



CEC
CCA
CCE

Estudio marco sobre el manejo de residuos de bioplásticos posconsumo y mercados secundarios en México

Transformación del reciclaje y el manejo
de residuos sólidos en México

Resumen ejecutivo



Índice

Índice	i
Lista de cuadros	ii
Lista de gráficas	ii
Siglas y acrónimos	iii
1. Contexto y alcance del estudio	1
2. Método de investigación	3
2.1 Flujo de materiales y manejo de residuos	4
2.1.1 Gestión y manejo de residuos	7
3. Visión general del mercado	7
3.1 Reciclaje y valorización de los residuos de bioplástico	13
4. Marco normativo	13
5. Hallazgos y recomendaciones	14
6. Conclusiones	17
6.1 Conclusiones compartidas sobre el manejo de residuos de bioplásticos en Canadá y Estados Unidos	18
7. Bibliografía	20

Fotografía de la portada: Plantas en hilo tejido proveniente de residuos de la industria automotriz, Artesanas de Jalpan de Serra, Querétaro, México – Con permiso de Neaton Auto Mexicana.

Lista de cuadros

Cuadro 1. Tipo de bioplástico importado, por país de origen y aplicaciones principales.....	4
Cuadro 2. Empresas que comercializan o producen materia prima para bioplásticos en México	5
Cuadro 3. Costo comercial de diferentes tipos de bioplásticos y tiempo de biodegradación	9
Cuadro 4. Barreras a la circularidad de los bioplásticos en los tres países y soluciones	19

Lista de gráficas

Gráfica 1. Distribución de las clases de plástico, de acuerdo con la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA).....	2
Gráfica 2. Capacidad mundial de producción de bioplásticos, 2024	9
Gráfica 3. Capacidad mundial de producción de bioplásticos, 2029	10
Gráfica 4. Flujos de residuos de bioplásticos, por tipo de resina y productos, en México, en 2022 (kilotoneladas)	11
Gráfica 5. Consumo aparente de PLA en México, 2015-2024 (kilotoneladas)	12

Siglas y acrónimos

AMB	Asociación Mexicana de Bioplásticos, A.C.
Bio-PA	bio-poliamida
Bio-PE	bio-polietileno
Bio-PET	bio-polietileno tereftalato
Bio-PP	bio-polipropileno
Bio-PVC	bio-policloruro de vinilo
CCA	Comisión para la cooperación ambiental
kt	kilotoneladas
LPGIR	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos
PBAT	tereftalato de adipato de polibutileno
PBS	polibutileno succinato
PCL	policaprolactona
PE	polietileno
PEF	furanoato de polietileno
PET	polietileno tereftalato o tereftalato de polietileno
PHAs	polihidroxialcanoatos
PLA	ácido poliláctico o poliácido láctico
PP	polipropileno
PS	poliestireno
SDF	sitio de disposición final para residuos sólidos urbanos o de manejo especial

1. Contexto y alcance del estudio

Como parte del proyecto *Transformación del reciclaje y el manejo de residuos sólidos en América del Norte* del Plan Operativo 2021, la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) encomendó la realización de estudios sobre el reciclaje y el manejo de residuos de papel y cartón, de plásticos y de bioplásticos para Canadá, Estados Unidos y México, con el objetivo de acelerar la adopción de prácticas de economía circular (EC) orientadas a fomentar estrategias para la gestión sustentable de estos materiales, que generen beneficios económicos y ambientales en la región.

El presente estudio corresponde al estudio centrado en residuos de bioplásticos (los análisis correspondientes a residuos de papel y cartón, y a residuos de plásticos, se presentan en estudios independientes). Recientemente se publicó una serie de estudios similares centrados en Canadá y Estados Unidos.¹ En éste se ofrece, en términos tan exhaustivos como lo permiten los datos disponibles, una instantánea del estado actual del manejo de los residuos de bioplásticos, así como de las barreras que limitan su circularidad y las oportunidades para superarlas.

El estudio se concibió con miras a recabar información de utilidad para fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los distintos grupos de interés, además de proporcionar a quienes son responsables de la formulación de políticas recomendaciones con fundamento en datos objetivos orientadas a optimizar tanto el manejo de los residuos de bioplásticos como su circularidad en Canadá y Estados Unidos.

Para ello, se examinan la situación a lo largo de la cadena de valor de los bioplásticos en cada país; las tendencias del mercado en términos de producción, importación y demanda; las políticas vigentes y de reciente adopción, y las mejores prácticas y consideraciones para el manejo de residuos de estos materiales.

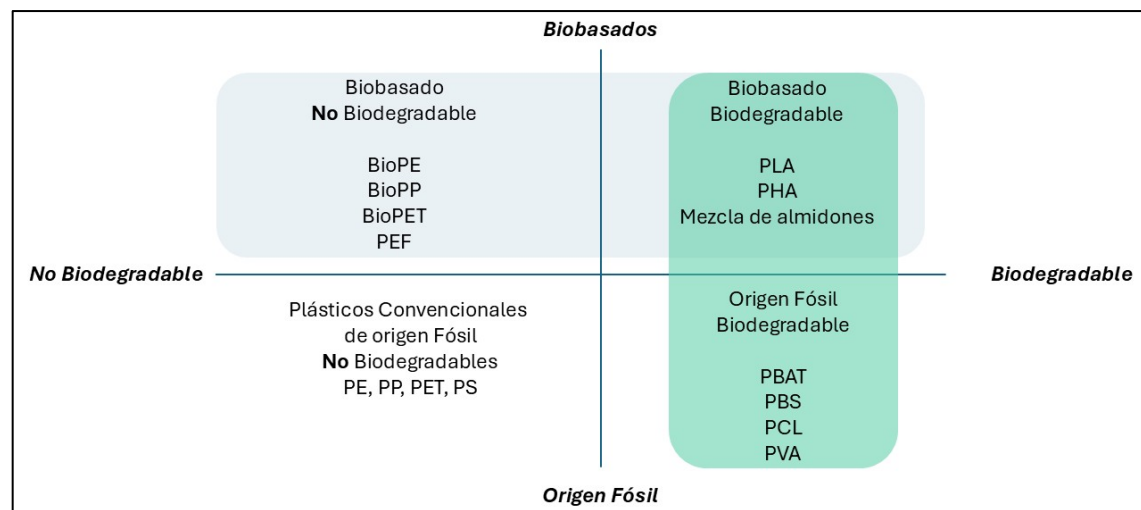
En el contexto de este estudio, los bioplásticos se consideran como una familia de materiales que pueden ser de base biológica —biobasados— o biodegradables, o que presentan ambas propiedades.

Asimismo, se reconoce la existencia de plásticos de origen fósil o petroquímico, biodegradables y diseñados para su mineralización en condiciones ambientales específicas que favorecen dicho proceso, como el compostaje, los ambientes marinos o incluso entornos anóxicos como los biodigestores.

Con base en el origen de la materia prima y las características de biodegradabilidad del producto, es posible identificar tres clases de plásticos.

¹ CCA (2025), [Transformación del reciclaje y el manejo de residuos sólidos en América del Norte](#), Comisión para la Cooperación Ambiental.

Gráfica 1. Distribución de las clases de plástico, de acuerdo con la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)



Fuente: Elaboración propia a partir de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA por sus siglas en español, y EEA por sus siglas en inglés) (2020) y de European Bioplastics (EUBP, 2024)

La gráfica 1 presenta los tipos de plásticos con los que interactuamos en la vida cotidiana: por un lado, los plásticos convencionales —todos ellos de origen fósil— y, por otro, aquellos que, por su capacidad de descomponerse de forma natural en un tiempo razonable y generar productos finales inocuos, se identifican como biodegradables o compostables.

El presente informe aborda tres grupos de bioplásticos, que se describen a continuación.

Biobasados biodegradables. Entre los bioplásticos que son simultáneamente de base biológica y biodegradables se encuentran el ácido poliláctico (PLA) y los polihidroxialcanoatos (PHA). El PLA es uno de los bioplásticos más utilizados y se obtiene principalmente a partir de recursos como el maíz. Presenta propiedades similares a las del polietileno tereftalato (PET) —un plástico convencional de la familia de los poliésteres—, aunque es menos resistente a temperaturas elevadas. Por su parte, los PHA constituyen una familia de biopolímeros cuyas propiedades pueden variar de manera significativa según el tipo de polímero específico que los componga. Éstos se obtienen a partir de células vegetales o mediante biotecnología mediante cultivos bacterianos.

