

Caracterización y gestión de los residuos orgánicos

en América del Norte



Informe sintético

Citar como:

CCA (2017), *Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte*, informe sintético, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 52 pp.

La presente publicación fue elaborada por Eastern Research Group, Inc. para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. La información que contiene es responsabilidad de los autores y no necesariamente refleja los puntos de vista de la CCA o de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México.

Se permite la reproducción de este material sin previa autorización, siempre y cuando se haga con absoluta precisión, su uso no tenga fines comerciales y se cite debidamente la fuente, con el correspondiente crédito a la Comisión para la Cooperación Ambiental. La CCA apreciará que se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este trabajo como fuente.

A menos que se indique lo contrario, el presente documento está protegido mediante licencia de tipo “Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada”, de Creative Commons.



© Comisión para la Cooperación Ambiental, 2017

ISBN: 978-2-89700-232-9 (*versión electrónica*)

Available in English – ISBN: 978-2-89700-231-2 (*electronic version*)

Disponible en français – ISBN: 978-2-89700-233-6 (*version électronique*)

Depósito legal: Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2017

Depósito legal: Library and Archives Canada, 2017

Detalles de la publicación

Categoría del documento: publicación de proyecto

Fecha de publicación: diciembre de 2017

Idioma original: inglés

Procedimientos de revisión y aseguramiento de la calidad:

Revisión final de las Partes: diciembre de 2017

QA285.17

Proyecto: Plan Operativo 2015-2016 / Iniciativa de América del Norte para el desvío y procesamiento de residuos orgánicos

Si desea más información sobre ésta y otras publicaciones de la CCA, diríjase a:



Comisión para la Cooperación Ambiental

393 rue St-Jacques Ouest, bureau 200
Montreal (Quebec), Canadá, H2Y 1N9
Tel.: 514.350.4300 fax: 514.350.4314
info@cec.org www.cec.org

Caracterización y gestión de los
residuos orgánicos
en América del Norte

Informe sintético

Agradecimientos

El presente informe sintético y el informe de base del que se derivó fueron preparados para la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) por John Carter, Brian Guzzone, Brooke Robel y Shelly Schneider (Eastern Research Group, Estados Unidos); Cristina Cortinas, Verónica Garibay Bravo, Sergio Cuéllar Salinas y Gerardo Salazar Gutiérrez (consultores en México), y Michael Cant y Dilshad Mondegarian (GHD, Canadá). Los autores extienden su agradecimiento a los siguientes funcionarios por sus valiosos comentarios y apoyo: François Letellier y Michael Vanderpol, del ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá (*Environment and Climate Change Canada*, ECCC); Swarupa Ganguli, Krystal Krejcik, Ted MacDonald, Rick Picardi y Nathan Wittstruck, de la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA) de Estados Unidos, y Ricardo Ríos Díaz, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat] de México.

Asimismo, la CCA agradece a las personas entrevistadas y otros participantes en este trabajo por sus valiosas aportaciones y observaciones, así como a Jude Zuppiger por su apoyo en la finalización del informe.

La participación de los siguientes miembros del personal del Secretariado de la CCA permitió llevar a buen puerto este proyecto: David Donaldson, gerente de programas; Gabriela Sánchez, coordinadora de proyectos; los editores a cargo de publicaciones de la CCA, Douglas Kirk, Jacqueline Fortson y Johanne David, y Gray Fraser, diseñador gráfico.

Índice

Siglas, acrónimos y abreviaturas	iv
Sinopsis	v
Resumen ejecutivo	v
Introducción	1
Aspectos generales del informe	4
Definición de “residuo orgánico” y alcance del informe	4
Parte 1: Sinopsis de datos de residuos orgánicos en América del Norte	7
Generación, desvío para aprovechamiento y disposición final de residuos orgánicos en América del Norte	8
Impactos ambientales de los residuos orgánicos en América del Norte	9
Parte 2: Panorama general de políticas, programas, normativas y mejores prácticas en materia de residuos orgánicos en América del Norte	13
Canadá	14
Estados Unidos	15
México	18
Parte 3: Principales desafíos, lagunas y recomendaciones	19
Desafíos transversales, mejores prácticas y recomendaciones	20
Desafíos y recomendaciones por país	29
Limitaciones del análisis	39
Bibliografía	41

Listado de cuadros y de gráficas

CUADRO 1. Emisiones anuales estimadas de GEI procedentes de la disposición final de residuos orgánicos	11
CUADRO 2. Possible reducción anual estimada de emisiones de GEI	11
GRÁFICA 1. Panorama general de la generación, desvío para aprovechamiento y procesamiento de residuos orgánicos	5
GRÁFICA 2. Jerarquía de la recuperación de alimentos	6
GRÁFICA 3. Estimaciones de la generación, desvío para aprovechamiento y disposición final de residuos orgánicos, así como la generación anual per cápita, por país	8
GRÁFICA 4. Tasas de aprovechamiento estimadas para el total de residuos orgánicos, residuos de papel y residuos orgánicos distintos del papel (es decir, alimentarios, de jardín y de madera)	9
GRÁFICA 5. Beneficios del aprovechamiento de residuos orgánicos en términos de reducción de emisiones de GEI	12

Siglas, acrónimos y abreviaturas

CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
CO₂	dióxido de carbono
CO₂-eq	equivalente en dióxido de carbono
Conacyt	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México
DA	digestión anaeróbica (o anaerobia), en lo referente a compostaje a escala industrial en recipientes cerrados
EPA	Agencia de Protección Ambiental (<i>Environmental Protection Agency</i>), Estados Unidos
Firco	Fideicomiso de Riesgo Compartido, México
GEI	gases de efecto invernadero
Gg	gigagramos (miles de millones de gramos)
ICI	industrial, comercial e institucional
kg	kilogramos
PAYT	<i>pay-as-you-throw</i> [sistemas de pago por generación de residuos]
Provar	Proyecto de Apoyo al Valor Agregado de Agronegocios, México
RCRA	Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (<i>Resource Conservation and Recovery Act</i>), Estados Unidos
REP	responsabilidad extendida por parte de los productores
RSM	residuos sólidos municipales
Sagarpa	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México
Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México
STA	programa de certificación Sello de Garantía de Evaluación (<i>Seal of Testing Assurance</i>), Estados Unidos
USDA	Departamento de Agricultura de Estados Unidos (<i>United States Department of Agriculture</i>)

Sinopsis

En este informe sintético se presentan las conclusiones emanadas del proyecto *Iniciativa de América del Norte para el desvío y procesamiento de residuos orgánicos*, de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). El informe contiene, asimismo, estadísticas sobre la generación, el desvío o aprovechamiento y la disposición final de residuos orgánicos en Canadá, Estados Unidos y México, y un análisis de los beneficios ambientales asociados con su reducción. Teniendo como destinatarios principales a responsables de la formulación de políticas y la toma de decisiones, en este documento se describen los mayores desafíos y lagunas que restringen la recuperación generalizada de residuos orgánicos en América del Norte, así como opciones e instrumentos de política pertinentes dirigidos a los sectores industrial y gubernamental y organizaciones locales. Se identifican mejores prácticas, se recomiendan acciones encaminadas a impulsar el aprovechamiento de residuos orgánicos a escala subcontinental y se distinguen posibles áreas de cooperación regional.

Resumen ejecutivo

El proyecto *Iniciativa de América del Norte para el desvío y procesamiento de residuos orgánicos*, puesto en marcha por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) en el marco de su Plan Operativo 2015-2016, tiene por objeto aumentar la capacidad de Canadá, Estados Unidos y México para impulsar el desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos tanto en el sector residencial como en los sectores industrial, comercial e institucional (ICI) de los tres países. Entre los resultados de la iniciativa se incluyen el presente informe sintético y el informe de base (extendido) del que éste se derivó, titulado: *Characterization and Management of Organic Waste in North America* [“Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte”; disponible sólo en inglés] (CCA, 2017c).

En la ejecución de esta iniciativa, el equipo encargado de la investigación se enfrentó a dos desafíos principales:

- falta de una definición homogénea entre los tres países para residuos orgánicos, e
- importantes lagunas de información, principalmente en los sectores ICI.

Aun si Canadá, Estados Unidos y México definen los residuos orgánicos de distinta forma, y a pesar de que en los tres países se observa una ausencia o insuficiencia de información relativa a los sectores ICI, el equipo de investigación descubrió suficiente uniformidad en los datos nacionales para formarse una opinión sobre la información disponible relacionada con la generación, el desvío para aprovechamiento y la eliminación o disposición final de residuos orgánicos en América del Norte. En conjunto, los tres países generan cerca de 265 millones de toneladas anuales de residuos orgánicos; de ese total, en los sectores residencial y comercial se desvían y aprovechan aproximadamente 75 millones de toneladas mediante actividades como compostaje y digestión anaeróbica (en referencia a compostaje a escala industrial en recipientes cerrados), en tanto que 190 millones de toneladas se envían a disposición final (CCA, 2017c). Canadá y Estados Unidos registran ambos —en forma individual— tasas de desvío y aprovechamiento de 32 por ciento, en comparación con la tasa de 7 por ciento de México (CCA, 2017c).

El equipo de investigación descubrió también que la disposición final o eliminación de desechos sólidos a escala regional contribuye con cerca de 200 millones de toneladas equivalentes en dióxido de carbono ($\text{CO}_2\text{-eq}$) en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al año, la mayor parte de las cuales emanan de material orgánico mezclado en

los desechos sólidos (CCA, 2017c). Ampliar las iniciativas encaminadas a desviar los residuos orgánicos y someterlos a una gestión adecuada contribuiría a evitar hasta 100 millones de toneladas de CO₂-eq de GEI al año (CCA, 2017c).

El aprovechamiento de residuos orgánicos también genera beneficios económicos en términos de creación de empleos, lo mismo a escala de proyecto que en los ámbitos regional y nacional, lo que se traduce, a su vez, en un incremento del producto interno bruto. Desde sus fases más tempranas (incluso antes de ser puestas en marcha), las instalaciones dedicadas al procesamiento de residuos orgánicos generan empleos en las áreas de planeación y elaboración de proyectos, aunados a aquellos directamente relacionados con la gestión, recolección y procesamiento de residuos, así como empleos auxiliares relacionados con los productos finales procesados (es decir, el aprovechamiento de la composta en el sector agrícola) (ReFED, 2016). En términos económicos, los posibles impactos positivos del desvío para aprovechamiento de residuos orgánicos son considerables; por ejemplo: desviar la totalidad de los 141.5 millones de toneladas de residuos orgánicos (de los sectores residencial e ICI) enviados en 2014 a disposición final en Estados Unidos generaría alrededor de \$EU14,000 millones y más de 320 mil empleos (cálculo con base en factores definidos por Goldman y Ogishi, 2001).

Con miras a impulsar el desvío y procesamiento de residuos orgánicos, se plantean las siguientes recomendaciones clave dirigidas a responsables de la toma de decisiones en la arena gubernamental, al igual que a otros sectores interesados, desde negocios hasta instituciones académicas:

- Mejorar la recolección y el intercambio de información en todo el subcontinente en aras de mejores oportunidades para el rastreo de datos y la presentación de informes.
- Procurar una mayor participación de los sectores ICI con miras a impulsar el desvío, procesamiento y medición de residuos orgánicos, así como el registro de actividades y datos.
- Llevar a cabo en forma continua y sistemática labores de difusión y educación con el propósito de atender las posibles inquietudes de ciudadanos locales; ofrecer orientación e instrucción en torno a prácticas de clasificación adecuadas, y dar a conocer los beneficios de los productos finales.
- Aumentar las tarifas por descarga o depósito de desechos orgánicos en rellenos sanitarios y plantas de conversión de residuos en energía, con miras a permitir que alternativas como el compostaje y la digestión anaeróbica (en referencia al compostaje a escala industrial en recipientes cerrados) resulten más competitivas.
- Analizar opciones para prohibir el depósito de materia orgánica en rellenos sanitarios.
- Fomentar o expandir incentivos (por ejemplo, subvenciones, préstamos con intereses reducidos, tarifas de introducción de energía renovable a la red eléctrica y estándares de carteras de fuentes renovables) para estimular el crecimiento por cuanto a infraestructura.
- Centrar la atención en mejorar las condiciones del mercado y armonizar los mercados a escala de América del Norte por cuanto a productos finales derivados de residuos orgánicos.
- Fomentar entre ciudadanos y negocios la adquisición de productos elaborados de residuos orgánicos.

Las siguientes actividades representan oportunidades para la colaboración trilateral:

- Examinar opciones de colaboración transfronteriza para mejorar mercados de productos finales generados a partir del desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos.
- Trabajar conjuntamente con miras a documentar en forma más eficaz los mercados finales.
- Expandir iniciativas conjuntas que contribuyan a la consecución de objetivos en materia de sustentabilidad, incluidos los programas de “basura cero” y la economía circular.
- Mejorar la recolección y transparencia de la información.

Introducción





En virtud del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), se creó la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), organización intergubernamental formada por Canadá, Estados Unidos y México con el propósito de atender las preocupaciones ambientales en el ámbito regional, ayudar a evitar posibles conflictos entre comercio y medio ambiente y promover la aplicación efectiva de la legislación ambiental. El Consejo¹ de la CCA aprobó el proyecto *Iniciativa de América del Norte para el desvío y procesamiento de residuos orgánicos* con el propósito de aumentar la capacidad de los tres países de la región para impulsar el desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos, tanto residenciales como de los sectores industrial, comercial e institucional (ICI) en Canadá, Estados Unidos y México. Los resultados de esta iniciativa incluyen el presente informe sintético y el informe de base (extendido) del que éste se derivó, titulado: *Characterization and Management of Organic Waste in North America* [disponible sólo en inglés] (CCA, 2017c).

1. El Consejo de la CCA está integrado por los titulares del ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá (*Environment and Climate Change Canada*, ECCC), la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA) de Estados Unidos y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) de México.

Cuando se dispone de ellos adecuadamente, los residuos orgánicos representan una oportunidad para crear un sistema de circuito cerrado en favor de la sustentabilidad, con un mucho menor impacto ambiental y productos derivados aprovechables. Los residuos orgánicos pueden someterse a un manejo que produzca beneficios en materia de suministro de agua y generación de energía, así como de mitigación de los efectos del cambio climático y mejoramiento de la calidad del aire. Mediante un manejo más adecuado de los residuos orgánicos, América del Norte podrá:

- generar productos farmacéuticos, cosméticos, domésticos e industriales (por medio de la transformación de residuos orgánicos u otros procesos industriales de procesamiento aplicables);
- producir alimentos para animales mediante la transformación de residuos animales y a partir de restos de comida recuperados como resultado de programas de recolección de desechos alimentarios en los sectores ICI y residencial;
- crear fuentes locales de energía por medio de la conversión de residuos orgánicos en biocombustibles o la recuperación de biogás (en el caso de la digestión anaeróbica [DA, en referencia al compostaje a escala industrial en recipientes cerrados]);
- evitar las emisiones de metano (vía compostaje) y mitigar las emisiones de GEI (por medio de la DA y otros usos industriales de residuos orgánicos) al impedir las emisiones de rellenos sanitarios y reemplazar la energía derivada de combustibles fósiles;
- producir digestato que sirva como materia prima para la producción de composta o como lechos para animales, o bien crear efluentes que puedan utilizarse como fertilizantes líquidos, y
- aumentar la retención edáfica de agua y aportar nutrientes al suelo, a partir del aprovechamiento de composta para el mejoramiento de suelos, así como rehabilitar humedales y controlar la erosión.

El crecimiento y la inversión en lo relativo al desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos enfrentan también una diversidad de desafíos, entre los que destacan:

- bajo costo de la disposición final o eliminación en rellenos sanitarios en algunas de las zonas donde no se aplican prohibiciones por cuanto al depósito de residuos orgánicos en rellenos sanitarios, o que carecen de iniciativas sobre desvío y aprovechamiento de tales residuos;
- cantidad y calidad adecuadas de materia prima orgánica no contaminada proveniente de los sectores residencial y empresarial;
- otorgamiento de permisos para el establecimiento de nuevas plantas dedicadas al desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos, o la expansión de aquellas ya establecidas, con atención a inquietudes relacionadas con olores, ruido y tráfico;
- mercados limitados, insuficientemente desarrollados o de los que poco se sabe, para productos finales;
- competencia de alternativas como fertilizantes derivados de combustibles fósiles (por ejemplo, normalmente la concentración de los fertilizantes orgánicos es menor que la de los fertilizantes sintéticos, por lo que es necesario usarlos en cantidades mayores [Universidad Estatal de Oregón, 2008]);
- infraestructura limitada en apoyo del desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos;
- educación a la ciudadanía y empleados (por ejemplo, de restaurantes) acerca de la importancia de la separación de los residuos orgánicos, y
- contratos y acuerdos para impulsar a largo plazo mercados confiables para materias primas, electricidad, gas, digestato, composta o alimento para animales.

Aspectos generales del informe

Derivado del informe de base *Characterization and Management of Organic Waste in North America* [“Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte”; disponible sólo en inglés] (CCA, 2017c), el presente informe sintético explora los desafíos y posibles áreas de mejoramiento en el aprovechamiento, la medición, el reciclaje y el procesamiento de los residuos orgánicos —incluidos desechos alimentarios— provenientes de fuentes residenciales, así como de los sectores industrial, comercial e institucional (ICI) en Canadá, Estados Unidos y México. En él se sintetizan las conclusiones emanadas del proyecto de la CCA *Iniciativa de América del Norte para el desvío y procesamiento de residuos orgánicos*, en torno a políticas, programas, proyectos, lecciones aprendidas, mejores prácticas y mercados para impulsar el desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de los residuos orgánicos. Con base en tales conclusiones, al igual que en los desafíos y lagunas de información detectados, el informe presenta recomendaciones de acciones al respecto que, además, buscan incentivar una mayor cooperación a escala de América del Norte. Su propósito, en última instancia, estriba en crear mayor conciencia en torno a las mejores prácticas, políticas y otras estrategias recomendadas para reducir la generación de residuos orgánicos.

