado en el periódico *Mundo* de la Agencia Anadolu (Kenny, 2020), el monitor mundial de desechos electrónicos de la UNU (Universidad de las Naciones Unidas) señaló que cada año se desechan alrededor de 50 millones de toneladas métricas de productos electrónicos, y estimó su aumento a 52.2 millones de toneladas métricas para el año 2021.

Según la UNU, en el 2014, la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el continente americano fue de 11.7 millones de toneladas. Los tres países con la mayor generación de este tipo de residuos en cantidades absolutas fueron: Estados Unidos con 7.1 millones de toneladas, Brasil con 1.4 millones y México con 1.0 millones (Torres *et al.*, 2015).

En América Latina, los problemas relacionados con la creciente generación de residuos electrónicos recaen, fundamentalmente, en los gobiernos locales, los cuales no tienen la capacidad para atenderlo en toda su extensión y magnitud, pues se requiere de información, educación e integración de todos los actores clave que inciden en su territorio, a fin de establecer estrategias viables, basadas en la economía circular para atender esta problemática.

En el caso de México, desde aproximadamente 10 años, surgieron las primeras iniciativas empresariales, que asocian a ONGs, universidades, escuelas, medios de comunicación masiva, gobierno local y estatal, para modificar estilos de vida y promover el reciclaje responsable de los residuos electrónicos.

Sin embargo, la situación actual no manifiesta cambios significativos al respecto: al igual que muchas empresas, las universidades son altas generadoras de residuos electrónicos provenientes tanto de recursos para el apren-

dizaje, como de los destinados para el funcionamiento mismo de los campus y sus instalaciones; hasta la fecha, son insuficientes las acciones desarrolladas para la gestión sostenible de estos residuos.

La idea expuesta tiene como punto de partida su reflejo en brechas cognoscitivas tanto para estudiantes y docentes, relacionadas con los daños que estos residuos ocasionan en el medio ambiente y la salud; y finalizan, en el descontrol y la no fiscalización de los volúmenes que se generan cada año, así como de sus destinos finales.

Ilustrar modos de hacer para revertir el panorama es la finalidad en este apartado, en el cual se toman como referencias iniciativas desarrolladas por el Centro Regional de Especialización en Educación para el Desarrollo Sostenible (RCE) del Occidente de Jalisco. Reconocido el Cucusur en agosto de 2007 como RCE por la Universidad de las Naciones Unidas, se constituyó como el primer centro de este tipo en México y miembro de los 170 registrados mundialmente hasta marzo de 2022.

Los RCEs son una red formada por instituciones de educación formal e informal, agencias nacionales y municipales, organizaciones vecinales y ONGs, que realizan y planifican proyectos para el desarrollo sostenible en determinadas regiones de ciertas partes del país (UNU, 2013). Entre los miembros del RCE del Occidente de Jalisco, desde noviembre de 2007, se encuentra afiliada la Junta Intermunicipal de Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Cuenca Baja del Río Ayuquila (JIRA), surgida a partir del Programa Intermunicipal de Educación Ambiental (PIEA) coordinado por el Cucusur. Para promover la participación de los jóvenes de secundaria, preparatoria y universidad en el período del 2004 al 2008, se conformaron los grupos ambientales SUMATE (Salud, Unión, México, Ambiente y Transformación con Educación), logrando no sólo la participación de los jóvenes estudiantes en las campañas ambientales, sino de profesores y personas líderes de cada municipio y comunidad donde llegó el PIE.

En la actualidad, la JIRA opera como un Organismo Público Descentralizado y entre sus atribuciones están la asesoría para el desarrollo de programas, proyectos y campañas relacionadas con la conservación de recursos naturales en el territorio de 10 municipios de la región suroeste del estado de Jalisco: Autlán, Ejutla, El Grullo, El Limón, San Gabriel, Tolimán, Tonaya, Tuxcacuesco, Unión de Tula y Zapotitlán de Vadillo.

Entre los programas y proyectos desarrollados en conjunto por el Cucsur y la JIRA como parte del RCE, se destacan el impulso al programa de educación para la sustentabilidad en 2008, así como los programas de radio “Ecos de la Naturaleza” en Radio Costa, y el programa “Agenda 21” en Radio Universidad de Guadalajara, este último en 2010.

Aunque en los 10 municipios antes mencionados la participación social en los programas de clasificación y reciclaje de los residuos sólidos urbanos tuvo importantes avances en más de una década, el tema de los residuos electrónicos todavía es una tarea pendiente. Entender la necesidad de su atención surgió en 2010, año en que el coordinador del RCE participó en el Primer Encuentro Nacional de Organizaciones Ciudadanas Involucradas en la Prevención y Gestión Integral de Residuos mediante la presentación de una ponencia (Centro Educativo y Cultural del Estado de Querétaro, 2010); a través de ella se conocieron las experiencias exitosas en el manejo y reciclaje de residuos electrónicos por parte de la empresa mexicana REMSA (Recicla Electrónicos México S.A. de C.V.), ubicada en la ciudad de Querétaro.

Durante la visita a esta empresa se pudo constatar que cuentan con el personal debidamente capacitado para captar, recolectar, separar y reciclar los materiales que generan diversos residuos electrónicos, como son: carcasas de plástico, vidrio de monitores, metales (ferrosos y no ferrosos), y componentes electrónicos. Lo más importante fue conocer los mecanismos sobre cómo estas materias primas son reincorporadas a cadenas productivas, y la consecuente reducción en los niveles de explotación de recursos naturales vírgenes.

Como práctica cotidiana, el Cucsur, a través de la coordinación de servicios generales, resguardaba los residuos electrónicos en una bodega para su traslado al almacén general de la Universidad de Guadalajara, llevándose a cabo una o dos veces por año. En el almacén general, la dependencia universitaria contrataba los servicios de empresas relacionadas con el manejo de estos residuos. Sin embargo, este mecanismo encarecía los costos en el ciclo de los *e-waste* por volúmenes de generación, capacidad de almacenamiento y de transportación; además se incrementaban los niveles de vulnerabilidad ante el peligro de lixiviado de metales pesados derivados de la oxidación de componentes.

A partir del intercambio entre el coordinador del RCE y el cuerpo directivo de la empresa REMSA, se estableció una vinculación de trabajo con el

interés de participar en las campañas de acopio de electrónicos desde el Cucsur e involucrar a otros actores clave, como la JIRA.

Así, se propició la realización de una campaña de acopio en Guadalajara, teniendo al Cucsur y la JIRA como subsedes; se organizó en la región el Primer Reciclón Intermunicipal de Residuos Electrónicos, teniendo como escenarios jardines y plazas de 10 cabeceras municipales. Este evento se llevó a cabo el 25 de febrero de 2011, y fueron acopiados diversos residuos electrónicos provenientes de la ciudadanía tales como: celulares, palms, Ipods, equipos de cómputo, consolas de videojuegos, videoproyectores, copiadoras, decodificadores, televisores, electrodomésticos pequeños, entre otros.

Metodología

El ámbito de este trabajo es el Cucsur, y su análisis comprende el periodo de 2011 a 2022. Se recurrió a los registros y evidencias generadas por los autores de este trabajo a fin de sistematizar la experiencia. Se consideró el análisis de los procesos de vinculación con diferentes actores clave (académicos, medios de comunicación, empresa recicladora, gobierno municipal, grupo ambiental) que detonaron el desarrollo e implementación de las campañas de acopio de electrónicos. Para tales fines se llevaron a cabo las siguientes acciones:

1. Se realizaron reuniones previas al lanzamiento de cada campaña para definir responsabilidades, que incluyeron: una estrategia de educación e información para lograr la participación de la comunidad universitaria y de los habitantes de la ciudad de Autlán de Navarro, Jalisco.
2. Se estableció un punto de acopio durante la campaña.
3. Se caracterizaron los residuos electrónicos acopiados por el personal responsable y voluntarios.
4. Se cargaron los residuos acopiados.
5. Se pesaron los residuos electrónicos y se transfirieron a empresas recicladoras.
6. Se creó el Programa Universitario RIE (Reciclaje Inteligente de Electrónicos).

Resultados

En el caso del Cucsur, desde el 2011, las campañas han estado a cargo de profesores-investigadores del DERN (Departamento de Ecología y Recursos Naturales), del Departamento de Ingenierías y de la Coordinación de Servicios Generales, quienes lanzaron la campaña “Yo amo mi Cucsur limpio”, y en el 2013, el programa “Reciclaje Inteligente de Electrónicos” el cual logró involucrar a directivos, docentes, administrativos y estudiantes, mediante una estrategia de educación e información para la participación de la comunidad universitaria y de los habitantes de la ciudad de Autlán de Navarro, Jalisco.

Previo al lanzamiento de la primera campaña de residuos electrónicos, se habilitó una unidad móvil como espacio de acopio y transferencia con capacidad de carga de cinco toneladas.

El primer evento de acopio de electrónicos, denominado Reciclón, se realizó el 25 de febrero de 2011, involucró a la comunidad del Cucsur, a otros actores clave como la JIRA, al municipio de Autlán de Navarro, Jalisco, a estaciones de radio: Radio Universidad de Guadalajara, Radio Costa, Fiesta Mexicana y La Mejor. Como parte de la estrategia de educación y comunicación para acopio y reciclaje de residuos electrónicos, se realizaron las siguientes actividades:

1. Organización de la campaña y logística a cargo de profesores del Departamento de Ecología y Recursos Naturales, el Departamento de Ingenierías y la Coordinación de Servicios Generales del Cucsur, contando con el apoyo de las autoridades del Centro Universitario, voluntarios SUMATE, prestadores de servicio social y alumnos de diversos programas educativos.
2. Ubicación estratégica del sitio de acopio de residuos electrónicos dentro del Cucsur.
3. Elaboración de spots de radio en vivo y grabados, lonas publicitarias sobre los tipos de residuos electrónicos a acopiar, los sitios de acopio, las fechas y los horarios de atención.
4. Difusión de la campaña a través de entrevistas y spots en las estaciones de radio.

5. Elaboración y difusión de una parodia musical que invita a la participación y entrega de aparatos electrónicos para su reciclaje.
6. Registro de los tipos de aparatos electrónicos recibidos por las personas, instituciones y empresas participantes.
7. Proceso de clasificación de residuos por características: CPU, monitores, impresoras, scanner, celulares, videograbadoras, consolas de videojuegos, entre otros.
8. Carga de electrónicos acopiados en la unidad móvil.
9. Pesaje de residuos electrónicos en una báscula pública y socialización de los resultados del pesaje mediante el comprobante.
10. Traslado de los residuos electrónicos a las unidades de transferencia establecidas por REMSA en la ciudad de Guadalajara, Jalisco.
11. Registro fotográfico y en video de la experiencia.
12. Evaluación de cada campaña por los actores involucrados.