Biobasados no biodegradables. En este grupo se cuentan el biopolietileno (Bio-PE), con propiedades similares a las del polietileno convencional. Por su parte, el Bio-PET presenta características semejantes al polietileno tereftalato. Ambos bioplásticos se fabrican, la mayoría de las veces, a partir de caña de azúcar, proceso del cual se obtiene bioetanol como producto intermedio. También pertenece a esta categoría la biopoliamida (Bio-PA), bioplástico reciclable con excelentes propiedades de aislamiento térmico.

No biobasados biodegradables. La biodegradabilidad tiene que ver con la estructura química del polímero y, por tanto, se pueden obtener plásticos biodegradables a partir de

petróleo con el procesamiento adecuado. Un ejemplo son las policaprolactonas (PCL) o el polibutileno succionato (PBS).

Los bioplásticos más comunes presentan diversas propiedades y aplicaciones, y pueden generar confusión con los denominados *plásticos oxodegradables*. Estos últimos son plásticos convencionales que, mediante la adición de aditivos, tienen la capacidad de fragmentarse en partículas más pequeñas, lo que produce únicamente la apariencia de biodegradación.

En México, el manejo esperado para los residuos posconsumo fabricados con bioplásticos es su tratamiento en plantas de compostaje industrial. Sin embargo, hoy en día no se dispone de instalaciones de este tipo; las plantas de compostaje en pie se utilizan principalmente para el tratamiento de residuos de poda, en instalaciones a cielo abierto.

La Ciudad de México es la entidad federativa con mayores avances en términos de reglamentación de bioplásticos. Se dispone de un procedimiento administrativo para autorizar la comercialización de estos productos, complementado con la obligación de que las empresas presenten planes de manejo. Asimismo, se ha instrumentado una norma de aplicación local que exige la presentación de informes semestrales sobre ventas y recuperación de residuos posconsumo.

2. Método de investigación

El mercado de bioplásticos en México es incipiente, y la información disponible proviene principalmente de investigación secundaria en fuentes electrónicas, complementada con datos obtenidos de algunos actores de la cadena de valor que contribuyen a documentar el comportamiento del mercado nacional. Esta información se complementa con bases de datos internacionales relacionadas con la compraventa de bioplásticos, en particular en los mercados de Europa y América del Norte.

Los datos de mercado se obtuvieron, en parte, de información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México y de plataformas de importación de materias primas, lo que permitió elaborar el diagrama de Sankey, que muestra las cuotas de importación de resinas de bioplásticos.

El análisis de mercado indica que el crecimiento está vinculado principalmente al surgimiento de micro y pequeñas empresas dedicadas a la producción de bioplásticos a partir de residuos agroindustriales, sin que se hayan identificado empresas agrícolas que destinen su producción de biomasa de manera exclusiva a la fabricación de bioplásticos.

Dada la naturaleza emergente de este sector, la información de mercado debe considerarse no consolidada.

2.1 Flujo de materiales y manejo de residuos

México es un importador neto de pellets de PLA, PHA, almidón, PBAT, PBS y de fibra de celulosa proveniente de bagazo de caña o bambú. De acuerdo con información de la Asociación Mexicana de Bioplásticos (AMB) compartida vía comunicación directa, aunque existen otras materias primas que podrían resultar más eficientes o de mayor valor en términos de biodegradabilidad o compostabilidad, su disponibilidad en México continúa siendo limitada, al ser Europa, Estados Unidos y países emergentes (en Asia) sus primeros consumidores o mercados atendidos.

Los principales tipos de bioplástico importados en México se incluyen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tipo de bioplástico importado, por país de origen y aplicaciones principales

Tipo de bioplástico	País de origen	Aplicaciones principales
PLA	Alemania, Estados Unidos, China, Países Bajos	Envases, filamentos, cubiertos
PHA	Estados Unidos, China, Corea del Sur, Países Bajos, Singapur	Compostables, utensilios biodegradables
A partir de almidón	De maíz: Estados Unidos, Brasil, Turquía, Francia De papa: Dinamarca, Países Bajos, Alemania, Francia, Estados Unidos De trigo: Estados Unidos	Bolsas, películas, cubiertos
PBAT y PBS	China, Estados Unidos	Optimización de las propiedades del PLA o el almidón
Celulosa (fibras vegetales)	Parcialmente nacional, también importada de Estados Unidos, Alemania, China, Brasil y Suecia	Películas y empaques biodegradables

Fuente: Elaboración propia con datos de European Bioplastics (2024), Databridge Market Research (2024) y Global Growth Insights (2024).

Si bien es cierto que México cuenta con vastas superficies de tierra destinadas al cultivo de materia prima utilizada principalmente con fines alimentarios o forestales, destinar parte de esta superficie a otras aplicaciones, como el cultivo de especies para la producción de materiales reservados para la elaboración de biopolímeros y, por ende, a la fabricación de productos desechables, es un asunto que genera profundos cuestionamientos, lo mismo en la esfera nacional que internacional, por el cambio de uso de suelo.

Con base en lo anterior, la extracción de materiales orgánicos proviene primordialmente del aprovechamiento de residuos agroindustriales que aportan materiales como almidón, celulosa o biomasa, en general, entre los que se incluyen semillas de aguacate, mango, bagazo de caña de azúcar o incluso algas, para la obtención de las bases químicas necesarias para la fabricación de bioplásticos.

Al respecto, el aprovechamiento de materia prima derivada de residuos es resultado de proyectos de investigación y desarrollo en constante crecimiento, liderados por instituciones académicas como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), universidades estatales y centros de investigación, como los alojados en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), entre otras, cuyas investigaciones en la materia abarcan la extracción de almidones y otros compuestos a partir de residuos agroindustriales.

En México, la producción de bioplásticos se encuentra altamente sectorizada y concentrada en empresas pequeñas o de reciente creación, con capacidades instaladas menores a 100 toneladas mensuales. En su mayoría, estas empresas utilizan residuos agroindustriales como materia prima, en lugar de cultivos establecidos de forma exclusiva para este fin.

Cuadro 2. Empresas que comercializan o producen materia prima para bioplásticos en México

Empresa	Etapas	Datos generales
Avani Eco-México	Productor y transformador	Subsidiaria de Avani Eco-Indonesia, con sede en la Ciudad de México.
BioSolutions	Productor y transformador	Compañía mexicana fundada en 2013, dedicada a elaborar materiales bioplásticos a partir de celulosa o biomasa agroindustrial, marca Polyagave.
Biofase	Productor, importador y transformador	Empresa dedicada a la elaboración y venta de resinas de bioplástico o plástico biodegradable, a partir de huesos de aguacate. Las resinas pueden procesarse por inyección, extrusión o termoformado.
Bioelements	Importador y transformador	Comercializa y procesa resinas compostables de PBAT y almidón.
Ecoplaso	Productor	Produce bioplásticos a partir de desechos orgánicos en tres presentaciones: láminas, pellets y filamentos 3D. Capacidad de producción de la planta: 300-400 kg por día.
Green Loop	Productor y transformador	Con sede en Querétaro, produce biopolímeros y compostables certificados.

Empresa	Etapas	Datos generales
Green Plastics (Grupo GPI)	Importador y transformador	Importa PBAT para fabricar bolsas compostables marca Ecosolutions.
Xeiba Nutringredients	Productor	Microempresa.
Polybion	Fabricante	Empresa con sede en Guanajuato con una planta industrial de biofabricación alimentada con energía solar, con capacidad instalada de 1.1 millones de pies cuadrados por año del biotextil Celium®.
Polyone México, DVA Plastics, Resirene	Importador y comercializador	PBAT o mezclas de PLA para su transformación por otras empresas.
Plastigreen y Green & Compostable México	Importador y comercializador	Resinas de PBAT y PLA.
Plastinova	Productor	Con vinculación al Instituto Tecnológico de Tepic, fabrica biocompuestos a partir de residuos de agave y matrices de bioplásticos.
Tecnología Regenerativa Mexicana (TRM)	Importador y transformador	Produce plásticos compostables con mezcla de PBAT y almidón.

Fuente: Elaboración propia con datos del INECC (2020).

Entre las principales marcas internacionales que producen resinas y biopolímeros a gran escala se encuentran Braskem Idesa, BASF, Novamont, NatureWorks, Dupont, FKUR Kunststoff GmbH, Arkema France y Corbion, algunas de ellas con oficinas comercializadoras en México.

