

## ***BASES PARA INTEGRAR PLANES DE MANEJO DE RESIDUOS DE ALIMENTOS Y DE JARDINERÍA***

Dra. Cristina Cortinas de Nava<sup>1</sup>

### ***Introducción***

Entre los residuos más abundantes que están siendo dispuestos en México en los rellenos sanitarios y en los tiraderos de basura a cielo abierto, controlados y no controlados, se encuentran los residuos de alimentos y de jardinería.

Por sus características, su humedad y su capacidad de descomposición rápida, este tipo de residuos desprenden gases como el metano, involucrado en el cambio climático global, así como malos olores, atraen a moscas, cucarachas, ratas y otras especies de fauna nociva transmisora de enfermedades, provocan la formación de lixiviados que arrastran contaminantes hacia los cuerpos de agua superficiales o se infiltran hacia los acuíferos, deteriorando las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano e irrigación de campos agrícolas, amenazando además los ecosistemas acuáticos.

Por lo antes expuesto, se encarece la construcción y operación de los rellenos sanitarios, pues se hace necesario seleccionar sitios para su ubicación en los que los suelos sean lo más impermeables posibles, en donde los mantos freáticos sean profundos y los cuerpos de agua superficiales sean distantes; además, se requiere colocar geomembranas costosas para evitar la infiltración de lixiviados y se construyen mecanismos para la captación y procesamiento de éstos, así como redes de venteo de los gases generados por estos residuos.

Aunado a lo anterior, la mezcla de los residuos orgánicos putrescibles y húmedos con el resto de los residuos provoca su contaminación y dificulta la recuperación de los materiales valorizables contenidos en ellos, lo cual se lleva a cabo actualmente en muchos rellenos sanitarios y tiraderos de basura por grupos de personas que se dedican a la pepena y que trabajan en condiciones riesgosas e insalubres.

Lo paradójico es que los residuos de alimentos pueden ser empleados como fuente de alimento animal, y junto con los residuos de jardinería pueden convertirse en mejoradores de suelo o se pueden emplear como fuente de biogás y éste utilizarse para generar electricidad, lo cual ya están haciendo los países más ricos del mundo como Estados Unidos y Japón, como se describirá más adelante, y permitiría construir rellenos sanitarios menos costosos y complicados, incluso dentro de las ciudades pues

---

<sup>1</sup> La responsabilidad de las opiniones e ideas vertidas en este documento es sólo de la autora del mismo, quien colaboró en la formulación y proceso de dictamen de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de México, en la cual se introduce como instrumento de política para incentivar la minimización y valorización de los residuos la formulación de planes de manejo.

al no recibir residuos orgánicos no causarían molestias ni los problemas ambientales y sanitarios antes descritos.

Reconociendo lo anterior, la nueva Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada el 8 de octubre de 2003, la Ley de Residuos del Distrito Federal, publicada el 22 de abril de 2003 y la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro, publicada el 20 de febrero de 2004,<sup>2</sup> que constituyen un nuevo tipo de legislación en la materia, establecen la obligación de separar en la fuente los residuos orgánicos (particularmente los residuos de alimentos y de jardinería que son húmedos y se pudren rápidamente) de los residuos inorgánicos, en lo que se denomina “separación primaria”, a fin de que se manejen por separado del resto de los residuos y evitar que contaminen aquellos potencialmente reciclables haciéndoles perder su valor.

Con base en las disposiciones jurídicas anteriores, tanto en el Distrito Federal, como en el estado de Querétaro, se ha iniciado gradualmente la separación domiciliar de los residuos orgánicos húmedos y putrescibles, los cuales se recolectan por separado del resto de los residuos (por ahora con los mismos vehículos que recogen en días distintos los residuos orgánicos y los inorgánicos). En el Distrito Federal se cuenta ya con plantas que convierten en composta los residuos orgánicos, para ser empleada como mejorador de suelo, en tanto que en Querétaro se realiza un estudio de factibilidad para determinar el potencial de generación de biogás y electricidad a partir de ellos.

La nueva legislación prevé, además, que los grandes generadores de residuos (que generan más de 10 toneladas al año o cerca de 30 kilos al día) establezcan planes de manejo de los mismos, tendientes a reducir su generación, incrementar su valorización mediante su reutilización, reciclado o aprovechamiento de su poder calorífico, para disminuir al máximo su disposición final en rellenos sanitarios; lo cual demandará una nueva conceptualización de estos últimos para que formen parte de sistemas de manejo integral de residuos.