A partir de esta experiencia, el 14 de septiembre del 2011, se oficializó ante la Coordinación General de Patrimonio de la Universidad de Guadalajara y el Contralor del Cucusur la autorización a la Coordinación de Servicios Generales de dicho centro universitario y la desincorporación de bienes relacionados en las notas de crédito de los aparatos electrónicos dados de baja por ser considerados como residuos, quedando bajo su responsabilidad el destino final de los bienes objeto de la desincorporación, lo cual quedó debidamente documentado.

En los años subsiguientes, el proceso de las desincorporaciones de los residuos electrónicos universitarios que aparecen en notas de crédito se han entregado a las campañas anuales de acopio de electrónicos; residuos que, a su vez, han tenido como destino final empresas recicladoras certificadas, entre éstas: REMSA, Belmont, Green It México recolección de electrónicos GEMAC (MAC Grupo Ecológico). Las empresas participantes cuentan con el reconocimiento ISO14001, así como de Semarnat y de Semadet para las del estado de Jalisco.

Las campañas de acopio de electrónicos en la subsele del Cucusur son parte de las acciones del RCE del Occidente de Jalisco. A partir del 2013, el Cucusur creó el programa universitario RIE (Reciclaje Inteligente de Electrónicos) que opera un centro de acopio permanente abierto a la comunidad

universitaria (docentes, administrativos, estudiantes), así como a otras instituciones educativas, en las cuales ha incidido el RCE del Occidente de Jalisco. El programa RIE cuenta con personal responsable, prestadores de servicio social, practicantes y voluntarios; también cuenta con una bodega de acopio, y hasta el 2021 se contó con un camión de cinco toneladas para la carga y transferencia de los residuos electrónicos acopiados, donado al DERN por la coordinación del RCE Jalisco. Cabe mencionar que este vehículo se utilizó como apoyo en las campañas intermunicipales y para el traslado a empresas recicladoras en colaboración con personal de JIRA y del Gobierno Municipal de Autlán.

Foto 1. Campaña de acopio de residuos eléctricos y electrónicos



Fuente: fotografía por Salvador García.

El programa RIE ha logrado involucrar directamente voluntarios de los grupos SUMATE Autlán y a estudiantes de las carreras de Ingeniería en Recursos Naturales y Agropecuarios, Ingeniería Mecatrónica, Técnico Superior Universitario en Electrónica y Mecánica Automotriz, Licenciatura en Turismo, Licenciatura en Administración, Licenciatura en Nutrición, y desde el 2018, a estudiantes de la Licenciatura en Enfermería.

En el 2014, se lanzó el Programa de Acción Global de Educación para el Desarrollo Sostenible con cinco ámbitos de acción prioritarios (Unesco, 2014), las cuales se incorporaron al programa RIE. Son los siguientes.

Ámbito de acción prioritario 1

Fomento de las políticas. Integrar la EDS (Educación para el Desarrollo Sostenible) en las políticas a fin de crear un entorno propicio para suscitar un cambio sistémico. Como antes se explicó, desde el 2011 se promueve el acopio y reciclaje de residuos electrónicos. Es una política del Cucusur mantener el programa para el servicio interno que ofrece a la comunidad universitaria, y para la vinculación del programa RIE con ésta y otros actores clave como el gobierno municipal y la JIRA.

Como elemento de política de incorporación en prácticas de EDS, el programa se ha extendido más allá del ámbito universitario al vincular al gobierno y la sociedad mediante su participación en este programa. Cabe destacar que, en el Cucusur, algunos de los equipos obsoletos para algunas áreas son reutilizados en otras. De esta manera se ha promovido el reúso de estos equipos antes de darlos de baja de manera definitiva.

Foto 2. Carga de residuos eléctricos y electrónicos para su reciclaje



Fuente: fotografía por Salvador García.

Ámbito de acción prioritario 2

Transformar los entornos de aprendizaje y formación. Se cuenta con un espacio universitario de acopio permanente de RE (residuos electrónicos) que ha atendido a la comunidad universitaria del Cucusur, la Escuela Preparatoria Regional de Autlán, la Universidad del Valle La Grana, el Bachillerato Tecnológico de Autlán, algunas empresas locales y personas de la comunidad. Este servicio opera de lunes a viernes en la entrada al edificio de posgrados del Cucusur, lugar donde se ubica la bodega para el acopio de estos residuos.

A partir del 17 de marzo del 2020 el programa suspendió el acopio de residuos electrónicos hacia el exterior del Cucusur, debido a la contingencia por COVID-19. Reactivándose nuevamente la recolección de equipos y aparatos electrónicos y eléctricos en el mes de septiembre del 2021, desde esta fecha y al 06 de abril de 2022, se han acopiado un total de 912 kg de residuos, fundamentalmente: monitores, CPU, impresoras, televisores, videocaseteras, grabadoras, cámaras fotográficas, equipos de transmisión radial, cables, cargadores, entre otros.

Ámbito de acción prioritario 3

Crear capacidades entre los educadores y formadores para impartir más eficazmente la EDS. Este ámbito está relacionado con el anterior, contar con un espacio de acopio de RE que funciona como recurso didáctico para concientizar a estudiantes de diversos niveles educativos, al difundir la importancia del acopio de los RE para evitar la contaminación en el ambiente y los riesgos a la salud humana. También se ofrecen recorridos por una exposición donde se les muestran ejemplos de arte y juguetes hechos con residuos electrónicos, además de talleres para el reúso de estos residuos.

Ámbito de acción prioritario 4

Empoderar y movilizar a los jóvenes, multiplicando las iniciativas en materia de EDS entre ellos. Se han integrado estudiantes de diversos programas edu-

cativos del campus a las campañas de acopio de RE, así como a la elaboración de materiales didácticos: maquetas, canciones, obras de teatro, talleres y exposiciones de arte con RE y residuos de plástico, metal, vidrio, papel y cartón. También se mantiene una clasificación de los residuos electrónicos de diversos aparatos que llegan al centro de acopio para su reciclaje, con el propósito de continuar con la recuperación y reutilización de componentes que se utilizan en prácticas de laboratorio y proyectos finales por parte de estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería en Teleinformática y Técnico Superior Universitario en Electrónica y Mecánica Automotriz, carreras que se ofertan en el Departamento de Ingenierías del Cucsur.

Foto 3. Participación de estudiantes y miembros de la red SUMATE



Fuente: fotografía por Salvador García.

Ámbito de acción prioritario 5

Acelerar las soluciones sostenibles en el plano local y extender los programas de EDS hacia redes múltiples interesadas en este tema. Antes de la pandemia de COVID-19, a los estudiantes de nuevo ingreso de cada semestre se les brindaba una charla en el Auditorio José Anastasio Monroy (con capacidad

de 420 personas) sobre el programa de Educación Transformativa del RCE, con diversos proyectos de sustentabilidad aplicada, en ésta se incluía el programa de reciclaje inteligente de electrónicos y, relacionado con éste, la invitación a participar en el acopio de equipos electrónicos, el reúso y reparación de los mismos por estudiantes.

Foto 4. Módulo de acopio y reúso de residuos eléctricos y electrónicos



Fuente: Fotografía por Salvador García.

Con este programa se ha contribuido a varios de los ODS (Objetivos del Desarrollo Sostenible): salud y bienestar, educación de calidad, agua limpia y saneamiento, trabajo decente y crecimiento económico, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsable, y alianzas para lograr los ODS.

Las campañas anuales de acopio de electrónicos y las cantidades de residuos acopiadas en el Cucsor, así como las empresas que han participado a lo largo de estos 11 años aparecen en la siguiente tabla (tabla 1).

Tabla 1. *Campañas anuales de acopio de residuos electrónicos y eléctricos en el Cucsur.*

<i>Campaña</i>	<i>Cantidad en kg</i>	<i>Instituciones</i>	<i>Empresa recicladora de electrónicos</i>
25 de febrero de 2011 1er. Campaña Intermunicipal	4 100 kg	Cucsur, JIRA	REMSA
2 de febrero de 2012 2da. Campaña Intermunicipal	3 750 kg	Cucsur, JIRA	REMSA
07 y 08 febrero de 2013 3era. Campaña Intermunicipal	3 930 kg	Cucsur (RIE), JIRA	MAC Grupo Ecológico
07 de febrero de 2014 4ta. Campaña Intermunicipal de Acopio y Reciclaje de Residuos Electrónicos Electroacopio 2014	2 300 kg	Cucsur (RIE), JIRA	BELMOMT
28 de febrero de 2015	1 476 kg	Cucsur (RIE)	Green-it México recolección de electrónicos
01 de septiembre de 2016	4 530 kg.	Cucsur (RIE) (acopio directo en el Cucsur)	Green-it México recolección de electrónicos
24 de mayo de 2017	1 200 kg	Cucsur (RIE)	
08 de mayo 2018	2 370 kg	Cucsur (RIE)	MAC Grupo Ecológico
24 de mayo 2019 Plaza Cívica	730 kg	Cucsur (RIE)-JIRA	MAC Grupo Ecológico
2020 y 2021 se suspendieron las campañas de acopio de electrónicos en el Cucsur			
06 de abril de 2022 Plaza Cívica Dirección de Ecología	912 Kg	Cucsur(RIE)- H. Ayuntamiento de Autlán y JIRA.	MAC Grupo Ecológico
Total	25 298 kg		

Fuente: Elaboración propia.

Discusión y conclusiones

El Cucsur de la Universidad de Guadalajara, como Centro Regional de Especialización en Educación para el Desarrollo Sostenible del Occidente de Jalisco, ha jugado un papel importante en los procesos de educación y comunicación para alentar a la comunidad universitaria y la población de Autlán a participar en las campañas de acopio de residuos electrónicos y eléctricos. El contar con un vehículo de cinco toneladas, acondicionado con el apoyo de la Rectoría del Cucsur, fue estratégico para fortalecer las campañas de acopio de residuos: sirvió de transporte, centro de acopio y transferencia de los residuos electrónicos y eléctricos resultantes de las campañas realizadas en colaboración con la JIRA y los gobiernos municipales de Autlán, El Grullo y El Limón, lo cual fue importante para ir consolidando las campañas.

Otro elemento que ha fortalecido las campañas de acopio de estos residuos ha sido la participación de voluntarios de los grupos ambientales SUMATE (Salud Unión México Ambiente Transformación con Educación), creados por el primer autor de este trabajo desde el 2004 y transformados en la Red SUMATE desde el 2012, donde participan: niños de primaria, jóvenes de secundaria, estudiantes y profesores universitarios.