Comercialización y mercado de consumo

Las restricciones a la comercialización de plásticos de un solo uso en México, especialmente en el sector de empaques y embalajes, han impulsado la sustitución de los plásticos convencionales por materiales como papel, cartón y bioplásticos. Esta transición ha generado resultados diversos y, en algunos casos, efectos no previstos, como impactos en la conservación de alimentos y en su transporte. Dichas sustituciones pueden afectar la vida útil en anaquel de productos como pan y pastelería, o provocar problemas en el traslado de vegetales frescos, entre otros, exceso de humedad.

En términos de comercialización, la cadena de valor de los bioplásticos es muy similar a la de los plásticos convencionales. Sin embargo, el mayor énfasis se encuentra en la venta al mayoreo, en la que las importaciones se realizan de forma directa desde el fabricante, sus representantes o distribuidores nacionales, quienes suministran la materia prima a las plantas transformadoras. Esta

materia prima se utiliza principalmente para la fabricación de envases, empaques y embalajes destinados al mercado, con especial atención en las cadenas de comida rápida y de entrega a domicilio. El consumo directo en el comercio minorista es prácticamente nulo, debido al elevado costo del producto final y a que los comerciantes informales prefieren utilizar desechables tradicionales de bajo costo y fácil acceso.

2.1.1 Gestión y manejo de residuos

La recuperación de residuos posconsumo fabricados con bioplásticos es aún muy limitada. En términos generales, estos materiales se recolectan junto con plásticos convencionales debido, en gran medida, a su apariencia similar a la de los plásticos de un solo uso, aun cuando cuentan con leyendas y etiquetado que especifican su carácter compostable y biodegradable.

La práctica común respecto de residuos como vasos de papel recubiertos con PLA, contenedores tipo almeja fabricados con fibra natural y utensilios de mesa (cucharas, tenedores y cuchillos) elaborados con bioplásticos consiste en manejarlos junto con los residuos mezclados y enviarlos a disposición final.

No obstante, de acuerdo con la Asociación Mexicana de Bioplásticos (AMB), existen iniciativas dirigidas a fomentar la recuperación diferenciada y el envío a compostaje a gran escala en las dos plantas de compostaje reconocidas en la Ciudad de México, ambas con capacidad para aceptar bioplásticos para su procesamiento.

En el caso del PLA, este bioplástico es muy similar en apariencia al plástico convencional tereftalato de polietileno (PET), pero no es del todo reciclable y, en principio, cuando ambos tipos de plástico se mezclan en un contenedor de reciclaje, este contenido no se puede reciclar en conjunto sin realizar procesos previos de separación por tipo de material.

En este sentido, existe el temor de que el uso creciente de PLA pueda entorpecer las medidas ya implementadas para reciclar plásticos (<https://www.lifeder.com/bioplasticos/>). Con todo, hay empresas mexicanas que han emprendido acciones destinadas a aceptar estos materiales y utilizarlos en la fabricación de filamentos para la impresión 3D, o en la fabricación de paneles o madera plástica.

3. Visión general del mercado

De acuerdo con estimaciones de Global Growth Insight (2024), en 2024 el mercado mundial de plásticos biodegradables alcanzó un valor de 3,982 millones de dólares estadounidenses (\$EU). Tomando como referencia 2023, Databridge Market Research (2024) estimó para 2024 un valor de \$EU2,482 millones, mientras que The Brainy Insights (2024) reportó que el mercado de plásticos biodegradables en 2022 alcanzó \$EU7,060 millones, con una tasa de crecimiento esperada de 20.03% entre 2022 y 2030. Como puede observarse, el valor del mercado mundial refleja diferencias en función de la fuente consultada.

Los plásticos biodegradables de mayor interés y consumo, por tipo, son los siguientes:

- ácido poliláctico (PLA)
- mezclas de almidón
- poliésteres biodegradables de origen fósil (PHA)
- otros (celulosa, almidón o caña de azúcar)

Entre las aplicaciones de plásticos biodegradables de mayor interés y consumo destacan las siguientes:

- embalaje y bolsas
- bienes de consumo
- agricultura y horticultura
- textiles
- médicas
- otras

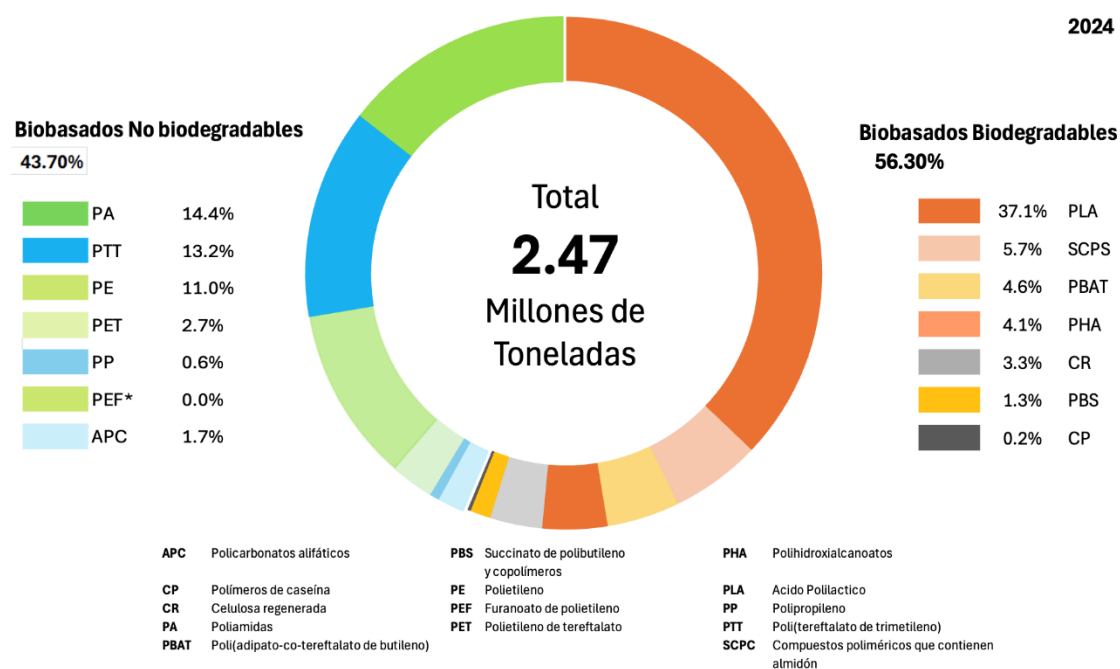
Además de los anteriores, los bioplásticos, en general, son compuestos sujetos a la degradación por acción bacteriana, de ahí su capacidad de transformarse en compuestos esenciales como agua, CO₂ y otros de carácter elemental al procesarse vía compostaje o biodigestión. Sin embargo, esta característica también plantea desafíos relacionados con su almacenamiento, distribución y vida útil en anaquel.

Cuadro 3. Costo comercial de diferentes tipos de bioplásticos y tiempo de biodegradación

Bioplástico		Costo comercial (\$EU por kilo)*	Tiempo de biodegradación
TPS	Almidón termoplástico	< 1	14-110 días (en suelo)
PLA	Ácido poliláctico	2.90-3.15	Biodegradable en composta industrial
PHA	Polihidroxialcanoato	6.0-6.5	60-365 días (en suelo); 14-90 días (en agua de mar)
Bio-PE	Polietileno de origen biológico	1.50-1.70	No biodegradable
Bio-PET	Polietileno tereftalato de origen biológico	< 1	No biodegradable
PBAT	Adipato de polibutileno tereftalato	1.55-1.75	Biodegradable en composta doméstica (90-365 días)
PCL	Policaprolactona	0.9-1.25	Biodegradable en composta doméstica (90-365 días)
PBS	Polibutileno succinato	6.70-7.40	Biodegradable en composta doméstica (74-365 días)