Dentro de los grandes generadores de residuos de alimentos y de jardinería se encuentran las centrales de abasto, los mercados, rastros, restaurantes, hoteles, industrias agroalimentarias y todas aquellas empresas, instituciones u organizaciones que cuentan con restaurantes y grandes áreas de jardines.

Con el propósito de apoyar a estos grandes generadores a formular sus planes de manejo de residuos de alimentos y de jardinería, se ha elaborado este documento que se espera se utilice para difundir información sobre el tema y brindar capacitación a los interesados. Cabe señalar que en México existe una amplia experiencia en la elaboración de composta siguiendo diferentes procedimientos, incluyendo la lombricultura, con la participación de instituciones educativas y de investigación, así como de organizaciones civiles y empresas que brindan servicios, pero no se había logrado su completo desarrollo por la falta de una legislación en la materia y de promoción de los mercados para los productos generados en estas actividades. Ahora,

---

<sup>2</sup> Disponibles en la página: [www.cristinacortinas.com](http://www.cristinacortinas.com)

con base en la nueva legislación, corresponde a las autoridades con competencia en la materia fomentar y brindar asistencia técnica para el aprovechamiento de los residuos orgánicos, así como promover los mercados respectivos alentando, sobre todo, su consumo por el propio sector gubernamental y el sector agropecuario.

### ***Ley de Promoción de la Utilización de Recursos Alimenticios Reciclables del Japón<sup>3</sup>***

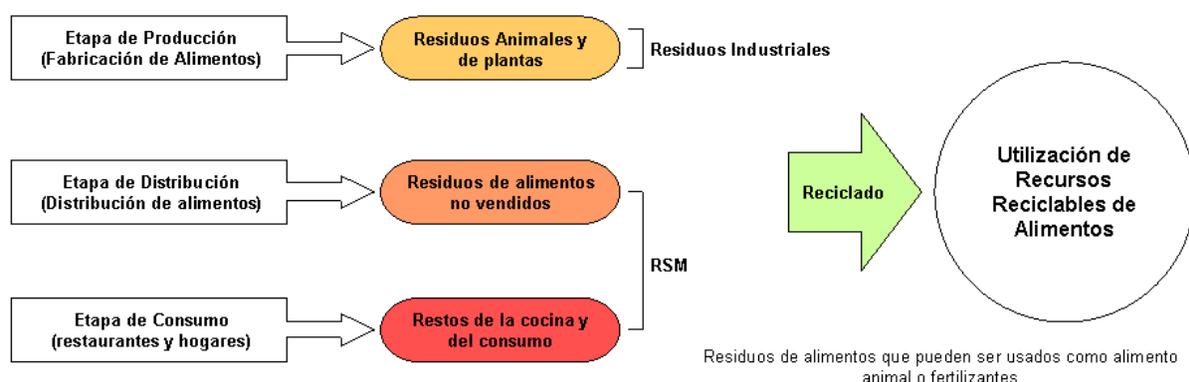
Para ilustrar la importancia que ha adquirido la prevención de la disposición final y el aprovechamiento de los residuos alimenticios en otros países del mundo, se resumirán a continuación los elementos más sobresalientes de la Ley de Promoción de la Utilización de Recursos Alimenticios del Japón.

Esta Ley fue promulgada en junio 2000 y entró en vigor en mayo 2001, con el propósito de prevenir y reducir los residuos de alimentos eliminados por los negocios relacionados con éstos, a fin de disminuir la cantidad destinada a disposición final, así como de promover su reciclado como fertilizantes y alimentos para animales (cuadro 1 y figura 1)

**Cuadro 1. Residuos de alimentos regulados**

- Residuos de alimentos que no se vendieron o comieron generados en el proceso de distribución y consumo;
- Restos de alimentos animales y vegetales generados en el proceso de fabricación, formulación y cocimiento de productos alimenticios (excluyendo los restos de alimentos generados en los hogares).

**Figura 1. Generación de Residuos de Alimentos**



<sup>3</sup> Información extraída del Handbook on Resource Recycling Legislation and Trends in 3R. Ministry of Economy, Trade and Industry. Japón. 2003 y traducida por Cristina Cortinas de Nava por propia iniciativa. Para mayor información consultar: ([www.meti.go.jp/policy/recycle/](http://www.meti.go.jp/policy/recycle/))

Esta Ley regula los negocios citados en el cuadro 2 y les establece las obligaciones y medidas a seguir referidas en el cuadro 3.