El presente documento sintético se divide en tres partes:

- En la **parte 1** se resumen las principales conclusiones del informe de base *Characterization and Management of Organic Waste in North America* (CCA, 2017c), a fin de caracterizar el desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos en los tres países de América del Norte.
- En la **parte 2** se presenta un panorama general de políticas, programas, normativas y mejores prácticas en materia de residuos orgánicos en América del Norte.
- En la **parte 3** se examinan los desafíos, lagunas y recomendaciones transversales y específicos por país, así como oportunidades de cooperación trilateral.

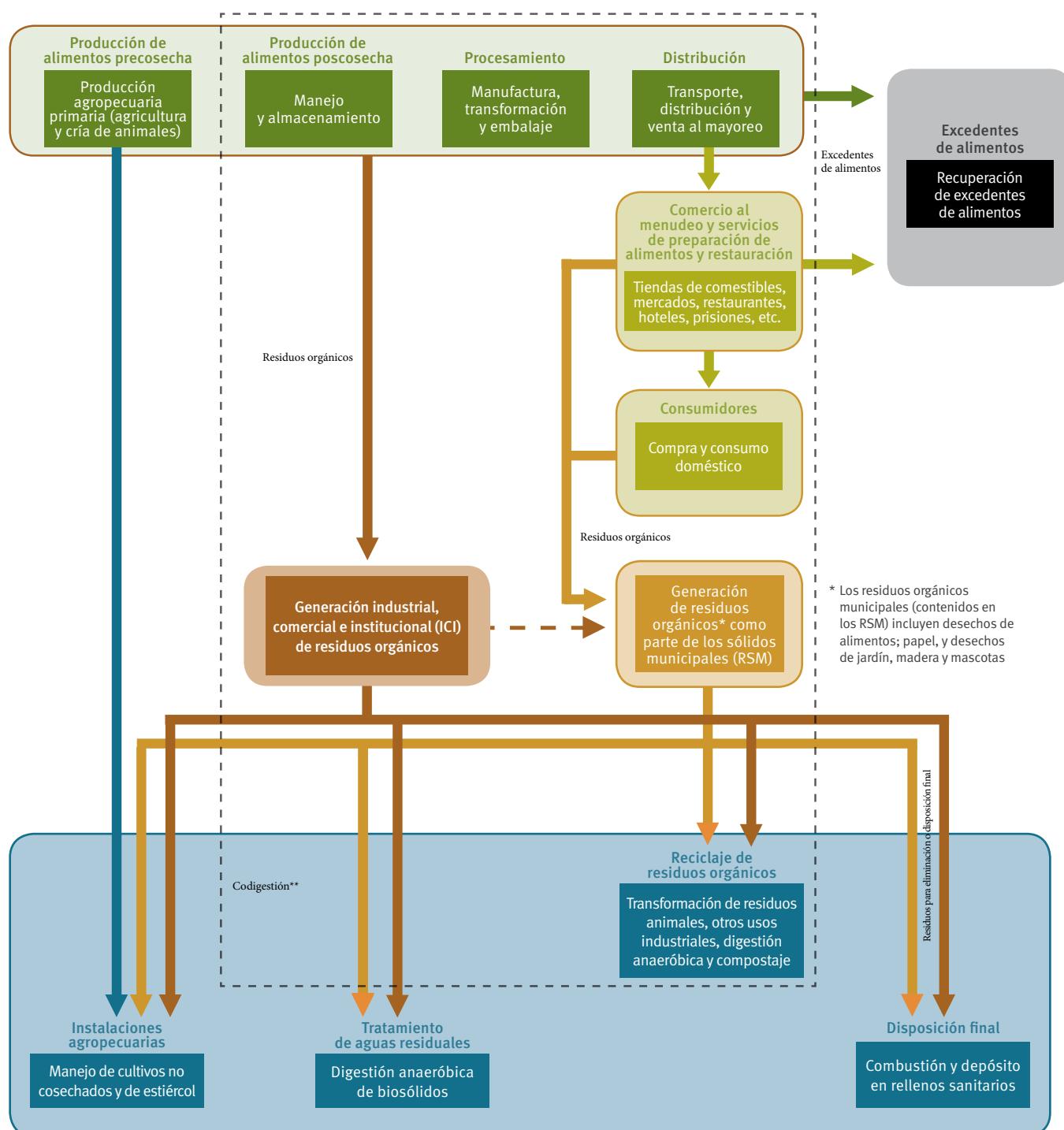
Definición de “residuo orgánico” y alcance del informe

Los elementos considerados para definir qué son los residuos orgánicos difieren entre Canadá, Estados Unidos y México. Por ello, y a fin de orientar el alcance y contenidos del informe, el término “residuo orgánico” —según su aplicación en el presente trabajo— se refiere a todo aquel material que proviene de especies de flora o fauna y es susceptible de descomposición por microorganismos, o bien consiste en restos, sobras o productos de desecho de cualquier organismo.

El presente documento se centra en categorías específicas de residuos orgánicos, a saber: desechos alimentarios (es decir, comida desecharada y cualquier parte no comestible de un alimento), desechos de jardín (por ejemplo, hojas y recortes de hierba), cartón y otros productos de papel, desechos de madera (salvo escombros de construcción y demolición) y desechos de mascotas. Sobra aclarar que los residuos orgánicos no incluyen metales, vidrio ni plásticos derivados del petróleo. Se excluyen además textiles, pieles y plásticos derivados del petróleo, así como el estiércol y los biosólidos provenientes del tratamiento de aguas residuales, excepto cuando un tipo de residuo orgánico (conforme a la definición recién dada) se somete a codigestión con estiércol o biosólidos, y también salvo los casos en que la referencia corresponde específicamente a México, donde el análisis sí comprendió estos tipos de desechos en específico.

La gráfica 1 muestra la interacción entre fuentes y procesos de tratamiento y eliminación o disposición final de los residuos orgánicos. En ella se indican, asimismo, los elementos incluidos en el ámbito de este informe sintético.

GRÁFICA 1. Panorama general de la generación, desvío para aprovechamiento y procesamiento de residuos orgánicos



** El manejo de estiércol en instalaciones agropecuarias y el tratamiento de aguas residuales están fuera del alcance de este proyecto, salvo en los casos en que se aplica la codigestión con residuos orgánicos de fuentes ICI y municipales (procedentes de RSM) en digestores anaeróbicos.

- [Verde] Producción, almacenamiento, procesamiento y distribución
- [Amarillo] Establecimientos de venta y atención directa al consumidor y hogares
- [Naranja] Fuentes industriales, comerciales e institucionales (ICI)

- [Gris] Recuperación de excedentes de alimentos
- [Amarillo] Fuentes de residuos sólidos municipales (RSM)
- [Azul] Procesamiento o tratamiento de residuos orgánicos
- [Dashed Box] Ámbito del proyecto

En el informe se describen prácticas y programas para impulsar el desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos. Sus contenidos están organizados en orden descendente: del método de procesamiento preferido al menos recomendado, con un énfasis puesto en los usos industriales (es decir, la transformación de subproductos animales en pienso u otros productos como cosméticos, pinturas y barnices; la digestión anaeróbica de residuos orgánicos para generar biogás y digestato, y el compostaje de material orgánico para producir fertilizantes y otros productos para el mejoramiento del suelo).

No se incluyen en el ámbito del presente documento los excedentes de alimentos recuperados para alimentación humana y animal, ni tampoco se abordan los residuos orgánicos sometidos a manejo mediante combustión o depósito en rellenos sanitarios. El informe de la CCA asociado, titulado: *Characterization and Management of Food Loss and Waste in North America* [disponible sólo en inglés] (CCA, 2017b), y su correspondiente informe sintético, *Caracterización y gestión de la pérdida y el desperdicio de alimentos en América del Norte* (CCA, 2017a), describen oportunidades para reducir en la fuente la pérdida y el desperdicio de alimentos, así como aumentar —con fines de consumo humano o animal— la recuperación de excedentes o desechos alimentarios generados por los sectores ICI (productores de alimentos, negocios de comestibles y restaurantes, hospitales, escuelas y universidades, entre otros). Los ámbitos de ambos informes se reflejan en la gráfica 2.²



2. Diferencias en las metodologías de medición, los años de obtención de los datos y los materiales orgánicos analizados dificultan la comparación entre las estimaciones sobre desechos de alimentos presentadas en el informe de la CCA asociado, *Caracterización y gestión de la pérdida y el desperdicio de alimentos en América del Norte* (CCA, 2017a), y las estimaciones relativas a residuos orgánicos mostradas en el presente documento. Aunque las estimaciones contenidas en este informe sintético se basan en los mejores datos disponibles para cada país, en los tres casos se observaron lagunas en la información (en su mayoría correspondientes a los sectores ICI), lo que se tradujo en estimaciones de generación más bajas.

A professional-looking woman with dark hair tied back is shown from the chest up. She wears a white hairnet and a dark grey zip-up jacket over a light-colored collared shirt. She is holding a light-colored clipboard in her left hand and a black pen in her right hand, looking directly at the camera with a neutral expression.

Parte 1

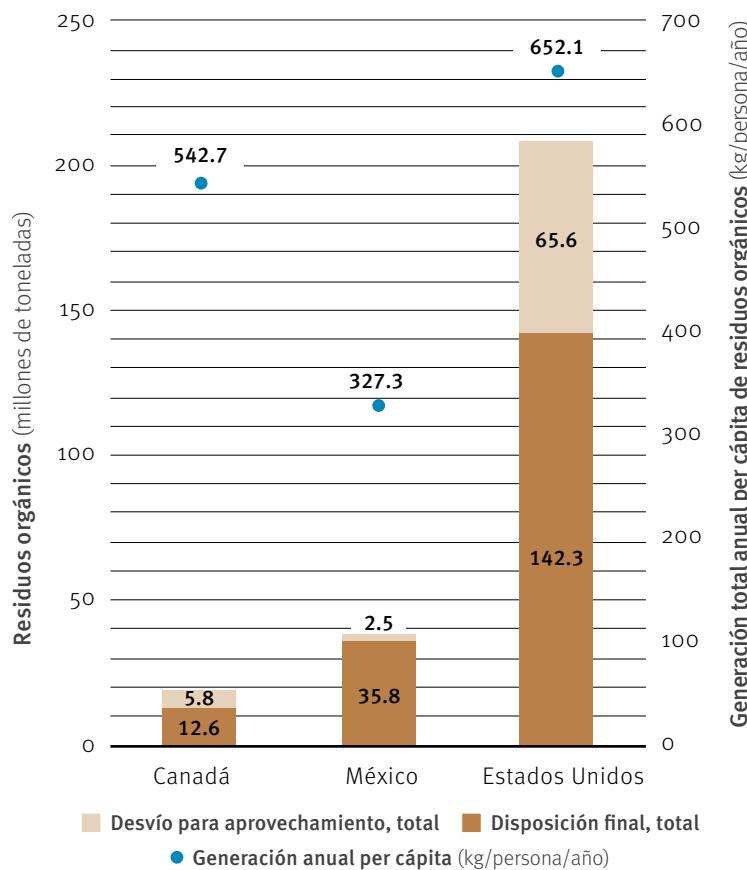
Sinopsis de datos de residuos orgánicos en América del Norte

Generación, desvío para aprovechamiento y disposición final de residuos orgánicos en América del Norte

A pesar de las diferencias en los elementos utilizados en Canadá, Estados Unidos y México para definir el término *residuos orgánicos*, las estimaciones sobre su generación en el ámbito residencial en América del Norte fueron, en su mayoría, comparables, ya que los tres países rastrean el flujo residencial de desechos sólidos. Las comparaciones para los sectores industrial, comercial e institucional (ICI), en cambio, resultan más difíciles debido a las diferencias en los programas de recolección de datos y las profundas lagunas de información prevalecientes.

Pese a tales dificultades, la congruencia en los datos por país fue suficiente para estimar información sobre la generación, el desvío para aprovechamiento y la disposición final de residuos orgánicos en América del Norte. En la gráfica 3 se muestra una estimación de la cantidad anual de residuos orgánicos sometidos a aprovechamiento y disposición final (en millones de toneladas al año), así como la cantidad generada (en kilogramos por persona por año) en Canadá, Estados Unidos y México.³ En conjunto, los tres países generan aproximadamente 265 millones

GRÁFICA 3. **Estimaciones de la generación, desvío para aprovechamiento y disposición final de residuos orgánicos, así como la generación anual per cápita, por país**



Nota: Los pesos corresponden a millones de toneladas, salvo que se indique otra cosa. Los valores correspondientes a México incluyen desechos residenciales y alimentarios (desde la cosecha hasta su comercialización), pero no incluyen estimaciones de generación, desvío para aprovechamiento o disposición final de residuos de otras fuentes de los sectores ICI.

Fuente: CCA, 2017c, cuadro 24.

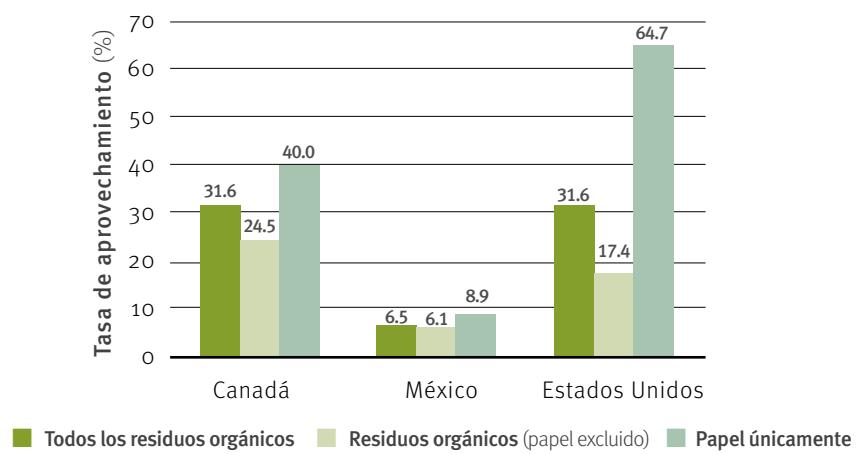
- Los conjuntos de datos disponibles para cada país se analizaron y utilizaron para estimar las tasas anuales de generación, desvío para aprovechamiento y disposición final de residuos orgánicos; sin embargo, puesto que los datos son incompletos, las cantidades mostradas en la gráfica habrán de considerarse meramente como estimaciones.

de toneladas anuales de residuos orgánicos (CCA, 2017c). De esta cantidad, en los sectores residencial y comercial se desvían cerca de 75 millones de toneladas por medio de actividades como digestión anaeróbica y compostaje industriales, en tanto que 190 millones de toneladas se envían a disposición final (CCA, 2017c). Canadá y Estados Unidos registran en forma individual una tasa de desvío de residuos orgánicos para aprovechamiento de 32 por ciento, en comparación con la tasa en México de 7 por ciento (CCA, 2017c).

En la gráfica 4 se muestran las tasas de desvío para aprovechamiento correspondientes al total de los residuos orgánicos (papel incluido), a los residuos orgánicos distintos del papel (es decir, desechos alimentarios, de jardín y de madera), y a los residuos de papel únicamente. Excluido el papel, Canadá ostenta la más alta tasa de aprovechamiento de desechos alimentarios, de jardín y de madera, ubicada en cerca de 25 por ciento; la de Estados Unidos es de poco más de 17 por ciento, y la de México equivale a 6 por ciento. Con todo, el desvío para aprovechamiento a través de opciones de gestión establecidas (es decir, usos industriales, DA y compostaje) continúa eclipsado por la combustión y el depósito en rellenos sanitarios, vías por las que aún se elimina la mayor parte de los residuos orgánicos.

La infraestructura establecida, un mayor valor comercial y la estabilidad del mercado de papel explican las tasas de aprovechamiento más elevadas de dicho material en comparación con otros materiales orgánicos. Gracias a este mayor valor, el papel que permanece en el flujo de desechos podría orientarse al mercado de fibras, en vez de destinarse a compostaje o digestión anaeróbica.

GRÁFICA 4. Tasas de aprovechamiento estimadas para el total de residuos orgánicos, residuos de papel y residuos orgánicos distintos del papel (es decir, alimentarios, de jardín y de madera)



Nota: Los valores correspondientes a México incluyen desechos residenciales y alimentarios (desde la cosecha hasta su comercialización), pero no incluyen estimaciones de generación, desvío para aprovechamiento o disposición final de residuos de otras fuentes de los sectores ICI.

Fuente: CCA, 2017c.

Impactos ambientales de los residuos orgánicos en América del Norte

Al descomponerse en rellenos sanitarios, la materia orgánica genera gases de efecto invernadero (GEI), dióxido de carbono (CO_2) y metano, emisiones que contribuyen al cambio climático mundial. Además, estas emisiones también afectan la calidad del aire y están asociadas con problemas de salud pública, como el asma. El hecho de desviar del flujo de desechos sólidos la parte correspondiente a residuos orgánicos para su manejo en procesos de compostaje y digestión anaeróbica (DA)—incluida la codigestión—no sólo contribuye a conservar el valioso —y cada vez más reducido— espacio destinado a los rellenos sanitarios, sino que también aporta beneficios económicos y ambientales, entre los que figuran la generación de energía renovable, la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, y mejores condiciones de los recursos hídricos y el suelo.