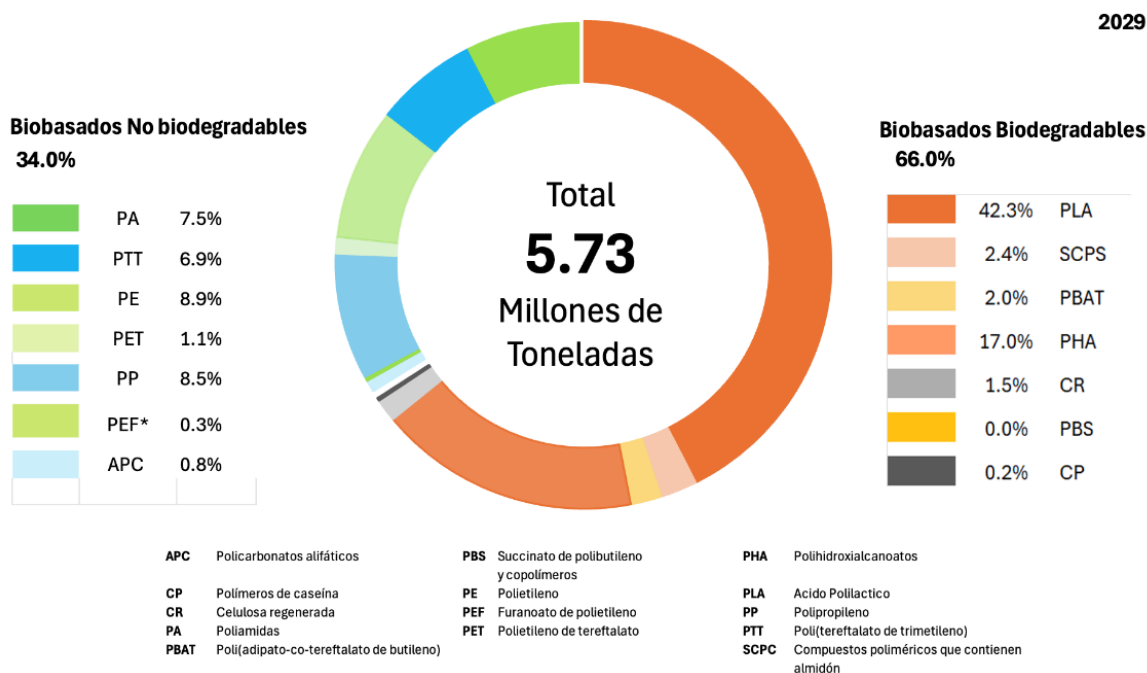
Nota: *Precios corrientes de 2024. *Fuente:* Adaptado de M. Ghasemlou, C. J. Barrow y B. Adhikari (2024).

Gráfica 2. Capacidad mundial de producción de bioplásticos, 2024



Fuente: Adaptación al español de European Bioplastics (2024).

Gráfica 3. Capacidad mundial de producción de bioplásticos, 2029



Fuente: Adaptación al español de European Bioplastics (2024).

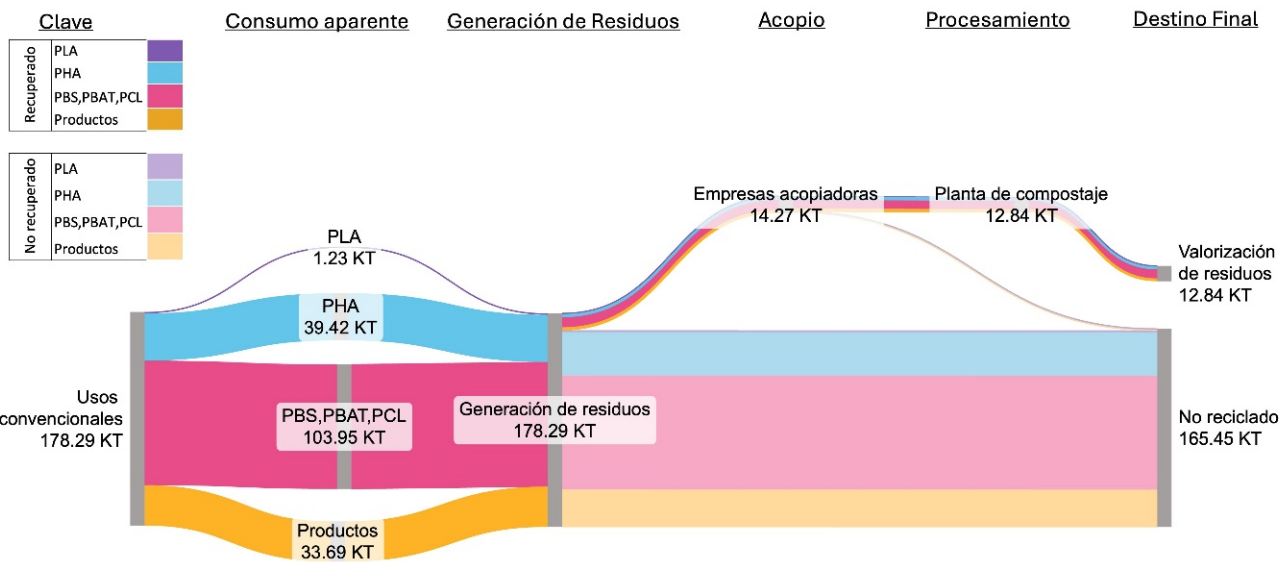
En México, la fabricación de bioplásticos, en comparación con los materiales de base petroquímica, es incipiente y se desarrolla a pequeña escala. La gráfica 4 presenta un resumen del flujo de resinas de bioplásticos y productos terminados bioplásticos compostables en México para 2022, ilustrado con un diagrama de Sankey.

En su diseño se utilizaron datos del consumo aparente de bioplásticos en México, el cual se presume corresponde a la balanza comercial del país, dada la exigua producción de estos materiales en la esfera nacional. Los datos de importación y exportación de resinas de bioplásticos corresponden a los siguientes códigos del Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías obtenidos de la Base de Datos de Estadísticas de las Naciones Unidas sobre el Comercio de Productos Básicos (UN Comtrade Database):

- HS 390770 - Ácido poliláctico (PLA); en formas primarias.
- HS 390791 - Los demás poliésteres, no saturados; en formas primarias (esta fracción se refiere al polihidroxialcanoato PHA).
- HS 390799 - Los demás poliésteres, saturados; en formas primarias (esta fracción agrupa el succinato de polibutileno [PBS], el adipato de polibutileno tereftalato [PBAT] y la policaprolactona [PCL]).
- HS 392329 - Plásticos; sacos y bolsas (incluidos los conos), para el transporte o embalaje de mercancías, de plásticos distintos de los polímeros de etileno (esta fracción se refiere a productos compostables).

De acuerdo con estimaciones de la Asociación Mexicana de Bioplásticos, A.C., 80% de las importaciones netas de estos productos se quedan en la Ciudad de México, de cuyos residuos apenas 10% se recupera para su valorización, aunque de este porcentaje 1% corresponde a material no apto para reciclaje.

Gráfica 4. Flujos de residuos de bioplásticos, por tipo de resina y productos, en México, en 2022 (kilotoneladas)



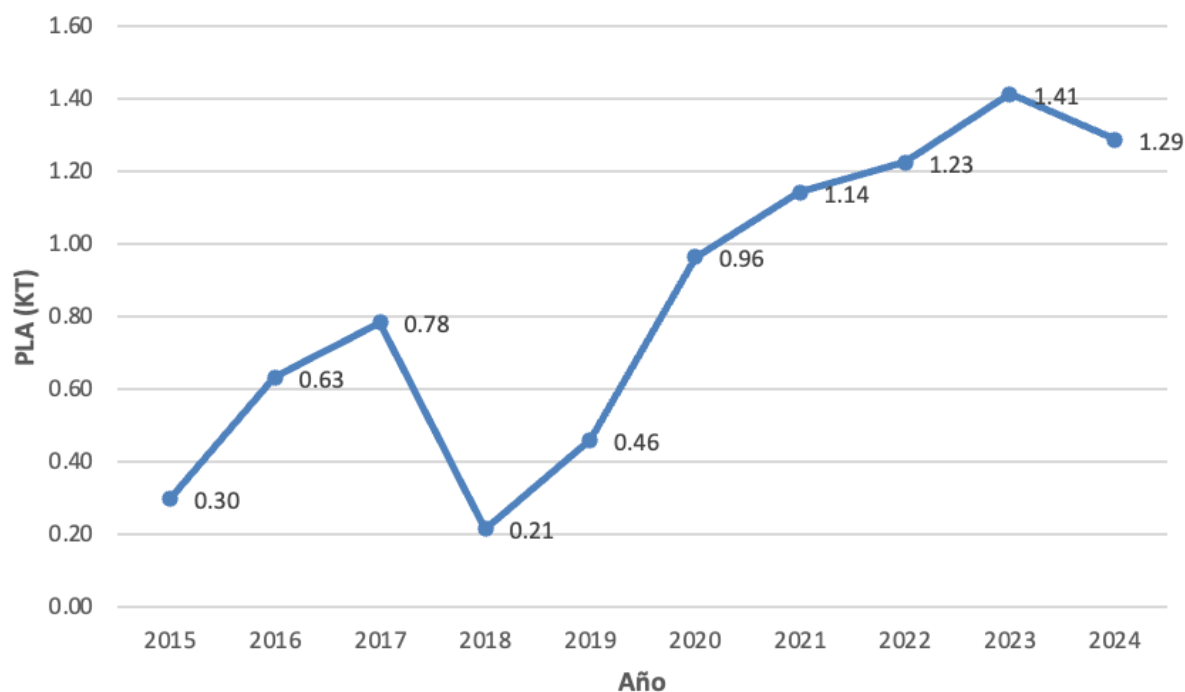
Fuente: Elaboración propia con información de la AMB (2025) y datos de UN Comtrade (2024).

