



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ECONOMÍA

**COORDINACIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA Y VINCULACIÓN
SEMINARIO DE TITULACIÓN ECONOMÍA PÚBLICA**

**DE LA TIERRA A LA TIERRA APROVECHAMIENTO, MANEJO
SUSTENTABLE Y AUTOSOSTENIBLE DE LA BASURA
ORGÁNICA PARA EL DISTRITO FEDERAL "PLANTA DE
COMPOSTA EN LA DELEGACIÓN MIGUEL HIDALGO
2000 - 2003"**

E N S A Y O

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

P R E S E N T A :

ADOLFO DAMIAN FERNANDEZ ELWES



ASESOR MTRO. JOSE MANUEL GUZMAN GONZALEZ

MEXICO, D.F.

OCTUBRE DE 2006.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

De la Tierra a la tierra
**Aprovechamiento, manejo sustentable y
autosostenible de la basura orgánica para el Distrito Federal.
“Planta de Composta en la Delegación Miguel Hidalgo 2000-2003”**

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1. Marco teórico y conceptual | |
| 1.1 Economía del sector público | 3 |
| 1.1.1 Economía del sector público en la recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos | 4 |
| 1.1.2 Ineficiencias económicas a raíz de la generación de residuos | 6 |
| Los fallos del mercado y de la intervención del Estado | 8 |
| Externalidades y medio ambiente | 10 |
| 1.2 Marco Legal | 12 |
| 1.2.1 Legislación sobre los residuos en México | 14 |
| 1.3 Conceptos generales sobre residuos sólidos (basura) y composteo | 18 |
| 1.3.1 Clasificación de los residuos sólidos | 19 |
| 1.3.2 Composteo | 21 |
| 2. Antecedentes sobre la generación y manejo de la Basura (Residuos Sólidos Municipales) | |
| 2.1 Generación de residuos sólidos municipales | 23 |
| 2.2 El manejo de residuos sólidos municipales en México | 28 |
| 2.2.1 Generación y manejo de Residuos en el Distrito Federal | 31 |
| 3. Programa “Planta de Composta en la Delegación Miguel Hidalgo” | 40 |
| 3.1 Objetivo y descripción general del programa | 41 |
| 3.1.1 Proceso de producción del “Programa Planta de Composta” | 42 |
| 3.1.2 Beneficios del “Programa Planta de Composta” | 43 |
| 3.2 Recolección de residuos sólidos diferenciados | 45 |
| 3.3 Análisis económico | 46 |
| 3.3.1 Diseño de la planta de composta y estimación de costos | 47 |
| Conclusiones y Propuestas | 53 |
| BIBLIOGRAFIA | 57 |

INTRODUCCIÓN

Indudablemente, uno de los elementos característicos de la industrialización y de la urbanización es el creciente aumento del consumo. La producción masiva de infinidad de artículos y su comercialización han provocado que se hagan accesibles a un vasto y dinámico mercado, lo que tiene como consecuencia la generación de una gran cantidad de residuos. Y curiosamente, ambos elementos, los niveles de consumo y de generación de residuos, han sido considerados como un indicador de lo “moderna” que es determinada sociedad, de tal manera que una alta generación de residuos puede ser utilizada como índice para medir el nivel de vida de una sociedad.

Sin embargo, la enorme generación de residuos plantea serios inconvenientes. Uno de los más importantes, sin duda alguna, es su destino final. Los desechos acumulados a cielo abierto en sitios cercanos a los núcleos urbanos, quemados o enterrados, demuestran la incompreensión e ignorancia que se tiene acerca del tema, ya que se ignora el problema que se causa al medio ambiente. El resultado, que se manifiesta con el transcurso del tiempo, es la aparición de problemas de contaminación en la tierra, en el aire y en las aguas, aumentando los riesgos sanitarios para la población y las dificultades para el manejo adecuado de los crecientes volúmenes producidos. Aunado a esto, el no recuperar, reutilizar o reciclar los residuos, constituye un despilfarro de los ya por sí escasos recursos naturales.

Respecto de los diversos tipos de residuos que se generan en cualquier sociedad “moderna”, los cuales son revisados en el capítulo 1, destacan para el presente trabajo los denominados “orgánicos”, los cuales pueden ser de origen animal o vegetal, y que ante la presencia de ciertas condiciones ambientales, puede descomponerse y transformarse en un recurso orgánico de gran valor para el desarrollo de la agricultura y de otras actividades, tales como la conservación de áreas verdes.