### Cuadro 2. Negocios de alimentos a ser regulados

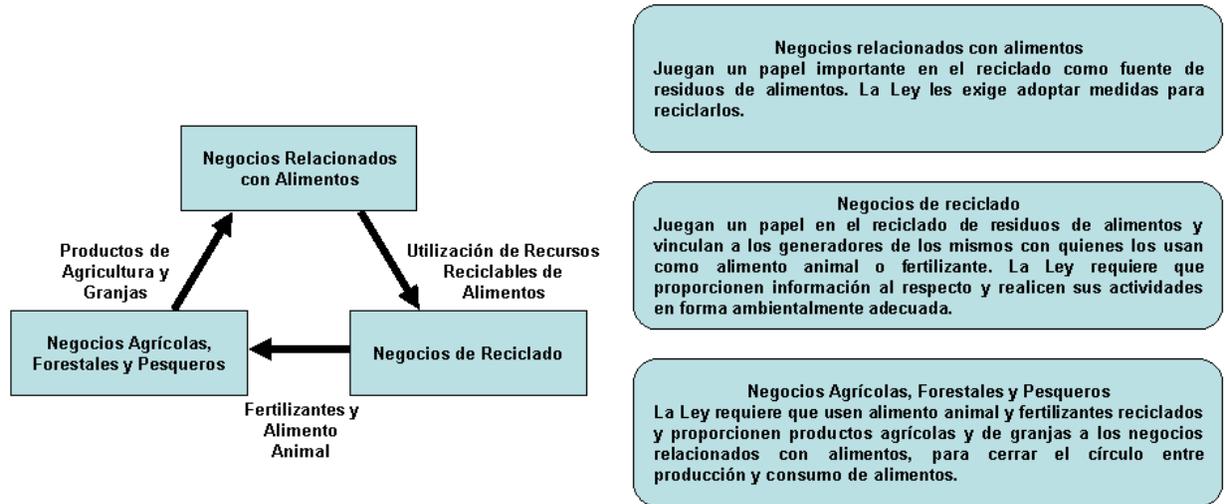
- Negocios que fabrican/procesan, o venden al mayoreo o menudeo de productos alimenticios;
- Restaurantes y otros negocios de servicios de alimentos (por ejemplo, cafeterías, restaurantes de hoteles, centros de bodas).

### Cuadro 3. Responsabilidades de los negocios de alimentos

- Los negocios relacionados con alimentos, involucrados en la fabricación y distribución de productos alimenticios o que proporcionan servicios de restaurante deben de llevar a cabo el reciclado de los residuos de alimentos (incluyendo la prevención de la generación de residuos, la reutilización y la reducción de su disposición final), elevando éste hasta un 20% más del que normalmente realicen.
  - Se impondrán penalidades a quienes generen 100 toneladas o más de residuos alimenticios al año en caso de que no cumplan con la tasa de 20% de reciclado mínima (para el año 2006 se prevé elevar ese porcentaje).
1. **Prevención:** Significa evitar la generación de residuos alimenticios.
  2. **Reciclado:** Significa utilizar los residuos de alimentos como fertilizante, fuente de alimento, como aceites y grasas o generadores de metano.
    - **Fertilizantes:** Comprenden la composta derivada de la fermentación aeróbica, y fertilizante orgánico elaborado por secado.
    - **Fuentes de alimento:** Que se pueden dar al ganado, o a peces de acuarios y que se obtienen aplicando vapor a presión, por fermentación aerobia o por deshidratación al freirlos.
    - **Aceites y grasas:** Se pueden emplear para cocinar o para elaborar jabón.
    - **Generadores de metano:** El conjunto de materiales alimenticios puede generar este biogás por fermentación anaerobia (este biogás contiene 60% metano y 40% CO<sub>2</sub>), el cual se puede aprovechar como combustible.
  3. **Reducción:** A través de deshidratar los residuos de alimento, de secarlos, fermentarlos o carbonizarlos (tostándolos).

La figura 2 describe diagramáticamente la participación de los distintos negocios en la valorización de los residuos alimenticios.