En 2022, en México, se consumieron 1.23 kt de PLA, 39.42 kt de PHA, 103.95 kt de PBS, PBAT y PCL, y 33.69 kt de productos terminados fabricados con bioplásticos. Tomando estos datos de referencia, la generación de residuos se estima en 178.29 kt, de los cuales 165.45 kt no se reciclan, 14.27 kt se recolectan y 12.48 kt se valorizan en plantas de reciclaje. El valor del mercado de bioplásticos en México en 2022, en términos monetarios, fue de \$EU768,502,567, distribuido de la siguiente manera: PLA, \$EU3,640,520; PHA, \$EU110,216,283; PBS, PBAT y PCL, \$EU466,426,041, y productos terminados, \$EU188,219,723.

Con el objetivo de analizar las tendencias en el consumo aparente por tipo de resina, se analizó la información de balanza comercial reportada por UN Comtrade Database en un periodo de diez años, comprendidos entre 2015 y 2024. En general, se encontró que el consumo aparente de bioplásticos presenta tasas de crecimiento positivas durante el periodo.

El consumo aparente de PLA en México entre 2015 y 2024 muestra una tendencia creciente, al pasar de 0.3 kt en 2015 a 1.29 kt en 2024.

Gráfica 5. Consumo aparente de PLA en México, 2015-2024 (kilotoneladas)



Fuente: Elaboración propia con información de UN Comtrade (2024).

Al ser biodegradables y compostables, los bioplásticos representan una alternativa ambiental adecuada y contribuyen a reducir el impacto asociado a los plásticos convencionales de un solo uso. Al mismo tiempo, la legislación promueve el envío de dichos materiales a compostaje o, en el caso de las bolsas, su aplicación en la contención de residuos orgánicos y su disposición a través de los sistemas de limpia de la localidad.

Sin embargo, la recuperación de estos materiales, debido a su bajo calibre, no interesa a los recolectores de base, lo que significa que, para juntar un kilo de material, se requiere una gran cantidad de unidades, aunado a los bajos o nulos precios en el mercado.

Por otro lado, el gobierno no cuenta con plantas industriales de compostaje, y la producción de estos materiales no resulta de interés para el sector privado dados los altos costos de producción y de venta de composta, poco atractivos como negocio.

En instituciones académicas, en cambio, las iniciativas de compostaje cobran cada vez mayor interés como estrategia de capacitación técnica, aunque carecen de instalaciones certificadas o reconocidas como plantas industriales para el procesamiento de residuos posconsumo con materiales compostables o biodegradables.

Si bien la Asociación Mexicana de Bioplásticos ha emprendido acciones para la recuperación de materiales y su envío a compostaje —con lo que se completaría el ciclo esperado para los bioplásticos—, aún no se dispone de informes sobre volúmenes procesados con este esquema.

En México, los residuos posconsumo de bioplásticos tienen por destino instalaciones de compostaje como primera opción; en la esfera internacional, el destino de estos materiales busca asegurar que, en caso de liberarse al medio ambiente, se degraden en menor tiempo que los plásticos convencionales, lo cual reduciría el impacto en la fauna y los ecosistemas marinos.

Estas condiciones constituyen el marco de referencia en que se lleva a cabo el manejo de los residuos posconsumo de bioplásticos. Dichos residuos no se recuperan debido a que no representan un interés económico para los recuperadores de base ni para los centros de acopio, que generalmente no aceptan estos materiales. Además, en México no existen plantas de compostaje industrial —públicas o privadas—, certificadas que reciban de manera continua este tipo de residuos.

En otras palabras, no existe un mercado secundario para el reciclaje de residuos posconsumo de bioplásticos; por lo tanto, estos materiales se manejan junto con los residuos mezclados y se envían a disposición final que, en el mejor de los casos, corresponde a un relleno sanitario. Dependiendo de la región del país, también pueden enviarse a un sitio de disposición final controlado (SDF-C) o a un SDF no controlado (SDF-NC).

3.1 Reciclaje y valorización de los residuos de bioplástico

Las características de biodegradabilidad y compostabilidad que presentan los bioplásticos constituyen uno de sus principales atributos, ya que permiten a las personas consumidoras utilizarlos como una alternativa para reducir el impacto ambiental asociado con los plásticos convencionales.

En México, la normativa vigente establece que los residuos de bioplásticos pueden eliminarse a través del sistema de limpia, incorporándolos en la fracción de residuos orgánicos. Estos residuos se envían para su tratamiento a plantas industriales de compostaje, donde se someten a procesos aeróbicos, o bien a procesos de digestión anaerobia (DA), en los que el material se transforma en dióxido de carbono (CO_2), agua y biomasa. En el caso de la digestión anaerobia, el material orgánico se degrada hasta la formación de metano (CH_4) y otros compuestos que integran el biogás producido.

4. Marco normativo

La reglamentación aplicable a los bioplásticos en México suele enmarcarse en la normativa que regula los plásticos convencionales y, de manera ocasional, en disposiciones relacionadas con residuos sólidos urbanos (RSU) o de manejo especial.

La formulación de nuevas políticas públicas incide de manera directa —o incluso indirecta— en la conformación de un marco normativo en materia de bioplásticos, toda vez que las restricciones al uso de plásticos de un solo uso repercuten en una aplicación más generalizada de los bioplásticos o los aditivos que aceleran su degradación en el medio ambiente. Al ser un material deseable para, en algunas aplicaciones, sustituir los plásticos convencionales, el sector privado lo considera una alternativa para continuar con sus actividades económicas.

En México, la reglamentación en materia de plásticos guarda estrecha relación con las políticas públicas y las tendencias internacionales en materia de economía circular —impulsadas por la Fundación Ellen MacArthur—, acuerdos sobre contaminación por plásticos (incluida la marina), la Alianza Mundial para la Acción contra el Plástico y convenios suscritos con entidades mexicanas, así como con diversas iniciativas del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sobre medio ambiente, resiliencia, sustentabilidad y, por supuesto, plásticos. Todos estos elementos han influido en la conformación de las políticas públicas nacionales respecto de la prohibición y restricción de plásticos de un solo uso.

No obstante, esta nueva estructura de política nacional requiere complementarse con instrumentos que den certidumbre al sector privado, para lo cual debe definirse con claridad el rumbo de las acciones relacionadas con plásticos, y su impacto en el medio ambiente y la salud pública.

5. Hallazgos y recomendaciones

Durante la elaboración de este estudio se identificaron hallazgos en cada etapa, apartado y sección, los cuales permiten detectar áreas de oportunidad y mejora en los distintos elementos que involucran tanto al sector público como al privado.

La identificación de estos hallazgos no busca emitir juicios de valor ni calificaciones sobre los hechos encontrados, sino sólo describir aquellos elementos que aportan información y conocimiento sobre las condiciones actuales del manejo y la gestión de los residuos de bioplásticos en el país.

Hallazgo 1

En México, los bioplásticos se emplean principalmente en la fabricación de productos de un solo uso, con el sector de alimentos en primer lugar, seguido por el sector salud y, en los últimos años, por los sectores agrícola, automotor y textil. Sin embargo, en todos los casos se carece de mecanismos claros para su recuperación, manejo, reciclaje y valorización. Estos productos suelen introducirse como alternativas frente a las prohibiciones o restricciones de plásticos convencionales.

Recomendación 1. Fortalecer el marco jurídico de modo que se abarque el ciclo de vida completo de los bioplásticos fabricados en México, en especial cuando su materia prima provenga de cultivos. Este aspecto reviste una considerable importancia, ya que la producción, importación y uso de bioplásticos es una actividad impulsada por la normativa,

y la obligación implícita se asocia a una prohibición, mas no a un enfoque de producción sustentable.