Este proceso permite, desde hace ya varios años, controlar el proceso de descomposición de la basura orgánica para convertirla en abono para los suelos. Al producto final de este proceso de descomposición se le conoce como *humus*, abono de lombrices, o “composta”, recurso que es muy demandado por los productores agrícolas.

Para el estudio concreto de esta problemática en nuestro país, este trabajo se estructura en tres secciones, en la primera (capítulo 1 y 2) se establece el marco teórico justificando la intervención del sector público en la actividad de recolección y tratamiento de la basura, además de desarrollar los antecedentes del tema.

La segunda parte, el capítulo 3 se analiza el programa piloto “**Programa Planta de Composta**” de la Delegación Miguel Hidalgo del Distrito Federal, el cual es parte de su *Plan de Gobierno 2000-2003*, que se complementa con el programa denominado “*¡Basura: Divídela y Vencerás!*” que en conjunto, pretenden seleccionar los residuos desde el origen y el posterior tratamiento de la fracción orgánica de la basura. Los resultados obtenidos permiten suponer la viabilidad de la implementación de dichos programas en cada una de las Delegaciones del Distrito Federal.

Culminando con la tercer y última parte, se presentan conclusiones y propuestas donde se busca, atendiendo uno de los objetivos de este trabajo, dar a conocer la existencia de este programa, como una alternativa sustentable, viable y autosostenible para el reciclamiento de la basura orgánica en el Distrito Federal.

Otro objetivo es impulsar y fomentar una cultura en el manejo de residuos sólidos orgánicos entre la ciudadanía, además de proponer el manejo adecuado de los desechos orgánicos que se originan en Distrito Federal, para que puedan ser utilizados como nutrientes para las áreas verdes (bosques, áreas de cultivo, parques, jardines) de la Ciudad de México.

1. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

1.1 Economía del sector público

En general, la intervención del Estado se puede dar de muchas formas, sin embargo, fundamentalmente, tiene el propósito de modificar el comportamiento de los sujetos económicos a través de incentivos, estímulos, beneficios tributarios, etc., o de prohibir o limitar las acciones de estos sujetos, para modificar la forma en que se distribuye la riqueza.

“La necesidad de esta distribución nace de diversas causas. En primer lugar hay algunas mercancías y servicios que son muy necesarios para toda la comunidad, pero cuyo abastecimiento no corresponde a nadie en particular. Por ejemplo, los caminos son esenciales a la vida económica, pero es imposible intentar sostenerlos como empresa comercial... El drenaje también es esencial a toda gran población... La iniciativa privada no puede proporcionarlos, y por lo tanto tiene que hacerlo el Estado.”¹

Este tipo de mercancías o servicios son conocidos como bienes públicos debido a que el beneficio recibido por una parte no hace disminuir el acceso a esos beneficios por otra parte a otros y, tampoco se puede prohibir el acceso a estos bienes. El hecho de que los mercados privados no suministren bienes públicos o suministren demasiado pocos, justifica muchas de las actividades del Estado.

Para Adam Smith, considerado como fundador de la economía clásica, la acción espontánea del mercado generalmente producirá una asignación óptima de los recursos, maximizando por tanto el bienestar de la sociedad entera, aún cuando ésta no sea la intención de los individuos involucrados, es por eso que considera que el Estado debe abstenerse de intervenir en la economía y tener bien delimitada su participación. Dedicó todo un capítulo de su libro “La Riqueza de las Naciones” a las funciones que este debe desarrollar: la primera, relacionada a la defensa; la segunda, establecer una administración de justicia; y la tercera, la obligación de

¹ Scott, H. M. *Curso elemental de economía, 1ª edición*. México, Edit. Fondo de Cultura Económica, 1941. 129-130 pp.

erigir y mantener establecimientos y obras públicas, que aunque benefician a la sociedad en su conjunto, su utilidad no podría recompensar su coste.

“Después de los establecimientos y obras públicas para la defensa de una nación y para la administración de justicia,..., las principales son las que se consideran necesarias para facilitar el comercio de la sociedad y para promover la instrucción del pueblo...”²

Posteriormente, surge la teoría de Keynes, elaborada después de la crisis económica mundial de 1929, esta fue crucial para elaborar un nuevo concepto de políticas económicas, refutaba la teoría de su tiempo que la economía automáticamente tiende al pleno empleo (ausencia de desempleo). Una bajada del empleo o de los salarios puede llevar a una baja en la demanda, y por lo tanto en una baja en la producción, llevando a su vez a más desempleo. Para contrarrestar esta espiral negativa, Keynes proponía que en momentos de estancamiento económico, el estado tiene la obligación de estimular la demanda con mayores expensas económicas.