La DA es un proceso mediante el cual, en ausencia de oxígeno, los microorganismos descomponen la materia orgánica y producen un gas conocido como biogás, al tiempo que se genera un residuo orgánico denominado “digestato”. La digestión anaeróbica de estiércol en las unidades de producción agropecuaria es una práctica bien establecida en América del Norte, y la DA de residuos orgánicos va en constante aumento en Canadá y Estados Unidos. La codigestión es una prometedora subclase de DA en la que residuos orgánicos con un rico contenido energético —como mantecas, grasas y aceites; cultivos para la producción de energía; residuos agrícolas, y desechos alimentarios procedentes del sector restaurantero— se añaden a digestores ya sea de estiércol o de aguas residuales. El mayor beneficio de los proyectos de codigestión estriba en que con éstos es posible aprovechar activos e infraestructura en pie con capacidad excedente, con lo cual se hace un uso más eficiente del equipo de procesamiento al tiempo que se prorratean costos. Otros beneficios de la codigestión incluyen una descomposición más eficaz de los sólidos volátiles y mayores tasas de producción de biogás (Asociación Canadiense de Biogás, 2015). La codigestión es una práctica novedosa que aún no se adopta en forma generalizada en ninguno de los tres países del subcontinente; sin embargo, en Estados Unidos ya se han emprendido algunas iniciativas preliminares.

El compostaje es la descomposición de materiales orgánicos (por ejemplo, desechos de jardín, residuos alimentarios y papel) por microorganismos aeróbicos (y anaeróbicos) que producen humus, producto secundario aprovechable con un aspecto similar al de la tierra. En función de su cantidad y calidad, existen vastos mercados y usos finales para la composta. Canadá y Estados Unidos disponen de programas de compostaje bien establecidos, muchos de los cuales reciben desechos alimentarios. Aunque en México se observa un rezago en cuanto a la adopción de esta práctica, es evidente el potencial para instrumentar en el país iniciativas y prácticas vigorosas de compostaje de residuos orgánicos.

Beneficios del aprovechamiento de residuos orgánicos en términos de emisiones de GEI

Como parte del compromiso asumido ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Canadá, Estados Unidos y México han generado estimaciones relativas a las emisiones de GEI provenientes de rellenos sanitarios en sus respectivos territorios, mediante el uso de metodologías aprobadas por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). Con base en documentos nacionales presentados ante la CMNUCC, en el cuadro 1 se resumen las estimaciones de emisiones de GEI derivadas de los residuos orgánicos en cada uno de los tres países de América del Norte.



Gran parte de las emisiones estimadas que se muestran en el cuadro 1 podría eliminarse si el total de residuos orgánicos se desviara y se evitara su depósito en rellenos sanitarios para, en cambio, someterse a DA o compostaje; sin embargo, este escenario dista actualmente de ser real para cualquiera de los tres países de América del Norte. Como se muestra en el cuadro 2, la presente investigación llegó a la conclusión de que el desvío y aprovechamiento mediante DA y compostaje de una mayor cantidad de residuos orgánicos podría traducirse en una reducción de 3 millones de toneladas en emisiones de dióxido de carbono equivalente ($\text{CO}_2\text{-eq}$) en Canadá, 60 millones de toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}$ en Estados Unidos, y entre 2 y 38 millones de toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}$ en México.

CUADRO 1. Emisiones anuales estimadas de GEI procedentes de la disposición final de residuos orgánicos

Canadá	Estados Unidos	México*
26 millones de toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}^a$ (0.73 toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}$ per cápita)	148 millones de toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}^b$ (0.46 toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}$ per cápita)	18-25 millones de toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}^c$ (0.15 a 0.21 toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}$ per cápita)

* Es probable que las emisiones provenientes de la gestión de residuos orgánicos en México sean considerablemente más elevadas que las mostradas en este cuadro. No obstante, resulta complicado obtener estimaciones confiables de tales emisiones, debido a la falta de información coherente y confiable, así como al elevado número de rellenos sanitarios y vertederos a cielo abierto que operan sin ningún tipo de control en México.

Fuentes:

- a. CCA, 2017c, cuadro 63.
- b. CCA, 2017c, cuadro 68.
- c. CCA, 2017c, cuadro 64 (Gg de metano convertidos en toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}$, utilizando un potencial de calentamiento global de 25).

CUADRO 2. Posible reducción anual estimada de emisiones de GEI

Canadá	Estados Unidos	México
3.4 millones de toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}^a$ (0.09 toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}$ per cápita)	60 millones de toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}^b$ (0.19 toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}$ per cápita)	2-38 millones de toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}^c$ (0.02 a 0.32 toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}$ per cápita)

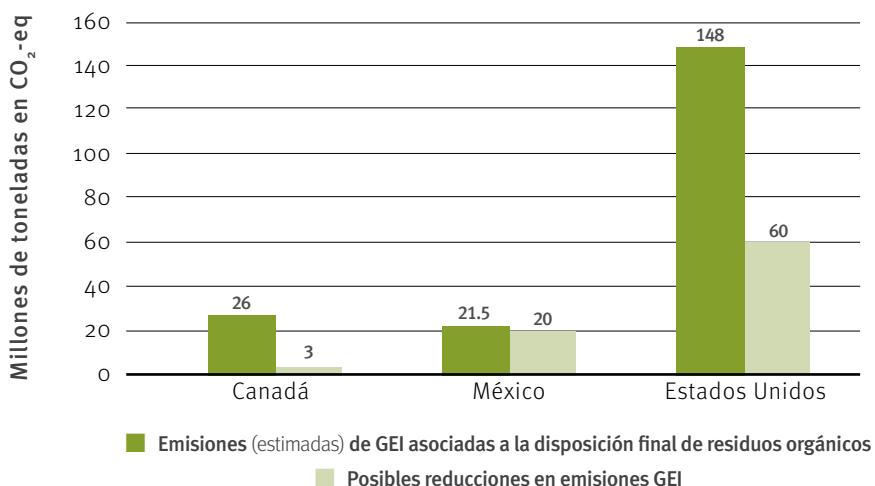
Nota: Diferencias en las metodologías de medición, los años de obtención de los datos y los materiales orgánicos analizados dificultan la comparación entre las estimaciones sobre desechos de alimentos presentadas en el informe de la CCA asociado, *Characterization and Management of Food Loss and Waste in North America* [“Caracterización y gestión de la pérdida y el desperdicio de alimentos en América del Norte”; disponible sólo en inglés] (2017b), y las estimaciones correspondientes a residuos orgánicos mostradas en el presente documento.

Fuentes:

- a. CCA, 2017c, apartado 5.2.2 (con base en tasas actuales de generación y disposición final de residuos orgánicos).
- b. CCA, 2017c, cuadro 69 (con base en tasas actuales de generación y disposición final de residuos orgánicos).
- c. CCA, 2017c, cuadro 65. Obsérvese que 38 millones de toneladas de $\text{CO}_2\text{-eq}$ es la reducción potencial estimada en emisiones para 2030.

La gráfica 5 yuxtapone el potencial de reducción de las emisiones de GEI de los tres países de América del Norte como resultado del desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos, por un lado, a las emisiones de GEI generadas como resultado de su eliminación o disposición final, por el otro, con lo que ilustra los posibles beneficios en términos de mitigación de emisiones de GEI asociados al aprovechamiento de residuos orgánicos. Para determinar el potencial de reducción de las emisiones de México se utilizó un valor intermedio conservador, tomado del cuadro 2. Aunque la base para estimar estas reducciones en emisiones varía de un país a otro, el potencial de reducción anual total como resultado de operaciones de desvío de residuos orgánicos en los tres países combinados podría ascender a unos 80 millones de toneladas en $\text{CO}_2\text{-eq}$, casi la mitad de las emisiones totales anuales actuales procedentes de la disposición final de desechos sólidos.

GRÁFICA 5. Beneficios del aprovechamiento de residuos orgánicos en términos de reducción de emisiones de GEI



Nota: Diferencias en las metodologías de medición, las fechas de los datos y los materiales orgánicos analizados dificultan la comparación entre las estimaciones sobre pérdida y desperdicio de alimentos presentadas en el informe de la CCA asociado, *Characterization and Management of Food Loss and Waste in North America* [“Caracterización y gestión de la pérdida y el desperdicio de alimentos en América del Norte”; disponible sólo en inglés] (2017b), y las estimaciones de residuos orgánicos mostradas en el presente documento.

Fuente: CCA, 2017c.

Otros beneficios medioambientales y socioeconómicos del aprovechamiento de residuos orgánicos

Además de mitigar las emisiones de metano y otros contaminantes de corta vida que contribuyen al cambio climático, el desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos —evitando con ello su depósito en rellenos sanitarios— genera numerosos beneficios:

- Algunos productos derivados de los sectores ICI (por ejemplo, transformación de residuos animales y aprovechamiento de cortezas cítricas) contribuyen a conservar materiales vírgenes en la medida en que se utilizan residuos orgánicos como materias primas en la elaboración de productos nuevos (alimento para consumo animal, aceites esenciales para limpiadores y otros).
- El biogás se utiliza en la generación de electricidad, calor o gas natural renovable, con lo que se contrarresta el consumo de combustibles fósiles y se ofrece una fuente local de energía renovable.
- El digestato se emplea como fertilizante y otros productos para el mejoramiento de suelos, y puede destinarse también a lechos para animales.
- La composta reduce la necesidad de utilizar fertilizantes sintéticos (y, por consiguiente, contribuye a mitigar las emisiones y el uso intensivo de energía asociados con su manufactura); aumenta el control de la erosión; evita la pérdida de mantillo, y protege aún más el medio ambiente al captar y almacenar carbono.
- El aprovechamiento de residuos contribuye, asimismo, a evitar la contaminación de aguas subterráneas y de agua potable, y a mitigar las emisiones de otros contaminantes transportados por aire que contribuyen al neblumo y producen efectos negativos en la salud humana (asma, entre otros).



Parte 2

Panorama general de políticas, programas, normativas y mejores prácticas en materia de residuos orgánicos en América del Norte

En tanto Canadá, Estados Unidos y México emprenden nuevas iniciativas, o bien expanden aquellas en curso, a fin de fomentar el desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de los residuos orgánicos, es importante someter a un minucioso estudio y revisión las políticas, programas, marcos reglamentarios y mejores prácticas eficaces que ya se han establecido. Algunas de estas iniciativas emanan de políticas nacionales, como las leyes internas que regulan la gestión de residuos y desechos —incluidos los orgánicos—, o bien pueden entrañar la emisión de reglamentos por parte de autoridades estatales, como en el caso de México. Ante la ausencia de una política de alcance federal, como sucede en Canadá y Estados Unidos, otras iniciativas se han creado y aplicado en las esferas provincial, territorial, estatal o municipal. En Estados Unidos, por ejemplo, se ha prohibido el depósito de residuos orgánicos (principalmente desechos de jardín) en rellenos sanitarios en 24 estados (Gardner, 2016). Asimismo, en ciudades como San Francisco se han fijado metas de “basura cero” a alcanzar en 2020, para lo que —entre otras medidas— se exige a residentes y negocios separar los residuos orgánicos en contenedores de cierto color (SF Environment, 2016). En la actualidad, estas acciones individuales se llevan a cabo en forma independiente, pero seguramente se presentarán oportunidades para establecer un mayor intercambio o apalancar conocimientos y experiencias con miras a impulsar el desvío y aprovechamiento de los residuos orgánicos a escala subcontinental. En los siguientes apartados se describen algunas de estas políticas, leyes y reglamentos, programas y mejores prácticas de Canadá, Estados Unidos y México, que incluyen incentivos creados para aumentar la participación y la observancia.

Canadá

Ante la ausencia de un marco de gestión de los residuos orgánicos de alcance federal, corresponde a las autoridades municipales, provinciales y territoriales de Canadá establecer las políticas, reglamentos y directrices necesarios para el manejo de los residuos sólidos en sus territorios. En forma similar a lo ocurrido en Estados Unidos, la mayoría de las provincias y territorios canadienses inicialmente concentraron sus programas en el compostaje de hojas y desechos de jardín, para luego empezar a ocuparse del tratamiento (vía compostaje o DA) de los residuos orgánicos separados en la fuente. Los programas de reciclaje y esquemas de distribución de contenedores azules para tal efecto en Canadá suelen financiarse parcialmente en el marco de programas de resguardo ambiental y de responsabilidad extendida de los productores. Por lo general, son los municipios quienes financian los programas para impulsar la gestión de residuos orgánicos, con recursos limitados de los gobiernos provincial o federal para apoyarlos.

Distintas jurisdicciones en Canadá han impuesto prohibiciones a la disposición final de residuos orgánicos en rellenos sanitarios. Las provincias de Isla del Príncipe Eduardo y Nueva Escocia lo hicieron desde 1998, seguidas más tarde por algunos municipios en Columbia Británica: en 2005, el distrito regional de Nanaimo (por cuanto a residuos orgánicos generados por fuentes comerciales e institucionales) y en 2015, el distrito regional del área metropolitana de Vancouver (prohibición aplicable a residentes y negocios) (Gorrie, 2012). Más recientemente, las provincias de Quebec y Ontario consideran la aplicación de prohibiciones similares para 2020 y 2022, respectivamente.

Canadá estableció el Consejo Nacional de Producción sin Generación de Residuos (*National Zero Waste Council, NZWC*) en 2013, con el propósito de congregar a gobiernos, negocios y organizaciones no gubernamentales en aras de prevenir la generación de residuos en el país. En marzo de 2017, el Consejo presentó la Estrategia Nacional para la Reducción de Desechos Alimentarios (*National Food Waste Reduction Strategy*), cuyo objetivo es alcanzar una meta de reducción de la cantidad de comida desperdiciada que se envía a rellenos sanitarios de 50 por ciento para 2030, en consonancia con la meta establecida por Estados Unidos en ese sentido (NZWC, 2017).

Existen numerosas iniciativas canadienses encaminadas a fomentar un mayor desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos en los sectores industrial, comercial e institucional (ICI), aun si la gran mayoría reviste un carácter voluntario y la información disponible es limitada. En 2012, el Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente (*Canadian Council of Ministers of the Environment, CCME*) trabajó con representantes de los principales comercios minoristas, los ramos restaurantero y de servicios alimentarios, propietarios de marcas y la industria del embalaje, a efecto de formular una estrategia dirigida a la industria para reducir la generación de desechos en Canadá (Loblaw Companies Limited, 2012; Walmart Canada, 2012).

En junio de 2016, la provincia de Ontario aprobó la Ley para un Ontario Sin Basura (*Waste-Free Ontario Act*), que busca impulsar mayores innovaciones en materia de reciclaje y, al mismo tiempo, mantener costos reducidos y facilitar a consumidores y negocios el acceso a más opciones para reciclar. La ciudad de Calgary, por su parte, propuso en 2015 una estrategia para el aprovechamiento obligatorio de residuos orgánicos en los sectores industrial, comercial e institucional, que incluye el cobro de tarifas diferenciales por el depósito o descarga de residuos, y la prohibición de depositar residuos orgánicos en los rellenos sanitarios. Asimismo, Calgary ha trabajado con el sector privado con miras a formular una estrategia por separado para la gestión, monitoreo y registro de desechos de los sectores ICI (Seidel Wassenaar, 2015).

Los programas de Ontario con respecto a tarifas de introducción de energía a la red facilitan ingresos preferenciales por concepto de generación de electricidad a partir de fuentes renovables, como el biogás producido por la DA de residuos orgánicos. Por otro lado, el Reglamento 452/09, “Registro de emisiones de gases de efecto invernadero” (*Greenhouse Gas Emissions Reporting*) de Ontario, de 1990, establece que las empresas deberán presentar informes sobre su generación anual de GEI, al amparo de programas de tope y canje de emisiones. Con ello se brinda a la industria un incentivo económico para reducir sus emisiones en cumplimiento de la meta global en favor del medio ambiente. En forma alternativa, las empresas pueden adquirir “créditos de compensación de emisiones de carbono” mediante proyectos que buscan mitigar las emisiones de GEI, como la construcción de instalaciones de compostaje y DA.

Estados Unidos

La Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (*Resource Conservation and Recovery Act*, RCRA) establece un marco nacional para la gestión y la eliminación o disposición final adecuadas de desechos sólidos peligrosos y no peligrosos en Estados Unidos (EPA, 1976). Aunque la RCRA no aborda en forma específica el manejo de los residuos orgánicos, en su subtítulo D, artículo 4001, se impulsa la eliminación de residuos sólidos en formas ambientalmente adecuadas que maximicen la utilización de recursos valiosos. Esta ley establece, además, que el gobierno federal proporcionará recursos técnicos y financieros a los estados, y en respuesta a esta directiva, la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA) creó su propio programa de manejo. Con todo, Estados Unidos no cuenta con leyes o políticas de alcance federal o nacional en materia de desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos. En septiembre de 2015 la EPA y el Departamento de Agricultura (*United States Department of Agriculture*, USDA) anunciaron la primera meta en la historia del país de reducir —en 50 por ciento para 2030— los desechos alimentarios (EPA, 2015). Asimismo, algunos estados, condados o municipalidades están tomando el liderazgo por cuanto al desvío de residuos orgánicos para aprovechamiento y la aplicación de prohibiciones a la eliminación o disposición final de desechos alimentarios o de jardín, o bien la promulgación de requisitos (políticas e incentivos) para impulsar el desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos.