**Figura 2. Negocios Relacionados y su Papel en el Reciclado de Alimentos**



En los cuadros 4 y 5 se resumen las responsabilidades asignadas en la citada Ley, tanto a los consumidores como a los gobiernos nacional y locales.

#### **Cuadro 4. Responsabilidad de los consumidores**

Los consumidores deben prevenir la generación de residuos alimenticios mejorando sus métodos de compra y para cocinarlos, así como reciclando los que se generen.

#### **Cuadro 5. Responsabilidad de los gobiernos nacional y locales**

Tanto el gobierno nacional como los locales deben implantar medidas para promover el reciclado de residuos de alimentos.

### ***Experiencias de Estados Unidos en la Recuperación y Aprovechamiento de Residuos Orgánicos***

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos difunde a través de su portal ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)) una gama diversa de programas y actividades tendientes a prevenir la generación de residuos, así como a aprovecharlos a través de iniciativas que se constituyen en fuente de negocios y de empleos. Entre estos programas sobresale el

denominado Residuos Sabios (Waste Wise), en el cual se refieren los métodos para la obtención de composta citados en el cuadro 6.<sup>4</sup>

**Cuadro 6. Métodos para elaborar composta**

Composta en pilas estáticas	La materia orgánica se apila y mezcla para que lentamente se convierta en composta. Demanda de 12 a 18 pulgadas de materiales abultadores apilados en forma suelta para que el aire circule del fondo hacia arriba de la pila.
Pilas aereadas de composta	Los residuos orgánicos se alinean en filas de grandes pilas y se aerean ya sea insertando tubos en las pilas o removiéndolos de tiempo en tiempo. Este método puede ser útil para grandes cantidades de residuos, incluyendo restos de animales y grasa, siempre y cuando se muevan y monitoreen constantemente durante la fase termofílica (cuando se alcanzan en la pila temperaturas de 130 a 150 grados Fahrenheit).
Composta en contenedores	Los residuos orgánicos se colocan en equipos cerrados con temperatura, humedad y aereación controladas. Este tipo de sistema puede procesar grandes cantidades de residuos con pocos problemas de olores en un área pequeña y puede procesar productos animales.
Vermicomposta	Las lombrices desagregan los materiales orgánicos formando una composta de alto valor y los depósitos pueden funcionar intra o extramuros, pero no pueden procesar restos de animales o grasa.

Entre otros, el programa Waste Wise difunde noticias sobre actividades que los ciudadanos y diversas organizaciones están llevando a cabo de las cuales se pueden derivar ideas a seguir, por ejemplo, hay quienes no recogen el pasto cortado y lo dejan para que se degrade en el mismo lugar y se convierta en abono, con lo cual se reduce tiempo y costo de mano de obra para recogerlo y disminuyen los residuos de jardinería. La donación de alimentos y restos de ellos a asilos, orfanatorios y otros grupos caritativos, permite a éstos aprovecharlos y reciclarlos. El aprovechamiento de restos de alimentos para la recuperación de poblaciones de salmones ha sido también exitosa.

En cuanto al proceso mismo de elaboración de composta, en la naturaleza o en los patios, se define como un proceso de descomposición termofílico (basado en el calor) realizado por micro o macroorganismos y constituye una verdadera ciencia, que demanda un aporte balanceado de elementos como la materia orgánica, la humedad, el oxígeno y los micro o macroorganismos; lo cual se va determinando caso por caso dependiendo de las necesidades y condiciones para realizar el proceso (cuadro 7).

<sup>4</sup> Para mayor información consultar los siguientes portales:([www.epa.gov/compost](http://www.epa.gov/compost)), ([www.cityfarmer.org/wormcomp61.html#wormcompost](http://www.cityfarmer.org/wormcomp61.html#wormcompost)), ([www.compostingcouncil.org](http://www.compostingcouncil.org)), ([www.jgpress.com](http://www.jgpress.com)), ([www.dfe.cornell.edu/WMI/Compost/CaseStudies.html](http://www.dfe.cornell.edu/WMI/Compost/CaseStudies.html)), ([www.composting.org/VIDEOS.htm](http://www.composting.org/VIDEOS.htm)), ([www.compostingcouncil.org](http://www.compostingcouncil.org))

