

Manejo de Desechos Sólidos y Desarrollo Sustentable

Martin Medina*

DESECHOS, POBLACION Y ECONOMIA

La sociedad humana siempre ha generado desechos como resultado de los procesos de producción y consumo para satisfacer sus necesidades. Tarde o temprano los recursos naturales extraídos de bosque, minas, pozos, mantos acuíferos y la tierra misma se convierten en basura, desperdicios o desechos.

Cuando la población era pequeña y errante, los desechos se descomponían de manera natural porque se trataba en gran medida de material orgánico. Con el surgimiento de la agricultura, hace unos 10.000 años, se crearon asentamientos permanentes. Aumentó la densidad demográfica y con ella la generación de desperdicios, cuyo manejo representa un problema básicamente urbano. En muchas ciudades los desperdicios simplemente se dejaban en el suelo de las casas o se arrojaban a la calle, con lo cual subía el nivel de ésta. En la actualidad, por ejemplo, la ciudad inglesa de Bath se encuentra de tres a seis metros más arriba que en tiempos del imperio romano.¹ En la isla de Manhattan, Nueva York, el nivel de la calle es hoy cuatro metros más alto que en el siglo XVII.²

* Investigador mexicano. Candidato a doctor en Estudios Ambientales por la Universidad de Yale.

1. G. D. Wilson, "History of Solid Waste Management", en G. D. Wilson (ed.), *Handbook of Solid Waste Management*, Van Nostrand, Nueva York, 1977.

Sin embargo, en otras ciudades se adoptaron prácticas distintas. Durante el florecimiento de la civilización minoica en Creta, en los años 3000-1000 a.C., los desechos se colocaban en grandes hoyos y se cubrían con tierra a intervalos.³ Así pues, la idea básica de un relleno sanitario no es novedosa. En el siglo V a.C. la ciudad india de Mohenjo Dairo tenía ya un eficaz sistema de drenaje y recolección de basura: cada hogar contaba con recipientes especiales para su almacenamiento temporal.⁴

Los griegos crearon los primeros basureros "municipales" conocidos del mundo occidental. Cerca del año 500 a.C. se promulgó en Atenas una ley que exigía llevar los desechos a por lo menos una milla fuera de las murallas de la ciudad. Asimismo, en Atenas se emitió el primer edicto conocido mediante el que se prohibía tirar basura en las calles.⁵

En el México-Tenochtitlan del siglo XVI también estaba prohibido tirar basura en la calle (había empleados para barrerla) y se penalizaba a los infractores de tal ordenamiento.⁶ Los mexicas practicaban un reciclaje intensivo. El excremento humano se recogía de las letrinas y se transportaba en canoas hacia las chinampas, donde se usaba como fertilizante junto

2. W. Rathje, "The History of Garbage", *Garbage Magazine*, septiembre-octubre de 1990.
3. J. Priestley, "Civilization, Water and Wastes", *Chemistry and Industry*, 23 de marzo de 1968.
4. M. Melosi, *Garbage in the Cities*, Texas A & M, Austin, 1981.
5. G. D. Wilson, op. cit.
6. M. F. Vizcaíno, *La contaminación en México*, Fondo de Cultura Económica, México, 1975.

con otros desperdicios orgánicos. En el mercado de Tlatelolco había incluso una sección para la compraventa de aquel, que también se empleaba para curtir pieles.

En cada hogar había recipientes para almacenar la orina humana, que servía como mordente en el teñido de telas. Al perro itzcuintle lo alimentaban con desperdicios orgánicos, como carne putrefacta o tortillas duras.⁷ Estas prácticas eliminaban el problema de la disposición de desechos, prevenían la contaminación de los lagos circundantes y daban un uso productivo a los desperdicios al tratarlos como recursos.

Siglos después, la revolución industrial dio paso a una nueva ola de crecimiento de la población—que se concentró en núcleos urbanos— y, por ende, de la generación de desechos. Ese proceso se aceleró en este siglo feneciente: desde 1900 el número de seres humanos se ha triplicado, mientras que la economía mundial se ha incrementado 20 veces; el consumo de combustibles fósiles, 30, y la producción industrial, 50, si bien 80% de este aumento sobrevino desde 1950.⁸

De hecho, en los últimos 40 años la población mundial creció tanto como desde la aparición del hombre hasta 1950, al aumentar de 2.500 millones a 5.000 millones de personas. Según proyecciones de la División de Población de la ONU, en los próximos 35 años los habitantes del planeta ascenderán a 8.500 millones; del aumento previsto, alrededor de 95% corresponderá a los países en desarrollo.⁹ A diferencia de la tendencia histórica anterior, el tamaño y el crecimiento de las ciudades ya no se relaciona del todo con su grado de desarrollo y poder político.¹⁰

7. W. Bray, *Everyday Life of the Aztecs*, Dorset, Nueva York, 1968.

8. J. MacNeill, "Strategies for Sustainable Economic Development", *Scientific American*, septiembre de 1989.

9. N. Keifitz, "The Growing Human Population", *Scientific American*, septiembre de 1989.

10. *Cities, Population Crisis Committee*, Washington, 1990.

El incremento de la población eleva la demanda de empleo, vivienda y una multitud de bienes y servicios. De 1985 al año 2000 los países en desarrollo tendrán que haber aumentado 65% su capacidad para construir y administrar los distintos tipos de infraestructura urbana, como transporte, saneamiento, servicios públicos, escuelas y hospitales,¹¹ con el aumento correlativo de desechos o basura. El manejo de los desechos sólidos es, en suma, uno de los grandes problemas generados por el crecimiento demográfico, el desarrollo económico y la urbanización.