Es decir, Keynes se centraba en intentar comprender las fluctuaciones de la actividad económica y la necesidad de la intervención gubernamental para mitigar los efectos de los periodos de deflación en los que los factores productivos no son plenamente utilizados, ideas que fueron aplicadas por el presidente Roosevelt en Estados Unidos y posteriormente por la mayor parte de los países capitalistas, sobre todo en el periodo de postguerra.

1.1.1 Economía del sector público en la recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos

Pese a que ha decrecido la presencia del Estado Mexicano como productor de bienes y servicios en la economía nacional, esta sigue siendo importante. Además de ese papel directo que juega, existe toda una serie de mecanismos por medio de los cuales el Estado influye en la conducta de las empresas privadas: leyes, reglamentos, impuestos, subsidios, programas, etc.

² Smith, Adam. *La Riqueza de las Naciones*, Libro V, Capítulo I. 7ª edición. México. Edit. Publicaciones Cruz O., S.A.,1994. (c1977) 328 pp.

Las atribuciones del Estado Mexicano en materia económica se encuentran enmarcadas fundamentalmente en el artículo 25 constitucional:

“El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general...”

Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la nación.”³

Nuestro país, al estar constituido como una Federación, cuenta con una estructura hasta cierto punto descentralizada de gobierno, en la que determinadas actividades o prestaciones de servicios son principalmente responsabilidad de los gobiernos estatales y municipales (tales como la educación, servicio de bibliotecas, alcantarillado y recolección de basura, entre otros) y otras del Gobierno Central (como el cobro de los principales impuestos, la defensa y seguridad nacional). El caso de la recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos, tema de este trabajo, pertenece al ámbito de intervención de los gobiernos estatales y municipales.

Desde el punto de vista de la Economía del Sector Público, la intervención del Estado en cualquier actividad económica (no sólo en las relacionadas con recolección, tratamiento y disposición final de la basura), se fundamenta en que el mercado no provee adecuadamente los bienes y servicios que la sociedad demanda, lo cual se debe a la presencia de ciertos fallos en su funcionamiento. Y aunque la presencia del Estado se justifica para corregir dichos “fallos del mercado”, su sola presencia no garantiza que “resuelva” los problemas existentes en los mercados. Hay que evaluar si la intervención del Estado corrige estos “fallos”, o si por el contrario al participar en los mercados provoca mayores problemas.

Lo anterior debido a que el Estado también está restringido por sus propios “fallos”, entre los que destacan:

- *“La información limitada*

³ *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, artículo 25.

- *El control limitado de las respuestas del mercado privado*
- *El control limitado de la burocracia*
- *Las limitaciones impuestas por el proceso político*⁴

Los fallos en el funcionamiento de los mercados son causa de divergencia entre los beneficios privados y los beneficios sociales que, consiguientemente llevan a que la competencia perfecta fracase al tratar de alcanzar una situación óptima. Por tanto, se intenta que la intervención del Estado trate de compensar los desequilibrios mediante la implementación de políticas públicas.

*“La mayoría de los economistas (aunque no todos) está de acuerdo en que las fuerzas competitivas generan un elevado grado de eficiencia y en que la competencia estimula en buena medida la innovación. Sin embargo, en los últimos doscientos años han ido dándose cuenta de que existen algunos casos importantes en los que el mercado no funciona tan bien como insinúan sus más ardientes defensores. La economía ha atravesado periodos en los que ha habido un elevado paro y recursos ociosos; (...) la contaminación ha invadido muchas de nuestras grandes ciudades...”*⁵

El caso concreto de la creciente contaminación creada por la generación de residuos ha ocasionado que el Estado intervenga e implemente políticas públicas para tratar de controlar y resarcir los daños causados al ambiente pues la acción individual, por si sola, no se preocupa en este sentido.

1.1.2 Ineficiencias económicas a raíz de la generación de residuos

Es un lugar común considerar que la materia prima que no es procesada y transformada en producto no sea negocio, al no obtener un valor comercial. Desde este punto de vista, la generación de residuos es considerada como un ejemplo de ineficiencia económica y productiva, y como un factor que incide negativamente en la competitividad de la industria:

⁴ Stiglitz, Joseph E. *La economía del sector público*, 3ª edición. España, Edit. Antoni Bosch, 2000. (c1986) 18 pp.