**Cuadro 7. Balance de insumos para elaborar composta**

Materia orgánica	El primer paso consiste en encontrar el balance adecuado entre las fuentes de carbono y nitrógeno, mezclando varias cantidades de materia orgánica “verde” y “café”. La verde está formada por restos de alimentos y de pasto, ricos en nitrógeno. La café incluye hojas, trozos de madera y aserrín ricos en carbono. En la mayoría de los métodos no se recomienda la adición de restos de animales y grasa.
Agua	La humedad es inherente a los materiales orgánicos y facilita la disponibilidad de los nutrientes para los micro y macroorganismos. Si la pila está muy mojada, sin embargo, los nutrientes pueden escapar y no estar disponibles, lo cual puede evitarse agregando aserrín o restos de papel que reducen la humedad.
Oxígeno	Los micro y macroorganismos requieren de oxígeno para consumir y degradar la materia orgánica, lo cual hace necesario estar moviendo de tiempo en tiempo la pila de residuos orgánicos. También se facilita la aereación de la pila agregando materiales de tamaño de partículas grandes, como astillas de madera, lo cual hace a la pila más porosa. Sin embargo, partículas de gran tamaño pueden reducir la superficie sobre la cual los micro y macroorganismos trabajan.
Micro y macroorganismos	Ya que se ha creado la pila de composta, mezclando los residuos verdes y café, los microorganismos que naturalmente están presentes (como bacterias y hongos) o los macroorganismos (como los escarabajos y lombrices), empiezan a consumir y degradar la materia orgánica.

Si se desprenden malos olores de la pila de composta, significa que los micro y macroorganismos no están teniendo suficiente oxígeno, lo cual hace necesario aumentar la aereación.

Durante el proceso de degradación de la materia orgánica se desprende calor; la temperatura ideal en la pila de composta es de alrededor de 90 a 140 grados Fahrenheit. El calor mata muchos de los patógenos y semillas de plagas que pueden estar presentes en la composta. A medida que se completa el proceso de elaboración de composta, y la actividad de los micro y macroorganismos disminuye, la temperatura baja y la composta empieza a madurar, lo cual implica un tiempo de 1 a 4 meses. La composta madura es oscura, crujiente y tiene un olor a tierra.

Para dar una idea de la cantidad de residuos de jardinería que se generan en Estados Unidos, se estima que en 1996 se generaron alrededor de 28 millones de toneladas, por lo cual su aprovechamiento para elaborar composta permite desviar esa cantidad de residuos de los rellenos sanitarios. Entre las recomendaciones que se proporcionan en relación con la poda de pastos se encuentran las referidas en el cuadro 8.

**Cuadro 8. Recomendaciones para podar el pasto**

- Podar cuando el pasto esté seco y con podadoras afiladas
- Podar con mayor frecuencia, lo cual reducirá el tiempo requerido para ello en un 40 por ciento en promedio
- Nunca corte más de un tercio del tamaño del pasto

Mantenga la mayor parte de las variedades de pasto por lo menos a una altura de 3 pulgadas para ayudar a controlar malezas y reducir la demanda de agua y el estres de las plantas.

Fuente: Maryland Department of Public Works and Transportation

La introducción de la práctica de cortar el pasto cuando está seco y dejar en el mismo lugar el pasto cortado para que se convierta en abono, ha resultado en economías para los servicios públicos, tanto al disminuir la mano de obra requerida para ello, como la cantidad de residuos a recolectar y confinar.

Entre los casos exitosos de aplicación de estrategias para aprovechar restos alimenticios y otros residuos orgánicos se encuentran el de una empresa cervecera que en tan solo un año elaboró composta a partir de 290 000 toneladas de subproductos agrícolas; 7 000 toneladas de chips de madera, 2 350 toneladas de residuos animales estables y 2 300 toneladas de restos de jardinería. Con ello, no tan solo se lograron beneficios ambientales, sino que la empresa redujo costos de disposición de residuos y compra de fertilizantes, de lo cual derivó las recomendaciones citadas en el cuadro 9.