LOS DESECHOS A LA LUZ DEL DESARROLLO

El término desechos sólidos se refiere a todo material no deseado ni considerado útil y que no corresponde a descargas de aguas o emisiones atmosféricas. Se pueden distinguir las siguientes categorías de desechos:

- agrícolas: resultantes de los cultivos y la cría y la matanza de animales;
- comerciales: generados por tiendas, oficinas, restaurantes, hoteles y mercados
- industriales: residuos derivados de todo tipo de procesos industriales y manufactureros;
- institucionales: materiales y sustancias originados en escuelas, centros de investigación y hospitales;
- residenciales o domésticos: provenientes de las viviendas, conocidos simplemente como basura;
- barrido de calles: polvo y todo tipo de basura arrojada a la vía pública;
- desechos de construcción y demoliciones: concreto, asfalto, cascajo, etcétera, y
- municipales: materiales desechados en las áreas urbanas cuyo manejo es responsabilidad de los gobiernos municipales. Suelen incluir desechos co-

11. *Ibid.*

merciales institucionales, residenciales, de barrido de calles y vehículos abandonados. El sector privado maneja por lo general los desechos industriales, no los de naturaleza agrícola.¹²

Desde luego, hay hondas diferencias tanto en la cantidad cuanto en las características de los desperdicios de los países industrializados y los del mundo en desarrollo. Una se asocia con la tendencia a una mayor producción de desechos al aumentar el ingreso. En 1990, en Estados Unidos cada persona generó un promedio de 1.4 kilogramos diarios; en Nueva York la cantidad ascendió a 3.17 kilogramos; en contraste, en Olopango, Filipinas, el promedio fue de 308 gramos y en Ibadán, Nigeria, de solo 167 gramos.¹³

Otra marcada diferencia radica en la densidad de los desperdicios: en los países en desarrollo es de dos a tres veces mayor que en el mundo industrializado,¹⁴ donde hay un porcentaje más alto de plásticos, metales y vidrios por el consumo más elevado de productos manufacturados.

En los países en desarrollo, además, los desechos tienen una composición mayoritariamente orgánica y el porcentaje de material putrescible es hasta tres veces más alto que en los industrializados. Además, la humedad de los desperdicios en los primeros es también hasta tres veces superior,¹⁵ reflejo de las diferencias en los hábitos alimentarios; en las naciones en desarrollo el consumo de frutas y vegetales frescos es mucho más común que en las industrializadas, donde se prefiere comida procesada y envasada.

A conclusiones similares se arriba si,

además de países con diferente grado de desarrollo, se comparan los efectos del crecimiento económico en los desechos de cualquier conglomerado humano. En la Ciudad de México, por ejemplo, en 1950 se generaban 370 gramos diarios de desperdicios por persona; en 1987 la cifra había ascendido a 934 gramos. Sin embargo, el cambio radicó no sólo en la cantidad de basura sino en su composición: en 1950 sólo 5% era material inorgánico, mientras que en 1987 el porcentaje se había elevado a 40.¹⁶ Estas consideraciones son muy importantes para lograr un adecuado manejo de los desechos sólidos, pues abundan los ejemplos de países en desarrollo en los que se usan de manera inadecuada las tecnologías provenientes de las naciones industrializadas.

HACIA UN MANEJO INTEGRADO DE DESECHOS

La prioridad de las autoridades responsables del manejo de desechos sólidos en los países en desarrollo es la recolección y el transporte de los mismos, los cuales absorben más de 90% del presupuesto respectivo.¹⁷ El método más común de disposición es el basurero a cielo abierto. En Asia alrededor de 90% de la basura se deposita en basureros a la intemperie, a menudo en sitios totalmente inapropiados, como en las orillas de los ríos y en los pantanos.¹⁸ En México los basureros al aire libre reciben 85% de los desechos generados.¹⁹

12. G. D. Wilson, *op. cit.*

13. L. Díaz, "Solid Waste Management in Developing Countries", *BioCycle*, septiembre de 1985.

14. S. J. Cointreau, *Environmental Management of Solid Waste in Developing Countries*, Banco Mundial, Washington, 1982.

15. *Ibid.*

16. J. C. Dardón, "El manejo de desechos sólidos en el D. F.", V Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Ciudad de México, 1987.

17. S. J. Cointreau, "Solid Waste Collection Practice and Planning in Developing Countries", en J. R. Holmes (ed.), *Managing Solid Wastes in Developing Countries*, Plenum, Nueva York, 1984.

18. J. Pickford, "The Solid Waste Problems of Poor People in Third World Cities", en J. R. Homes (ed.), *op. cit.*

En la larga lista de riesgos ambientales y para la salud humana que entrañan los basureros a cielo abierto figuran los olores desagradables y la contaminación del aire; la proliferación de ratas, aves, cucarachas, moscas y otros organismos potencialmente transmisores de enfermedades; la formación de grandes cantidades de lixiviados tóxicos que contaminan los mantos acuíferos y las aguas superficiales; los incendios, deliberados o espontáneos, que acrecientan la contaminación atmosférica; la producción y acumulación de metano, capaz de originar explosiones o incendios; la inestabilidad del terreno por la descomposición y los asentamientos irregulares de los desechos, y el uso futuro limitado de los basureros.²⁰

A la luz de lo anterior, las autoridades de México y otros países han buscado sustituir tales tiraderos por los llamados rellenos sanitarios, en los cuales los desechos se cubren diariamente con una capa de tierra para reducir sus efectos adversos en el medio.