Contar con el programa permanente de reciclaje inteligente de electrónicos ha sido importante en estos 11 años. Hoy se cuenta con un espacio universitario para el acopio de residuos electrónicos de la comunidad universitaria (docentes, administrativos y alumnos) y de atención a la comunidad.

La Universidad de Guadalajara es una institución que genera gran cantidad de residuos electrónicos, contar con un programa permanente habla de un firme compromiso con el medio ambiente y la salud de la comunidad. El trabajo de vinculación universidad-comunidad, generó 25,298 kilogramos de estos residuos. Cada kilogramo de residuos electrónicos que se va a reciclar representa un kilogramo de recursos naturales que no serán extraídos, además de combustibles no usados en los procesos de extracción y producción y, sobre todo, son miles de kilogramos que no llegaron a los rellenos sanitarios o que no fueron quemados en los tiraderos de basura, etc. Con lo anterior, también se contribuyó a disminuir gases de efecto invernadero y a la reducción del calentamiento global.

En el caso del Cucsur, se requiere involucrar a todos los departamentos del campus en el programa RIE. Se iniciará el trabajo mediante la vinculación de dos cuerpos académicos (CA) que están trabajando en el tema, éstos son: Ciencia e Ingeniería de Materiales y Educación para el Desarrollo Sostenible. Una meta a alcanzar en el corto plazo es realizar acciones conjuntas relacionadas con residuos electrónicos, además de atender la agenda de otros residuos que se generan en el Cucsur (residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos, biológicos infecciosos y químicos).

En el caso de los residuos electrónicos, existen experiencias de recuperación de componentes de diversos aparatos que llegaron para su reciclaje, éstos componentes se utilizan en el desarrollo de prácticas de laboratorio y artesanías por parte de estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería en Teleinformática y Técnico Superior Universitario en Elec-

trónica y Mecánica Automotriz, carreras que se ofertan en el Departamento de Ingenierías del Cucscur.

Durante la contingencia sanitaria se paralizó el acopio de residuos electrónicos y eléctricos y, al reactivarse, se enfrentó el problema de no contar con el camión de cinco toneladas, el cual fue dado de baja sin consultar al coordinador del RCE y del programa. Lo anterior representará un reto para la siguiente administración del Cucscur y para la coordinación del RCE por los impactos positivos que este programa ha logrado al incidir en varios de los objetivos del desarrollo sostenible.

Las alianzas estratégicas han sido un factor relevante en este programa. En el caso de las campañas anuales de acopio de residuos electrónicos y eléctricos, históricamente se han involucrado miembros SUMATE y estudiantes que realizan su servicio social, sus prácticas profesionales y voluntarios con los coordinadores de estas campañas. En el proceso del fortalecimiento del RCE y con base en las acciones prioritarias de EDS, se consideró el empoderamiento y movilización de los jóvenes en proyectos de EDS. En ese sentido, con ayuda de un grupo de jóvenes de enfermería y nutrición, en enero de 2022, se trabajó para reactivar el programa RIE, logrando acopiar en el periodo de mediados de enero a principios de abril 912 kg, los cuales se entregaron a la Dirección de Ecología del H. Ayuntamiento de Autlán.

Es importante continuar incentivando que los equipos de cómputo usados u obsoletos a lo interno del Cucscur sean reasignados para reusarlos en donde exista alguna necesidad. Lo anterior ha sido sumamente benéfico para quienes no contaban con ningún equipo.

Asimismo, seguir promoviendo el reúso de los componentes electrónicos por parte de los estudiantes de las carreras afines a las ingenierías y realizar el reciclaje de componentes electrónicos por parte de estudiantes de las carreras antes mencionadas ha representado una disminución de costos en sus prácticas y proyectos al no comprarlos nuevos, además de promover la creatividad mediante la elaboración de artesanías utilizando componentes diversos de los electrónicos acopiados, con lo cual también se contribuye con el medio ambiente y a la economía.

Actualmente en el RCE participan activamente 10 docentes de cinco departamentos, los cuales han manifestado el interés de involucrarse en este programa universitario. Se pretende que estos proyectos formen parte del

proceso de planeación del Cucusur y que se construya un observatorio de sustentabilidad aplicada donde participen docentes, estudiantes y administrativos del campus. Esto llevará a construir la política pública universitaria en EDS y de vinculación universidad-comunidad, con lo cual se estaría contribuyendo a la acción prioritaria 1 de EDS 2030.

Esta experiencia contribuye al programa de universidad sustentable de la Universidad de Guadalajara, al fortalecimiento del RCEWJ y de su red a nivel del continente americano, así como a la difusión de la experiencia a través de conferencias internacionales virtuales organizadas por universidades, fundaciones, organizaciones no gubernamentales, programas de radio, e internet.

Bibliografía

- Baldé, C., D'Angelo, E., Luda, V., Deubzer, O., y Kuehr, R. (2022). *Global Transboundary E-waste Flows Monitor*. Bonn, Germany: United Nations Institute for Training and Research. Obtenido de <https://api.globalewaste.org/publications/file/286/Global-Transboundary-E-waste-Flows-Monitor-2022.pdf>
- Borja, J., y Castells, M. (2000). *Local y global. La gestión de las ciudades en la era de la información*. Madrid: Taurus.
- Centro Educativo y Cultural del Estado de Querétaro. (2010). *Encuentro de Organizaciones Ciudadanas Involucradas en el la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. Querétaro: REQMAR, Semarnat, Secretaría de Desarrollo Sustentable. Obtenido de <http://tlali.iztacala.unam.mx/pipermail/biologia/attachments/20100729/78ffdbc8/attachment-0005.pdf>
- Forti, V., Baldé, C., Kuehr, R., y Bel, G. (2020). *Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2020. Cantidades, flujos y potencial de la economía circular*. Bonn/Ginebra/Rotterdam: Universidad de las Naciones Unidas (UNU)/Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – coorganizadores del programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos S. Obtenido de <https://globalewaste.org/publications/>
- Humberstone, J. E. (2017). Buenas prácticas para el destino final de los residuos electrónicos. *Realidad y reflexión*, 17(45), 68-76.
- Ilankoon, I., Ghorbani, Y., Chong, M. N., Herath, G., Moyo, T., y Petersen, J. (2018). in the international context - A review of trade flows, regulations, hazards, waste management strategies and technologies for value recovery. *Waste management*, 258-275. doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.018>
- Kenny, P. (4 de julio de 2020). Informe de la ONU revela que desechos electrónicos mundiales aumentaron en los últimos años. (J. R. Báez, Ed.) *Mundo*. Obtenido de <https://www.aa.com.tr/es/mundo/informe-de-la-onu-revela-que-desechos-elec>

- tr%C3%B3nicos-mundiales-aumentaron-en-los-%C3%BAltimos-a-%C3%B1os/1899209#:~:text=El%20Monitor%20Mundial%20de%20Residuos%20Electr%C3%B3nicos%202020%20de,Residuos%20S%C3%B3lidos%20%28I
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Política nacional para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)*. Bogotá, Colombia: Nomos S.A. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosAmbientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf
- Needhidasan, S., Samuel, M., y Chidambaram, R. (2014). Electronic waste - an emerging threat to the environment of urban India. *Journal of environmental health science & engineering*, 12(1), 36-48. doi:<https://doi.org/10.1186/2052-336X-12-36>
- S/A. (9 de septiembre de 2022). *CEMERI*. Obtenido de Contaminación tecnológica: el impacto ambiental de nuestro consumo cotidiano: <https://cemerri.org/art/a-contaminacion-tecnologica-mundial-gu>
- Torres, D., Guzmán, S., Kuehr, R., Magalini, F., Devia, L., Cueva, A., . . . Rivero, I. (2015). *Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina*. Ginebra: UIT, Convenio de Basilea, CRBAS- Centro Regional Basilea para América del Sur, UNESCO, OMS, ONUDI, OMPI, Cepal. Obtenido de https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0b/11/T0B110000273301PDFS.pdf
- Unesco. (2014). *Roadmap for Implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development*. París, Francia: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Obtenido de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000230514.page=30>
- UNU. (2013). *Global RCE Network. Educations for Sustainable Development*. Obtenido de Comprendiendo los RCEs: https://www.rcenetwork.org/portal/sites/default/files/RCE%20brochure_top%20span%202007%20version.pdf

7. Economía circular y residuos orgánicos en México

ANA LAURA TECORRALCO-BOBADILLA*

ALETHIA VÁZQUEZ-MORILLAS**

ROSA MARÍA ESPINOSA-VALDEMAR***

PERLA XOCHITL SOTELO-NAVARRO****

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.170.07>

Resumen

Los residuos orgánicos, por su composición biológica, pueden ser biodegradados. Representan el 46.42 % de los residuos sólidos urbanos en México, y debido a esta alta proporción son considerados como la fracción más importante del inventario nacional. Los desafíos a los que se enfrenta el aprovechamiento de ellos se encuentran relacionados con las características, técnicas de valorización y tratamiento que existen en la actualidad, así como la cantidad de material procesado por las tecnologías ya desarrolladas. En este capítulo se abordan las estrategias de cierre de ciclo en la gestión de residuos orgánicos y las limitaciones para ser incorporados a un sistema de economía circular (EC). Se describe la legislación aplicable y se presentan algunos casos de estudio exitosos de aplicación de la EC que actualmente se encuentran en operación en el país.

Palabras clave: *Técnicas de valorización, biocombustibles, biobasados, gestión circular, cierre de ciclo, legislación.*

* Maestra en Ciencias e Ingeniería Ambientales. ORCID: 0009-0009-2161-3870

** Doctora en Ciencias e Ingeniería Ambientales. Investigadora. Universidad Autónoma Metropolitana. ORCID: 0000-0003-1986-0708

*** Doctora en Ciencias e Ingeniería Ambientales. Investigadora. Universidad Autónoma Metropolitana. ORCID: 0009-0007-1231-3871

**** Doctora en Ciencias e Ingeniería Ambientales. Investigadora. Universidad Autónoma Metropolitana. ORCID: 0000-0002-1179-4884

Introducción

Los residuos orgánicos (RO) son de origen biológico, vegetal o animal; pueden encontrarse completos o en restos, sobras o productos de desecho de cualquier organismo. Al estar compuestos fundamentalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, son susceptibles de degradarse, por acción microbiana, y transformarse en otro tipo de materia orgánica; en términos coloquiales pueden definirse como aquellos residuos que se “echan a perder”. Dado su origen natural es común que se consideren aprovechables: lo más frecuente es que se destinen a la agricultura, para aportar nutrientes al suelo o bien a la engorda de animales (DOF, 2018; Semarnat 2016; CCA, 2017).