#### **Cuadro 9. Recomendaciones generales para quienes inicien actividades de compostaje en la industria**

Empiece de manera sencilla y sea paciente	Antes de investigar las opciones de composteo, formule programas simples, como reciclaje, que garanticen el éxito y le den credibilidad ante la gerencia de la empresa. Una vez que se ha fijado metas amplias, toma aún tiempo idear la logística del programa, por lo cual se recomienda subdividirlo en partes o fases, e iniciar una a la vez. Espere para implementar las actividades más desafiantes que impliquen procesos de manufactura complicados. A la vez que su organización puede experimentar beneficios elevados, puede también encontrar retos que la hagan fallar si no se toman las medidas necesarias para evitarlo.
Mida los resultados	El éxito de su programa depende de su capacidad de medir la cantidad de residuos disminuidos o de dinero ahorrado como consecuencia del mismo.

Otro caso de estudio singular a ser replicado ampliamente, es el de las empresas que cuentan con servicio de restaurante para sus miles de empleados y que han experimentado el tener que desechar diariamente los alimentos no consumidos por éstos, lo cual les llevó a implantar programas de donaciones a fundaciones que se ocupan de ponerlos a disposición de las personas necesitadas, que por un lado les ha

ahorrado costos en su manejo como residuos y por otro ha beneficiado a muchos receptores.<sup>5</sup>

Similar al caso anterior es el de donación de lotes de yogurt eliminados durante los procesos de control de calidad de una empresa fabricante a otras productoras de puercos, a través de un plan que implicó contactar e invitar a participar en el programa de donaciones a dichas empresas y establecer un centro de acopio en el cual ellas pasan a recoger dichas donaciones, a cambio de las cuales suelen recibir como regalo piezas de jamón o tocino.

Una empresa experta en sistemas de calefacción, aprovechó su experiencia en sistemas térmicos para establecer su propio programa de elaboración de composta a partir de sus residuos, lo cual le evitó enviar alrededor de 100 toneladas al relleno sanitario y ahorrar 40 mil dólares en un solo año, a través del proceso referido en el cuadro 10, el cual les permitió también crear en sus empleados una conciencia ambiental y de prevención de la generación de residuos.

**Cuadro 10. Fases del proceso de elaboración de composta en una empresa de calefacción**

Separación	La empresa colecta restos de alimentos preconsumo en botes con llantas de 90 galones localizados cerca de las áreas de preparación de alimentos en su cafetería. Los empleados saben que en ellos solo se recuperan los restos vegetales y no pueden disponerse restos de alimento animal o grasa.
Recolección y mezcla	El personal transporta los botes al sitio de elaboración de composta diariamente. En dicho sitio con piso de cemento se mezclan los residuos con polvo de madera, aserrín y astillas y restos de jardinería.
Mantenimiento de la pila	El personal a cargo de la elaboración de la composta emplea palas para remover la mezcla de materiales y termómetros para medir la temperatura varias veces a la semana, la cual se mantiene entre 105 y 140 grados Fahrenheit. Cuando las pilas empiezan a enfriarse, el personal las remueve para asegurar que en el centro de ellas el aire, la humedad y nutrientes están disponibles para que se realice la actividad microbiana.
Curación	Cuando deja de aumentar la temperatura en las pilas al moverlas, se inicia el proceso de curación que tarda cerca de 30 días y al cabo del cual la composta está lista para aplicarla en los jardines de la empresa.

También en las prisiones en Estados Unidos se han establecido programas de minimización de residuos, que incluyen entre otros la elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos que se generan en ellas con la participación de los prisioneros; con ello han reducido costos en el manejo de sus residuos y mejorado los suelos de sus áreas verdes.

<sup>5</sup> Para mayor información sobre estos programas consultar los siguientes portales: ([www.secondharvest.org](http://www.secondharvest.org)), ([www.strength.org](http://www.strength.org))

## ***Cuidados para evitar riesgos por agentes patógenos al elaborar composta<sup>6</sup>***

En ciertas condiciones, pueden presentarse riesgos sanitarios al producir y emplear composta, que es preciso conocer y evitar, como los siguientes:

**Contaminación de la materia orgánica por parásitos:** puede ocurrir que la materia orgánica de la que se parte para elaborar la composta contenga organismos parásitos (gérmenes) capaces de ocasionar enfermedades en humanos, plantas o animales. Sin embargo, si el proceso de compostaje se desarrolla a temperaturas bastante elevadas (60 a 80 °C), esto conduce a la destrucción de los gérmenes.