Con todo, a menos que se tomen medidas extremas como la instalación de una doble o triple capa impermeable en el fondo de los rellenos y la creación de un sistema de recolección y tratamiento de lixiviados y metano, los rellenos sanitarios también contaminan el aire y los mantos de agua subterránea.

Un estudio realizado hace poco más de un decenio reveló que 25% de los rellenos sanitarios de Estados Unidos contaminaban los acuíferos, incluso con sustancias tóxicas como plomo, cadmio, mercurio y benceno.²¹ También emanaban

gases como metano, tolueno, tetracloroetileno y cloruro de vinilo. De hecho, se han identificado más de 100 sustancias potencialmente peligrosas en las emanaciones gaseosas y lixiviados provenientes de rellenos sanitarios.²²

El relleno Fresh Kills en Staten Island, Nueva York, el más grande del mundo (1.200 hectáreas), contiene alrededor de 100 millones de toneladas de desperdicios y genera unos 4.000 metros cúbicos diarios de lixiviados que contaminan los cuerpos de agua cercanos.²³ En Alemania, de 35.000 a 50.000 rellenos sanitarios se han declarado potencialmente peligrosos porque amenazan las reservas acuíferas subterráneas.²⁴

Una opción viable para mejorar tal situación es el manejo integral de desechos, cuyo enfoque comprensivo pretende resolver de una manera socialmente deseable el problema que éstos representan para la salud humana y el ambiente.

El enfoque del manejo integral de desechos reconoce la necesidad de que haya rellenos sanitarios; sin embargo, éstos ocupan el nivel más bajo en las jerarquías de dicha concepción. En los siguientes apartados se refieren en orden de importancia decreciente las prioridades del manejo integral de desechos.

Reducción de desechos

Con base en una concepción preventiva, la reducción de desechos busca disminuir la cantidad de desperdicios en general y controlar el tipo de materiales en ellos contenidos.²⁵ Esto entraña el

19. T. Campbell y G. Yepes, *Assessment of Municipal Solid Waste Services in Latin America*, Banco Mundial, Washington, 1990.
20. N. Y. Kirov, "General Overview of Waste Management Practices and Needs in Developing Countries", en Thomé-Lizmiensky (ed.), *Recycling in Developing Countries*, Freitag, Berlín, 1982.

21. Environmental Protection Agency (EPA), Subtitle D, Study Phase I Report, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 1986.
22. B. Breen, "Landfills Are Number 1", *Garbage Magazine*, septiembre-octubre de 1990.
23. W. Steger, *Saving the Earth*, Alfred A. Knopf, Nueva York, 1990.
24. *Ibid.*
25. *Integrated Waste Management*, Tennessee Environmental Council, Nashville, marzo de 1988.

diseño y la manufactura de los productos, pero a fin de cuentas depende de la demanda del consumidor. Se trata de persuadir a productores, distribuidores y agencias publicitarias de fabricar y vender productos realmente necesarios, durables y con el empaque mínimo, así como convencer a los consumidores de que los exijan. Describir este método es más fácil que ponerlo en práctica, aunque ya se han obtenido algunos logros.

La aplicación exitosa de este método significaría el uso más racional de los recursos naturales y una menor demanda de energía, así como el abatimiento de los efectos desfavorables de las actividades productivas en el ambiente. Asimismo, se necesitarían menos contenedores de desperdicios y vehículos para su transporte, se alargaría la vida útil de los rellenos sanitarios y se solucionarían las necesidades reales de la población con el menor daño ambiental. En la mayoría de los países en desarrollo, entre ellos México, no se cuenta con políticas públicas que estimulen dicha aplicación.

Son diversas las fórmulas para reducir la cantidad de desperdicios generados por los consumidores. He aquí algunas.

Disminuir los empaques innecesarios

En México, por ejemplo, el consumo de plásticos es excesivo. Se estima que la basura de la vivienda media en la Ciudad de México contiene 59% más plástico que la de varias ciudades de Estados Unidos.²⁶ En la manufactura de plásticos se producen desechos peligrosos, emisiones atmosféricas y efluentes tóxicos.²⁷ Así, la disminución del contenido de plásticos en los desechos municipales podría ser el primer paso. La elaboración de estudios

específicos permitirían determinar la manera óptima de reducir el consumo de ese material.

Aumentar el tamaño de las presentaciones de los productos

La cantidad de material del empaque —papel, vidrio, metal o plástico— por unidad de producto disminuye al aumentar el tamaño de la presentación. Sin embargo, deben considerarse otros factores, como la inconveniencia para el consumidor de cargar y manejar pesos mayores o la durabilidad respecto al uso. En México las presentaciones grandes son más baratas por unidad de producto que las pequeñas.²⁸ Los grupos de población con menores ingresos consumen más productos en presentaciones pequeñas porque carecen de recursos suficientes para adquirir presentaciones más grandes, de modo que obtienen menos por su dinero.²⁹ La solución no es sencilla. Es menester un cuidadoso análisis para formular políticas que permitan reducir el volumen de desechos sin perjudicar a los sectores pobres de la sociedad.

Desalentar el consumo de productos desechables

En los últimos años ha aumentado la fabricación y el consumo de productos desechables, como pañales, cámaras, cubiertos, platos y vasos, de uso atractivo para el consumidor, pero que pueden tener graves consecuencias para el ambiente. Por ejemplo, la manufactura del llamado hielo seco es muy contaminante. La Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos ha incluido ese producto entre las seis sustancias cuya elaboración origina más desechos peligrosos y de incineración

26. D. A. Phillips et al., "El proyecto basura", *American Behavioral Scientist*, septiembre-octubre de 1984.

27. L. Pardue, "Biodegradable Plastics", *E Magazine*, enero-febrero de 1990.

28. D. Phillips e I. Restrepo, *La basura. Consumo y desperdicio en el Distrito Federal*, Cecodes, México, 1982.

29. *Ibid.*

riesgosa.³⁰ El hielo seco se puede reutilizar para proteger el envío de productos frágiles, o bien como aislante térmico en edificios y casas. Aun cuando existe la capacidad tecnológica para reciclar el hielo seco, en países como México este proceso no es rentable por el relativo bajo costo del material virgen (no reciclado) y su baja densidad, que encarece los costos de transporte.