Estos residuos provienen principalmente de hogares, comercios o industrias, de la agricultura, la pesca, la ganadería, la horticultura y la silvicultura, aunque existen otras fuentes como plantas de tratamiento (CCA, 2017). Algunos ejemplos de RO son: cáscaras de fruta o verdura, restos de comida, pan, tortillas, filtros para café, bolsitas de té, heces de animales, huesos, espinas, caparazones, restos de carne, semillas, flores, hojas, pasto, hojarasca, comida en mal estado, palillos, plásticos ‘compostables’, papel de cocina, servilletas y corcho (UNAC, 2015; CCA, 2017).

Dentro de las propiedades fisicoquímicas de los residuos sólidos urbanos, particularmente en el caso de los RO, se encuentra la humedad, dado que se componen en un 80% de agua y el 20% restante es materia orgánica, proteínas, grasas y carbohidratos. Además, tienen una densidad elevada en el rango 0.3–0.8 t/m³. Es necesario conocer estas y otras características para su gestión adecuada, especialmente para aspectos como la operación de los procesos de compactación, producción de lixiviados, transporte, procesos de transformación, tratamientos de incineración y recuperación energética, y procesos de separación de residuos en planta de reciclaje (Rojas, 2011).

Clasificación de residuos orgánicos

Los residuos orgánicos pueden clasificarse de acuerdo a la fuente de la que provienen, o por su composición. Existen diferentes criterios, por ejemplo,

en la categoría de residuos de alimentos, se pueden clasificar en residuos crudos y cocinados, ya que presentan características fisicoquímicas diferentes (Rojas *et al.*, 2012).

En las fuentes oficiales los RO se han reportado de diferentes formas. Entre 1978 y 1994 se reportaban como residuos de jardín, residuos de alimentos y hueso, mientras que en estudios posteriores (Sancho y Cervera, y Rosiles, 1999) se clasificaban como basura de comida, de jardines y materiales orgánicos similares. A partir del 2012, en México, los residuos orgánicos se clasifican en las siguientes categorías (Semarnat, 2012; Semarnat, 2020):

- cuero
- fibra dura vegetal
- hueso
- madera
- residuos alimentarios
- residuos de jardinería

La cantidad, composición y características físicas de los RO se ven influidas por numerosos factores tales como el lugar de origen, proceso de producción, la preparación, la época del año, el sistema recolector, estructura social y la cultura (CCA, 2017).

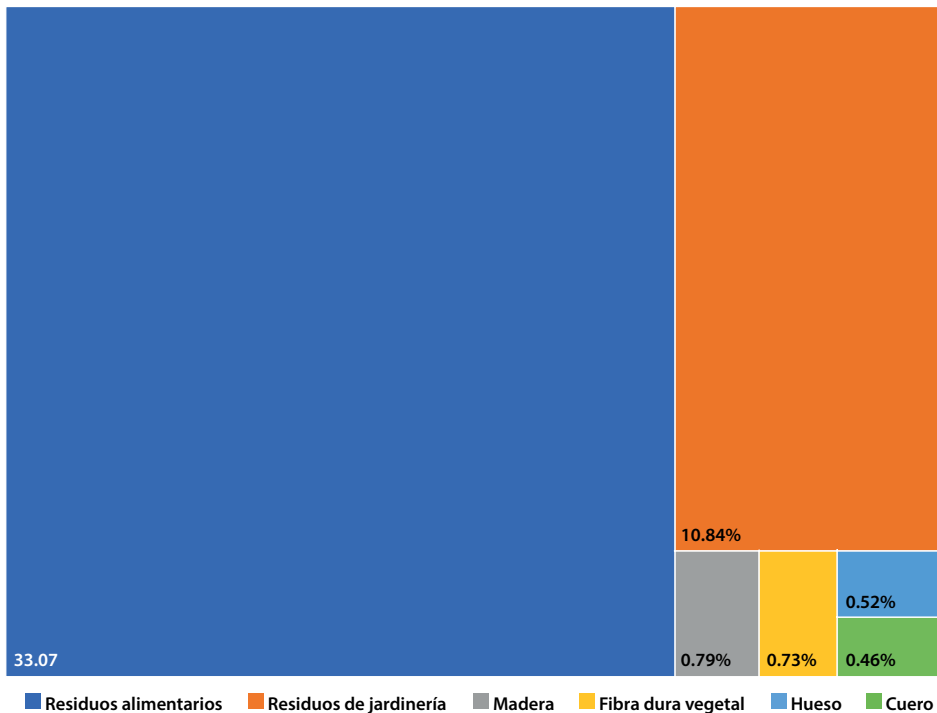
Situación actual de los residuos orgánicos en México

En México, según las cifras más recientes, publicadas en 2020, la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) fue de 44.6 millones de toneladas (Semarnat, 2020). Si se considera que para ese año los RO contribuyeron con 51.6% de la composición, se generaron 23 millones de toneladas de residuos orgánicos.

Composición

De acuerdo con el diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos (Semarnat, 2020), en la composición de los residuos sólidos urbanos, los RO representan el 46.42% del total, siendo la categoría que contribuye en mayor proporción. En la Figura 1 se desglosan los subproductos de los RO.

Figura 1. Proporción de las distintas fracciones de residuos orgánicos en los residuos sólidos urbanos, según el diagnóstico integral de residuos sólidos 2020



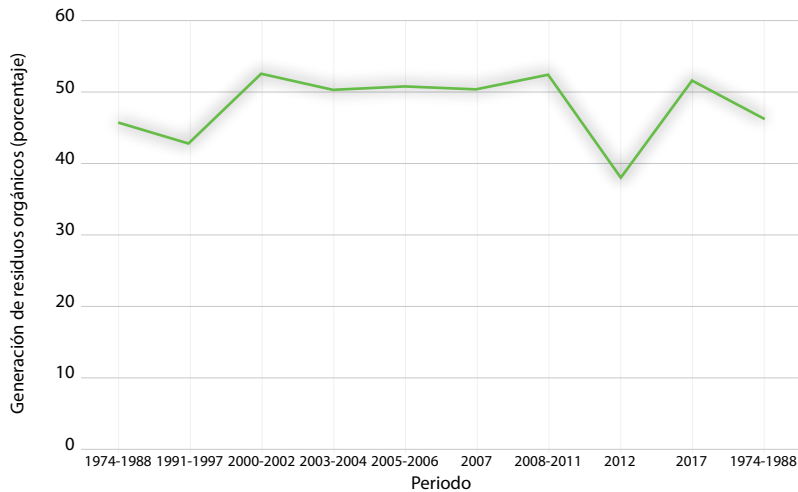
Fuente: Elaboración propia con datos de Semarnat, 2020.

Se observa que la mayor proporción corresponde a los residuos de alimentos, con el 33%, seguidos de los residuos de jardín con el 10%. Se considera que el desperdicio de alimentos contribuye de manera importante a esta categoría: según el estudio realizado por el PNUMA en 2019 se estimó un desperdicio de alimentos de 931 millones de toneladas a nivel mundial, de los cuales el 61% provino de hogares (PNUMA, 2021).

Evolución de la composición de residuos orgánicos en el tiempo

Tradicionalmente los RO han sido la fracción más importante de los residuos sólidos. En la década de los años cincuenta el porcentaje de RO oscilaba entre 65 y 70% de su volumen (Semarnat, 2018). A partir de 1974 los datos se reportan en masa, en la Figura 2 muestran los porcentajes con los que los RO han contribuido a lo largo del tiempo, desde 1974 hasta el 2019 (Sedue, 1998; Sancho y Cervera, y Rosiles, 1999; Sedesol, 1999; Semarnat, 2012; Semarnat, 2018; Semarnat, 2020).

Figura 2. Porcentaje de residuos orgánicos a lo largo del tiempo en México



Fuente: Elaboración propia con datos de SEDUE, 1998; Sancho y Cervera, y Rosiles, 1999; Sedesol, 1999; Semarnat, 2012; Semarnat, 2018; Semarnat, 2020.

Se observa que los valores han fluctuado entre el 40 y 50%; solamente para el 2012 se muestran valores inferiores, del 37.97%. Este dato llama la atención, ya que corresponde a los datos reportados en el diagnóstico básico de residuos en el que se utilizaron estudios realizados en campo, y no se basaron sólo en estimaciones.

Lo que es claro es que la proporción actual de los RO con respecto a los de la mitad del siglo pasado muestran una menor predominancia.

Técnicas de valorización y tratamiento de residuos orgánicos

Los residuos orgánicos pueden aprovecharse al ser incorporados como materia prima al ciclo de vida de otros procesos, tales como composteo, digestión anaerobia, fermentación, biocombustibles, producción de polímeros biobasados, uso como sustrato en cultivos o cosechas y uso como alimento para animales. A continuación se describen brevemente estos tratamientos.

Composteo

Técnica aerobia de degradación biológica para el tratamiento de RO. Es eficiente en condiciones ideales, pues permite tratar grandes volúmenes de residuos. No requiere de una segregación previa de la materia, es decir, la mezcla de RO puede ser de diversos orígenes. Sin embargo, requiere grandes extensiones de tierra para procesar altos flujos de residuos y tiene una duración promedio de 4 a 6 meses. El producto final (composta) generalmente es utilizado como mejorador de suelo al propiciar un ambiente adecuado a los microorganismos o como fertilizante natural.

Digestión anaerobia

Proceso que ocurre en ausencia de oxígeno con la actividad de bacterias fermentativas acidogénicas, bacterias sintróficas acetogénicas y arqueobacterias metanogénicas. En éste se lleva a cabo la degradación de materia orgánica para obtener un biogás formado por dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, amoníaco, agua y, principalmente, metano (Gob, 2017), el cual puede usarse como biocombustible. El residuo sólido, producto de este proceso conocido como digestato, tiene aplicaciones como fertilizante, composta con alto contenido de materia orgánica, mejorador del suelo e incluso como materia prima de bioplásticos (EPA, 2022).

Fermentación

La producción de hidrógeno es uno de los principales subproductos asociado a este proceso, mismo que depende de los microorganismos presentes, es decir, no requieren forzosamente presencia de luz para degradar residuos con alto contenido de carbohidratos (fermentación oscura) u obligatoriamente requieren de ella (fotofermentación). Para llevarla a cabo se requiere control de aireación y humedad y, a la vez, control de olores a través de un sistema de extracción y biofiltros (Martínez y García, 2010).