Recomendación 2. Enfocar la producción de bioplásticos en la recuperación, el manejo y la valorización de residuos del sector agroindustrial, de modo que se fomente el manejo y la valorización de grandes volúmenes de residuos, con lo cual se generarían, además, nuevas oportunidades económicas para el país.

Recomendación 3. Formular un marco jurídico —de alcance nacional o estatal— que incentive la producción de bioplásticos a partir de residuos, otorgue certidumbre a las inversiones y favorezca el crecimiento de este mercado.

Recomendación 4. Diseñar e implementar instrumentos económicos específicos que impulsen la producción de mercancías a partir de residuos, fortaleciendo el mercado de bioplásticos, biometano y biomasa, al tiempo que contribuyen al manejo de residuos agroindustriales posconsumo.

Recomendación 5. Establecer un marco de política nacional que provea directrices para la disposición final de residuos, amplíe las opciones de reciclaje mecánico y valorización térmica, y facilite una comunicación clara de estas opciones.

Hallazgo 2

En México no existe infraestructura específica para el manejo de residuos de bioplásticos, los cuales terminan mezclados con los residuos sólidos urbanos y su manejo se lleva a cabo a través de la infraestructura convencional disponible.

Recomendación 1. Si bien la separación entre residuos orgánicos e inorgánicos es un avance, no es suficiente para una economía circular. En el caso de los bioplásticos compostables, su recuperación junto con los residuos orgánicos representa una alternativa viable, que requiere campañas de comunicación y sensibilización dirigidas a garantizar su adecuada implementación. Esta medida permitiría recuperar los bioplásticos compostables, separados de los plásticos convencionales.

Recomendación 2. En vista de que el manejo mínimo de los residuos posconsumo de bioplásticos en México reside en el compostaje, debe impulsarse la construcción y operación de plantas industriales de compostaje y biodigestión para el tratamiento de residuos orgánicos, incluidos los bioplásticos. Esto debe complementarse con la promoción de la comercialización de la composta, como instrumento económico que incentive la creación de infraestructura condicionada a la recepción de bioplásticos.

Hallazgo 3

Las partes que intervienen en la cadena de valor de los bioplásticos muestran poca motivación para invertir en instalaciones de recuperación, manejo y valorización de residuos posconsumo. La valorización mediante compostaje genera poco valor económico, lo que limita la preparación de planes de manejo y de un mercado secundario robusto.

Recomendación 1. Diseñar planes de manejo a escalas nacional y estatal para la gestión y el manejo de los residuos de bioplásticos, que contemplen incentivos económicos y precios competitivos para materiales recuperados, condición indispensable para viabilizar el reciclaje e implementar los principios de responsabilidad extendida del productor y economía circular.

Hallazgo 4

El nivel de conocimiento de la población sobre los bioplásticos es muy limitado, lo que provoca que los residuos generados se gestionen de la misma manera que los plásticos sin valor de mercado. Esta situación reduce significativamente su potencial de aprovechamiento mediante reciclaje, ya sea material o térmico.

Recomendación 1. Promover campañas de información, en colaboración entre gobierno e iniciativa privada, sobre las propiedades, ventajas, desventajas, usos y manejo adecuado de los bioplásticos.

Recomendación 2. Implementar programas de capacitación técnica que formen personal especializado en fabricación, compostaje, biodigestión y reciclaje de bioplásticos.

Hallazgo 5

México es un importador neto de resinas de bioplástico. El PLA ha registrado el mayor crecimiento en consumo aparente en los últimos diez años (35.61%), seguido del PHA (11.34%) y, en menor medida, el PBS, PBAT y PCL (5.16 por ciento).

Recomendación 1. Promover el acceso a coberturas cambiarias que permitan a los productores planificar costos y mitigar el impacto de la volatilidad cambiaria en la producción nacional de mercancías fabricadas a partir de resinas de bioplástico.

Recomendación 2. Establecer un etiquetado claro e incentivar la recuperación y el manejo diferenciado de estos residuos para su reciclaje. Si se mantiene la tendencia, se espera que el consumo de PLA y PHA y, en menor medida, PBS, PBAT y PCL se incremente sustancialmente en un futuro próximo.

Recomendación 3. Incentivar el **desarrollo** de empresas emergentes en el mercado nacional y fortalecer los vínculos entre industria y academia, con el fin de acelerar la innovación y consolidar la cadena de valor de los bioplásticos.

6. Conclusiones

El consumo de bioplásticos plantea desafíos importantes relacionados con su disponibilidad en el mercado, la competitividad de costos y la percepción de quienes consumen estos materiales. La localización de las fuentes de abastecimiento y de la producción de materias primas, el aprovechamiento de economías de escala y la promoción de la demanda de bioplásticos reciclados pueden influir en forma positiva en la dinámica del mercado. Asimismo, resulta esencial disipar conceptos erróneos sobre su degradabilidad mediante un etiquetado adecuado y el uso de estrategias de comunicación y mercadotecnia innovadoras que fortalezcan la percepción de la parte consumidora sobre el desempeño mecánico y ambiental de estos materiales.

Entre los factores que inciden directamente en los costos de producción de bioplásticos destacan los siguientes: la disponibilidad de materias primas naturales como almidón, celulosa o grasa vegetal, y un acceso limitado a maquinaria y tecnología. Por ello, la producción de plásticos convencionales presenta un mejor balance económico que la de bioplásticos, situación que limita la competitividad de este material en el mercado primario y secundario.

La producción industrial de bioplásticos requiere biomasa para la obtención de insumos como almidón y celulosa, lo que puede generar competencia con la producción destinada a la alimentación humana o animal y a bioenergéticos, un desafío adicional en términos de sustentabilidad.

La normativa ambiental constituye el principal motor de un cambio de materia prima y el uso a gran escala de bioplásticos. Sin este detonante, el crecimiento del mercado se vería limitado, dado que los costos de producción se transfieren al consumidor final.

En México, si bien existen normas para la comercialización de plásticos biodegradables que establecen su manejo y disposición en plantas de compostaje industrial, la falta de infraestructura en el país impide la aplicación uniforme y efectiva de estas disposiciones reglamentarias en todas las entidades federativas.

El bioplástico posconsumo es un material cuyo reciclaje resulta hoy en día poco viable, al margen de su escaso valor de mercado, lo que desincentiva su recuperación o reciclaje bajo criterios de economía circular. En consecuencia, su mayor beneficio radica en la sustitución de materias primas de origen fósil y en su menor tiempo de biodegradación en comparación con los plásticos convencionales.

6.1 Conclusiones compartidas sobre el manejo de residuos de bioplásticos en Canadá y Estados Unidos

En diciembre de 2024, la CCA publicó un estudio sobre el manejo de los bioplásticos —con el respectivo resumen ejecutivo— para Canadá y otro para Estados Unidos.² Ambos documentos contienen un apartado dedicado a los obstáculos que dificultan el reciclaje de residuos de bioplásticos. En lo que respecta a México, se puede concluir que dichas barreras presentan similitudes significativas y se comparten con las identificadas en los otros dos países.

En México, la producción de bioplásticos se concentra en microempresas que utilizan residuos del sector agroindustrial, más como una estrategia para la disposición de dichos residuos que como una respuesta a una demanda consolidada de resinas en el mercado nacional. La actividad productiva en el país se centra en la importación de bienes de consumo y en la adquisición de resinas —en especial PLA y PHA— para la fabricación de bienes de consumo.

En Canadá y Estados Unidos, el mercado cuenta con esquemas de producción que incluyen mecanismos de responsabilidad extendida del productor (REP) o responsabilidad ampliada del productor (RAP), así como sistemas de recolección diferenciada con tarifas incorporadas. En México, si bien existen planes de manejo, estos sólo se implementan en algunos estados o municipios y no siempre incluyen esquemas tarifarios.

A pesar de estas diferencias, la principal barrera para la producción y aplicación de bioplásticos es el alto costo de producción en comparación con los plásticos convencionales, sumado a la limitada o inexistente infraestructura para la correcta degradación de los residuos recuperados. Esta situación conduce a su eliminación inadecuada, lo que podría neutralizar los beneficios ambientales perseguidos con su uso.

Otro de los desafíos más importantes es la ausencia de una categoría específica para identificar los bioplásticos dentro del flujo de reciclaje. Esta falta de clasificación provoca que estos materiales —en particular los biodegradables— se mezclen con los flujos de reciclaje de materiales convencionales, con su consiguiente contaminación. En Europa y Estados Unidos, los gremios de reciclaje han expresado preocupación por este problema, al señalar que los bioplásticos afectan el aprovechamiento de materiales como las botellas de PET o las películas plásticas flexibles.