⁵ Ibid, 69 pp.

*“dada la dificultad de cuantificar con exactitud precios que no están representados en un mercado, vale la pena primero ver si el sistema económico actual está en su punto óptimo en lo que se refiere al aprovechamiento comercial de los recursos con el mínimo deterioro ambiental. Frecuentemente existe la posibilidad de no sólo mejorar la situación ambiental de un sistema productivo, sino además ahorrar costos o aumentar ingresos, es decir, aumentar la eficiencia del sistema productivo.”*⁶

Lo anterior puede igualmente ser extrapolado al hogar, pues la generación de residuos es, en gran medida, contraria a la economía doméstica y un indicador de que se están comprando más productos perecederos de los que se pueden consumir y no se están seleccionando adecuadamente las mercancías para elegir aquellas que tengan menos envase y embalaje, o se están adquiriendo productos que no se necesitan incitados por la propaganda y anuncios de promociones, lo cual lleva a la “práctica del desperdicio”.

Esta situación es característica en prácticamente todo el mundo y México no ha sido ajeno a este fenómeno, pues como se menciona en el siguiente capítulo de este trabajo, de acuerdo con cifras oficiales (Secretaría de Desarrollo Social –SEDESOL- y Gobierno del Distrito Federal –GDF-), la generación de residuos ha ido en aumento año con año.

Entre las razones que explican el crecimiento desmesurado de la generación de residuos, se encuentra el hecho de que tanto productores como consumidores no han estado sujetos al pago de los costos reales y totales, tanto sociales como ambientales, asociados a la generación y la administración de sus residuos, como lo exige la aplicación del principio “el que contamina paga”, lo cual constituye una falla del mercado.

Para los economistas clásicos, el mercado es visto como un mecanismo apropiado para lograr la asignación eficiente de los recursos que emplea la sociedad para generar riqueza y bienestar, siempre y cuando se envíe la “señal correcta” representada por el precio que se asigna a los bienes de consumo y que está en función de la “escasez” relativa de tales bienes;

⁶ Perrotini, Ignacio y Martin Ricker, *Algunas reflexiones sobre la economía ambiental: Introducción al número especial*, Investigación Económica, vol. LIX: 227, enero-marzo de 1999, 16 pp.

esto significa que entre más escasos sean los bienes a adquirir, su precio será más alto en el mercado.

En el caso que nos ocupa, el mercado ha fallado, en la medida en que los precios de los productos de consumo y de los servicios no reflejan a) la “escasez” y los costos del agotamiento de los recursos de los cuales se extraen los materiales que se usaron para la producción de los bienes y para brindar los servicios; y b) los costos de la creación y “escasez” de servicios para el manejo de los residuos derivados de la cadena “extracción – producción – consumo”.

Así por ejemplo, no se han incluido en el precio de las materias primas los costos derivados de los impactos que deja tras de sí su extracción, en términos de modificación de los entornos (por ejemplo por el desmonte) y acumulo de residuos en grandes espacios que, aún con las medidas de mitigación de los impactos ambientales, terminan ocasionando alteraciones al delicado equilibrio de los sistemas ecológicos. De igual forma, tampoco se contabilizan los costos resultantes de la liberación al ambiente de contaminantes por emisiones al aire, descargas al agua y vertimiento de residuos sólidos de la industria que manufactura los bienes de consumo o que brinda los servicios comerciales.

Aún menos se paga el costo real de los servicios de recolección, transferencia, acopio, tratamiento y disposición final de los residuos, en forma proporcional al volumen de residuos generado y a las características de los residuos que demandan un manejo diferenciado de los mismos.

Detrás de los fallos de mercado antes señalados, se encuentran otros asociados, tales como:

Información asimétrica: En literatura económica equivale a decir que quienes están involucrados en los procesos de “extracción – producción” poseen una información que no comparten con el tercer eslabón de la cadena “el consumidor” acerca de los bienes y servicios asociados a tales procesos. En este caso, significa que el consumidor no es informado en torno a todos los impactos ambientales – económicos – sociales, que se generan a lo largo del ciclo de vida de los productos y servicios que consume, desde la obtención de los materiales utilizados como insumos, hasta su transformación en bienes, como tampoco es informado

sobre las repercusiones que tendrá el que el mismo, deseche los productos de consumo, envases y embalajes, contribuyendo a la generación de residuos.