**Contaminación por organismos termoresistentes:** Cuando en el proceso de compostaje se presenta un hongo patógeno, el *Aspergillus fumigatus*, que tolera temperaturas relativamente elevadas, comprendidas entre 35 y 50 °C, puede ocurrir que sobreviva y se encuentre en la composta que se produzca. En tal caso, puede constituir un riesgo para los trabajadores que la manipulen, pues este hongo es capaz de producir enfermedades alérgicas, como las que provoca el heno, así como micosis graves en ciertas personas que tienen bajas sus defensas inmunitarias; además, es un parásito oportunista, es decir, que prolifera y enferma cuando se presentan condiciones favorables a su crecimiento. Afortunadamente, puede ser eliminado a temperaturas superiores a los 60°C, por lo cual es importante asegurar que dichas temperaturas se alcancen. Este hongo se encuentra sobre todo, en las compostas clásicas que involucran pacas de heno, al aire libre, cuando se establecen gradientes de temperatura entre el centro caliente y la superficie del montón de composta. La presencia del hongo se detecta en la superficie de la composta, por la formación de una cubierta blancuzca, en la cual pueden existir hasta diez millones de esporas por gramo de materia seca; ese número disminuye paulatinamente hacia el interior, a medida que aumenta la temperatura, hasta desaparecer cuando la temperatura supera los 60 °C. Durante el proceso de maduración de la composta el número de esporas disminuye hasta alcanzar varios miles por gramo.

Como el riesgo patológico asociado a la presencia de este hongo en la composta, está ligado a la dispersión de las esporas al removerla, lo cual puede favorecer su inhalación, es preciso proteger a los trabajadores proporcionándoles máscaras, evitar que las personas alérgicas o con problemas de deficiencia inmunitaria entren en contacto con la composta, así como establecer vigilancia médica sobre los trabajadores. Además, se debe evitar producir composta cerca de hospitales o lugares de convalecencia de pacientes.

Igualmente importante es el hecho de que este tipo de problemas pueden evitarse o reducirse considerablemente con buenas prácticas y técnicas de producción de composta, por lo que es necesario obtener la asesoría de expertos en la materia.

---

<sup>6</sup> Material extraído del Manual 2 sobre Contaminación por residuos: prevención y remediación, de la serie de Manuales para regular los residuos con sentido común, elaborado por Cristina Cortinas de Nava y publicado en 2002 por la Cámara de Diputados, durante la XLVIII Legislatura en el Congreso de la Unión.

## ***Cómo se caracterizan las compostas***

Se pueden producir diferentes tipos de compostas, como resultado de la combinación de múltiples factores, como la naturaleza de los sustratos o materia orgánica de la que se parte, del grado de optimización del proceso de compostaje, de la madurez del producto, su textura, o de la adición de minerales y de otros complementos.

En el curso del proceso de compostaje el sustrato pierde carbono (en forma de CO<sub>2</sub>), hidrógeno y oxígeno (como agua) y, en menor proporción, amoníaco por el proceso de desnitrificación (en forma de nitrógeno elemental). Asimismo y, en comparación con el sustrato inicial, la composta presenta concentraciones más elevadas de otros bioelementos entre los que se encuentran el fósforo, azufre, potasio, calcio, magnesio y oligoelementos. Por las pérdidas relativamente bajas, la concentración relativa del nitrógeno aumenta también (al disminuir la relación carbono/nitrógeno).

En el cuadro 11 se mencionan las características de la composta madura elaborada a partir de desechos orgánicos verdes. Los lodos de plantas de tratamiento aportan más elementos nutritivos que los indicados en el cuadro, pero menos materiales húmigenos; por el contrario, los desechos de los bosques y de la corteza de los árboles, son pobres en bioelementos pero ricos en compuestos polifenólicos como la lignina y la suberina, que son los precursores del humus.

**Cuadro 11. Características Promedio de una Composta Madura Elaborada con Desechos Orgánicos Domésticos**

<b>Característica</b>	<b>Promedio</b>
Materia seca (por ciento en relación a la materia fresca).	55-70
Masa volumétrica aparente (g/l de materia fresca)	500-800
Capacidad en agua (% del volumen)	45-65
Materia orgánica (% de materia seca).	20-40
Relación carbono/nitrógeno.	10-20
pH	7-8
Nitrógeno total (N, % de materia seca)	0.5-1.8
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , % de materia seca)	0.4-1
Potasio (K <sub>2</sub> O, % de materia seca)	0.6-1.8
Magnesio (MgO, % de materia seca)	0.7-3.0
Calcio (CaO, % de materia seca)	3-12

Fuente: Gobat J.M., Aragno M. Y Matthey W., Le Sol Vivant. Bases de pédologie. Biologie des sols. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Collection Gérer L'Environnement. 1998.