Las entidades federativas aplican sus propias políticas y reglamentos en materia de residuos orgánicos, y no existe un listado exhaustivo de las normativas adoptadas por cada cual. Casi la mitad de los estados han promulgado prohibiciones a la eliminación o disposición final de desechos de jardín y alimentarios, y algunos —California, Connecticut, Delaware, Florida, Massachusetts, Michigan y Nueva York—han establecido además metas de aprovechamiento, a cuya consecución probablemente contribuirá el hecho de excluir los residuos orgánicos del flujo de desechos enviados a los rellenos sanitarios. Sin embargo, las políticas en vigor en algunos estados representan un obstáculo para aplicar procesos de digestión anaeróbica industrial o llevar a cabo mayores actividades de compostaje con los residuos orgánicos desviados, por lo que se desconoce el impacto real que tales prohibiciones y metas podrían tener. Las operaciones de compostaje y los digestores, en particular, están sujetos a la obtención de permisos en materia de residuos sólidos y calidad del aire y del agua que varían de un estado a otro. Ello exige a los promotores de proyectos que trabajan en múltiples estados conocer en qué forma podría cada licencia u ordenanza local afectar proyectos específicos (finanzas, selección de tecnología y productos finales).



En general, son condados y municipalidades quienes encabezan en Estados Unidos las acciones en favor de un mayor desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de los residuos orgánicos. Con todo, existe todavía un enorme potencial sin explorar para instrumentar y expandir programas en todo el país. La mayoría de localidades con iniciativas de aprovechamiento de residuos orgánicos apoyan el compostaje de residuos orgánicos separados en la fuente, por las múltiples ventajas que conlleva. El condado de Alameda, en California, por ejemplo, tiene un programa de compostaje que atiende a 420,000 casas unifamiliares mediante la recolección de desechos de comida, papel sucio con restos de alimentos y residuos vegetales (StopWaste, 2016); en la ciudad de Nueva York, 100,000 hogares —incluidos más de 150 edificios de departamentos— reciben servicios de recolección de desechos alimentarios (DSNY, 2016). Por cuanto a los sectores ICI, Weis Markets en Pensilvania alcanzó su meta de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero cinco años antes de lo programado, en parte gracias a la instrumentación de un amplio programa de compostaje de desechos de comida (el producto final luego se pone a disposición de los clientes para su adquisición) (Goldstein, 2013). En la Universidad Purdue (Indiana), los desechos alimentarios se recolectan del campus y se envían a plantas de tratamiento de aguas residuales para codigestión, lo que contribuye a la generación de electricidad para la planta de tratamiento (Universidad Purdue, 2013).

Ejemplos de políticas y programas en vigor en Estados Unidos

- Numerosos programas federales de incentivos respaldan el desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos, a saber:
 - Existen más de 523 políticas regulativas o incentivos económicos relacionados con la biomasa; de éstos, 227 se relacionan específicamente con tecnologías de DA (NC Clean Energy Technology Center, 2016).
 - El Estándar de Combustibles Renovables (*Renewable Fuel Standard*), de alcance federal, incluye el biogás como opción avanzada de combustible celulósico con el cual satisfacer obligaciones en cuanto a volumen de fuentes renovables (EPA, 2017). (El biogás admisible que se emplea en transporte genera números de identificación de energía renovable que facilitan la creación de mercados para el biogás generado por DA.)

- Los Bonos para Proyectos Calificados de Conservación de Energía (*Qualified Energy Conservation Bonds*), del Departamento de Energía (*Department of Energy*, DOE), ofrecen financiamiento para operaciones industriales de digestión anaeróbica (DOE, 2017).
- El Programa de Pagos de Biocombustibles Avanzados (*Advanced Biofuel Payment Program*) del USDA es otra iniciativa que ofrece financiamiento para DA (USDA, 2017a).
- El Programa de Energía Rural para Estados Unidos (*Rural Energy for America Program*) del USDA ayuda a productores agrícolas y pequeñas empresas rurales a instalar sistemas de energía renovable, entre los que se incluyen instalaciones para la DA (USDA, 2017b).
- La EPA de Estados Unidos creó la herramienta cartográfica *Waste to Biogas Mapping Tool* para ubicar la transformación de residuos en biogás en un mapa interactivo que permite conectar a los generadores de residuos orgánicos (por ejemplo, plantas para aprovechamiento y transformación de grasas animales residuales y procesamiento de alimentos) con posibles usuarios del biogás producto de procesos de codigestión (EPA, 2016c). Asimismo, la EPA elaboró una herramienta para el análisis económico de la codigestión (*Co-Digestion Economic Analysis Tool*), que permite evaluar la viabilidad económica de la codigestión de desechos alimentarios en plantas de tratamiento de aguas residuales e instalaciones de recuperación de recursos hídricos con fines de producción de biogás (EPA, 2016a).
- Algunas entidades federativas ofrecen, además, incentivos para impulsar el desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos. CalRecycle, por ejemplo, brinda financiamiento a proyectos de gestión de residuos sólidos en los sectores público y privado, en el marco de un competitivo programa de subvenciones cuya meta estriba en reducir las emisiones globales de GEI mediante la ampliación de la capacidad en pie o el establecimiento de plantas nuevas para el procesamiento —compostaje y DA— de residuos orgánicos a lo largo y ancho del estado, y la consecuente reducción en la cantidad de materia orgánica enviada día con día a los rellenos sanitarios (CalRecycle, 2017).
- De hecho, numerosos estados han establecido metas de mitigación de emisiones de GEI que incluyen el aprovechamiento de residuos orgánicos. California, por ejemplo, aprobó en septiembre de 2016 un proyecto de ley (SB 1383) en el que se establece el requisito de reducir las emisiones de metano procedentes de la industria ganadera y de producción de lácteos. Esta ley busca apoyar la adopción de políticas que mejoren el reciclaje de los residuos orgánicos e impulsen usos innovadores y ambientalmente benéficos del biometano derivado de plantas de tratamiento de residuos sólidos. Asimismo, establece metas claras para una drástica reducción de la disposición final de residuos orgánicos en los rellenos sanitarios estatales: una disminución de 50 por ciento respecto de los niveles de 2014 para el año 2020 y de 75 por ciento para 2025 (Gobierno de California, 2016).
- Diversas organizaciones no gubernamentales también están subsanando importantes lagunas de información en aras de fomentar el desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos, sus productos finales y los mercados asociados:
 - El Consejo Estadounidense de Biogás (*American Biogas Council*) lanzó un nuevo programa, de carácter voluntario, para evaluar y certificar la calidad del digestato (*Digestate Standard Testing and Certification Program*), que permitirá a las plantas de biogás comercializar con más eficacia el digestato producido gracias a la divulgación de información sobre el proceso de digestión, y la materia prima y composición del digestato. Además, el programa ofrece a los compostadores que aceptan digestato la información que les permitirá determinar la mezcla óptima para el compostaje (Leib *et al.*, 2016).
 - El Consejo Estadounidense de Compostaje (*US Composting Council*, USCC) creó el programa de certificación Sello de Garantía de Evaluación (*Seal of Testing Assurance*, STA) para analizar y asegurar la calidad de productos de composta, etiquetarlos y divulgar información relacionada (USCC, 2016), con miras a atender la falta de reglamentos o estándares de calidad en el ámbito federal, y ayudar a productores y compradores a determinar qué tan adecuada es la composta para el uso pretendido, o bien, comparar diversos productos de composta. Los fabricantes o comercializadores participantes en el programa STA toman muestras de su composta regularmente, las analizan con apego a protocolos del STA, y pagan una cuota anual por producto certificado que lleva el logotipo STA.

- El gobierno federal (la EPA, entre otras dependencias) y los estados han definido requisitos para favorecer las adquisiciones de composta y fertilizantes elaborados a partir de residuos orgánicos (por ejemplo, aquellos utilizados en el manejo de áreas verdes de edificios y parques federales y estatales). Trece estados exigen el uso de composta certificada (aprobada bajo los estándares del programa STA), lo que impulsa los mercados de composta (Miller y Germain, 2016).

México

En los ámbitos federal, estatal y municipal, la gestión integral de residuos sólidos está regulada en términos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), en vigor desde enero de 2004. Esta disposición se promulgó después del acceso de México a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), en atención a las estrategias recomendadas por el organismo para la prevención y minimización de desechos (DOF, 2004; OCDE, 2000). A fin de lograr los objetivos establecidos en la LGPGIR, las autoridades federales, estatales y municipales son responsables de determinar el volumen y la composición de los residuos sólidos generados, así como la infraestructura y las capacidades disponibles para su procesamiento o transformación. Además, deben identificar las necesidades al respecto, y diseñar programas encaminados a crear en las esferas nacional, estatal y municipal las condiciones para satisfacer tales necesidades.

Ejemplos de iniciativas llevadas a cabo en México en relación con los residuos orgánicos

- El Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria, lanzado en 2005 en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), busca aumentar la seguridad alimentaria y generar ingresos en comunidades marginadas en México. Este proyecto ha sido, además, un factor importante para impulsar el uso de tecnologías, como los biodigestores (principalmente en el sector agrícola), y prestar apoyo técnico e impartir capacitación. Actualmente, el programa opera en 23 entidades mexicanas (IRRI México y Tetra Tech, 2015).
- La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) impulsa la DA y el uso de biogás, por medio del Fideicomiso de Riesgo Compartido (Firco). Este fondo financia proyectos de agronegocios que aprovechan el estiércol para la generación de electricidad, a través del Proyecto de Apoyo al Valor Agregado de Agronegocios (Provar). El Provar cubre 50 por ciento del costo de los biodigestores (hasta por un millón de pesos) y 50 por ciento del costo de adquisición e instalación del generador (hasta 250 mil pesos) (Semarnat, 2013). (A septiembre de 2014, México registró 2,167 biodigestores, 317 de los cuales obtuvieron financiamiento a través del Firco.) No se obtuvo información acerca de la aceptación de residuos orgánicos en los digestores en operación; por ello, habrán de considerarse acciones orientadas a impulsar la incorporación de residuos orgánicos para mejorar el desempeño operativo y económico (por ejemplo, para aumentar la producción de biogás).
- A manera de proyecto piloto, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) construyó un pequeño digestor anaeróbico para residuos orgánicos residenciales (con capacidad de 600 kg/día), con instalaciones de acondicionamiento de residuos y generación de electricidad. Financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (Seciti), con un presupuesto total de aproximadamente 36 millones de pesos, el proyecto piloto podría servir para probar diferentes opciones operativas y tecnológicas, a fin de establecer un modelo de trabajo para México (Durán Moreno, s.f.).
- Las experiencias de la Ciudad de México y estados como Jalisco —líderes en la formulación y aplicación de estándares para la separación de residuos orgánicos (desechos de jardín y municipales verdes) y su envío a compostaje, así como para la gestión de residuos de rastros— ofrecen enseñanzas a extraer. Aunque otros estados y municipios tienen planes similares, en la mayoría de los casos, éstos no se observan ni se aplican con todo rigor.
- La Secretaría de Economía está en proceso de formular una norma voluntaria en relación con el tratamiento aeróbico de residuos orgánicos y la calidad de los productos derivados, lo que podría traducirse oportunidades para reanimar las operaciones de compostaje en México.

Parte 3

Principales desafíos, lagunas y recomendaciones



Con base en una revisión de las investigaciones publicadas sobre residuos orgánicos, así como de estadísticas gubernamentales y de la industria, datos de estudios de caso y entrevistas a sectores interesados en la materia, el presente estudio identificó los desafíos y lagunas que afectan el logro de un mayor desvío y aprovechamiento de estos residuos a escala de América del Norte. Muchos de los desafíos y lagunas son comunes a toda la región, en tanto que otros son propios de cada país. En esta tercera parte del informe se les describe, y se presentan recomendaciones para responsables de la formulación de políticas y la toma de decisiones.

Desafíos transversales, mejores prácticas y recomendaciones

En este apartado se ponen de relieve los desafíos, mejores prácticas y recomendaciones aplicables a múltiples grupos sectoriales en los tres países de América del Norte.

Claridad en los datos: recomendaciones para responsables de la formulación de políticas

Es imperativo contar con datos actualizados y precisos a fin de generar información de referencia, así como parámetros e indicadores para la formulación de políticas, programas, incentivos, mercados y reglamentos. Debido a que los requisitos y estándares utilizados para la medición, monitoreo y registro de los residuos orgánicos varían entre los tres países (al igual que entre estados, provincias y municipios), la disponibilidad y homogeneidad de los datos también varía. Esto representa un desafío al momento de definir acciones de alcance nacional, estatal, provincial o local con miras a expandir el desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos, y dificulta la evaluación de los avances. Las siguientes recomendaciones se dirigen a los responsables de la formulación de políticas gubernamentales.

Crear una base de datos de América del Norte sobre residuos orgánicos

Aunque la definición de “residuos orgánicos” difiere entre los tres países, combinar o establecer un vínculo entre las bases de datos nacionales, o bien crear una base de datos integral para Canadá, Estados Unidos y México facilitaría el registro, rastreo y mantenimiento de datos y otras estadísticas en la materia accesibles a la ciudadanía (de utilidad, por ejemplo, para establecer referentes, comparar datos y realizar análisis de políticas). En el caso de los residuos orgánicos residenciales en América del Norte, las estimaciones son las más confiables, por tratarse de un flujo de desechos sujeto a rastreo. Las comparaciones en los sectores ICI, sin embargo, resultan más difíciles, debido a las distintas definiciones e iniciativas para la recolección de datos. Existen profundas lagunas de información en lo referente a la generación y el aprovechamiento de residuos orgánicos en los sectores industrial, comercial e institucional tanto en Canadá como en México, mientras que en Estados Unidos los datos limitados son los correspondientes al sector industrial. Además, las estimaciones para los sectores ICI en Estados Unidos y Canadá no incluyen los residuos orgánicos de aguas residuales de plantas de tratamiento, así como tampoco excremento, estiércol y carcásas de animales, aun si estas fuentes representan importantes oportunidades de desvío y procesamiento. Una buena opción sería confiar a un grupo industrial las tareas de albergar y gestionar una base de datos sobre residuos orgánicos de América del Norte, y promover su uso entre sectores interesados en Canadá, Estados Unidos y México, al igual que en el resto del mundo.

Establecer un portal de conocimientos

El presente estudio permitió constatar la necesidad de ubicar, recopilar, dar seguimiento y actualizar información en torno a programas, políticas, incentivos, estudios de caso, mejores prácticas y otros materiales técnicos y herramientas sobre residuos orgánicos. Crear un portal de conocimiento centralizado (es decir, un sitio web) en la materia facilitaría el intercambio de información entre los tres países y también a escala internacional. Tal portal podría albergar la base de datos de América del Norte sobre residuos orgánicos propuesta, o bien contener un enlace a la misma.

Optimizar el rastreo de información a escalas municipal, estatal y provincial

Mejores procesos de rastreo de información y registro de la misma en los ámbitos estatal, provincial y municipal fortalecerían la creación de una base de datos de América del Norte sobre residuos orgánicos. En Canadá, por ejemplo, no se dispone de información de alcance nacional relativa a la composición de los residuos con base en la cual generar datos nacionales sobre desechos sólidos; tales datos siguen recabándose en la esfera local mediante estudios de caracterización y no se obtienen fácilmente para extrapolarlos al nivel nacional.

Procurar la participación de los sectores ICI

Lo limitado de la información relativa al aprovechamiento de los residuos orgánicos en la elaboración de productos finales impide tener un panorama completo sobre los distintos tipos de productos o la forma en que éstos se elaboran o venden. Además, los responsables de la formulación de políticas disponen de información limitada, lo cual contribuye a que no existan políticas ni programas eficaces y transparentes al respecto, o que éstos sean insuficientes. Con todo, y aun si en México apenas empiezan a surgir tales programas, el potencial del desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos generados por los sectores industrial, comercial e institucional —tiendas de comestibles y restaurantes, por ejemplo— en América del Norte es enorme. Para subsanar estas lagunas en cuanto a información y participación, numerosas jurisdicciones podrían centrar la atención en los sectores ICI.

Coordinar la recopilación de datos con organizaciones empresariales en favor del desarrollo sustentable

Habrá de impulsarse la coordinación de acciones con organizaciones del sector privado que trabajan en favor del desarrollo sustentable (por ejemplo, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible) y los sectores industrial, comercial e institucional, con miras a reunir datos que estén a disposición de la ciudadanía, que sirvan para moldear políticas y que contribuyan a asegurar la transparencia.

Consideraciones de índole económica: recomendaciones para gobiernos locales, estatales y provinciales

En general, la infraestructura para la gestión de residuos orgánicos supone costos de capital y operativos más elevados que los asociados a cualquier otra práctica de manejo de desechos sólidos, incluidos el depósito en rellenos sanitarios y la combustión, de manera que la diferencia en costos entre el desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos, por un lado, y su disposición final o eliminación, por el otro, inhibe el crecimiento de la industria dedicada a la gestión adecuada de estos residuos, sobre todo en los sectores ICI. Las siguientes son recomendaciones planteadas para responsables de políticas en los gobiernos locales, estatales y provinciales.