Hay productos o envases que se reciclan de manera intensiva, como las latas de aluminio y las botellas de vidrio. Sin embargo, es preciso desalentar la producción y el consumo de artículos desechables que no son reciclables por razones tecnológicas o económicas, así como los de aquellos para los cuales existen sustitutos que sí lo son. En países con hondos problemas sociales, económicos y ambientales, la elaboración y el consumo de productos que se usan una sola vez y terminan en un basurero difícilmente representan un uso racional de recursos, en particular cuando se trata de recursos naturales no renovables.

Promover el consumo de productos y envases reusables o reciclables

Este punto se relaciona con el anterior. Algunos estudios han demostrado la superioridad desde el punto de vista ambiental de los envases reutilizables o reciclables frente a los desechables. En general, se considera que los primeros requieren menos energía y materiales.³¹ Las botellas de vidrio retornables para refrescos y cerveza, por ejemplo, son los contenedores más eficientes en términos de requerimientos de energía. Tales botellas simplemente se lavan para reutilizarse hasta 30 veces, aunque también se pueden fundir al final de su vida útil para fabricar nuevas botellas en un nuevo ciclo.

El uso de envases reutilizables debe ocupar la más alta prioridad; varios países lo han reconocido. En Canadá la ley protege la participación de las botellas retornables en el mercado y exige que los envases no retornables se reciclen en por lo menos 50% durante los primeros tres años de su presencia en el mercado. Si no se alcanza ese porcentaje, se les impone un depósito equivalente al de una botella retornable de tamaño similar. Dinamarca y Noruega han estandarizado las botellas retornables de refresco y cerveza y han limitado a 20 las clases de envases que puede haber en el mercado. Así, cada botella la puede reutilizar cualquier compañía, lo cual elimina la necesidad de devolverla a la embotelladora de origen. La estandarización de botellas retornables, en consecuencia, abarata los costos de transporte.

Varias empresas japonesas y sus filiales en el extranjero han estandarizado las cajas de cartón en que envían sus productos, pero además han pedido lo mismo a sus proveedores, de modo que las cajas se puedan doblar, devolver, armar de nuevo y reutilizar. El reciclaje de cartón requiere su transporte a las papeleras, donde en molinos se transforma y se añaden otros insumos, proceso industrial que forma lodos. El reciclaje de aluminio y vidrio es similar: se les debe transportar a las plantas recicladoras, donde se funden en hornos con los materiales resultantes y se vuelven a fabricar los mismos u otros productos.

Reducir el contenido de material por unidad de producto

Este punto se refiere, en esencia, a la fabricación de productos más ligeros. Por ejemplo, de 1972 a 1989 se redujo 26% el peso de las latas de aluminio de 12 onzas de capacidad para refresco o cerveza,³² es

30. L. Pardue, op. cit.

31. EDF, Coming Full Circle, Nueva York, 1988.

32. Aluminium Recycling, America's Environmental Success Story, The Aluminium Association, Washington, 1990.

decir, se logró obtener más latas por cada kilogramo del metal. La "desmaterialización de manufacturas" entraña el uso de plásticos, materiales compuestos y aleaciones de alta resistencia para reducir la masa de los productos, la de un automóvil promedio, por ejemplo, ha disminuido más de 400 kilogramos desde 1975.³³ Los vehículos más ligeros, desde luego, consumen menos gasolina que los pesados.

En Japón, el contenido de materia prima y energía por unidad de producto decreció 40% en el período 1973-1984.³⁴ Los beneficios respectivos son el ahorro en los costos totales de producción; mayor competitividad económica; el descenso de las emisiones industriales y de los desechos derivados del consumo; la reducción de la actividad minera y sus efectos adversos en el ambiente, y un menor consumo y contaminación del agua. Sin embargo, debe ponerse atención al tipo de materiales que entren al mercado y estimular que sean tecnológica y económicamente factibles.

Aumentar la durabilidad de los productos

La producción y el consumo de artículos duraderos y que pueden repararse disminuyen la frecuencia con que los consumidores tiran productos a la basura y los reemplazan por nuevos. En Estados Unidos la vida media de las llantas de automóvil se ha duplicado desde 1973 por el gradual predominio de las radiales, cuya participación en los desechos totales generados bajó de 2.3 millones a 1.7 millones de toneladas durante el período 1975-1986.³⁵

Además de beneficiar a los consumi-

dores y reducir la cantidad de desechos, la oferta de productos más durables disminuye la demanda de materias primas y, por tanto, el efecto negativo de las actividades productivas en el ambiente. Sin embargo, debe considerarse que el progreso tecnológico a menudo hace que los productos durables se tornen obsoletos. Por ejemplo, los automóviles con un alto contenido de metales ferrosos son también más contaminantes, pesados e ineficientes en lo que se refiere a consumo de gasolina que los modelos recientes. La experiencia de varios países europeos muestra que el otorgamiento de garantías de fábrica más largas y rigurosas requiere productos con mayor durabilidad.³⁶

Educar al consumidor

Es preciso establecer un sistema de información y educación de los consumidores en cuanto a los efectos en el ambiente de sus decisiones de compra y sus patrones de consumo. Un consumidor bien informado puede exigir productos durables, reutilizables o reciclables, fabricados con materiales reciclados y con tecnologías no contaminantes, así como artículos con un empaque mínimo también reutilizable o reciclable.