Producción de biocombustibles

A través de procesos como la digestión anaerobia, la fermentación y la pirólisis, (Trejo *et al.*, 2019) se producen combustibles en estado sólido (astillas, aserrín, carbón vegetal, pellets), líquido (biodiésel, bioturbosina, bioetanol, biobutanol) o gaseoso (biohidrógeno y biometano). Proviene de fuentes renovables como materia vegetal o residuos orgánicos con alto contenido de carbón y/o nitrógeno, por lo que, además, son una alternativa para sustituir los combustibles fósiles.

Producción de polímeros biobasados

Se producen a partir de recursos naturales renovables, y pueden o no ser biodegradables. Esto depende de la estructura química que posean y la materia prima de uso para su fabricación, ya que pueden provenir parcial o totalmente de materias primas como el maíz, el almidón, la caña de azúcar o la celulosa, entre otros (European Bioplastics, 2020). Sin embargo, en la actualidad tienen un alto costo económico de producción y se encuentran en proceso de desarrollo.

Uso como sustrato

Los RO pueden tener un uso como sustrato en la agricultura o como mejorador de suelo, sin embargo, previo a su aplicación es común que se les realice un proceso de estabilización, como es el caso del digestato que proviene de la digestión anaerobia, ya que de lo contrario pueden resultar perjudiciales porque pueden estar asociados a la presencia de microfauna nociva (Genia Bioenergy, 2020).

Otra forma de degradación de RO se presenta en el cultivo de hongos comestibles como champiñones y portobellos, pero es importante realizar un composteo de esta fracción para llevar a cabo su producción (Conicet, 2018).

Uso como alimento

Es posible utilizar los RO como alimento para animales, siempre y cuando exista una adecuada segregación y/o sean transformados en productos que tengan valor nutricional aceptable y su ingesta no represente un peligro (Ramírez *et al.*, 2017). Es posible utilizar algunos residuos que provienen de una industria específica de forma directa como alimento de ganado, como el bagazo de malta y arroz generado en la producción de cerveza (Gestores de Residuos, 2017).

Desafíos en el tratamiento y gestión circular de residuos orgánicos en México

Uno de los grandes desafíos que enfrenta el tratamiento de RO es la adecuada segregación desde la fuente, así como el idóneo funcionamiento del sistema de gestión. Es importante aplicar políticas públicas acordes con la zona geográfica y en concordancia con la difusión y concientización ciudadana.

Los gobiernos enfrentan desafíos de planificación y acciones para dar una disposición final adecuada a los RO, por ejemplo, integrarlos en un sistema donde sean parte de la materia prima, para lo que se requiere regulación y vigilancia del cumplimiento de legislación y compromisos estable-

cidos, que busquen disminuir la cantidad de residuos en un relleno sanitario, sin dejar de lado la viabilidad económica, todo con el fin de lograr un programa sostenible que además tenga como prioridad la reducción de la generación (Correal *et al.*, 2021).

En otros desafíos se encuentran la fuente de generación y la calidad de la composición, ya que existe la posibilidad de contaminación con residuos inorgánicos o la presencia de materiales inorgánicos que no cumplan las condiciones de operación de un proceso. Además, si el fin de vida es un tratamiento específico como los mencionados en las características y técnicas de valorización de RO, es indispensable garantizar la cantidad y flujo de material necesarios (CCA, 2017).

Estrategias para el cierre del ciclo de residuos orgánicos

Además de las tecnologías requeridas para la valorización o tratamiento de la fracción orgánica, existen medidas generales que pueden impulsar la circularidad de esta fracción.

a) Promoción de estrategias de prevención

Al igual que ocurre con otros flujos de residuos, en el caso de la fracción orgánica la opción más eficiente es la prevención de la generación. Un ejemplo muy claro es el caso de los alimentos; se estima que el 30% de los alimentos producidos se convierten en residuos debido a prácticas deficientes de manejo (FAO, 2014). Este fenómeno puede darse durante las etapas de producción, procesamiento o transporte, en cuyo caso se le conoce como pérdida, o durante la comercialización minorista y consumo. Este último caso es clasificado como desperdicio.

Las estrategias de prevención de residuos de alimentos incluyen la adecuación de los estándares de apariencia de los productos comercializables, regulación de etiquetados, mejoras en los sistemas de transporte y almacenamiento, procesamiento de subproductos y optimización en el uso de ingredientes. A nivel de consumo, las alternativas incluyen mejoras en las

prácticas de consumo y adecuación del tamaño de las porciones; en ambos casos la educación ambiental juega un papel primordial (CCE, 2017).

En el caso de la agricultura, las alternativas de prevención incluyen el incremento en la eficiencia de riego, la definición de estrategias de cultivo, la reducción en el uso de fertilizantes químicos, la aplicación de procesos de monitoreo y control, así como la educación ambiental (Shaaban y Nasr, 2019).

b) Segregación de la fracción orgánica

La creciente urbanización del país implica un flujo y concentración de nutrientes y recursos naturales orgánicos del campo a la ciudad, la mayoría de los cuales son desechados posteriormente como parte de los residuos sólidos o aguas residuales (Ellen MacArthur Foundation, 2017). La recuperación y reincorporación de los nutrientes a los ciclos productivos y naturales se ve limitada por distintos factores, pero uno de los más significativos es la deficiente segregación en la fuente de esta fracción.

De acuerdo con las estadísticas oficiales, en México se recolectan por separado 2,062 t/día de residuos orgánicos, es decir, alrededor del 5% de la generación, en 144 municipios de los más de 2000 que conforman el país (Semarnat, 2020). Esto ocurre a pesar de que muchas entidades incluyen la separación de los residuos como una acción obligatoria en su legislación ambiental.

El establecimiento de la separación en la fuente de la fracción orgánica, además de facilitar el aprovechamiento de ésta, promovería la valorización de los residuos inorgánicos, al evitar su contaminación. Todo ello, además de mejorar la eficiencia técnica de los procesos de recuperación de recursos orgánicos e inorgánicos, generaría una mejor relación costo/beneficio, dando viabilidad económica a estas actividades.

c) Establecimiento de biorrefinerías

Las biorrefinerías son instalaciones o redes de instalaciones que integran procesos de conversión de biomasa y equipo para la producción de biocombustibles, energía y productos químicos (Ellen MacArthur Founda-

tion, 2017). Las biorrefinerías pueden clasificarse en distintas categorías en función de los sustratos empleados; algunos ejemplos son las biorrefinerías verdes, que usan como sustrato biomasa húmeda que no es de prioridad alimentaria, y las de insumos lignocelulósicos (Cruz Barrera, 2022). La versatilidad de combinaciones de sustratos recibidos y tecnologías aplicadas las convierten en una alternativa que puede adaptarse a distintos contextos.

El establecimiento de biorrefinerías requiere de un conjunto de condiciones para garantizar la viabilidad de su operación. Éstas incluyen la definición de marcos legales que faciliten la recuperación de recursos naturales orgánicos en forma de subproductos, el establecimiento de programas de apoyo para la adquisición de infraestructura y la garantía en el suministro de sustratos.

d) Fortalecimiento de mercados

Uno de los factores críticos para la viabilidad en el largo plazo de los procesos que permiten la circularidad de los residuos orgánicos es la sustentabilidad económica de los procesos.

En una investigación en la que se estudió la producción de biocombustibles en México, los productores identificaron el Impuesto Especial sobre Productos y Servicios como la principal barrera para el desarrollo del sector (Cruz Barrera, 2022). Las autoridades fiscales proporcionan un subsidio del 100% de este impuesto a los combustibles tradicionales; dado que los biocombustibles sí se ven gravados, es evidente que se encuentran en desventaja en materia de precios, lo que dificulta su posicionamiento en el mercado.

La existencia de estímulos para productos convencionales, aunada a la carencia de mecanismos que promuevan de forma activa (mediante estrategias económicas o regulatorias) los productos obtenidos del procesamiento de los residuos orgánicos, genera condiciones de desventaja para estos últimos. Al no considerar las externalidades de algunos productos convencionales, sus costos son más bajos debido a que no consideran los impactos ambientales derivados de los mismos.

Algunas medidas que pueden contribuir al fortalecimiento de mercados para los productos obtenidos de procesos de biorrefinería, composteo, pro-

ducción de bioenergía u otras formas de aprovechamiento de residuos orgánicos incluyen:

- eliminación de subsidios a productos convencionales;
- establecimiento de tasas favorables para los productos generados a través de estrategias de economía circular;
- simplificación de marcos regulatorios relacionados con la clasificación, almacenamiento, transporte y aprovechamiento de subproductos y residuos orgánicos;
- establecimiento de programas de compras verdes a nivel gubernamental, que incluyan la adquisición de productos, combustibles o energía generados a partir del aprovechamiento de la fracción orgánica;
- generación de campañas informativas y de educación ambiental para productores, consumidores y autoridades relacionadas con la producción y uso de estos insumos.

Todas las medidas mencionadas deben aplicarse de forma articulada con el fin de generar sinergias. Requiere especial atención la armonización de los marcos fiscales y regulatorios en los tres niveles de gobierno, así como la adopción de políticas transversales en distintos sectores.

Legislación en México relacionada con la economía circular de los residuos orgánicos

En México no existe legislación federal explícita en materia de economía circular. Sin embargo, el pasado 17 de noviembre de 2021 fue emitido por el Senado de la República el decreto por el que se aprobó la Ley General de Economía Circular: el Ejecutivo Federal a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) será quien esté a cargo de institucionalizar la conversación de forma coordinada con los estados y los municipios, sin embargo, ésta fue turnada a la Cámara de Diputados para su análisis, discusión, y en su caso, aprobación. Aún no se tiene certeza de su aceptación, lo que implica un vacío legal en este tema para México.

De ser aprobada, esta ley será de carácter federal y tendrá el propósito de establecer un marco normativo general que permita la utilización eficaz y sustentable de los recursos naturales, económicos y humanos, que facilite la transición hacia un modelo de economía circular (Sedema, 2022).

Sumándose a esta iniciativa, diferentes estados de la República Mexicana han propuesto sus respectivos proyectos de ley específica que aplique para su territorio (CDMX, Nuevo León, Querétaro) o modificaciones a sus leyes de residuos, enmarcando ahora el nuevo concepto de economía circular (Baja California, Quintana Roo). Del total de los estados del país, el 50% cuentan en su legislación con el término “economía circular” o la iniciativa para crear su ley estatal en la materia. En la Figura 3, se indican en amarillo aquellos estados que no tienen contemplado en su legislación el término o que no cuentan con alguna iniciativa de propuesta de ley de economía circular estatal; en verde aquellos que sí contemplan una iniciativa de ley o cuentan con el término “economía circular” en alguna de sus legislaciones.