Nivelar las reglas del juego

Los órganos rectores deberán evaluar qué grado de prioridad se otorga al desvío y procesamiento de residuos orgánicos. A fin de impulsar un mayor aprovechamiento de los mismos, tal vez sea necesario aumentar las tarifas por descarga o depósito en rellenos sanitarios o instalaciones de conversión de residuos en energía. Incluso podría requerirse la imposición de gravámenes en rellenos sanitarios u otros impuestos que los procesadores de residuos orgánicos podrían aprovechar para nivelar las reglas del juego. En Estados Unidos, al menos 20 entidades federativas han instrumentado impuestos sobre el depósito en rellenos sanitarios para financiar subvenciones, infraestructura o actividades de sensibilización (ReFED, 2016).

Además, las oportunidades derivadas de ofrecer incentivos económicos como subvenciones, créditos con intereses reducidos, tarifas de introducción de energía a la red eléctrica, estándares de carteras renovables (como las existentes en Canadá y Estados Unidos) o créditos de carbono para facilitar el canje o la compra de compensaciones (al disminuir o evitar emisiones de metano) podrían expandirse a lo largo y ancho de América del Norte.

Considerar la adopción de programas de fijación de precios por unidad

En toda América del Norte, los gobiernos provinciales, estatales y municipales han instrumentado con éxito programas de fijación de precios por unidad (como el esquema de pago por generación de residuos [*pay-as-you-throw*, PAYT]) que ayudan a los generadores a abatir los costos por concepto de disposición final o eliminación al desviar una parte de sus residuos —con la consecuente reducción en el volumen global de desechos eliminados—, o bien otros incentivos económicos orientados a impulsar el aprovechamiento voluntario (por ejemplo, reduciendo las tarifas por descarga aplicables a residuos orgánicos en las instalaciones de recepción o centros de acopio).

Considerar la prohibición de residuos orgánicos en rellenos sanitarios

Las leyes que establecen el reciclaje obligatorio o prohibiciones al depósito de residuos orgánicos en rellenos sanitarios exigen a los generadores desviar sus residuos a operaciones de compostaje o DA. En Canadá, por ejemplo, algunas provincias (Isla del Príncipe Eduardo y Nueva Escocia, entre otras) y municipalidades (el distrito regional de Nanaimo y la ciudad de Vancouver en Columbia Británica) han prohibido ya la descarga de residuos orgánicos en rellenos sanitarios. En Estados Unidos se han establecido prohibiciones similares de alcance estatal (en Massachusetts y California, por mencionar dos estados) y a escala municipal (por ejemplo, en Seattle). A pesar de tales iniciativas, la imposición de prohibiciones absolutas al depósito de residuos orgánicos en rellenos sanitarios resulta todo un desafío. Es preciso efectuar una aplicación efectiva de la legislación, establecer sanciones e implementar estrategias exitosas de transición, y con frecuencia corresponde a cada jurisdicción emprender la iniciativa para introducir ordenanzas, sanciones más severas y tarifas por descarga o depósito, a fin de desalentar la disposición final de materiales reciclables.

Centrar la atención en las regiones que gozan de apoyos para la gestión de los residuos orgánicos

Los proyectos de desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos siguen considerándose como de alto riesgo y con recompensas poco significativas. Poner énfasis en iniciativas estatales, provinciales o municipales que ya prohíben la eliminación o disposición final en rellenos sanitarios, imponen tarifas más elevadas por descarga o depósito de desechos y cuentan infraestructura pertinente, ayudará a minimizar las inquietudes de los inversionistas (al ofrecer, por ejemplo, infraestructura establecida, mercados, conocimiento y respaldo para el aprovechamiento de residuos orgánicos).

Tener presentes los beneficios de la creación de empleos

Habrán de tomarse en cuenta los beneficios económicos derivados de la creación de empleos en operaciones de desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos. Centrada en el tema de los desechos alimentarios, la ruta de la red multisectorial Rethink Food Waste through Economics and Data (ReFED, 2016) concluye que tales empleos se generan lo mismo a escala de proyecto que a escala regional y nacional (es decir, empleos de servicios auxiliares). Un análisis similar sobre generación de empleos podría efectuarse para considerar el ciclo de vida completo de los residuos orgánicos (desde servicios de recolección hasta la venta de productos finales, pasando por iniciativas educativas).

Resolución de problemas operativos: recomendaciones para promotores de proyectos y gerentes de programas municipales

Son numerosos los factores operativos —entre otros, la homogeneidad de las materias primas orgánicas, la capacidad de las flotas municipales de recolección, las características de los residuos orgánicos, las estrategias de instrumentación (por ejemplo, bolsas con códigos de colores) y la aceptación de las comunidades— que influyen en el éxito de iniciativas encaminadas a impulsar el desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos. Las siguientes recomendaciones se dirigen a los promotores de proyectos y gerentes de programas municipales.

Concebir un plan financiero

Antes de emprender un proyecto, es fundamental analizar con todo rigor las posibles fuentes de ingresos o ahorros en costos. Habrán de examinarse cuestiones como la conveniencia de consumir electricidad o energía térmica en sitio o si resulta más aconsejable venderlas, respectivamente, a la red eléctrica o a ductos o usuarios finales de gas natural. Con anterioridad a construir instalaciones para el procesamiento o transformación de residuos orgánicos, deberán identificarse y asegurarse —por medio de convenios— mercados para los productos finales.

Otros elementos a considerar en términos de generación de ingresos incluyen economías de escala (instalaciones más grandes con una capacidad de producción mayor) y maximización de los ingresos (energía, tarifas de descarga o depósito, productos secundarios e incentivos). La aplicación de modelos de arrendamiento a establecimientos de DA podría ofrecer también oportunidades para que los propietarios u operadores independientes mantengan numerosos digestores regionales, sobre todo para instalaciones de tamaño intermedio (ReFED, 2016).

En caso de no llegar a asegurarse fuentes sostenibles de ingresos o ahorros en costos, los resultados finales del proyecto se verán afectados. Por ello, es preciso impulsar contratos y acuerdos de compra futura de los productos finales (identificar mercados), negociarlos (costo añadido) y asegurarlos (de preferencia a largo plazo, para garantizar cierto nivel de precios). Ante la posible renuencia de algunos participantes en el mercado a suscribir contratos de largo plazo, una buena opción consiste en considerar precios variables. Por ejemplo, un contrato de compra de electricidad o de venta de gas a diez años que se ajuste conforme a las variaciones en los precios de la energía durante ese periodo podría tener un impacto considerable en las finanzas del proyecto, si se consideran factores como los precios reducidos de la energía, un rebote en los precios del gas natural o la disponibilidad de números de identificación de fuentes renovables.

Evaluar con detenimiento la homogeneidad de las materias primas

Determinar con toda precisión el contenido en materia prima y el volumen de los flujos de residuos entrantes constituye un elemento crucial para el éxito de cualquier programa de desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos. La calidad (composición), la cantidad (lo que incluye anticipar la explosión demográfica, entre otros factores), el embalaje y la fuente de los residuos son elementos que revisten suma importancia en las actividades de recolección y tratamiento, así como en los costos operativos y de capital, las operaciones mismas y el desempeño futuro de una planta de procesamiento de residuos orgánicos. Además, asegurar convenios de largo plazo y el suministro de materias primas orgánicas confiables, con la menor cantidad de contaminantes posible, resulta fundamental para atender las inquietudes de inversionistas o entidades crediticias en torno a la viabilidad a largo plazo de los proyectos.

Dependiendo de la fuente, los residuos orgánicos pueden contener niveles elevados de contaminantes, como vidrio, plásticos, metales y arenas, en cuyo caso deben someterse a tratamiento previo antes de procesarse. El tratamiento previo puede necesitarse también para la remoción de bolsas de plástico o la molienda de residuos orgánicos para convertirlos en pulpa y someterlos a procesamiento ulterior, a fin de asegurar la eficacia de los procesos, maximizar la producción y reducir los costos operativos.

Evaluar la capacidad de las flotas de recolección

Debe analizarse la flota de recolección a efecto de determinar si los vehículos de que se dispone son adecuados para llevar a cabo tareas de recolección y transporte de residuos orgánicos, o bien si se requieren unidades especializadas que pueden emplear un sistema de tornillo sinfín en vez de cuchillas de compactación (en la medida en que los residuos orgánicos precisan una menor capacidad de compactación) y que cuentan con contención especial para líquidos. Los modelos nuevos tienen, además, múltiples compartimentos para la recolección de distintos flujos de desechos, como residuos orgánicos separados en la fuente o residuos sólidos municipales (RSM); ello permite reducir la cantidad de vehículos y rutas que se necesitan para la recolección de residuos orgánicos. Con todo, siempre deberá realizarse un análisis de costo-beneficio antes de optar por la adquisición de vehículos recolectores especializados.

Realizar pruebas piloto de los proyectos antes de su instrumentación

Habrá que arrancar con un proyecto piloto antes de invertir en grandes proyectos de infraestructura. Los proyectos piloto permiten a los líderes de proyecto y gerentes detectar problemas que podrían surgir a gran escala (por ejemplo, en relación con la composición de las materias primas, cuestiones de contaminación, rutas de recolección y porcentaje de participación, entre otros) y efectuar los ajustes necesarios en una etapa en la que la inversión es todavía relativamente reducida. Toronto, Ontario, por ejemplo, realizó pruebas piloto con tecnología de DA para el procesamiento de residuos orgánicos, antes de hacerlo a gran escala. Construida en 2012 como instalación piloto con una capacidad de 25,000 toneladas, la planta Dufferin Organics Processing Facility posteriormente se expandió para operar a gran escala. En otro ejemplo, Sunnyvale, California, emprendió un programa piloto de nueve meses (de marzo a diciembre de 2015) para la recuperación de desechos alimentarios. Como parte del programa, 500 hogares recibieron contenedores con capacidad de 240 litros (64 galones), con dos compartimientos de 120 litros cada uno. Los resultados de la prueba piloto arrojaron una participación de 90 por ciento de los residentes e indican que 75 por ciento de los restos de comida se colocaron en el compartimiento adecuado del contenedor.

Expandir los programas de recolección de desechos de jardín

En muchos casos, los municipios financian programas de gestión de residuos orgánicos, aun si se dispone de fondos limitados de los órdenes provincial, estatal o federal para apoyarlos. Expandir los programas de recolección de desechos de jardín en vigor para incluir gradualmente los desechos alimentarios podría reducir la necesidad de contar con infraestructura de recolección por separado al aprovechar la existente para mantener los costos en un rango manejable, sin necesidad de aumentar los impuestos a la ciudadanía o los negocios.

Considerar oportunidades para mejorar la separación en la fuente de los residuos orgánicos

Entre las oportunidades para optimizar la separación de residuos orgánicos en la fuente se incluye la distribución de un mayor número de contenedores o bolsas, de preferencia por códigos de color que faciliten distinguirlos de otros materiales reciclables que podrían recolectarse, así como el reparto de bolsas compostables para materia orgánica entremezclada. En San Francisco, California, por ejemplo, el uso de un sistema de contenedores por códigos de color, aunado a la aplicación de políticas (acompañadas de incentivos económicos) y una amplia labor de difusión ciudadana, ha permitido a la ciudad desviar de los rellenos sanitarios cerca de 80 por ciento de los residuos, lo que representa la más alta tasa de aprovechamiento de residuos de todas las grandes metrópolis de América del Norte (SF Environment, 2016). En Canadá, algunas municipalidades de Nueva Escocia, incluidas Cumberland y Oxford, emplean bolsas de plástico transparentes para los residuos orgánicos, lo que facilita la inspección por parte de las cuadrillas de recolección. Al permitir que los sectores residencial y privado eliminen sus residuos orgánicos separados en bolsas compostables que se recolectarían junto con los desechos de jardín y demás residuos sólidos municipales, se eliminaría la necesidad de disponer de vehículos de recolección distintos, además de que esta tarea podría llevarse a cabo con mayor frecuencia (ya que un mismo vehículo podría recolectar los diversos materiales sin necesidad de aumentar el número de corridas).

Atender inquietudes comunitarias, incluidas las relativas a la ubicación de instalaciones

La ciudadanía, en particular en municipios más poblados, muestra resistencia a la implementación de ciertas tecnologías y programas en sus vecindarios (como el fenómeno “no en mi jardín” [not-in-my-backyard, NIMBY]). En el caso de las instalaciones de compostaje, por ejemplo, procurar un nuevo sitio puede suponer numerosas dificultades, ya que el olor y el mayor tránsito vehicular podrían constituir temas de preocupación para los residentes en las inmediaciones (Hay, 2013). Es probable que la modificación de infraestructura ya en pie para la gestión de residuos —por ejemplo, añadir operaciones de compostaje o DA a un relleno sanitario o planta de conversión de residuos en energía— despierte menos inquietud que la ubicación de instalaciones en un nuevo sitio. Más aún, el hecho de añadir sitios de recepción o acopio con una ubicación céntrica, o mejorar los que ya existen, ofrece a los residentes otra vía para desviar sus residuos orgánicos. En numerosas ciudades canadienses y estadounidenses, hay sitios de recepción o de acopio que aceptan desechos alimentarios para procesamiento.

Por otro lado, los municipios han de mostrar flexibilidad y brindar los apoyos necesarios para expandir o instalar infraestructura nueva de recolección y procesamiento. Quizá se requieran soluciones creativas al margen de políticas o reglamentos vigentes. Por ejemplo, considerar añadir infraestructura nueva o mejorar la ya existente en estaciones de transferencia o instalaciones de recuperación de materiales, de manera que funcionen también como centros de acopio donde los residuos orgánicos puedan recibir un tratamiento previo.

Mejoramiento de la información de los sectores industrial, comercial e institucional: recomendaciones en favor de una colaboración entre los gobiernos y estos sectores

La *Iniciativa de América del Norte para el desvío y procesamiento de residuos orgánicos* determinó que la mayoría de los gobiernos locales no imponen como obligatorio el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados por los sectores industrial, comercial e institucional y, en cambio, confían en iniciativas de carácter voluntario. Uno de los principales obstáculos detectados en el informe de base es la falta de datos sobre las actividades y los logros en los sectores ICI. La siguiente recomendación se orienta a mejorar la información al respecto.

Incentivar las actividades relacionadas con la reducción de desechos, así como el registro de información al respecto

Mediante actividades de divulgación o programas voluntarios conjuntos, los municipios, los estados y las provincias podrían incentivar a los sectores ICI en la adopción de medidas orientadas a prevenir la generación de desechos, como la compra a granel, la reducción en el uso de papel, iniciativas para limitar la compra de productos de un solo uso o desechables (por ejemplo, bolsas de plástico y cubertería desechable), y programas de reutilización. Las autoridades podrían estimular a estos sectores a reciclar materiales para los cuales existen ya programas de aprovechamiento (por ejemplo, papel y empaques impresos, artículos electrónicos y residuos orgánicos).

Asimismo, cada vez con mayor frecuencia, las empresas establecen políticas de sustentabilidad, metas de “basura cero” u objetivos de desvío de residuos (orgánicos incluidos) de los rellenos sanitarios, que se alcanzarían con mayor facilidad de lograrse una más amplia adopción de la práctica de aprovechamiento de residuos. Sería de suma utilidad establecer comunicación entre gobiernos y grupos interesados dentro de los sectores industrial, comercial e institucional, así como documentar los logros de estas políticas, metas o iniciativas.

Es preciso que los marcos de política en torno a la gestión de residuos prevean una participación más directa de los sectores ICI y establezcan más requisitos para estos sectores, ya sea por medio de disposiciones legislativas (con prohibiciones al depósito en rellenos sanitarios, por ejemplo) o mediante la negociación de acuerdos. También podría exigirse a los sectores ICI la presentación ante las autoridades municipales, estatales y provinciales de informes sobre sus actividades de disposición final de desechos.

Mejorar la recolección y transparencia de los datos disponibles permitiría orientar y preparar programas futuros, lo que garantizaría la capacidad de procesamiento y mercados para productos finales (entre otros, biocombustibles, biogás y composta).

Establecimiento de mejores prácticas en los sectores ICI: recomendaciones para directores y gerentes

Algunos aprendizajes obtenidos de la recolección a escala municipal (por ejemplo, el uso de bolsas con códigos de color) se aplican a los sectores ICI, pero otros no, ya que —en comparación con las municipalidades— en la industria, los comercios y las instituciones se recolectan materiales de un menor número de puntos o sitios individuales. Las siguientes recomendaciones se dirigen a directores y gerentes en los sectores ICI.

Explorar las adquisiciones de grupo

Para empresas pequeñas y medianas, el acceso a servicios de recolección puede resultar problemático. Las dificultades que enfrentan los transportistas en sus operaciones, por ejemplo, pueden constituir un elemento de peso a considerar

en el análisis de rentabilidad de las inversiones, sobre todo cuando no se puede garantizar un nivel de aprovisionamiento de materias primas, y no se puede esperar a la construcción de infraestructura para tranquilizar a los inversionistas. Los negocios podrían optar por sumar recursos y efectuar adquisiciones colectivas: por ejemplo, combinar volúmenes de desechos alimentarios para aumentar su poder adquisitivo y, luego, contratar servicios de recolección con un mismo proveedor.