También se puede atribuir la “limitación de la información” a las autoridades gubernamentales cuando no comparten con los diversos sectores sociales los datos que poseen acerca de los volúmenes de generación de residuos de distinta índole, los problemas que ocasiona su disposición y manejo inadecuados, los costos que significa su gestión y otros datos relevantes.

“Por otra parte, al no existir una identificación clara de los organismos que manejan información, la escasa información disponible está dispersa y, con frecuencia, no es compartida entre las distintas instituciones; así, la duplicación de esfuerzos no es la excepción. La carencia de un sistema nacional de información en materia de residuos sólidos se constituye en un impedimento tanto para la formulación de políticas y planes como para toma de decisiones, formular programas, priorizar actividades, asignar recursos y realizar las labores de seguimiento, vigilancia y control.”⁷

Se considera como un fallo del mercado el no contar con datos confiables, por lo que aunque se difundan los datos que se tienen, esto no contribuye a resolver el problema de la “información limitada”.

“En la actualidad, existe una clara insuficiencia de información sobre el sector de residuos sólidos, en casi todos los países de la Región (refiriéndose a América Latina y el Caribe). Así, las iniciativas y decisiones de las diferentes instituciones involucradas en el sector no se sustentan en un conocimiento objetivo de la situación, sino en extrapolaciones de la escasa y parcial información disponible o en apreciaciones o estimaciones sin suficiente respaldo técnico.”⁸

En México, aún queda mucho por hacer en términos de inventarios de generación de residuos de todo tipo, pues aunque ha mejorado la difusión de información al respecto, esta deja

⁷ Instituto de Promoción de la Economía Social (Complador). *Gestión integral de residuos sólidos: un modelo para armar. Sistematización de 5 experiencias en América Latina y el Caribe*. IPES.- Quito, 2003, 8-9 pp.

⁸ *Ibíd.*, 8 pp.

mucho que desear y ha sido objeto de críticas severas por parte de los estudiosos del tema. Como ejemplo podemos mencionar el caso de la Ciudad de México, la cual cuenta con 13 estaciones de transferencia y son manejadas por la Dirección General de Servicios Urbanos o por una delegación, o por ambas. Ninguna de éstas cuenta con una báscula, por lo que las cantidades de residuos que entran y salen se calculan a partir del número de vehículos registrados y de su capacidad nominal (o a partir de sondeos empíricos). No existen a la fecha datos precisos acerca de las cantidades transferidas (que entran o salen).

Cuadro 1.
Ejemplos de estimaciones de los volúmenes de generación
anual de residuos en México para 1999

| <i>Tipo de Residuos</i> | <i>Volumen de Generación (toneladas)</i> |
|------------------------------|--|
| Residuos Sólidos Municipales | 30,731,540 ^(a) |
| | 30,952,000 ^(b) |

Fuente: Modificado de Sancho y Cervera J. y Rosiles G. Situación actual del manejo integral de los residuos sólidos en México. SEDESOL. 1999 ^(a) y El manejo de los residuos sólidos urbanos. SEDESOL. 2004 ^(b).

Entre otros, el problema de los inventarios de residuos se origina por diversas razones:

- No se cuenta con una definición precisa de lo que es un residuo sólido municipal (RSM), al cual suele denominársele de diferentes maneras y a pesar de existir normas voluntarias para la cuantificación de sus volúmenes de generación.
- La falta de equipos para pesar los residuos en los centros de transferencia o las instalaciones de disposición final.
- La falta de sistematización en los *métodos* para inventariarlos, dan lugar a desviaciones notables en las estimaciones al respecto.

Externalidades: Otro fallo de mercado, de gran relevancia ambiental, es el relativo a la falta de incorporación de las externalidades negativas generadas por los procesos involucrados en la generación de los residuos.

“En el presente siglo se empezó a reconocer que los límites al crecimiento económico no son el único problema ambiental que la economía tiene que enfrentar

y estudiar. Cada vez ha sido más obvio que la contaminación ambiental puede disminuir notablemente el bienestar de la sociedad, aun si hay crecimiento económico comercial. Así inició en parte el análisis de las externalidades (Pigou, 1932; Kapp, 1963; Coase, 1960.)”⁹

Podría definirse la externalidad como aquella “desutilidad” o coste -en el caso de las externalidades negativas (o también utilidad en el caso de las positivas)- que sin el pago de una compensación generaría sobre un productor o un consumidor, la actividad de otro productor u otro consumidor.