² El resumen ejecutivo en español y el estudio técnico completo en inglés pueden consultarse en: < <https://www.cec.org/es/publications/estudio-de-oportunidades-en-relacion-con-el-manejo-de-residuos-de-bioplasticos-en-canada-y-estados-unidos/> > y < <https://www.cec.org/publications/milestone-study-on-bioplastics-waste-management-in-the-us-canada-2/> >.

Cuadro 4. Barreras a la circularidad de los bioplásticos en los tres países y soluciones

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones dirigidas a los responsables de la formulación de políticas
Etiquetado engañoso	Las afirmaciones engañosas no están prohibidas. Falta de políticas nacionales.	Establecer disposiciones reglamentarias que garanticen el etiquetado adecuado de los productos, indicando de manera clara si son compostables en instalaciones industriales o en sistemas de compostaje doméstico.	Prohibir el uso de etiquetas engañosas. Realizar investigaciones, y definir criterios y medios de evaluación adecuados.
La política en materia de plásticos de un solo uso sigue siendo poco uniforme a escala nacional.	Inexistencia de una política nacional que restrinja o prohíba los plásticos de un solo uso.	Homologar las políticas en la materia en todo el país.	Analizar los materiales a restringir por tratarse de plásticos de un solo uso innecesarios y las condiciones en las que pueden comercializarse otros materiales.
Falta de infraestructura para recuperar y reciclar plásticos reciclables y compostables.	Bajos volúmenes de mercado y economías de escala.	Separar los bioplásticos de los plásticos convencionales.	Promover el uso de mejores tecnologías de separación, con disponibilidad de fondos de inversión federales.
	Falta de infraestructura de compostaje o capacidad limitada de procesamiento de residuos alimentarios.	Invertir en infraestructura destinada al tratamiento de residuos orgánicos y alimentarios.	Mejorar el acceso a infraestructura de manejo de residuos orgánicos mediante la concesión de subvenciones federales para su manejo en tierras agrícolas.

7. Bibliografía

- ASTM International (2021), *ASTM D6400-21: Labeling of plastics designed to be aerobically composted* [ASTM D6400-21: Etiquetado de plásticos destinados a compostaje aeróbico], en: <www.astm.org/d6400-21.html>.
- Biodegradable Products Institute (2023), “Certified compostable products” [Productos compostables certificados], en: <www.bpiworld.org/> (consulta realizada el 11 de junio del 2025).
- Data Bridge Market Research (s.f.), “Informe de análisis del tamaño, la participación y las tendencias del mercado global de plásticos biodegradables: panorama general del sector y pronóstico hasta 2032”, en: <www.databridgemarketresearch.com/es/reports/global-biodegradable-plastics-market>.
- DIN CERTCO (2023), “Certification of compostable and biobased plastics” [Certificación de plásticos compostables y de origen biológico], en: <www.dincertco.de/dincertco/en/main-navigation/products-environmental-labels/compostable-biobased-plastics/>.
- EPA (1995), *Biodegradability, aerobic aqueous biodegradation (screening test): OPPTS 796.3200* [Biodegradabilidad, biodegradación acuosa aeróbica (prueba de cribado): OPPTS 796.3200], Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. United States Environmental Protection Agency [Oficina de Prevención, Plaguicidas y Sustancias Tóxicas, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos].
- European Bioplastics (2024), “Bioplastics Market Development Update 2024” [Actualización sobre la evolución del mercado de los bioplásticos, 2024], en: <www.european-bioplastics.org/market/>.
- European Committee for Standardization (2002), “EN 13432: Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation” [EN 13432: Requisitos para materiales de envasado y embalaje recuperables mediante compostaje y biodegradación], Comité Europeo de Normalización, en: <www.cen.eu/>.
- Flores, A., F. Loutfi, Ma. de Lourdes González y P. Alarcón (2024), “Situación de las políticas sobre economía circular en México”, documento de trabajo, WRI México, Ciudad de México, en: <<https://doi.org/10.46830/wriwp.20.00153>>.
- Flores, L. (2023), “¿Bioplástico, hacia dónde va el mercado?”, Tecnología del Plástico, en: <www.plastico.com/es/noticias/bioplasticos-hacia-donde-va-el-mercado>.
- Ghasemlou, M., C. J. Barrow y B. Adhikari (2024), “The future of bioplastics in food packaging: An industrial perspective” [El futuro de los bioplásticos en el envasado de alimentos: perspectiva industrial], *Food Packaging and Shelf Life*, núm. 43, art. 101279.
- Global Growth Insights (2025), “Tamaño del mercado de bioplásticos”, en: <www.globalgrowthinsights.com/es/market-reports/bioplastics-market-100768> (consulta realizada el 11 de junio de 2025).

González López, M. E., S. D. J. Calva Estrada, M. S. Gradilla Hernández y P. Barajas Álvarez (2023), “Current trends in biopolymers for food packaging: A review” [Estudio sobre tendencias actuales en biopolímeros para envases de alimentos], *Frontiers in Sustainable Food Systems*, núm. 7, art. 1225371, en: <<https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1225371>>.

Grand View Horizon, “Bioplastics-market/Mexico” [Mercado de bioplásticos en México], en <www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/bioplastics-market/mexico> (consulta realizada en junio de 2025).

Hernández, Lizete (2022), “Polybion construye primera planta de biofabricación de celulosa en el mundo”, *Mexico Industry*, en: <<https://mexicoindustry.com/noticia/polybion-construye-primera-planta-de-biofabricacion-de-celulosa-en-el-mundo>> (consulta realizada el 19 de junio de 2025).

INECC. 2020. *Panorama general de las tecnologías del reciclaje de plásticos en México y en el mundo. Diciembre 2020*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/608513/89_2020_Documento_Plastico.pdf>.

ISO (2021) “Specifications for compostable plastics (ISO Standard No. 17088:2021)” [Especificaciones para plásticos compostables, norma ISO núm. 17088:2021], Organización Internacional de Normalización, en: <www.iso.org/standard/79358.html>.

ISO (s.f.), “ISO 14024:2018 (en) Environmental labels and declarations — Type I environmental labelling — Principles and procedures” [ISO 14024:2018 (en) Etiquetas y declaraciones ambientales — Etiquetado ambiental de tipo I: Principios y procedimientos], en: <www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:14024:ed-2:v1:en>.

Marcolite, en: <<https://marcolite.com/es-mx/>>.

Norma Mexicana NMX-AA-022-1985, en: <<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/NMX-AA-022-1985.pdf>>.

Norma Mexicana NMX-AA-15-1985, en: <<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/NMX-AA-015-1985.pdf>>.

Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, en: <<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa061.pdf>>.

Normex (2025), “Certificación de biodegradabilidad”, en: <<https://normex.com.mx/certificacion-de-producto-3/>>.

NYCE (2019), “Pruebas de laboratorio y certificación compostable”, en: <www.nyce.org.mx/>.

PNUMA (2024), “Perspectiva mundial sobre la gestión de residuos, 2024: el fin de la era de los residuos: transformación de la basura en recursos”, resumen ejecutivo, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, en: <<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44992>>.