Hacer demostraciones del aprovechamiento de residuos orgánicos en el marco de eventos o iniciativas

Las salas de conciertos y sedes de espectáculos o eventos especiales, al igual que estadios o grandes lugares de reunión pública, representan una oportunidad para introducir a la comunidad y las empresas en la práctica del desvío y aprovechamiento (procesamiento y transformación) de los residuos orgánicos. Los organizadores o responsables pueden, por ejemplo, utilizar platos, vasos, utensilios y servilletas compostables, y suministrar contenedores distintos para el depósito en ellos de desechos alimentarios y utensilios compostables, separados del resto de la basura (May, s.f.). En general, las autoridades municipales —y sus servicios de recolección— podrían alentar el uso de cubertería, vasos y platos compostables, y así ayudar a introducir estos nuevos materiales entre los miembros del público. Además, podrían ofrecer a residentes y negocios contenedores especiales para residuos orgánicos y bolsas compostables (sin costo o por medio de cupones con descuentos).

Aunado a lo anterior, los eventos ofrecen oportunidades para expandir el uso de empaques compostables. De acuerdo con los resultados de un estudio de caso preparado por la Coalición de Embalaje Sustentable (*Sustainable Packaging Coalition*), por ejemplo, en un solo concierto con seis mil asistentes es posible desviar más de una tonelada de residuos orgánicos, incluidos cerca de 350 kg de empaques sucios con restos de comida (SPC, 2017).

Iniciativas en favor de la sustentabilidad, incluidas aquellas orientadas a fomentar el aprovechamiento de residuos orgánicos —como la Alianza Deportiva Verde (*Green Sports Alliance*), que representa a miembros de equipos, estadios y ligas en Canadá y Estados Unidos—, podrían expandirse aún más y llegar a más lugares en América del Norte. Los grandes estadios o campos deportivos son lugares ideales para correr la voz acerca del apoyo de un equipo a iniciativas sustentables y, al mismo tiempo, invitar a los aficionados a reciclar residuos orgánicos.

Distribuir contenedores marcados o con códigos de color para la recolección de desechos alimentarios

Los contenedores especialmente marcados o con códigos de color para la recolección de desechos alimentarios en entornos comerciales o institucionales (por ejemplo, restaurantes y cafeterías universitarias) pueden de modo significativo motivar a empleados y clientes a depositar los restos de comida en los contenedores adecuados, además de reforzar mensajes de divulgación y reducir la contaminación (McKiernan, 2015).

Impulsar el uso de empaques o envolturas y materiales compostables

Los empaques o envolturas compostables representan una oportunidad potencialmente valiosa para mitigar problemas de contaminación relacionados con los residuos orgánicos separados en la fuente y, al mismo tiempo, aumentar la cantidad de material orgánico que puede desviarse y reducir la necesidad de productos de embalaje de plástico derivados del petróleo.

Expandir la capacidad de procesamiento en sitio

Las empresas se interesan cada vez más en realizar tareas de procesamiento o transformación en sitio, sea con el propósito de ahorrar dinero o bien para demostrar iniciativas en materia de sustentabilidad, o por ambas razones. Diversas tecnologías para el procesamiento de residuos orgánicos en sitio y a pequeña escala se empiezan a usar en restaurantes, hoteles, centros comerciales, estadios o campos deportivos, centros de entretenimiento e instalaciones gubernamentales. Los sistemas de DA en sitio tienen capacidad para procesar desde algunos kilogramos hasta varias toneladas de desechos alimentarios al día. Los sistemas comerciales de tratamiento de aguas grises utilizan la DA, en combinación con nutrientes o enzimas y bacterias para reducir los residuos orgánicos, de manera que

puedan integrarse al sistema de alcantarillado (ReFED, 2016). Sin embargo, estas tecnologías aún conllevan un precio elevado y requieren capacitación de personal y supervisión adicionales. Además, en el caso de las aguas grises con contenido de residuos orgánicos, éstas podrían no resultar aptas para las plantas de tratamiento de aguas residuales e instalaciones de recuperación de recursos hídricos (es decir, podrían requerir procesamiento ulterior o establecimientos con capacidad agregada) (ReFED, 2016).

Fortalecimiento de los mercados de productos de uso final: recomendaciones para responsables de la formulación de políticas gubernamentales

Uno de los principales beneficios de las actividades de desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos son los productos finales resultantes, mismos que pueden aprovecharse en otras aplicaciones (por ejemplo, en procesos de manufactura, generación de energía y mejoramiento del suelo). A fin de maximizar el potencial de estos productos finales, los países de América del Norte fomentan actualmente mercados para usos lo mismo públicos que privados (sobre todo por lo que toca a la compostura, que atrae a toda una gama de usuarios que van desde dependencias estatales hasta paisajistas o diseñadores de áreas verdes, pasando por propietarios de viviendas). La transformación de residuos animales y otros residuos orgánicos procedentes de los sectores ICI genera productos comerciales, entre los que se incluyen jabones, pinturas, barnices, cosméticos, explosivos, pastas de dientes, productos farmacéuticos, pieles, textiles y lubricantes. Los productos finales derivados de residuos orgánicos de Canadá, Estados Unidos y México suelen comercializarse en mercados ubicados en la región (América del Norte), aunque algunos se llegan a exportar a otros países. Cabe destacar que los factores de impulso de los mercados corresponden básicamente a aspectos económicos de los proyectos (por ejemplo, la proximidad a los mercados afecta tanto ingresos como gastos, en términos del combustible requerido para transportar los productos).

La siguiente recomendación está dirigida a responsables de la formulación de políticas gubernamentales.

Promover iniciativas de compra de productos locales

Los productos finales obtenidos serán, en general, más baratos si se dispone de mercados locales para su venta (es decir, “consumo de productos locales”), debido a que, de lo contrario, los mercados podrían resultar limitados o encontrarse lejos de los sitios de procesamiento o transformación de residuos orgánicos. Estados, provincias y municipios habrán de impulsar el uso local de productos finales derivados de residuos orgánicos mediante sus procesos de adquisición (por ejemplo, a compra de compostura para áreas verdes públicas), así como también promover los productos entre los consumidores locales a través de campañas en los medios de comunicación.

A fin de maximizar el potencial de los productos finales, deberán impulsarse mercados en los sectores público y privado. Esto se aplica principalmente a la compostura, que atrae a una amplia diversidad de usuarios, incluidos dependencias estatales, encargados de áreas verdes en el sector comercial y propietarios de vivienda.

Fomento de mayores divulgación y educación: recomendaciones para responsables de la formulación de políticas gubernamentales

Se requieren tareas de divulgación y educación continuas y sistemáticas a fin de informar a la población y a las empresas sobre planes para el establecimiento de instalaciones de procesamiento o tratamiento de residuos orgánicos. Ello a fin de atender sus posibles inquietudes (por ejemplo, en relación con los olores u otros inconvenientes, como la proliferación de moscas); explicar cómo separar adecuadamente los residuos orgánicos a efecto de minimizar la contaminación, y dar a conocer los beneficios de las operaciones de compostaje y DA. Además, existe la necesidad de atender la percepción de algunos residentes en cuanto a que la recolección de residuos orgánicos debe ser gratuita, toda vez que la recolección de basura y de materiales para reciclaje lo es, o la idea de que la disposición final en rellenos sanitarios continúa siendo la opción menos costosa para la gestión de residuos. Estados,

provincias y municipios deben comunicar en forma más fidedigna las realidades del desvío para aprovechamiento de los residuos orgánicos. Desarrollar infraestructura y mercados exige inversiones y aceptación de la comunidad. Queda aún mucho camino por recorrer para establecer una comunicación que atienda otros temas e inquietudes que podrían surgir. Las siguientes son recomendaciones planteadas para los responsables de la formulación de políticas gubernamentales.

- Formular una iniciativa educativa y de sensibilización bien concebida que se centre en reducir la contaminación y procurar mayores niveles de participación. Esto constituirá un primer paso antes de avanzar hacia un programa sólido de gestión de residuos orgánicos.
- Apoyar eventos y campañas educativas concertadas de largo plazo con miras a promover los beneficios locales del aprovechamiento de residuos orgánicos y los productos finales de ellos derivados. Una vez establecida una iniciativa educativa, los municipios y empresas del sector privado podrán reorientar su atención hacia estrategias de largo plazo que busquen educar a la ciudadanía. Múltiples inquietudes podrían disiparse mediante actividades de sensibilización y al recordar a la población que la recolección de residuos orgánicos separados en la fuente se ocupa solamente de una porción del volumen total de los desechos sólidos generados.
- Organizar foros públicos y actividades de difusión en eventos públicos; distribuir folletos y otros comunicados en que se explique el papel primordial que la comunidad desempeña en lograr que un programa de gestión de residuos sea exitoso. Por ejemplo, si ocurre que los residentes o negocios pagarán más impuestos a causa del programa, habrá que cerciorarse de enfatizar los beneficios que éste entrañará para la comunidad (entre otros, la posibilidad de generar empleos). Procurar la participación comunitaria desde las fases iniciales del programa puede redundar en un mayor interés y en posibles ahorros en costos.
- Considerar una combinación de tareas de difusión con imposición de sanciones por no-participación, en aras de motivar un cambio en el comportamiento (ReFED, 2016).
- Monitorear y evaluar en forma rutinaria las iniciativas educativas en curso, para determinar qué funciona, qué no marcha bien y lo que puede hacerse al respecto, así como ajustar los programas según sea necesario.



Desafíos y recomendaciones por país

Los tres países de América del Norte tienen un enfoque muy distinto respecto de la gestión de los residuos orgánicos. Aunque las políticas en cada país son en buena medida similares, tanto Canadá como Estados Unidos y México enfrentan cada cual desafíos específicos en relación con el logro de mayores tasas de desvío y aprovechamiento de los residuos orgánicos. Por ejemplo, en algunas zonas de Canadá, las bajas tarifas por descarga o depósito en rellenos sanitarios compiten con iniciativas de desvío y procesamiento o transformación de residuos orgánicos; en Estados Unidos, la inexistencia de reglamentos de alcance federal produce todo un mosaico de políticas, programas, iniciativas y reglamentos estatales y locales, y en México, la falta de cumplimiento y aplicación de la legislación limita los mercados debido a inquietudes en torno a la calidad de los productos finales derivados del aprovechamiento de estos residuos. Asimismo, uno de los temas más recurrentes en toda la región se refiere a la insuficiencia o la falta de homogeneidad o coherencia en la información generada o recolectada —sobre todo en los sectores industrial, comercial e institucional—, información que se requeriría para orientar y concebir programas futuros y, de esta manera, asegurar una capacidad de procesamiento y mercados adecuados para los productos finales (por ejemplo, biocombustibles, biogás y composta).

En este apartado se describen desafíos y recomendaciones para cada uno de los tres países de América del Norte.



Canadá

En el proyecto *Iniciativa de América del Norte para el desvío y procesamiento de residuos orgánicos* se identifican los siguientes desafíos y recomendaciones para aumentar el desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos en Canadá.

Llevar a cabo más investigación sobre la codigestión

Aunque en muchas municipalidades de Canadá se fomenta la codigestión de residuos orgánicos en plantas de tratamiento de aguas residuales o de recuperación de recursos hídricos, esta práctica no es común y, a la fecha, no se ha adoptado en forma generalizada. La codigestión de residuos orgánicos con desechos agrícolas y estiércol, en cambio, es una práctica a la que se recurre con mayor frecuencia. En ese sentido, habrán de prepararse guías e investigaciones más exhaustivas en torno a instalaciones, prácticas, políticas e incentivos fructíferos en materia de codigestión. Podrían aprenderse lecciones de otros países que impulsan oportunidades de codigestión, como Estados Unidos. La EPA de Estados Unidos, por ejemplo, publicó un informe en el que se abordan las oportunidades para aumentar la generación de biogás en plantas de recuperación de recursos hídricos mediante la adición de desechos alimentarios y mantecas, grasas y aceites (EPA, 2014).

Evaluar otras fuentes de residuos orgánicos

En Canadá, no se recoge información por separado para inventariar los residuos orgánicos que se encuentran en, o derivados de, tanques sépticos, aguas residuales, biosólidos, estiércol y excremento y carcasa animales. Una opción para mejorar este aspecto sería ampliar la encuesta nacional de la Oficina de Estadística de Canadá (*Statistics Canada*) a fin de registrar dicha información.

Investigar oportunidades para aprovechar de lleno la capacidad de procesamiento de residuos orgánicos

Con cerca de 4.2 millones de toneladas de capacidad de procesamiento aprobada, las instalaciones de compostaje de Canadá reciben actualmente apenas 2.6 millones de toneladas de residuos orgánicos al año, por lo que 38 por ciento de la capacidad disponible queda sin aprovecharse. Canadá deberá investigar oportunidades para la recepción de residuos orgánicos en aprovechamiento de la infraestructura de compostaje existente.

Aumentar el desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos en los sectores ICI

En 2012, el Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente (*Canadian Council of Ministers of the Environment*, CCME) concluyó trabajos con representantes de los principales comercios minoristas de comestibles, los ramos restaurantero y de servicios alimentarios, propietarios de marcas y la industria de embalaje, de donde se derivó una estrategia dirigida a la industria para reducir la generación de desechos en Canadá (CCME, 2014). Las recomendaciones resultantes para los sectores industrial, comercial e institucional se resumen a continuación:

- Las autoridades de los distintos órdenes de gobierno podrían impulsar la adopción en los sectores ICI de políticas para prevenir la generación de residuos mediante prácticas como compra a granel, reducción en el uso de papel e implementación de iniciativas para limitar la compra de productos desechables o de un solo uso (por ejemplo, bolsas de plástico y cubertería desechable), así como impulsar programas de reutilización.
- Es preciso que los marcos de política en materia de gestión de residuos busquen una participación más directa de los sectores ICI y establezcan requisitos para ello, posiblemente mediante una legislación o por acuerdos negociados. Por ejemplo, las autoridades podrían exigir a los sectores ICI participar en iniciativas de responsabilidad extendida por parte de los productores (REP); otra opción sería impulsarlos a reciclar materiales (papel y empaques impresos, productos electrónicos y residuos orgánicos, por ejemplo) para los que ya se dispone de programas de aprovechamiento.

- A fin de asegurar la capacidad de monitoreo, los marcos de política en materia de gestión de residuos habrán de exigir a los sectores ICI que presenten a las autoridades provinciales o territoriales sus datos sobre la eliminación o disposición final de desechos.
- Las autoridades responsables podrían facilitar el desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos de los sectores ICI al prohibir su depósito en rellenos sanitarios, impulsar actividades de educación y divulgación, y otorgar apoyos para infraestructura.

El informe *Rethink Organic Waste: A Circular Strategy for Organics* [Replanteamiento de los residuos orgánicos: estrategia circular para su manejo] establece una serie de recomendaciones sobre cómo impulsar la gestión de residuos orgánicos en Ontario (OWMA *et al.*, 2015). A pesar de haberse redactado específicamente para Ontario, sus planteamientos podrían servir de base para determinar qué elementos permitirían impulsar el desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos en todo Canadá.

Recomendaciones de alcance nacional con base en la experiencia de Ontario

- Preparar una estrategia integral de largo plazo para reducir los desechos alimentarios y captar y procesar los residuos orgánicos, con prioridad asignada a su reducción, reutilización, recuperación y reciclaje. La estrategia habrá de incluir elementos económicos, sociales y ambientales, y las políticas basadas en esta estrategia deberán incorporar objetivos de más largo plazo.
- Por medio de una campaña pública de concientización, propiciar entre los sectores público y privado un entendimiento más claro en torno a la necesidad de reducir los desechos alimentarios, y desviar y procesar los residuos orgánicos.
- Proporcionar incentivos fiscales y delinejar políticas de adquisiciones gubernamentales encaminadas a reducir los desechos alimentarios, mediante mecanismos como programas de donación de alimentos.
- Identificar incentivos para aumentar los programas de gestión de residuos orgánicos a escala institucional, en todos los niveles de gobierno, e impulsar las adquisiciones de productos elaborados a partir de residuos orgánicos a través de programas de compra preferente.
- Proporcionar incentivos encaminados a impulsar los mercados de energía renovable generada a partir de residuos orgánicos.
- Imponer prohibiciones a la disposición final o eliminación de desechos orgánicos en rellenos sanitarios y gravar con impuestos tales actividades, así como establecer programas de responsabilidad extendida por parte de los productores (REP), con el objetivo de impulsar la reducción de la generación de residuos orgánicos y su desvío para aprovechamiento.
- Reestructurar los procesos de aprobación y prestación de servicios para reducir su complejidad y fortalecer la aplicación de la legislación, al tiempo que se asegura la protección del medio ambiente.
- Establecer un sistema para un mejor acopio de información sobre residuos orgánicos —generación, tipo, recolección, procesamiento y mercados finales—, y su publicación, mediante una labor conjunta con el sector dedicado a la gestión de residuos orgánicos.
- Instituir inversiones y financiamiento permanentes destinados a labores de investigación y desarrollo, con miras a mantener actualizados los estándares.
- Exigir a empresas y organizaciones la recolección de materiales orgánicos y su gestión, de tal forma que se reduzca la contaminación y se aseguren productos derivados de alta calidad.

Estados Unidos

Aunque existen numerosos ejemplos de políticas, programas, incentivos y mejores prácticas exitosas en todos los órdenes del gobierno, comunidades y empresas en Estados Unidos, persisten los desafíos que limitan las oportunidades para alcanzar mayores desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de los residuos orgánicos. Las entidades federativas cuentan con políticas y reglamentos propios en la materia, que difieren unos de otros. Aproximadamente la mitad de todos los estados han establecido prohibiciones a la disposición final de desechos de jardín y alimentarios, y sólo algunos han determinado metas en cuanto a desvío para evitar el depósito en rellenos sanitarios. Las políticas actuales de algunos estados, no obstante, impiden un mayor aprovechamiento del compostaje o la DA para manejar estos residuos orgánicos desviados, por lo que se desconoce el impacto real de estas prohibiciones y metas. Las operaciones de compostaje y los digestores, en particular, están sujetos a la obtención de permisos en materia de residuos sólidos y calidad del aire y el agua, que varían de un estado a otro, por lo que se requiere que los promotores de proyectos que trabajan en múltiples estados sepan en qué forma cada permiso u ordenanza local podría afectar proyectos específicos (finanzas, selección de tecnología y productos finales).