Reciclaje

Una vez que se han emprendido las acciones anteriores; que se ha buscado reducir el volumen de desechos generados, y se ha procurado que los materiales integrantes de los productos y empaques sean reciclables, es necesaria la recuperación de los mismos. Existen varias opciones.

Separación de materiales en la fuente generadora. Con este proceso se impide la mezcla y la contaminación de los materiales, mejora su precio de venta y se evita la necesidad de una separación posterior,

33. R. S. Frosch, "Strategies for Manufacturing", Scientific American, septiembre de 1989.

34. J. MacNeill, "Strategies for Sustainable Economic Development", Scientific American, op. cit., septiembre de 1989.

35. A. Wilson, "Recycling: A Key Part of the Solid Waste Equation", Independent Energy, abril de 1989.

36. OCDE, Product Durability and Product Life Extension, París, 1982.

más costosa y difícil. Una forma de recuperación consiste en instaurar programas formales de separación de materiales reciclables: que las viviendas y los negocios cuenten con contenedores especiales para un tipo específico de material, por ejemplo, uno para papel y otro para vidrio.

Los materiales reciclables pueden colocarse en cestos o bolsas de plástico de un color predeterminado para su recolección por personal del programa. La demanda local o regional determinaría el número y el tipo de materiales por separar.

Si los programas de separación de reciclables están bien formulados se pueden obtener resultados excelentes. En Estados Unidos hay más de 1.000 programas de este tipo en igual número de localidades, con una participación de hasta 90% de los residentes; el volumen de desechos que debe mandarse a rellenos sanitarios se ha reducido hasta 70 por ciento.³⁷

En lugar de recoger los materiales reciclables casa por casa, como sucede en la mayoría de los programas estadounidenses, en Japón hay puntos en cada vecindario donde los residentes llevan sus reciclables. Este país es el líder mundial de reciclaje: aprovecha cerca de 50% de los desechos que genera y más de 3.000 de sus 3.255 municipios cuentan con programas de reciclaje.³⁸ La mayoría de los países europeos cuenta con programas similares y abundan los contenedores en forma de iglú donde las personas colocan sus reciclables.

Los incentivos para estimular la participación popular en programas de reciclaje son de crucial importancia. En Seattle, Estados Unidos, se cobra la recolección de basura según el peso respectivo y

se estimula la separación de los reciclables mediante descuentos en el pago. Otras comunidades, como Berkeley, California, tienen una especie de lotería en la que se selecciona al azar basura de viviendas y se premia a quienes desecharon menos reciclables.

En Nueva York y Connecticut, entre otros estados, los residentes pagan un depósito por cada botella o lata de aluminio de cerveza o refresco que compran. Al devolverlas a las tiendas se les reembolsa el depósito. También hay máquinas que reciben las botellas y las latas y expiden el importe correspondiente.

De igual manera, en países en desarrollo se han dispuesto incentivos para estimular la participación popular en el reciclaje. En Curitiba, Brasil, se entregan vegetales a cambio de reciclables. En algunas comunidades de Corea del Sur se alienta a los niños a participar en el reciclaje a cambio de dulces.

El dinero en efectivo es otro poderoso incentivo. En Manila, Filipinas, el programa Linis Ganda prevé la compra de reciclables que los habitantes separan de su basura. Cientos de personas se ganan la vida a partir de las transacciones informales con reciclables. El programa busca dignificar y formalizar esa ocupación, por lo que a quienes la desempeñan se les ha provisto de uniformes y credenciales, además de haber obtenido la autorización para que en los vecindarios de las clases media y alta—donde se genera gran cantidad de reciclables—se les permita realizar jornadas dominicales. Las trabajadoras domésticas de esos barrios se esfuerzan por separar los materiales y venderlos, ya que conservan el dinero de la venta. Todos los participantes del programa se benefician: los compradores obtienen más materiales; las trabajadoras domésticas aumentan sus ingresos, y los patrones se benefician de la satisfacción de sus empleadas.³⁹

Este tipo de programas son favorables

37. EPA, *Municipal Waste Combustion Study: Recycling of Solid Waste*, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Washington, 1987.

38. A. Hershkowitz, *Garbage Management in Japan*, INFORM, Nueva York, 1989.

no sólo para quienes participan de manera directa, sino también para el conjunto de la comunidad, pues disminuye la cantidad de basura que debe transportarse y enviarse a basureros, se ahorra energía y se previene la contaminación. En el cuadro se observan los considerables beneficios ambientales del reciclaje. En el caso del aluminio son impresionantes: se reduce hasta 97% el consumo de energía y la contaminación del agua frente a la obtención de aluminio a partir de la bauxita. Aunque aquel metal abunda en la corteza terrestre, siempre se encuentra unido a otros elementos, forma compuestos químicos y se requiere una gran cantidad de energía para extraerlo. Con el reciclaje se evita ese proceso y sólo se funde para fabricar nuevos productos (véase el cuadro).

petitivas que las recicladoras.⁴⁰

Recuperación de materiales reciclables en plantas procesadoras, estaciones de transferencia o rellenos sanitarios. Si bien lo ideal es separar los reciclables en la fuente generadora de desechos, también se pueden recuperar en contenedores comunales de basura, centros de acopio, estaciones de transferencia, incineradores, basureros o rellenos sanitarios. En muchos países en desarrollo funciona un sistema intensivo de reciclaje informal. El Banco Mundial estima que en algunas naciones los desechos generados por el grupo de 20% de la población con mayores ingresos proporciona, directa o indirectamente, un medio de vida para hasta 2% de la población.⁴¹