Figura 3. Estados con el término “Economía Circular” en su legislación



Fuente: Elaboración propia con QGIS.

Particularmente es necesaria una evaluación completa de la legislación que permita la transición hacia una economía circular, tal como lo describe el INECC (2021). Los instrumentos que deberían revisarse con el fin de adecuarlos a los principios establecidos en la EC son: la Ley General de Cambio Climático (LGCC), Ley de Transición Energética (LTE), Ley de Aguas Nacionales (LAN), Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LPGIR), Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). A partir de una revisión integral sería posible identificar insumos relevantes para la definición de la hoja de ruta de un marco regulatorio enfocado en la economía circular.

En forma general esta legislación puede aplicarse a la economía circular de los residuos orgánicos en estrategias como evaluación del uso de combustibles fósiles, alternativas para la industria petroquímica y desarrollo de nuevos materiales y sustancias químicas, que pueden obtenerse por diferentes tratamientos de este tipo de residuos.

Casos de éxito de economía circular de residuos orgánicos en México

En la mayoría de los países desarrollados actualmente se están proponiendo acciones y proyectos encaminados al cuidado del ambiente y la atención al impacto del cambio climático, que además coadyuven a la transición hacia una economía circular. Por otro lado, en México, como en otros países en desarrollo, existe poca documentación de casos de éxito en materia de economía circular, debido principalmente a que aún existe desconocimiento sobre el concepto, lo que hace que no se comuniquen los casos exitosos.

Un caso de éxito aplicado al aprovechamiento de los residuos orgánicos es la planta de vermicomposteo de Teocelo, un municipio ubicado en la zona montañosa de Veracruz, donde sus casi 17 000 habitantes se dedican a la agricultura de productos como café, mango y maíz, además de la ganadería, el comercio y hasta hace poco, al turismo. Como muchas regiones del país, tenía problemas con la gestión de residuos por lo que la comunidad y el gobierno, con la asesoría de la Universidad Veracruzana, han implementa-

do con gran éxito la producción de lombricomposta. Este abono rico en nutrientes es usado por los agricultores de la región, que, además de tratar así sus residuos e incorporarlos al ciclo productivo en los campos cafetales de la región, logran una disminución en el uso de fertilizantes químicos (Hernández Suárez, 2013).

Otro caso de éxito es la empresa 100% mexicana Horizonte O, dedicada a ofrecer productos y servicios enfocados al cuidado del ambiente mediante la transformación de los residuos orgánicos. Desde 2013 ofrece productos como lombricomposta, biofertilizantes y servicios de asesoría para implementar en huertos, con el respectivo tratamiento de sus residuos orgánicos, así como talleres de educación ambiental y de producción casera de fertilizantes orgánicos (Horizonte O, 2022).

Biopapel puede también ser considerado como un caso de éxito en la materia con su modelo denominado “Bosque Urbano”, donde los residuos de papel son aprovechados para producir nuevo papel y productos de éste con material 100% reciclado, evitando así el uso de recursos naturales vírgenes, extendiendo el ciclo de vida del papel y evitando la generación de residuos del mismo (Biopapel, 2022).

La economía circular conceptualizada como un modelo de desarrollo sustentable se puede aplicar a cualquier escala ya sea para una organización, el encadenado productivo, un territorio de influencia o a nivel macroeconómico. Estos son los modelos por los que se podrá lograr que esto sea una realidad, pues con los casos de éxito puede ser consolidada.

Conclusiones

A pesar de que la transición de una economía lineal a circular comenzó aproximadamente hace una década, su aplicación a los residuos orgánicos no ha sido considerada dentro de los flujos de materiales claves para la industria.

La economía circular aplicable a residuos orgánicos, a pesar de tener tiempo en desarrollo a través de distintas tecnologías de aprovechamiento, aún no logran tener precedentes tales que permitan tener un círculo completamente cerrado. En México esto está fuertemente ligado a la ausencia

de un marco legislativo integral y articulado, que promueva la implementación de políticas públicas que impulsen su desarrollo.

Bibliografía

- Biopapel. (2022). Sustentabilidad. <https://www.biopappel.com/es/sustentabilidad>. Consultado el 21 de octubre de 2022.
- CCA, Comisión para la Cooperación Ambiental. (2017). Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte. Informe sintético.
- CCE, Commission for Environmental Cooperation. (2017). Characterization and management of food loss and waste in North America. Montreal, Canadá. 289 pp.
- CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. (2018, May 16). Hongos comestibles a partir de residuos orgánicos domésticos. <https://www.residuosprofesional.com/hongos-comestibles-residuos-organicos/>
- Correal, M., Rihm, A., y Zambrano, M. (2021). De desechos a recursos: gestión de residuos sólidos para el desarrollo. IDB, Inter-American Development Bank. <https://blogs.iadb.org/agua/es/desechos-a-recursos-gestion-residuos-solidos/>
- Cruz Barrera, B. A. (2022). Análisis de la producción de biocombustibles en México. Proyecto de integración de la Lic. en Ingeniería Ambiental, Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México, México. pp. 49.
- DOF, Diario Oficial de la Federación. (2018). Norma mexicana NMX-AA-180-SCFI-2018, que establece los métodos y procedimientos para el tratamiento aerobio de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como la información comercial de sus parámetros de calidad de los productos finales, 26 de septiembre de 2018
- Ellen MacArthur Foundatio. (2017). Urban Biocycles. pp. 38.
- EPA, United States Environmental Protection Agency. (2022). How Does Anaerobic Digestion Work? <https://www.epa.gov/agstar/how-does-anaerobic-digestion-work>
- European Bioplastics. (2020). What are bioplastics? <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/>
- FAO, Food and Agriculture Organization (2014). Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. pp. 31.
- Genia Bioenergy. (2020). ¿Qué son los sustratos? <https://geniabioenergy.com/queson-los-sustratos/>
- Gestores de Residuos. (2017). Damm convierte residuos orgánicos en alimento para animales - Gestores de Residuos. <https://gestoresderesiduos.org/noticias/damm-convierte-residuos-organicos-en-alimento-para-animales>
- Gob, Gobierno de México. (2017). Guía técnica para el manejo y aprovechamiento de biogás en plantas de tratamiento de aguas residuales. Programa Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México.
- Hernández Suárez, C. A. (2013). Teocelo: trabajo comunitario frente a la escasez de recur-

- sos. *Revista del CESLA*, (16),151-157. [fecha de Consulta 20 de Octubre de 2022]. ISSN: 1641-4713. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243329724008>
- Horizonte O. (2022). Página Web de la empresa. <http://www.horizonte-o.com/>, consultado el 20 de octubre de 2022.
- INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2021). Martínez Arroyo A., Octaviano Villasana C.A., Nieto Ruiz J., *Análisis y revisión técnica del marco legal existente para la instrumentación de una política en materia de economía circular para México*. pp. 47.
- Martinez, V., y García, R. (2010). Fermentación oscura, fotofermentación y biofotólisis: análisis de su aplicación en secuencia para la producción de hidrógeno biológico. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2415.9844>
- PNUMA, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP por sus siglas en inglés). (2021). Índice de desperdicios de alimentos 2021. Consultado el 22 de abril de 2022 en: <https://www.unep.org/es/resources/informe/indice-de-desperdicio-de-alimentos-2021>
- Ramirez, V., Peñuela, L., y Perez, M. (2017). Los residuos orgánicos como alternativa para la alimentación en porcinos. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(2), 107-124. <https://doi.org/10.22267/rcia.173402.76>
- Rojas, J. (2011). Diagnóstico de los residuos sólidos orgánicos de las sodas y procesamiento por lombricompostaje en el Campus Omar Dengo, Universidad Nacional. Proyecto de graduación licenciatura. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Costa Rica. p 44.
- Sancho y Cervera J. y Rosiles G., (1999). Situación actual del manejo integral de los residuos sólidos en México. SEDESOL. México D.F., México.
- SEDUE, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, (1998). Políticas y estrategias en el manejo de los residuos municipales e industriales en México. México D.F., México.
- SEDEMA, Secretaría de Medio Ambiente (2022). Economía Circular para todos. Recuperación para el conocimiento y prosperidad. En línea, <http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/circular/regulacion-mexicana-en-materia-circular>. Consultado: 10 de octubre de 2022.
- Semarnat, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. Ciudad de México, México. 201 pp.
- (2016). La otra cara de la basura. Recuperado el 23 de octubre de 2022 de <https://www.gob.mx/semarnat/galerias/residuos-solidos-urbanos-la-otra-cara-de-la-basura-18815>
- (2018). Informe del medio ambiente capítulo 7 <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap7.html>
- (2020). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. Ciudad de México, México. pp. 274.
- Shaaban, S., Nasr, M. (2020). Toward Three R's Agricultural Waste in MENA: Reduce, Reuse, and Recycle. En: Negm, A., Shareef, N. (eds) *Waste Management in MENA Regions*. Springer Water. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18350-9_17

Trejo, Z. D., García, T. J. F., y Gutiérrez, A. C. (2019). Conversión de residuos a biocombustibles. *Ciencia*, 70(1), 64-71.

Universidad Nacional de Costa Rica – UNAC sostenible (2015). Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost. Recuperado el 23 de octubre de 2022 de <https://documentos.una.ac.cr> > Manual Composteras.

Sobre los autores

Eduardo Castillo González

Ingeniero Civil certificado y perito en Ingeniería Sanitaria y Ambiental, con maestría en Ingeniería Ambiental y doctorado en Educación. Profesor de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana. Ha publicado más de 30 artículos y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores de México. Fue director de la Facultad de Ingeniería Civil, región Xalapa, por dos periodos. Tiene más de 20 años de experiencia profesional en gestión de residuos sólidos, impacto ambiental y tratamiento de aguas residuales.