Los estados tienen definiciones muy variadas para los residuos orgánicos y las fuentes renovables, y también la forma en que se definan la DA y otros tipos de tecnología para la conversión de residuos orgánicos afectará las posibilidades de que un proyecto reúna —o no— los requisitos para obtener incentivos. Convenir en definiciones comunes facilitará el crecimiento de la industria de biogás. En los ámbitos federal y estatal se dispone de numerosos incentivos para apoyar la adopción de tecnologías más limpias, pero estos no necesariamente se aplican a los residuos orgánicos. Estados Unidos, por ejemplo, tiene establecidas más de 523 políticas reglamentarias o incentivos económicos relacionados con la biomasa, de los cuales 227 se relacionan específicamente con tecnologías de DA; sin embargo, no se tiene claridad sobre cuántas de estas iniciativas —si fuera el caso— abordan específicamente el tema de los residuos orgánicos o incluyen operaciones de compostaje. Además, más de tres cuartas partes de los estados han establecido estándares o políticas de carteras de energía renovable que podrían alcanzarse si se pusiera mayor énfasis en el desvío y aprovechamiento de los residuos orgánicos. En cuanto a los incentivos, se dispone de muy poca información específica sobre los específicamente relacionados con el uso del biogás generado a partir de la digestión anaeróbica.

Crear un grupo de trabajo nacional sobre residuos orgánicos

Para hacer frente a los desafíos señalados, representantes de los gobiernos estatales y federal, así como de la industria de residuos orgánicos y organizaciones no gubernamentales —incluidas asociaciones gremiales e instituciones académicas—, habrán de establecer un grupo de trabajo para evaluar estas disparidades y formular un conjunto de normas cuyo objetivo sea facilitar la expansión del desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos. Este grupo de trabajo se daría a la tarea de identificar y analizar los principales desafíos y oportunidades en los ámbitos federal, estatal y local, además de emitir una serie de recomendaciones, mismas que constituirían la base de una serie de soluciones a considerar por el gobierno o la industria para su aprobación.

Intensificar la cooperación a escala federal en torno a los residuos orgánicos

En Estados Unidos, distintas dependencias y departamentos federales —incluidos el Departamento de Energía, la EPA y el USDA— participan en el desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos en distintos niveles (es decir, mediante la creación de políticas, programas, incentivos y reglamentos). Es necesario considerar las oportunidades para alcanzar una mayor cooperación interinstitucional y al interior de estas entidades. Otra opción incluye promover la participación de otras dependencias y departamentos, como el Departamento de Trabajo (*Department of Labor*) a fin de evaluar y recomendar mejoras para los mercados de productos finales, o bien prestar apoyo técnico y de difusión a los sectores ICI (por ejemplo, impulsando una mayor transparencia de la información y definiendo indicadores nacionales para cada sector). Asimismo, sería recomendable considerar la creación de un equipo de tarea interinstitucional encargado de coordinar las iniciativas en materia de residuos orgánicos. Expertos del orden



federal podrían analizar muchos de los desafíos descritos en el presente informe sintético o en el informe de base, y presentar recomendaciones para armonizar las acciones encaminadas a expandir el desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos en todo Estados Unidos. El programa AgSTAR, por ejemplo, históricamente ha centrado su atención en digestores agrícolas. Empero, dado el volumen de residuos orgánicos no agrícolas, la EPA, el USDA o ambos habrán de considerar expandir el programa con miras a incluir más recursos relacionados con la codigestión y facilitar alianzas entre procesadores de alimentos, la industria agrícola y plantas de tratamiento de aguas residuales para aumentar las operaciones de codigestión.

Promover lecciones aprendidas por los gobiernos estatales y locales

Los gobiernos locales tienen la oportunidad de conformar o integrarse a alianzas con otras ciudades u organizaciones a fin de lograr sus metas de índole ambiental. Más de un centenar de gobiernos locales participan en el programa WasteWise de la EPA; otros podrían acercarse a programas u oficinas estatales como RecyclingWorks o CalRecycle con el propósito de obtener orientación e inspirarse de aprendizajes obtenidos.

En 2005, por ejemplo, la ciudad de Austin, Texas, suscribió los Acuerdos Ambientales Urbanos (*Urban Environmental Accords*) de San Francisco, integrados por un conjunto de objetivos “para un futuro urbano ecológicamente sustentable, económicamente dinámico y socialmente equitativo” (SF Environment, 2016).⁴ Con ello, Austin se comprometió a no enviar más desechos a rellenos sanitarios para el año 2040 (Ciudad de Austin, 2005). Asimismo, en 2009, la ciudad estableció el primer plan estratégico municipal de “basura cero” del estado de Texas (Ciudad de Austin, 2009), en apoyo de cuya instrumentación se adoptó el Plan Maestro para la Recuperación de Recursos (*Resource Recovery Master Plan*) dos años después, en diciembre de 2011 (Ciudad de Austin, 2011).

4. San Francisco fue sede del Día Mundial del Medio Ambiente de las Naciones Unidas en 2005, en cuyo marco se invitó a alcaldes de todo el mundo a suscribir acuerdos ambientales urbanos con base en mejores prácticas en vigor en ámbitos como “energía, reducción de desechos, naturaleza urbana, transporte y agua” (SF Environment, 2016). A la fecha, más de un centenar de alcaldes han firmado los acuerdos y comenzado a aplicarlos en sus ciudades.

México

Al igual que Canadá y Estados Unidos, México dispone de políticas, leyes y proyectos en materia de residuos orgánicos. Sin embargo, de acuerdo con los resultados de la presente investigación, el cumplimiento y la aplicación relacionados con estas leyes y políticas suelen ser poco constantes o incluso nulos en algunos casos. Aunque numerosas autoridades estatales y municipales reconocen la importancia de los programas de aprovechamiento de residuos orgánicos, para maximizar su potencial se requieren voluntad política y coordinación entre distintas entidades (es decir, dependencias, prestadores de servicios y procesadores). Además, al momento de aprobarse reglamentos locales que incluyen disposiciones en materia de desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos, a menudo se carece de procesos adecuados para su aplicación y tampoco se cuenta con condiciones adecuadas por cuanto a entendimiento y mercados, políticas e incentivos de apoyo, o iniciativas de educación pública. Con todo, a pesar de enfrentar múltiples desafíos, México muestra enormes oportunidades para una expansión significativa de las actividades de desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos, puesto que los correspondientes mercados se encuentran básicamente sin explotar. Adoptar estrategias y recomendaciones eficaces habrá de permitir al país alcanzar un mayor crecimiento y éxito en esta área. Las siguientes son recomendaciones específicas para México.

Aumentar el respaldo a iniciativas de alcance nacional y local

México podría establecer una mayor cantidad de programas nacionales, estatales y municipales para definir estándares y directrices específicos, además de publicar información técnica, efectuar tareas de divulgación y ofrecer educación, capacitación y asistencia técnica. El Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2013-2018 —cuyo lanzamiento se encuentra aún pendiente (Semarnat, 2017)— sin duda facilitará un marco para formular o actualizar programas estatales y municipales, pero para realmente rendir frutos requerirá una iniciativa robusta de aplicación, cumplimiento y educación.

Aliarse con asociaciones sectoriales para impulsar el desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos en los sectores ICI

A fin de acelerar la participación de grandes generadores de residuos orgánicos en su desvío y aprovechamiento, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), en coordinación con autoridades estatales y municipales, podría impulsar un programa para instrumentar planes de gestión de residuos en las industrias dedicadas a la producción y distribución de alimentos, así como en rastros, hoteles, restaurantes, mercados, supermercados y otras fuentes, por medio de las asociaciones gremiales pertinentes.

Promover el desarrollo de productos finales, mercados y oportunidades de inversión

Con el propósito de apoyar la investigación científica y tecnológica para mejorar la elaboración de productos finales a partir de residuos orgánicos, impulsar mercados y facilitar oportunidades de inversión, la Semarnat podría explorar la instrumentación de una estrategia nacional y congregar a un grupo de trabajo conformado por representantes del Conacyt, otras secretarías como la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), y universidades y centros de investigación destacados en todo el país.

Integrar un registro público de prestadores de servicios de compostaje y DA

Un creciente número de empresas especializadas en prácticas de compostaje y vermicompostaje ofrece asistencia técnica, productos de composta y equipo para producirla. En algunos casos, estas mismas empresas preparan y ponen en marcha proyectos para la creación, operación y supervisión de plantas de compostaje y vermicompostaje. Sin embargo, a la fecha no se dispone de listados o directorios al respecto. Es preciso identificar a las compañías que ofrecen servicios de compostaje y DA de residuos orgánicos generados por la industria, instituciones educativas y el sector residencial —en zonas urbanas y rurales— e integrar un registro público con la información recabada. Asimismo, se necesita que tales empresas de compostaje y DA participen en actividades orientadas a fortalecer la capacidad de México para procesar residuos orgánicos.

Definir estándares y directrices para fomentar la reutilización de residuos orgánicos

Los proyectos que aprovechan los residuos orgánicos para producir biocombustibles o compost a utilizar en campos de cultivo dependerán de los apoyos otorgados por la Secretaría de Energía, así como de la Secretaría de Salud, la Sagarpa y la Semarnat, para crear estándares y directrices cuyo objetivo sea impulsar el aprovechamiento benéfico de los residuos orgánicos.

Crear alianzas intergubernamentales

Con apego a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, México podría establecer programas o políticas en consonancia con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ONU, 2015) y, más específicamente, en favor del desvío y el aprovechamiento de los residuos orgánicos. Estos programas o políticas podrían recibir el apoyo y fomento de diversas dependencias del gobierno federal, incluidas la Secretaría de Salud (comunidades saludables), la Sagarpa (desarrollo rural sustentable) y la Semarnat (vivienda autosustentable), así como de organizaciones civiles y educativas involucradas en iniciativas relacionadas con la sustentabilidad. Las secretarías de Hacienda y Crédito Público y de Economía podrían también participar con miras a asegurar que se disponga de incentivos económicos y de otra índole en favor de la producción y el consumo sustentables de biocombustibles, compost y otros productos derivados del procesamiento o transformación de residuos orgánicos.

Tener acceso a experiencia de universidades

Grupos de universidades que participan en actividades de educación e investigación en la materia, junto con redes de especialistas y asociaciones que trabajan por fortalecer la capacidad de México para reducir, reutilizar y reciclar residuos, constituyen una fuente de experiencia y ejemplo de voluntad social que podrían ser de enorme utilidad en la definición e instrumentación de estrategias para el desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos.

Crear una base de datos centralizada de estadísticas e información sobre residuos, así como un directorio de sectores interesados

México podría considerar extender el Sistema de Información Nacional para la Gestión Integral de los Residuos (SINGIR) con el fin de crear una base de datos centralizada que reúna estadísticas clave sobre residuos y facilite el intercambio de información. Ésta podría, a su vez, formar parte de una base de datos integral de América del Norte sobre residuos orgánicos. Asimismo, México podría contemplar la creación de un directorio electrónico de instituciones, grupos, empresas y dependencias gubernamentales que participan en el desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos.

Proporcionar más información sobre productos de uso final

El uso como fertilizante es un elemento esencial del potencial comercial asociado a la compost. En México, numerosos productores de alimentos continúan utilizando fertilizantes químicos (con sus vastas operaciones y base de clientes, los fabricantes de fertilizantes sintéticos se benefician de economías de escala), y sólo 30 por ciento de los productores en el sector agropecuario utilizan fertilizantes orgánicos. Con todo, este 30 por ciento representa una oportunidad de mercado para la compost con contenido de residuos orgánicos. Sin embargo, se requiere más información sobre los productos elaborados a partir de compost orgánica (por ejemplo, contenido nutricional y efectos colaterales) antes de su adopción como fertilizantes a mayor escala.

Documentar e intercambiar información

México podría fortalecer las acciones encaminadas a documentar e intercambiar información sobre actividades de compostaje (por ejemplo, tipo y cantidad de residuos orgánicos generados y procesados, tipo de equipo, costos de procesamiento por tonelada, y cantidad y calidad del producto final).

Oportunidades de cooperación trilateral

La colaboración entre Canadá, Estados Unidos y México, aunada al intercambio de información entre organizaciones relacionadas con la gestión de los residuos orgánicos, sería de suma utilidad para impulsar mercados, programas y prácticas en la materia. Los aprendizajes emanados de iniciativas y mejores prácticas en vigor en cada uno de los tres países de América del Norte podrían también compartirse con comunidades de otros países, sobre todo si guardan similitudes en cuanto a población e infraestructura (por ejemplo, “ciudades hermanas”), para ofrecer a sus autoridades un mejor entendimiento de la problemática a la que se enfrentan y ayudarles a impulsar mejores soluciones. Algunas oportunidades de cooperación trilateral se describen a continuación.

Examinar oportunidades de mercados transfronterizos

En ambas fronteras —Canadá-Estados Unidos y Estados Unidos-México— existen oportunidades de cooperación transfronteriza. Con el establecimiento de una planta de compostaje o DA en una región fronteriza, por ejemplo, se podría aprovechar una cantidad más grande de residuos orgánicos (materias primas para la planta). Sería necesario examinar los requisitos en cada frontera, a fin de determinar en qué forma las leyes nacionales y estatales o provinciales afectarían tal intercambio transfronterizo (por ejemplo, por lo que respecta a vehículos de recolección que cruzan la frontera). La *Iniciativa de América del Norte para el desvío y procesamiento de residuos orgánicos* permitió constatar que es mínima la información disponible sobre mercados transfronterizos para residuos orgánicos. Por ende, se recomienda la realización de investigaciones más exhaustivas para evaluar los desafíos y oportunidades al respecto.

Expandir iniciativas conjuntas para establecer metas de sustentabilidad

Si bien cada vez son más las comunidades y empresas que establecen metas de sustentabilidad con iniciativas de “basura cero”, aún se vislumbran enormes oportunidades de expansión. Los gobiernos federales, estatales o provinciales y municipales han de trabajar conjuntamente con el sector empresarial con miras a ampliar los lazos de colaboración para el impulso de metas en materia de sustentabilidad, lo que incluye el desvío y el aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos. Podrían, por ejemplo, crearse programas conjuntos de reconocimiento y recompensa de logros alcanzados, de divulgación e intercambio de mejores prácticas, y de educación ciudadana para el consumo sustentable. Asimismo, a fin de contribuir al establecimiento o consecución de metas de “basura cero”, las localidades podrían considerar la adopción de estrategias legislativas —así como trabajar con los generadores— para establecer programas e incentivos encaminados a impulsar la expansión del desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos como parte de planes corporativos o municipales en materia de sustentabilidad.

Trabajar conjuntamente para identificar mercados finales para productos derivados del procesamiento de residuos orgánicos

Los integrantes de la industria de procesamiento de residuos orgánicos, incluidas asociaciones industriales —como el Consejo Estadounidense de Biogás (American Biogas Council) y los consejos de Canadá y Estados Unidos sobre composta—, podrían colaborar e invertir conjuntamente con los gobiernos en iniciativas de investigación y documentación de mercados para productos finales (beneficios y costos), así como llevar a cabo tareas de sensibilización y difusión entre posibles usuarios de esos productos o asociaciones industriales que a su vez puedan divulgar la información generada (numerosas asociaciones industriales ya han preparado materiales para promover sus productos finales y mercados, pero se carece aún de acciones concertadas).

Mejorar la recolección y transparencia de información

Lograr un mejor acopio y mayor transparencia de la información —en los sectores ICI principalmente— podría facilitar la elaboración de programas futuros, con lo que se asegurarían tanto la capacidad de procesamiento de residuos orgánicos como los mercados para sus productos finales (por ejemplo, biocombustibles, biogás y composta).

Impulsar el desarrollo de la capacidad e impartir capacitación en México

Las autoridades mexicanas (de los órdenes federal, estatal y municipal) podrían trabajar conjuntamente con la industria y líderes públicos de Canadá, Estados Unidos y otros países a fin de desarrollar la capacidad y reforzar las oportunidades de capacitación en relación con el desvío y aprovechamiento de residuos orgánicos. Muchos de los desafíos que enfrenta México son de índole técnica y suponen limitada experiencia por cuanto al manejo de residuos orgánicos en el sector comercial. La mayoría de las iniciativas en curso se centran en el compostaje, y se han registrado problemas recurrentes, ya sea en la operación y mantenimiento de equipos, o bien en la recolección y separación de los residuos. La realización de talleres de capacitación regionales facilitaría el intercambio de conocimientos de especialistas de los tres países de América del Norte con experiencia en operaciones de campo. Además, cabría la posibilidad de que muchos de estos talleres de capacitación se organizaran en instalaciones de procesamiento canadienses o estadounidenses. Los asistentes tendrían la oportunidad de familiarizarse con todos los aspectos del proceso, incluidos el diseño y actualización de un programa eficaz de desvío y aprovechamiento de residuos, el establecimiento de políticas (el esquema de pago por generación de residuos [*pay-as-you-throw*, PAYT], por ejemplo) y el intercambio de mejores prácticas (experiencia práctica en tratamiento previo y procesamiento, entre otras). Lo ideal sería adaptar los talleres de capacitación en función de del tamaño de los municipios participantes y convocar a asistentes provenientes de localidades de envergadura similar. Las lecciones aprendidas de programas y mejores prácticas en otras ciudades —sobre todo aquellas con población e infraestructura similares (por ejemplo, “ciudades hermanas”)— ayudarían a los gobiernos federal, estatales y locales en México a entender problemas potenciales y encontrar ideas para su resolución.