Entre los tipos de composta se distinguen los siguientes:

- La composta rica en elementos minerales nutritivos, juega fundamentalmente el papel de un fertilizante.
- La composta destinada a mejorar la estructura del suelo.
- La composta obtenida de desechos alimentarios y de jardines, que juega un papel intermedio, pues sirve tanto como fertilizante y como mejorador de suelos.

De ser necesario, la composta se cierne en un cedazo para obtener una textura más fina (hasta 10 mm). Igualmente, puede adicionarse de elementos nutricionales, de tierra vegetal o de ciertos minerales.

En ciertos casos, la composta puede contener metales pesados u otras sustancias tóxicas que afectan su calidad, dependiendo del tipo de sustrato del que se partió (por ejemplo lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales de origen industrial), lo cual limita su aplicación a ciertos usos, como para revegetar las zonas aledañas a las carreteras o las cubiertas de los tiraderos de basura o rellenos sanitarios que se cierran. En el cuadro 12 se indican las concentraciones de metales pesados que han sido detectadas en la composta elaborada a partir de desechos verdes, así como los límites de concentración que han sido considerados como permisibles.

**Cuadro 12. Concentración de Metales Pesados en Compostas Elaboradas con Desechos Verdes (contenido promedio)**

Metal	Contenido promedio	Límites Permisibles
Cadmio	0.1-1	1.5
Cromo	25-60	100
Cobre	30-50	100
Mercurio	0.1-0.5	1
Níquel	10-30	50
Plomo	50-100	150
Zinc	150-350	400

Fuente: Gobat J.M., Aragno M. Y Matthey W., Le Sol Vivant. Bases de pédologie. Biologie des sols. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Collection Gérer L'Environnement. 1998.

### ***Actores claves en el aprovechamiento de la composta***

Los fines que persigue la generación de composta implican la intervención de dos tipos de socios o aliados: el que la produce y el que la consume.

Este aspecto crucial suele ser ignorado frecuentemente por los productores que se ponen a producir cantidades considerables de composta sin asegurar que haya un

usuario para ella, lo cual hace fracasar las iniciativas y desalienta este tipo de actividades.

Asimismo, las experiencias negativas derivadas de la elaboración de composta a partir de materia orgánica contaminada con plásticos, metales pesados y otros materiales indeseables ha provocado la desconfianza de los agricultores. A lo cual se agrega el hecho de que su empleo inadecuado, con la intervención de equipos agrícolas muy pesado y exceso de fertilizantes, que la compactan, ha provocado que la composta se vuelva vulnerable a la mineralización secundaria y a la erosión.

Estos problemas no deben constituir un desincentivo a producir composta, sino que por el contrario, requieren ser tomados en cuenta en el proceso de planeación de un programa municipal para generarla, en el cual participen todos los actores y sectores claves, que juntos deben delinear las estrategias y los procedimientos que se seguirán para tener éxito y que incluyen acciones tales como: educar a los generadores de materia orgánica para que no la contaminen con otros materiales de desecho, capacitar a quienes intervengan en la producción y utilización de la composta, involucrar a los posibles consumidores de ella para determinar la dimensión del “mercado potencial”, y mantener una campaña continua de comunicación y aliento público para contar con apoyo al programa.

## ***Conclusiones***

Este repaso rápido de enfoques legislativos, experiencias y conceptos básicos en relación con el aprovechamiento de los residuos orgánicos, en particular de los restos de alimentos y de jardinería, muestra que se puede transformar un problema (los riesgos ambientales y sanitarios y los costos elevados de su manejo y disposición final) en una oportunidad de ahorros y beneficios para diversos sectores, entre otros, por la creación o fortalecimiento de cadenas productivas o derivados de la donación de estos materiales.

La nueva legislación de los residuos de México, a través del establecimiento de la obligación de separar en la fuente este tipo de residuos y de implementar planes de manejo para su valorización, se constituirá en un detonador para catalizar los procesos que conduzcan a aprovechar las experiencias existentes en el país y en otros países en materia de elaboración y utilización de residuos de alimentos para fabricar alimento animal, así como para formular composta y generar biogás y electricidad.