En países de Africa, Asia y América Latina hay recicladores que recuperan

BENEFICIOS AMBIENTALES DE LA SUSTITUCION DE MATERIAS PRIMAS VIRGENES POR MATERIALES SECUNDARIOS (PORCENTAJES)

	Aluminio	Acero	Papel	Vidrio
Ahorro de energía	90-97	47-74	23-74	4-32
Reducción de emisiones atmosféricas	95	85	74	20
Reducción de efluentes contaminantes	97	76	35	-
Reducción de desechos mineros	-	97	-	80
Ahorro de agua	-	40	58	50

Fuente: Elaboración propia con base en diversos estudios.

Las ventajas del reciclaje del acero han suscitado una reestructuración de la industria siderúrgica internacional. Cada vez son más comunes las llamadas miniaceras, que reciclan el metal y tienen menores costos que las grandes acereras integradas, las cuales realizan desde actividades mineras para extraer minerales hasta la obtención de acero terminado. En consecuencia, las plantas que utilizan materias primas vírgenes son menos com-

materiales de la basura que se ponen en la calle para su recolección en botes, bolsas o contenedores comunales. Se calcula que unos 10.000 basureros trabajan en las calles de Bogotá, Colombia, recuperando reciclables de la basura.⁴² Otros recolectores recogen de manera informal basura mediante una cuota y luego recuperan

39. M. Medina, "Collecting Recyclables in Metro Manila", BioCycle, junio de 1993.

40. J. MacNeill, op. cit.

41. S. J. Cointreau, Environmental Management... op. cit., 1982.

42. R. González et al., Estudios sobre los circuitos de reciclaje de desechos sólidos en Bogotá, ENDA América Latina, Bogotá, 1993.

los reciclables.

En El Cairo, Egipto, unos 12.000 recolectores informales conocidos como *zabaleen* recorren la ciudad en busca de basura, la transportan en carretones de tracción animal y luego seleccionan materiales reciclables. Se calcula que los *zabaleen* reciclan 8% de la basura de la capital egipcia.⁴³ Por su importancia para el manejo de desechos en la ciudad, el Banco Mundial los ha apoyado para contar con agua, drenaje y pavimentación en sus comunidades, así como para adquirir equipo transformador de los materiales reciclables.

Otra modalidad de reciclaje informal corresponde a los empleados municipales recolectores de basura, consistente en la selección y la clasificación de materiales antes o después de colocarlos en el vehículo de transporte. Esta labor puede aumentar el ingreso de los recolectores hasta 100%. Hay lugares, como varias ciudades mexicanas y Manila, Filipinas, donde en cada camión recolector viajan una o más personas dedicadas en exclusiva a seleccionar materiales y que no son empleados municipales, sino amigos o parientes de los recolectores. El dinero obtenido de la venta de materiales se reparte después entre los participantes.

En los sitios de destino final de los desechos también se presenta una recuperación de reciclables de manera informal. Los recicladores que trabajan en basureros o rellenos sanitarios hurgan entre montones de desperdicios y a menudo viven rodeados de ellos, con los riesgos inherentes para la salud. En algunas ciudades se han formado grandes comunidades de pepenadores; en Calcuta, la India, se estima que unas 20.000 personas laboran y viven en el basurero municipal. En Manila unos 7.000 *scavengers* trabajan

en tres turnos, las 24 horas del día,⁴⁴ en los siete basureros del área metropolitana. En la ciudad de México cerca de 10.000 personas dependen de la recuperación de materiales reciclables en los rellenos sanitarios donde se depositan desechos generados en la zona metropolitana.⁴⁵

El reciclaje informal a cargo de los pepenadores es importante y provechoso para la sociedad. A parte de aminorar los efectos desfavorables de las actividades productivas en el ambiente, la pepena entraña beneficios económicos. En cada país una multitud de personas obtiene su sustento diario de esa actividad. La pepena también genera empleos para los intermediarios que compran y venden reciclables, así como para sus trabajadores. Tan sólo en la Ciudad de México se estima que existen más de 1.000 lugares donde se compran y venden materiales reciclables.⁴⁶

Algunos estudios en otros países muestran ahorros cuantiosos. En Tailandia el reciclaje de papel permitió ahorros de 75% en los costos de materia prima y de 25% en los energéticos en la industria papelería durante 1988, el reciclaje del vidrio ahorró 10% en los costos de materiales y 20% en los energéticos. Un estudio realizado en 1985 en El Cairo reveló que los fabricantes de plásticos ahorraron alrededor de 50% en los costos de materiales al reciclarlos en vez de usar materia prima virgen. En Perú el reciclaje sustituyó materias primas de importación por unos 20 millones de dólares en 1983.⁴⁷

43. C. Bartone, "The Value in Wastes", *Decade Watch*, septiembre de 1988.

44. M. Medina, *Municipal Solid Waste Management in Developing Countries*, tesis de Maestría, Universidad de Carolina del Norte, Chapel Hill, 1990.

45. B. H. Castillo, *La sociedad de la basura: caciquismo en la Ciudad de México*, UNAM, México, 1990.

46. *Ibid.*

47. S. J. Cointreau, *Recycling From Municipal Wastes: How Do Industrialized and Developing Countries Compare?*, Naciones Unidas, Nueva York, 1990.