ORCID: <https://orcid.org/000-0002-3180-4373>

GOOGLE SCHOLAR: https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%-2C5&q=Eduardo+castillo+gonzalez&oq=Eduardo

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Eduardo-Castillo-Gonzalez-2069131013>

Lorena De Medina Salas

Doctora en Ciencias con especialidad en Química Inorgánica y Doctora en Proyectos con línea de investigación en medio ambiente, calidad y prevención. Es profesora e investigadora en el Programa de Educativo Ambiental de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana. Pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores de México. Ha publicado más de 40 artículos y se ha desempeñado como revisora para diversas revistas especializadas.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7423-7455>

GOOGLE SCHOLAR: <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=URxM4asAAAAJ>

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/profile/Lorena-De-Medina-Salas>

Mario Rafael Giraldi Díaz

Doctor en Ingeniería Ambiental por la Universidad Politécnica de Cataluña, España. Obtuvo dos becas de investigación posdoctoral. Tiene más de diez años de experiencia en el campo científico de la ecología industrial, cuenta con varias publicaciones internacionales y direcciones de tesis en este campo. Posee experiencia profesional en la industria y organismos gubernamentales. Actualmente es profesor titular e investigador de ingeniería ambiental en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores de México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0390-9925>

GOOGLE SCHOLAR: https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%-2C5&q=mario+rafael+giraldi+diaz&btnG=&oq=mario+Rafael+

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Mario-Rafael-Giraldi-Diaz-2134582257>

Gerardo Bernache Pérez

Doctor en Antropología Social por la Universidad de Arizona (1994), profesor investigador del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) Unidad Regional Occidente. Especialidad en la línea de sociedad y medio ambiente. Desarrolla proyectos enfocados a estudios de producción y manejo de residuos sólidos urbanos, el impacto ambiental de los vertederos, generación y gestión de residuos eléctricos y electrónicos, comunidades contaminadas y derechos humanos ambientales, desarrollo urbano sostenible, participación ciudadana y gestión integral de residuos sólidos. Pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores de México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6191-7846>

GOOGLE SCHOLAR: https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%-2C5&q=gerardo+bernache+perez&btnG=

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/profile/Gerardo-Bernache-Perez>

Biuludani Altamirano Magaña

Licenciado en Derecho por la Facultad de Derecho de la Universidad Nacional Autónoma de México y cuenta con estudios de especialidad en Derecho Administrativo en la misma universidad. Obtuvo una beca por la UNAM para realizar una estancia de investigación en la Universidad de Valencia, en materia de Regulación Europea de Energías Renovables y Economía Circular, donde pudo analizar distintos casos de regulación europea contemporánea. Cuenta con un diplomado en Economía Circular por la Universidad del Medio Ambiente, así como un diplomado en Derecho de la Competencia Económica por la Universidad Panamericana. Cuenta con un Máster en Argumentación Jurídica por la Universidad de Alicante. Ha participado en proyectos de consultoría en materia de economía circular para el Gobierno del Estado de México; asimismo, ha sido ponente en diversos foros y seminarios de economía circular organizados por universidades y organizaciones civiles. Participó como coautor en el Capítulo México sobre economía circular con el Reporte “Circular Economy Day” de la Comisión Legal de Medio Ambiente y Energía de la Asociación Internacional de Jóvenes Abogados. Es asociado de tiempo completo en la firma de abogados Carvajal y Machado, S.C. orcid: <https://orcid.org/0009-0009-5431-7007>

Ana Lorena Iturbe Desentis

Estudió Ingeniería Industrial en la Universidad Panamericana Campus Guadalajara, especializándose en Dirección de Operaciones. En 2013 estudia la Maestría en Ingeniería y combina sus conocimientos con las herramientas de sustentabilidad y ecodiseño, desarrollando la tesis “Contenedor desechable de hoja de plátano”, en la cual obtuvo mención honorífica. Participó en conjunto con el Mtro. Antonio Lara-Barragán en dos investigaciones publicadas. Desde el 2007 comienza en la docencia; en 2013 propuso integrar la materia de Diseño Sustentable a la especialidad de Diseño y Tecnología. Continuamente busca empresas y productos que promuevan la economía circular. En 2022 participó en una entrevista y contribuyó en el libro Economía Circular Mexicana del Instituto Politécnico Nacional con el capítulo “El rol activo del consumidor en la Economía Circular en México”. Cuenta con experiencia profesional desde 2007 colaborando en compañías de empaque y embalaje.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7266-2261>

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/profile/Ana-Iturbe>

GOOGLE SCHOLAR: https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=_VQBY-8MAAAAJ

Héctor Guadalupe Ramírez-Escamilla

Estudió la Licenciatura en Ingeniería Ambiental (2018-2022) en la Unidad Profesional interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI) del Instituto Politécnico Nacional, en la Ciudad de México, en donde realizó la publicación de un artículo titulado “Plan de negocio para la producción de biometano envasado en tanques, como propuesta de aprovechamiento para residuos de estiércol” con el propósito de demostrar la rentabilidad y las ventajas ambientales de usar biocombustibles. Su principal línea de investigación es el manejo, gestión y aprovechamiento de residuos textiles bajo el enfoque de la economía circular.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9440-4644>

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/profile/Hector-Ramirez-Escamilla>

GOOGLE SCHOLAR: <https://scholar.google.com/citations?hl=es&authuser=1&user=fyJvKSQAAAAJ>

Academia: <https://ipn.academia.edu/HectorRamirezEscamilla>

María Concepción Martínez Rodríguez

Profesora investigadora del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Doctora en Política Pública egresada de la Escuela de Graduados en Administración Pública y Política Pública del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, cuenta con la maestría en Administración Pública y Políticas Públicas por la misma institución, y la licenciatura de Ingeniero Químico Industrial por el Instituto Politécnico Nacional. Su experiencia profesional se ha desarrollado en el sector académico, ha publicado libros, artículos científicos, participado en congresos nacionales e internacionales, dirigido proyectos de investigación en Políticas Públicas, gobernanza, gestión ambiental, cambio climático, desarrollo sustentable y transdisciplina. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores. Actualmente coordina el Tlani Nantli Tour en el IPN, grupo de investigación dedicado a la difusión de la ciencia. En el sector gubernamental trabajó en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) como Subdirectora de

Movimientos Transfronterizos y Asuntos Internacionales. En el sector privado cuenta con una experiencia de más de 10 años en empresas transnacionales.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3094-5411>

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/profile/Maria-Martinez-Rodriguez-2>

GOOGLE SCHOLAR: <https://scholar.google.com/citations?hl=es&authuser=1&user=NByc9WUAAAAJ>

ACADEMIA.EDU: <https://mariaconcepcionmartinezrodriguez.academia.edu/>

Lorena Elizabeth Campos Villegas

Maestra en Ciencias (Biología), egresada de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Sus líneas de investigación son los sistemas acuáticos, contaminación y deterioro ambiental por metales pesados, con aplicación en la Hidrogeoquímica de contaminantes (metales). Cuanta con investigación de campo y laboratorio. Posee experiencia laboral: en diseño e implementación de sistemas de gestión para sistemas ambientales y de calidad acordes a las normas ISO 17025, 14001 y 9001, auditoría ambiental e industria limpia, con registro en el padrón de evaluadores de la EMA. Especialista en Espectroscopia de Absorción Atómica (MHS y HGA), Emisión Plasma OES y Masas para, desde el laboratorio, investigar el papel que juegan las masas de agua en el intercambio de metales en los sistemas acuáticos, la plataforma continental y su interacción con las comunidades bióticas. Ha participado en campañas oceanográficas para el Golfo de México y de California en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, el laboratorio de Espectroscopia de absorción y emisión atómica de la UAM y el Laboratorio de Análisis y Monitoreo Ambiental del CIEMAD-IPN.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7248-9296>

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/profile/Lorena-Campos-Villegas>

GOOGLE SCHOLAR: <https://scholar.google.com/citations?hl=es&authuser=1&user=YkNZaK0AAAAJ>

Academia: <https://ipn.academia.edu/LorenaElizabethCamposVillegas>

Ana Laura Cervantes Nájera

Es estudiante del Doctorado en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad en el Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Es

Maestra en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad por la misma institución. Egresada de la carrera de Ingeniería Química Industrial por la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del IPN. Cuenta con 4 capítulos de libro publicados y editados por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma de Chapingo y Elsevier, sobre sus líneas de investigación. Éstas se enfocan en la adaptación de las ciudades al cambio climático, soluciones basadas en la naturaleza y la mejora de los espacios urbanos por el aumento de áreas verdes urbanas.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3841-2011>

GOOGLE SCHOLAR: <https://scholar.google.com/citations?user=CBs19IoAAAA-J&hl=en>

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/profile/Ana-Cervantes-3>
<https://ipn.academia.edu/AnaCervantes>

Martín C. Vera Martínez

Doctor en Gobierno y Administración Pública por la Universidad Complutense de Madrid; asesor del Senado de la República en las LIV y LXII Legislaturas y de la Cámara de Diputados en las legislaturas LIII-LXII. Secretario Técnico del Instituto Nacional de Migración y Secretario Técnico de la Visitaduría General de la PGR. Profesor-investigador de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Baja California. Ha impartido cátedra en la UNAM, el ITESM, el Instituto Internacional del Derecho y del Estado y la Universidad Autónoma de la Ciudad de México en licenciatura, maestría y doctorado. Consejero Consultivo de Transparencia y Acceso a la Información de Baja California. Perfil deseable Prodep y Miembro C del SNI. Miembro de la Red Mexicana por el Servicio Profesional de Carrera; Consejo Asesor de la Revista Buen Gobierno; Instituto Nacional de Administración Pública; CLAD y del Grupo de Investigadores en Administración y Políticas Públicas España-Latino América. Consejero Consultivo de Transparencia del Estado de Baja California. Coordinador General del Observatorio de Seguimiento a las Propuestas de campaña UABC-IEEBC.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3415-9357>

GOOGLE SCHOLAR: <https://scholar.google.com/citations?user=kzYiowgAAAA-J&hl=es>

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/profile/Martin-Vera-2>

ACADEMIA.EDU: <https://independent.academia.edu/VeraMart%C3%ADnez1>

Ana Laura Tecorralco-Bobadilla

Maestra en Ciencias e Ingeniería Ambientales. Se especializa Desarrollo de compostaje de residuos orgánicos y bioamueblamiento. Ha colaborado en estudios de clasificación de subproductos de residuos sólidos urbanos. Desarrollo a temas de investigación en Análisis de Ciclo de Vida para determinación de impactos ambientales en cubrebocas.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2161-3870>

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/profile/Ana-Tecorralco-2>

Alethia Vázquez-Morillas

Doctora en Ciencias e Ingeniería Ambientales. Desarrolla investigación relacionada con residuos plásticos y otras corrientes de residuos de manejo especial, a través de la colaboración con gobiernos locales, empresas y asociaciones civiles. Actualmente dirige proyectos relacionados con la caracterización de residuos sólidos, el comportamiento de residuos plásticos en sistemas de composteo y rellenos sanitarios, así como la presencia de microplásticos y residuos en playas mexicanas. Es autora de artículos en publicaciones de arbitraje, capítulos de libros y ha realizado múltiples ponencias en foros académicos y de divulgación.