Asimismo, podría explorarse la posibilidad de reunir a especialistas internacionales que ayudaran a México a identificar los elementos, estrategias y acciones a incluir en una nueva propuesta de programa nacional sobre desvío y aprovechamiento (procesamiento o transformación) de residuos orgánicos. Ello podría hacerse en el marco de un taller de planificación al que se invitaría a expertos de Canadá y Estados Unidos para compartir experiencias y mejores prácticas, y analizar aprendizajes obtenidos del informe de base del que se derivó el presente informe sintético. El uso de tecnología digital (incluidos medios sociales de comunicación) para informar a las partes interesadas acerca del propósito del programa y los resultados esperados facilitaría el diálogo y sería una forma eficaz, económica e inmediata de catalizar el proceso y suscitar interés al respecto. Como resultado, México podría impulsar importantes iniciativas de aprovechamiento de los residuos orgánicos.

Limitaciones del análisis

El presente trabajo tiene como principal limitación la falta de datos coherentes —por cuanto a cobertura y disponibilidad entre Canadá, Estados Unidos y México, sus provincias, estados y municipalidades— en torno a los volúmenes y composición de los residuos de material orgánico. Ante la falta de datos fiables, resulta sumamente difícil concebir estrategias, políticas o programas, o definir indicadores para la gestión de residuos orgánicos a escala de América del Norte. En la fase de investigación, con frecuencia se observaron lagunas en términos de información sobre la generación de residuos orgánicos en los sectores industrial, comercial e institucional (ICI) y su manejo o tratamiento posteriores a la generación, así como sobre los usos industriales, que han de tomarse en cuenta para evaluación ulterior. Algunas de estas lagunas podrían subsanarse con la adopción de términos y definiciones convenidos, aunada a la definición de los parámetros necesarios para la recolección, monitoreo, registro y verificación de la información. En la parte 3 del presente documento se abordan con mayor detalle las recomendaciones para mejorar la calidad y cantidad de los datos.

Otras limitaciones fueron las divergencias en las metodologías utilizadas para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas a partir de la disposición final de residuos orgánicos y las posibles reducciones en emisiones que podrían resultar del desvío de tales residuos para su aprovechamiento. No existe una metodología o modelo único —compatible para los tres países— que permita estimar las emisiones de GEI procedentes de rellenos sanitarios en comparación con las producidas a lo largo de todas las fases del ciclo de vida de los residuos orgánicos. Por ello, resultaría de suma utilidad disponer de una herramienta sólida aplicable a escalas nacional o regional (o ambas) para estimar las emisiones de GEI durante el ciclo de vida completo de los residuos orgánicos.

En el informe de la CCA asociado, *Characterization and Management of Food Loss and Waste in North America* [disponible sólo en inglés] (CCA, 2017b), y su correspondiente informe sintético, *Caracterización y gestión de la pérdida y el desperdicio de alimentos en América del Norte* (CCA, 2017a), se encontraron limitaciones similares por cuanto a la disponibilidad de datos nacionales relativos a los efectos medioambientales y socioeconómicos ocasionados por la pérdida y el desperdicio de alimentos para los tres países. De ahí que un enfoque a considerar consistiría en aprovechar los modelos disponibles para la cuantificación de los efectos ambientales y socioeconómicos utilizando datos indirectos o sustitutos con base en los cuales realizar análisis a la medida por país.



Bibliografía

- Asociación Canadiense de Biogás (2015), *Municipal Guide to Biogas*, Canadian Biogas Association, con apoyo de IESO, Independent Electricity System Operator; disponible en: <http://biogasassociation.ca/images/uploads/documents/2015/municipal_guide_to_biogas/Municipal-Guide-to-Biogas-2015March.pdf> (consulta realizada el 18 de octubre de 2016).
- CalRecycle (2017), “Grant, Payment, and Loan Programs”, en: <www.calrecycle.ca.gov/Funding/> (consulta realizada en octubre de 2017).
- CCA (2017a), *Caracterización y gestión de la pérdida y el desperdicio de alimentos en América del Norte*, informe sintético, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal.
- ____ (2017b), *Characterization and Management of Food Loss and Waste in North America*, informe de base [disponible sólo en inglés], preparado para la CCA por Tetra Tech Canada, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal.
- ____ (2017c), *Characterization and Management of Organic Waste in North America*, informe de base [disponible sólo en inglés], Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal.
- CCME (2014), *State of Waste Management in Canada*, Canadian Council of Ministers of the Environment [Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente]; disponible en: <www.ccme.ca/files/Resources/waste/wst_mgmt/State_Waste_Mgmt_in_Canada_April_2015_revised.pdf>.
- Ciudad de Austin (2005), “Resolution No. 20050519-44”, City of Austin, en: <www.austintexas.gov/edims/document.cfm?id=125309> (consulta realizada en octubre de 2017).
- ____ (2009), *Zero Waste Strategic Plan*, City of Austin; disponible en: <https://austintexas.gov/sites/default/files/files/Trash_and_Recycling/Zero_Waste_Plan_-_full_version_-_Council_Adopted_w-resolution.pdf> (consulta realizada en octubre de 2017).
- ____ (2011), *Austin Resource Recovery Master Plan*, City of Austin; disponible en: <https://austintexas.gov/sites/default/files/files/Trash_and_Recycling/MasterPlan_Final_12.30.pdf> (consulta realizada en octubre de 2017).
- DOE (2017), “Qualified Energy Conservation Bonds”, US Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy [Departamento de Energía de Estados Unidos, Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable], en: <<http://energy.gov/eere/slsc/qualified-energy-conservation-bonds>> (consulta realizada el 30 de junio de 2017).
- DOF (2004), Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, *Diario Oficial de la Federación*; disponible en: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=688657&fecha=08/10/2003> (consulta realizada el 29 de noviembre de 2016).
- DSNY (2016), “Food Scraps and Yard Waste”, New York Department of Sanitation [Departamento de Sanidad de Nueva York], en: <www1.nyc.gov/assets/dsny/site/services/food-scrap-and-yard-waste-page> (consulta realizada en septiembre de 2016).
- Durán Moreno, A. (s.f.), *Generación de un sistema piloto de tratamiento de residuos sólidos orgánicos municipales (RSOM)*, Proyecto 174710, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- EPA (1976), “Resource Conservation and Recovery Act (RCRA): Laws and Regulations”, US Environmental Protection Agency [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], en: <www.epa.gov/rcra>.
- ____ (2014), *Food Waste to Energy: How Six Water Resource Recovery Facilities are Boosting Biogas Production and the Bottom Line*, US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Oficina de Investigación y Desarrollo], EPA 600-R-14-240; disponible en: <www.epa.gov/sites/production/files/2016-07/documents/food_waste_to_energy_-_final.pdf> (consulta realizada el 16 de agosto de 2017).
- ____ (2015), “Sustainable Management of Food: United States 2030 Food Loss and Waste Reduction Goal”, US Environmental Protection Agency [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], en: <www.epa.gov/sustainable-management-food/united-states-2030-food-loss-and-waste-reduction-goal>.
- ____ (2016a), “Organics: Co-Digestion Economic Analysis Tool (CoEAT)”, US Environmental Protection Agency [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], en: <<https://archive.epa.gov/region9/organics/web/html/index-2.html>> (consulta realizada el 30 de junio de 2017).

- ____ (2016b), "Sustainable Materials Management", US Environmental Protection Agency [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], en: <www.epa.gov/smm> (consulta realizada en noviembre de 2016).
- ____ (2016c), "Waste to Biogas Mapping Tool", US Environmental Protection Agency [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], en: <www3.epa.gov/region9/biogas/purpose.html> (consulta realizada el 30 de junio de 2017).
- ____ (2017), "Renewable Fuel Standard Program", US Environmental Protection Agency [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], en: <www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program> (consulta realizada el 30 de junio de 2017).
- Federation of Canadian Municipalities (2009), *Getting to 50% and Beyond: Waste Diversion Success Stories from Canadian Municipalities*, Federación de Municipalidades Canadienses, Green Municipal Fund [Fondo Municipal Verde]; disponible en: <www.fcm.ca/Documents/tools/GMF/Getting_to_50_percent_en.pdf> (consulta realizada el 28 de agosto de 2016).
- Gardner, B. (2016), "Yard Waste Composting Versus Landfill Gas Recovery—The Iowa Story: What Really Happened?", ponencia resentada en WasteCon, Indianápolis, Indiana, el 24 de agosto de 2016; disponible en: <<https://swana.org/Events/WASTECON/ConferenceProgram/2016/YardWasteCompostingVersusLandfillGasRecoveryTheIowaStoryWhatReallyHappened.aspx>> (consulta realizada el 6 de septiembre de 2016).
- Gobierno de California (2016), "Senate Bill No. 1383 – Chapter 395", Government of California, en: <https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=201520160SB1383> (consulta realizada en octubre de 2017).
- Goldman, G. y A. Ogishi (2001), *The Economic Impact of Waste Disposal and Diversion in California*, Universidad de California, Berkeley; disponible en: <<http://are.berkeley.edu/extension/EconImpWaste.pdf>> (consulta realizada el 2 de diciembre de 2016).
- Goldstein, N. (2013), "Trimming Costs with Composting", *BioCycle*, vol. 54, núm. 1, p. 22, en: <www.biocycle.net/2013/01/15/trimming-costs-with-composting/> (consulta realizada el 29 de noviembre de 2016).
- Gorrie, P. (2012), "Composting Organics in Canada", *BioCycle*, vol. 53, núm. 10, p. 27, en: <www.biocycle.net/2012/10/22/composting-organics-in-canada/> (consulta realizada el 7 de septiembre de 2016).
- Hay, S. (2013), "Financing Tomorrow's Cities: Addressing the Waste Management Investment Gap", *Long Finance*, en: <www.longfinance.net/groups7/viewdiscussion/49-financing-financing-tomorrow-s-cities-addressing-the-waste-management-investment-gap.html?groupid=3> (consulta realizada el 28 de agosto de 2016).
- IRRI México y Tetra Tech (2015), *Anaerobic Biodegradation Technology in Methane Capture and Manure Management in Mexico: The History and Current Situation*, subvención de obligación fija 1106595, USAID México.
- Leib, E. B., C. Rice y J. Mahoney (2016), "Fresh Look at Organics Bans and Waste Recycling Laws", *BioCycle*, vol. 57, núm. 10, p. 16ff, en: <www.biocycle.net/2016/11/10/fresh-look-organics-bans-waste-recycling-laws/> (consulta realizada en noviembre de 2016).
- Loblaw Companies Limited (2012), "Waste Reduction", *2012 Corporate Social Responsibility Report*, en: <www.loblaw-reports.ca/responsibility/2012/respect-the-environment/waste-reduction/> (consulta realizada el 17 de agosto de 2017).
- May, C. J. (s-f), "Operation Organics", CleanRiver, en: <https://cleanriver.com/operation-organics/?utm_source=LinkedIn&utm_medium=Social&utm_campaign=Operation-Organics-1116> (consulta realizada el 30 de noviembre de 2016).
- McKiernan, C. (2015), "Containing Food Waste Contamination Essential for Anaerobic Digestion", *Waste360*, 27 de enero, en: <<http://waste360.com/organics/containing-food-waste-contamination-essential-anaerobic-digestion>> (consulta realizada el 28 de junio de 2017).
- Miller, C. y A. Germain (2016), *State of Organics Recovery*, National Waste & Recycling Association [Asociación Nacional de Residuos y Reciclaje]; disponible en: <<http://wasterecycling.org/images/documents/resources/Organics-Paper.pdf>> (consulta realizada en noviembre de 2016).
- NZWC (2017), *National Food Waste Reduction Strategy*, National Zero Waste Council [Consejo Nacional Producción sin Generación de Residuos]; disponible en: <www.nzwc.ca/focus/food/national-food-waste-strategy/Documents/NFWRS-Strategy.pdf> (consulta realizada el 16 de agosto de 2017).
- NC Clean Energy Technology Center (2016), "Database of State Incentives for Renewables and Efficiency" [base de datos sobre incentivos estatales para proyectos de energía renovable y eficiencia energética], en: <www.dsireusa.org/> (consulta realizada en junio de 2017).

- OCDE (2000), *Strategic Waste Prevention: OECD Reference Manual*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, ENV/EPOC/PPC (2000)5/FINAL, en: <[www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/e poc/ppc\(2000\)5/final&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/e poc/ppc(2000)5/final&doclanguage=en)> (consulta realizada el 29 de noviembre de 2016).
- ONU (2015), “Objetivos de Desarrollo Sostenible: 17 objetivos para transformar nuestro mundo”, en: <www.un.org/sustainabledevelopment/es/> (consulta realizada el 30 de junio de 2017).
- OWMA *et al.* (2015), *Rethink Organic Waste: A Circular Strategy for Organics*, Ontario Waste Management Association [Asociación para la Gestión de Residuos de Ontario], Canadian Biogas Association [Asociación Canadiense de Biogás] y Compost Council of Canada [Consejo sobre Composta de Canadá], octubre de 2015; disponible en: <www.compost.org/English/PDF/Rethink%20Organic%20Waste%20Oct%202015%20web.pdf> (consulta realizada el 9 de septiembre de 2016).
- ReFED (2016), *A Roadmap to Reduce U.S. Food Waste by 20 Percent*, Rethink Food Waste through Economics and Data (ReFED); disponible en: <www.refed.com/downloads/ReFED_Report_2016.pdf> (consulta realizada en noviembre de 2016).
- Seidel Wassenaar, L. (2015), *Industrial, Commercial and Institutional (ICI) Organics Waste Diversion Strategy*, Standing Policy Committee [Comité Permanente de Políticas], ciudad de Calgary; disponible en: <http://compost.org/English/PDF/WRW_2015/AB/Calgary_IC&I_Organics_Strategy_L_Seidel_Wassenaar.pdf> (consulta realizada el 17 de octubre de 2016).
- Semarnat (2013), “Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 (Promarnat)”, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Diario Oficial de la Federación*, 12 de diciembre, en: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5326214&fecha=12/12/2013> (consulta realizada el 28 de junio de 2017).
- ____ (2017), Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, en: <www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-residuos> (consulta realizada el 30 de junio de 2017).
- SF Environment (2016), “Zero Waste: Frequently Asked Questions (FAQs)”, San Francisco Department of the Environment [Departamento de Medio Ambiente de San Francisco], en: <<https://sfenvironment.org/zero-waste-faqs>> (consulta realizada el 1 de agosto de 2016).
- StopWaste (2016), Food Scraps & Plant Debris Recycling [Reciclaje de desechos de alimentos y restos vegetales], en: <www.stopwaste.org/recycling/residents/food-scrap-plant-debris> (consulta realizada en septiembre de 2016).
- SPC (2017), *The Value of Compostable Packaging*, Sustainable Packaging Coalition; disponible en: <<https://s3.amazonaws.com/gb.assets/Value+of+Compostable+Packaging+Report.pdf>> (consulta realizada el 16 de agosto de 2017).
- Universidad Estatal de Oregón (2008), “Here’s the Scoop on Chemical and Organic Fertilizers”, Extensión Cooperativa de la Universidad Estatal de Oregón (*Oregon State University Extension Service*), 30 de abril de 2008, en: <<http://extension.oregonstate.edu/gardening/node/955>> (consulta realizada en marzo de 2017).
- Universidad Purdue (2013), “Campus Master Planning and Sustainability: Food Systems”, en: <www.purdue.edu/sustainability/strategicplan/keyareas/food_systems.html> (consulta realizada el 15 de agosto de 2016).
- USCC (2016), “Seal of Testing Assurance (STA)”, US Composting Council [Consejo Estadounidense de Compostaje], en: <<http://compostingcouncil.org/seal-of-testing-assurance/>> (consulta realizada en octubre de 2016).
- USDA (2017a), “Advanced Biofuel Payment Program”, United States Department of Agriculture [Departamento de Agricultura de Estados Unidos], en: <www.rd.usda.gov/programs-services/advanced-biofuel-payment-program> (consulta realizada el 30 de junio de 2017).
- ____ (2017b), “Rural Energy for America Program: Renewable Energy Systems and Energy Efficiency Improvement Loans & Grants”, United States Department of Agriculture [Departamento de Agricultura de Estados Unidos], en: <www.rd.usda.gov/programs-services/rural-energy-america-program-renewable-energy-systems-energy-efficiency> (consulta realizada el 30 de junio de 2017).
- Walmart Canada (2012), *Walmart Canada’s Corporate Social Responsibility Report*, Walmart Canada; disponible en: <cdn.corporate.walmart.com/ad/46/b4640e9841f89445e3ec087f1ca4/corporate-social-responsibility-report-published-july-2012.pdf> (consulta realizada el 17 de agosto de 2017).



Comisión para la Cooperación Ambiental

393 rue St-Jacques Ouest, bureau 200
Montreal (Quebec), Canadá, H2Y 1N9
Tel.: 514.350.4300 fax: 514.350.4314
info@cec.org / www.cec.org