- PO (2008), “Código para el Desarrollo Sustentable del Estado de Tamaulipas”, última reforma publicada el 27 de noviembre de 2018, *Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas*.
- PO (2018), “Ley de Residuos del Estado de Sinaloa”, última reforma publicada el 21 de febrero de 2020, *Periódico Oficial del Estado de Sinaloa*.
- PO (s.f.), “Ley de Residuos del Estado de Tlaxcala”, *Periódico Oficial del Estado de Tlaxcala*, núm. extraordinario, 15 de junio de 2023.
- POC (2021), “Ley Ambiental para el Estado de Chiapas”, última reforma publicada en 2019, *Periódico Oficial del Estado de Chiapas*, en:
<https://consejeriajuridica.chiapas.gob.mx/Marco_Juridico/Leyes/pdf/LEY%20AMBIENTAL%20PARA%20EL%20ESTADO%20DE%20CHIAPAS.pdf>.
- POE (1991), “Ley de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente del Estado de Baja California Sur”, última reforma publicada el 12 de diciembre de 2018, *Periódico Oficial del Estado de Baja California Sur*.
- POE (1999), “Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí”, última reforma publicada el 5 de septiembre de 2024, *Periódico Oficial del Estado de San Luis Potosí*.
- POE (2001), “Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Nayarit”, última reforma publicada el 7 de junio de 2021, *Periódico Oficial del Estado de Nayarit*.
- POE (2005a), “Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Guanajuato”, *Periódico Oficial del Estado de Guanajuato*.
- POE (2005b), “Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Coahuila de Zaragoza”, última reforma publicada el 24 de julio de 2020, *Periódico Oficial del Estado de Coahuila de Zaragoza*.
- POE (2006a), “Ley de Residuos Sólidos del Estado de Colima”, última reforma, decreto 488, p.o. 40, 2 de junio de 2018, *Periódico Oficial del Estado de Colima*.
- POE (2006b), “Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Puebla”, *Periódico Oficial del Estado de Puebla*.
- POE (2007a), “Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco”, *Periódico Oficial del Estado de Jalisco*.
- POE (2007b), “Ley de Residuos Sólidos y de Economía Circular del Estado de Morelos”, última reforma publicada el 15 de febrero de 2023, *Periódico Oficial del Estado de Morelos*.
- POE (2007c), “Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Durango”, Decreto 390, 63 legislatura, *Periódico Oficial del Estado de Durango* del 12 de julio de 2007.
- POE (2008a), “Ley de Aprovechamiento y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Guerrero”, última reforma publicada el 2 de abril de 2019, *Periódico Oficial del Estado de Guerrero*, núm. 27, Alcance 1.

POE (2008b), “Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora”, *Periódico Oficial del Estado de Sonora*.

POE (2010), “Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Michoacán de Ocampo”, última reforma publicada el 29 de diciembre de 2016, tomo CLXVI, núm. 31, vigésima octava sección, *Periódico Oficial del Estado de Sonora*.

POE (2011), “Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Hidalgo”, última reforma publicada en el alcance uno el 20 de agosto de 2024, *Periódico Oficial del Estado de Hidalgo*.

POE (2012), “Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Tabasco”, *Periódico Oficial del Estado de Tabasco*.

POE (2014), “Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua”, *Periódico Oficial del Estado de Chihuahua*, núm. 50, 21 de junio de 2014 (en vigor a partir del 6 de marzo de 2015).

POE (2019a), “Ley de Residuos Sólidos del Estado de Chiapas”, texto de nueva creación, *Periódico Oficial del Estado de Chiapas*, núm. 039, 19 de junio de 2019.

POE (2019b), “Ley de Residuos Sólidos del Estado de Nuevo León”, *Periódico Oficial del Estado de Nuevo León*.

POE (2019c), “Ley para La Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos del Estado de Campeche”, última reforma, 1 de julio de 2022, *Periódico Oficial del Estado de Campeche*.

POE (2019d), “Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Oaxaca”, última reforma, decreto núm. 1228, aprobado por la LXV Legislatura el 4 de abril de 2023 y publicado en el *Periódico Oficial del Estado de Oaxaca*, núm. 16, vigesimoctava sección, 22 de abril de 2023.

POE (2019e), “Ley Para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo”, última reforma, *Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo*, 22 de diciembre de 2023.

POE (2021a), “Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular del Estado de Baja California”, publicado en el *Periódico Oficial del Estado de Baja California*, núm. 21, sección II, de fecha 26 de marzo de 2021, tomo CXXVIII.

POE (2021b), “Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Querétaro”, *Periódico Oficial del Estado de Querétaro*.

POEA (2024), “Ley de Protección Ambiental para el Estado de Aguascalientes 2000”, *Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes*, en:
<<https://eservicios2.aguascalientes.gob.mx/NormatecaAdministrador/archivos/EDO-18-50.pdf>>.

POEQR (2015), “Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo”, última reforma publicada el 16 de agosto de 2018, *Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo*, en: <<https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L22-XV-16082018-741.pdf>>.

POG (2010), “Ley de Residuos Sólidos del Estado de Zacatecas”, última reforma, POG 23-03-2013, *Periódico Oficial del Estado de Zacatecas*.

POGEG (2009), “Ley Número 878 del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Guerrero”, última reforma, 2 de abril de 2019, *Periódico Oficial del Estado de Guerrero*, en: <<http://marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/leyes/pdf/LAMBIENTEM.pdf>> y <<https://congresogro.gob.mx/legislacion/ordinarias/ARCHI/LEY-DEL-EQUILIBRIO-ECOLOGICO-Y-LA-PROTECCION-AL-AMBIENTE-DEL-ESTADO-DE-GUERRERO-878-2021-03-10.pdf>>.

POGG (2006), “Código para la Biodiversidad del Estado de México”, última reforma, 5 de abril de 2024, *Periódico Oficial del Estado de México*.

Ruiz Suárez, L. G., A. Gavilán García, A. Mendoza Cantú, T. Ramírez Muñoz y J. A. Araiza Aguilar (2022), “Atlas Nacional de Residuos Sólidos Urbanos”, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), p. 311, en: <www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/693803/125_2022_Atlas_Nacional_Residuos_Solidos.pdf>.

Sánchez Joselyn (2025), “Estudiante de la UAEH desarrolla bioplásticos de lirio acuático; analizan su uso en la presa Endhó”, *La Jornada Hidalgo*, 15 de mayo de 2025, en: <<https://lajornadahidalgo.com/estudiante-de-la-uaeh-desarrolla-bioplasticos-de-lirio-acuatico-analizan-su-uso-en-la-presa-endho/>> (consulta realizada el 19 de junio del 2025).

Secretaría de Economía. 2018. “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 y de sus parámetros de calidad de los productos finales.”, en: <<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD1/NMX-AA-180-SCFI-2018.pdf>>.

Secretaría de Economía (2019), “NMX-E-273-NYCE-2019: Plásticos compostables – Especificaciones y métodos de prueba”, en: <https://www.nyce.org.mx/>.

Sedema. 2019. “NACDMX-010-AMBT-2019: Especificaciones técnicas que deben cumplir las bolsas y los productos plásticos de un solo uso.”, en: <<https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGEIRA/NORMA%20AMBIENTAL%20NACDMX-010-AMBT-2019.pdf>>.

Sedema (2025), “Convoca Sedema a sumarse a la Evaluación de Circularidad para obtener distintivo”, nota publicada el 14 de marzo 2025, Secretaría del Medio Ambiente, Ciudad de México, en: <<https://sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/convoca-sedema-sumarse-la-evaluacion-de-circularidad-para-obtener-distintivo#:~:text=El%20Distintivo%20de%20Circularidad%20es,Nivel%20%3A%2090%25%20de%20cumplimiento>>.

Semarnat. 1985a. Norma Mexicana NMX-AA-022-1985. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en: <<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/NMX-AA-022-1985.pdf>>.

Semarnat. 1985b. Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en: <<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/NMX-AA-015-1985.pdf>>.

Semarnat. 1985c. Norma Mexicana NMX-AA-61-1985. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en: <<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa061.pdf>>.

Semarnat (2002), “NOM-004-SEMARNAT-2002: Lodos y biosólidos. Límites máximos permisibles de contaminantes”, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Diario Oficial de la Federación*, en: <www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=691939&fecha=15/08/2003>.

Semarnat (2003), NOM-083-SEMARNAT-2003: *Especificaciones ambientales para disposición final de residuos*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en: <www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1306/1/nom-083-semarnat-2003.pdf>.

Semarnat (2013), “Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos”, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en: <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>.

Semarnat (2020), *Panorama general de las tecnologías del reciclaje de plásticos en México y en el mundo*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Standards Australia (2006), *Biodegradable plastics—Biodegradable plastics suitable for composting and other microbial treatment (AS 4736–2006)* [Plásticos biodegradables: plásticos biodegradables aptos para el compostaje y otros tratamientos microbianos (AS 4736-2006)], Standards Australia International.

TÜV Austria (2023), “OK compost HOME & INDUSTRIAL certification” [Certificación OK compost, hogar e industria], en: <www.tuv-at.be/green-marks/ok-compost/>.

USDA (2023), “BioPreferred® Program: Product certification” [Programa BioPreferred®: Certificación de productos], United States Department of Agriculture [Departamento de Agricultura de Estados Unidos], en: <www.biopreferred.gov/>.

Estudio marco sobre el manejo de residuos de bioplásticos posconsumo y mercados secundarios en México

WWF (2022), “¿El plástico biodegradable y compostable es bueno para el medio ambiente? No necesariamente”, en <www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/el-plastico-biodegradable-y-compostable-es-bueno-para-el-medio-ambiente-no-necesariamente>.



CEC
CCA
CCE

cec.org