ORCID: 0000-0003-1986-0708

GOOGLE SCHOLAR: https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=sNt-FH_gAAAAJ

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/profile/Alethia-Vazquez>

Rosa María Espinosa-Valdemar

Doctora en Ciencias e Ingeniería Ambientales. Desarrolla investigación relacionada con la degradación de residuos orgánicos, especialmente compostaje y gestión de residuos sólidos urbanos, principalmente los relacionados a productos higiénicos y pañales, igualmente en generación, composición y reciclaje de residuos plásticos. Es autora de artículos en publicaciones de arbitraje y capítulos de libros.

ORCID: 0009-0007-1231-3871

GOOGLE SCHOLAR: <https://scholar.google.es/citations?user=0O3jG0oAAAAJ&hl=es>

Perla Xochitl Sotelo-Navarro

Doctora en Ciencias Ambientales. Experta en gestión de residuos sólidos, principalmente en pañales y productos higiénicos, obtención de biocombustibles a partir de ellos y composteo. Su investigación central es respecto a las biorrefinerías en México, evaluando su Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para determinar impactos ambientales y socioeconómicos. También indaga sobre la economía circular de residuos.

ORCID: 0000-0002-1179-4884

GOOGLE SCHOLAR: <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=nJJn-B4UAAAAJ>

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/profile/Perla-Xochitl-Sotelo-Navarro-2>

Salvador García Ruvalcaba

Coordinador del Centro Regional de Especialización en Educación para el Desarrollo Sostenible Occidente de Jalisco (RCE Western Jalisco), el cual es parte de la Red Global de RCE de la Universidad de las Naciones Unidas. Es Jefe del Laboratorio de Educación para la Salud y Sostenibilidad Aplicada en el Departamento de Ciencias de la Salud y Ecología Humana y responsable del Cuerpo Académico de Educación para el Desarrollo Sostenible. Su línea de investigación es la educación, divulgación y gestión para la conservación del patrimonio biocultural y la salud ambiental y humana. Estudió en la Universidad de Guadalajara la licenciatura en Biología, la maestría en Educación Ambiental y el doctorado en Ciudad, Territorio y Sostenibilidad. Es profesor investigador con experiencia en trabajos publicados sobre educación ambiental, educación para el desarrollo sostenible, aplicados a la participación en la gestión municipal de residuos sólidos urbanos, huertos y agricultura orgánica, saneamiento de ríos y el programa universitario de acopio y reciclaje de aparatos electrónicos y electrónicos.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2034-3890>

Jorge Arturo Pelayo López

Tiene un Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Es Profesor Docente Asociado B, adscrito al Departamento de Ingenierías del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Su línea de investigación es el diseño

de circuitos electrónicos. Forma parte del equipo del programa universitario de acopio y reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos del Centro Universitario de la Costa Sur. Entre sus publicaciones se encuentran los textos: “Planeación Estratégica para la Educación Ambiental, una herramienta para la gestión de residuos sólidos en instituciones educativas;” “Comparativa de la eficiencia entre un sistema fotovoltaico con seguimiento solar y un sistema fotovoltaico fijo”. Fue ganador del Premio a la Vinculación Universidad-Sociedad 2013.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3470-9176>

Alfredo Tomás Ortega Ojeda

Estudió Biología en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Realizó estudios de maestría en Biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM, y maestría en Ciencias de la Educación en la Universidad de Monterrey. Ingresó a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Guadalajara en 1988, como coordinador del Programa de Protección a la Tortuga Marina. Posteriormente participó en el Laboratorio Bosque La Primavera y el Instituto Manantlán de Ecología y Recursos Naturales, siempre en el tema de Ecología y Conservación de recursos naturales. En el año 1995 se incorporó al recién creado Centro Universitario de la Costa Sur, con sede en Autlán de Navarro, Jalisco. Ha impartido cursos de Biología general, Ecología, Teoría general de sistemas, Ecología y Desarrollo, a nivel licenciatura y posgrado.

Ha participado en proyectos de investigación y vinculación en Educación ambiental, Educación para el Desarrollo Sostenible, entre ellos en el RCE Western Jalisco, perteneciente a la Red Global de Centros de Especialización en Educación para el Desarrollo Sostenible de la Universidad de Naciones Unidas, con sede en Tokio, Japón. Así como en proyectos de intercambio académico con las Universidades de Wisconsin, Madison, y Guelph, Canadá. Durante su periodo como Rector del Centro Universitario de la Costa Sur impulsó estrategias para el manejo ambientalmente responsable del campus, con acciones como: el uso responsable de agua y energía, la separación de residuos sólidos, el reciclado de electrónicos y el diseño de un campus bajo criterios de sustentabilidad.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0100-6714>

Nancy Elizabeth Ambriz Trujillo

Estudió Ingeniería en Recursos Naturales y Agropecuarios en el Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Cuenta con una Maestría en Metodología de la Enseñanza en el Instituto Mexicano de Estudios Pedagógicos y un Doctorado en Ciencias de la Educación en la Universidad Santander y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Cuenta con dos patentes y cinco artículos publicados. Participa en proyectos de investigación y vinculación en Educación ambiental y Educación para el Desarrollo Sostenible relacionados con gestión de residuos. Pertenece al grupo del Centro de Especialización en Educación para el Desarrollo Sostenible del Occidente de Jalisco y es miembro del Cuerpo Académico de Educación para el Desarrollo Sostenible. Sus líneas de investigación son la educación divulgación y gestión para la conservación del patrimonio biocultural y la salud ambiental y humana.

Gabriela Pérez Carrillo

Cuenta con una Licenciatura en Turismo y Maestría en Educación Ambiental, egresada de la Universidad de Guadalajara. Es profesora investigadora de tiempo completo en el Departamento de Ecología y Recursos Naturales (DERN) del Centro Universitario de la Costa Sur (Cucsur), Universidad de Guadalajara. Imparte las materias de Educación Ambiental e Interpretación Ambiental en la Ingeniería en Recursos Naturales y Agropecuarios en el Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Se desempeña como Jefa del Laboratorio de Educación Ambiental del DERN. Cuenta con experiencia en la ejecución de Proyectos de Educación Ambiental para la Gestión de Residuos Sólidos en municipios y colabora en la organización de campañas de acopio de residuos electrónicos. Algunos productos se pueden consultar en: <https://www.researchgate.net/profile/Gabriela-Carrillo-7>. Es conductora titular y productora ejecutiva del Programa Radiofónico de emisión semanal “Agenda 21: una alternativa para construir un futuro sustentable y mejorar la calidad de vida” en el 102.3 FM en Radio Universidad de Guadalajara en Autlán, Jalisco. También se desempeña como activista en varios colectivos ambientales y como gestora empresarial y emprendedora de los proyectos “Arte & Biodiversidad en lo Cotidiano” y TETEKOLO.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0771-5888>

RESEARCH GATE: <https://www.researchgate.net/profile/Gabriela-Carrillo-7>

Tania Merino Gómez

Es profesora titular, tiene un Máster en Didáctica de la Biología y es Doctora en Ciencias Pedagógicas, también es especialista en desarrollo local, seguridad biológica, gestión y educación ambiental. Investigadora y gestora en proyectos de investigación-desarrollo por más de 30 años. Coordinó la Red de Medio Ambiente de las universidades cubanas. Punto focal en la Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades (ARIUSA), y en la iniciativa del Programa Horizontes Europa. Participa en consejo de expertos de GUPES/PNUMA y es árbitro de 5 revistas científicas. Coordinó cursos de diplomado en Educación Ambiental: Teoría y Práctica, y de especialización en Didáctica de las Ciencias Naturales. Participa como docente en programas de maestría y doctorado. Recibió el Premio de la Academia de Ciencias de Cuba en 2015, el Premio Nacional de Medio Ambiente en 2017, y fue nombrada Miembro de Honor de la Academia Internacional de Ciencias, Tecnología, Educación y Humanidades (AICTEH) en 2019.

Beneficiada del Programa de Movilidad México-Cuba 2022 por la ANUIES, participó en proyectos de educación ambiental del RCE Western Jalisco, en los municipios de Ayutla, La Huerta y Autlán y en la evaluación del programa RIE (Reciclaje Inteligente de Electrónicos), proyectos del huerto de la amistad, programas de Radio del Cucsur, Universidad de Guadalajara.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7129-3715>

Economía circular mexicana, María Concepción Martínez Rodríguez, Lorena Elizabeth Campos Villegas, Moises Emmanuel Manzanares Manzanarez (coordinadores), publicado por Ediciones Comunicación Científica, S. A. de C. V., se terminó de imprimir en marzo de 2024, en los talleres de Ultradigital Press, S. A. de C. V., Centeno 195, Col. Valle del Sur, 09819, Ciudad de México. El tiraje fue de 500 ejemplares impresos y en versión digital para acceso abierto en los formatos PDF, EPUB y HTML.

La economía circular (EC) es un modelo que se contrapone a la economía lineal y busca desacelerar la extracción de materias primas y disposición final de materiales. Para una transición exitosa hacia la EC en México, se necesita adaptarla a la cultura mexicana, establecer sus características, los pasos y las etapas, así como las métricas de la circularidad propias al contexto nacional, establecer el nivel de circularidad que se tiene hoy en día y su proyección a futuro. A nivel internacional cada país ha adaptado el concepto de EC a su contexto, teniendo diferentes conceptualizaciones de la EC. México necesita definir la EC que más se adapte a sus características y necesidades. El desafío de establecer la transición hacia una EC en México es importante, ya que requiere de un cambio sistemático y del involucramiento de diversos actores. El presente libro tiene el objetivo de acercarse lo más posible a la conceptualización de EC mexicana.



María Concepción Martínez Rodríguez es Doctora en Política Pública por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey ITESM. Actualmente es Profesora Investigadora de Tiempo Completo del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional. Es miembro del SNI del CONAHCYT. Sus líneas de investigación: Políticas públicas, gobernanza, gestión ambiental, desarrollo sustentable.



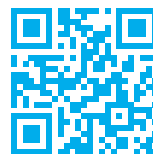
Lorena Elizabeth Campos Villegas es responsable del Laboratorio de Análisis y Monitoreo Ambiental IPN-CIEMAD, investigadora en el área ambiental, con interés en sistemas acuáticos y la gestión ambiental, la línea de investigación Limnología e incursiones en Oceanografía con campañas oceanográficas; Golfo de México y California para evaluar contaminación por metales.



Moises Emmanuel Manzanares Manzanarez es Maestro en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad, e Ingeniero Ambiental por el Instituto Politécnico Nacional, recibiendo el título y el grado por tesis relacionadas al manejo de residuos y a la economía circular, ha participado como asesor técnico en el manejo de residuos sólidos urbanos.



Dimensions



DOI.ORG/10.52501/CC.170

9 786075 998886