Por desgracia, muchas autoridades no comprenden bien la importancia del reciclaje informal para la sociedad y persiguen u obstaculizan las labores de los pepenadores que incluso se consideran ilegales en varias ciudades. Se puede observar, sin embargo, ciertos signos de cambio de actitud hacia los pepenadores. En Indonesia los gobiernos central y locales apoyan la formación de cooperativas de pepenadores, lo cual les permite obtener precios más altos por los materiales que seleccionan, en contraste, antes de 1993 eran perseguidos por la policía y considerados como un símbolo de pobreza y atraso. Pero ese año el presidente Suharto declaró que el trabajo de los pepenadores era muy importante para la economía y el ambiente de Indonesia, de modo que se les debía apoyar en lugar de reprimir. Además, emitió un decreto para limitar las importaciones de materiales reciclables provenientes de países industrializados, las cuales habían hecho bajar los precios pagados a los recicladores.⁴⁸

En América Latina, los mayores esfuerzos en apoyo de los pepenadores se han realizado en Colombia. La organización no gubernamental Fundación Social estimula la formación de cooperativas de recicladores y, una vez constituidas, las apoya económicamente y con asistencia técnica. En la actualidad el Programa Nacional de Reciclaje de la Fundación Social trabaja con 78 cooperativas en todo el país sudamericano. Con objeto de intercambiar experiencias, analizar los problemas principales y proponer soluciones, en 1991 se creó la Asociación Nacional de Recicladores. Esta entidad y la Fundación Social organizan encuentros nacionales de recicladores.⁴⁹ ENDA América Latina, otra organización no gubernamental, también apoya el reciclaje informal mediante investigadores, publicaciones, asistencia técnica y la Escuela Popular de

Reciclaje, que tiene por objeto mejorar y promover dicha actividad.⁵⁰ El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Banco Mundial han apoyado el reciclaje informal a cargo de los recuperadores, como en los casos de los proyectos patrocinados en Manila y El Cairo.

En México no se cuenta con una política oficial en materia de reciclaje, ni con instituciones con programas comprensivos de investigación o apoyo a la actividad. Sin embargo, ha habido esfuerzos aislados que culminaron en la formación de tres cooperativas de pepenadores en Nuevo Laredo, Piedras Negras y Ciudad Juárez. En esta última se constituyó en 1975 la Sociedad Cooperativa de Seleccionadores de Materiales, que rompió el sistema de explotación anterior y sus 300 socios disfrutaban ahora de ingresos más altos, cuidado médico, educación y protección legal. Se estima que esta cooperativa recicla 5% de los desechos generales en Ciudad Juárez.⁵¹

Composteo

Los desperdicios orgánicos en los desechos de México y la mayoría de los países en desarrollo—que pueden ser superiores a 50%—ofrecen grandes oportunidades para transformarlos en composta, producto del composteo: proceso aeróbico de descomposición biológica de materiales orgánicos sólidos por microorganismos como bacterias y hongos. El uso de la composta presenta varias ventajas: eleva los rendimientos agrícolas, favorece la retención de agua y ayuda a prevenir la erosión del suelo.

El composteo ha ganado popularidad como método de manejo de desechos sólidos. Además de estabilizar los materiales orgánicos, los desvía de basureros y rellenos sanitarios, lo cual reduce algunos de los riesgos asociados como las emisiones gaseosas dañinas y las sustancias tóxicas en los lixiviados, que pueden contaminar

48. "Bantar Gebang Open for Garbage Scavengers", *The Jakarta Post*, 22 de agosto de 1992.

49. Tecnología, diseño industrial y factores humanos en el reciclaje de basura, Bogotá, 1990.

50. ENDA América Latina, *Trabajando con desechos*, núm. 9, Bogotá, 1991.

51. M. McNeil, "A Scavenger's Cooperative", *BioCycle*, octubre, 1989.

aguas superficiales y subterráneas. Cuando se realiza bien, el composteo genera calor que destruye a los organismos patógenos presentes en los desechos; reduce el volumen del material original en más de 50%, y no causa malos olores ni atrae moscas, roedores o aves.⁵²

Hay varios métodos para realizar el composteo. Primero se debe decidir si el material orgánico permanecerá separado del resto de los desechos o si se partirá de los desechos sólidos mezclados y luego se separarán los materiales orgánicos. En países como México se debe prestar más atención al primer método, ya que el proceso es relativamente sencillo, requiere menores inversiones en equipo, tiene costos de operación más bajos y produce composta de más alta calidad. Por ejemplo, la operación de la Planta Industrializadora de Desechos Sólidos de San Juan de Aragón, en la capital mexicana, ha dejado mucho que desear y funciona apenas a 40% de su capacidad; dicha planta utiliza un proceso de composteo a partir de desechos mezclados y la separación ulterior de material orgánico.

Las tecnologías de composteo tienen diversos grados de complejidad. En los sistemas simples se forman pilas de material orgánico que se voltean periódicamente para oxigenarlas. En Zurich, Suiza, hay casi 500 centros comunitarios de composteo que reciben desperdicios orgánicos de cocina, jardines y parques.⁵³ Otro sistema simple son los excusados composteadores, que disminuyen el consumo doméstico de agua, no requieren líneas de drenaje y abaten la contaminación originada por un saneamiento inadecuado.⁵⁴ Otro método utiliza gusanos de tierra, que consumen desperdicios orgánicos

equivalentes a su propio peso al día y producen 40% de excremento seco que se puede usar en combinación con fertilizantes químicos.⁵⁵

En los sistemas intermedios se forman largas pilas de material orgánico a las que se suministra oxígeno por medio de tubos perforados o una máquina semejante a una cosechadora, lo cual agita los desperdicios.⁵⁶ En los sistemas avanzados la descomposición se realiza en estructuras cerradas o "reactores". Muchos de ellos incorporan en el proceso lodos resultantes del tratamiento de aguas negras, lo que aumenta el contenido de humedad y nitrógeno.⁵⁷ Los sistemas simples requieren menores inversiones y menos atención al proceso, pero más tiempo y espacio. Los sistemas intermedios y avanzados exigen más control sobre los procesos biológicos y, por tanto, mayores inversiones.

Incineración

El ahorro, la reutilización, el reciclaje y el composteo de desechos pueden reducir en 70% o más la cantidad de éstos para disposición final. Con todo, hay algunos desechos que no se pueden reutilizar ni reciclar y cuya forma de disposición más segura es la incineración, como es el caso de los desechos hospitalarios.

No es recomendable la incineración masiva de desechos sólidos municipales. En apariencia esta alternativa ofrece una solución fácil y rápida al problema de disposición de desechos. Los defensores de ella afirman que la incineración reduce hasta 90% el volumen de desperdicios que se deben depositar en rellenos sanitarios y que genera vapor o electricidad.⁵⁸ Sin embargo, las desventajas de la incineración parecen pesar más que las ventajas. Una estimación más realista de la

52. Facing America's Trash, Oficina de Asesoría Tecnológica del Congreso de Estados Unidos, Washington, 1989.

53. H. French, "The EC: Environmental Proving Ground", *Worldwatch Magazine*, noviembre-diciembre de 1991.

54. V. J. Lengen, "El Bason: from waste to Humus", en A. Bowen y S. Yanas, (eds.), *Passive and Low Energy Ecotechniques*, Plenum Press, Nueva York, 1985.

55. Ron Albrecht Associates, *Composting Technologies. Costs, Programs and Markets*, Annapolis, 1988.

56. *The BioCycle Guide to In-Vessel Compositing*, JG Press, Emmaus, Pennsylvania, 1986.

57. Facing America's Trash, op. cit.

58. L. Blumberg y R. Gottlieb, *War on Waste*, Island Press, Washington, 1989.

reducción del volumen es de 60 a 70 por ciento, ya que el cálculo anterior no toma en cuenta que objetos grandes como los refrigeradores quedan fuera del proceso. Además es una tecnología muy cara; por ejemplo, se calcula que los costos totales durante la vida útil de un incinerador en Detroit ascienden a más de 1.000 millones de dólares.⁵⁹

La incineración puede desalentar el aprovechamiento de materiales reciclables, como el papel. Por otra parte, los incineradores generan emisiones gaseosas de dioxinas, las cuales figuran entre las sustancias más tóxicas conocidas, y también cenizas tóxicas. En 1994 la Suprema Corte de Estados Unidos decidió que la ceniza proveniente de los incineradores de desechos municipales debe depositarse en rellenos sanitarios especiales para desechos peligrosos y tóxicos. A mediados de los ochenta Suecia y Dinamarca declararon una moratoria en la construcción de incineradores, al encontrarse dioxinas en leche materna.⁶⁰

A pesar de la complejidad de la tecnología de incineración, las experiencias recientes no resultan satisfactorias y son frecuentes los problemas como la corrosión de tuberías asociada con la incineración de plásticos y los atascamientos por la incineración de vidrio. En Hartford, Connecticut, la reparación de un equipo por problemas de corrosión en un incinerador tuvo un costo de un millón de dólares, apenas dos días después de entrar en operación.⁶¹

En los países en desarrollo, por lo demás, los desperdicios generados tienen un alto contenido de material orgánico y una humedad alta. En consecuencia, el valor calorífico de los desechos es bajo.

En años pasados se construyeron incineradores en Acra (Ghana), Lagos (Nigeria) y Estambul (Turquía), pero el bajo valor calorífico de sus desechos obligó a agregar petróleo para mantener la combustión. Los costos de operación aumentaron de manera tal que se optó por cerrarlos; ninguno está en operación, pese a las cuantiosas inversiones realizadas.⁶²

Relleno sanitario

El último recurso para el manejo de desechos, luego de agotarse las opciones anteriores, es el relleno sanitario. Sin embargo, es necesario tomar precauciones para minimizar su efecto ambiental, como la preparación de capas impermeables en el fondo del relleno para prevenir derrames de lixiviados; el monitoreo de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas cercanas, y el funcionamiento de equipos para la recuperación y el procesamiento de metano, con el cual se puede generar electricidad.

Para la mayoría de los países industrializados el envío masivo de los desperdicios a rellenos sanitarios no representa un uso racional de recursos. Cada vez son más los programas de reciclaje e, incluso hay ya actividades "mineras" en que se excavan antiguos rellenos sanitarios para recuperar materiales. De uno de ellos, en Thompson, Connecticut, se esperaba obtener ganancias por más de un millón de dólares.⁶³

En suma, un buen manejo de desechos sólidos puede reducir el uso de materiales primas y energía, así como atemperar los efectos ambientales adversos de las actividades productivas y del consumo. Es menester formular políticas y planes de manejo integrado de desechos, tanto locales cuanto nacionales, como parte de una estrategia cabal de desarrollo sustentable.

59. N. Goldstein, "Resource Recovery and Recycling: Compatible or Competitive?", *BioCycle*, mayo-junio de 1985.

60. C. Pollock, "Realizing Recycling's Potential", en *State of the World 1987*, Worldwatch Institute, Washington, 1987.

61. L. Blumberg y R. Gottlieb, *op. cit.*

62. M. Medina, *Municipal Solid...*, *op. cit.*

63. R. Spencer, "Landfill Space Reuse", *BioCycle*, febrero de 1990.