Se dice que existen externalidades negativas asociadas a una actividad productiva (por ejemplo, procesos de extracción y transformación de materiales para generar bienes de consumo), cuando ésta implica la explotación y consumo no sustentable de recursos y de energía, así como la generación de emisiones contaminantes al aire, descargas de aguas residuales y residuos sólidos (clasificados o no como peligrosos), sin incorporar o “internalizar” los costos asociados a estos impactos y reflejarlos en el precio de los bienes producidos.

“La presencia de una externalidad negativa significa que los costes sociales marginales son superiores a los costes privados, por lo que el equilibrio de mercado conlleva una producción excesiva del bien.”¹⁰

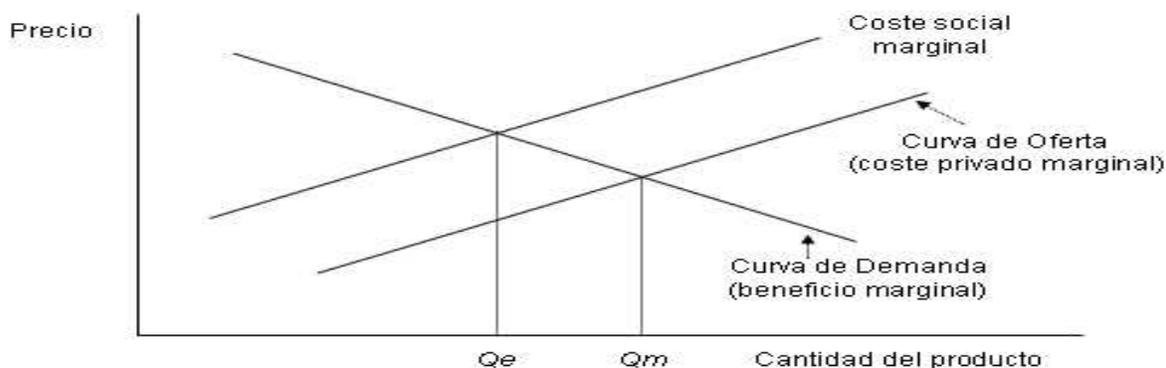
Esto queda reflejado en el gráfico 1 donde se muestran las curvas convencionales de demanda y de oferta, donde Q_m representa el equilibrio de mercado y Q_e el nivel eficiente de producción. Si se toman en cuenta las externalidades, la curva de oferta del productor puede no reflejar los costes *sociales* marginales, sólo los que recaen directamente sobre las empresas. Es decir, si el aumento de la producción del bien eleva el nivel de contaminación, ese aumento tiene un coste real, además de los costes de los insumos necesarios para su producción. Pero el empresario no tiene en cuenta el coste de la contaminación. Es por eso que la curva de coste social marginal, que indica los costes adicionales totales (privados y

⁹ Perrotini, Ignacio y Martin Ricker, *Algunas reflexiones sobre la economía ambiental: Introducción al número especial*, Investigación Económica, vol. LIX: 227, enero-marzo de 1999, 22 pp.

¹⁰ Stiglitz, Joseph E. *La economía del sector público*, 3ª edición. España, Edit. Antoni Bosch, 2000. (c1986) 249 pp.

sociales) de la producción de una unidad adicional del bien se encuentre por encima de la curva de oferta del productor y por tanto, el nivel eficiente de producción Q_e , sea menor que el nivel de equilibrio de mercado Q_m .

Gráfico 1.
Producción excesiva de bienes que generan externalidades negativas



Fuente: Stiglitz, Joseph E. *La economía del sector público, 3ª edición*. España, Edit. Antoni Bosch, 2000. (c1986)

1.2 Marco Legal

Una de las soluciones planteadas por la Economía del Sector Público para tratar de resolver las externalidades es recurrir al sistema jurídico, para que a través de este se garantice la provisión de un bien público. En este sentido, la mayoría de los países industrializados empezaron a legislar sobre la generación y manejo de los residuos durante la década de los setenta o inicios de la de los ochenta del siglo pasado, en tanto que los países en vías de desarrollo lo hicieron por lo general al final de la década de los ochenta, pero sobre todo a inicios de la década de noventa.

El Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana de la Salud elaboraron en 1997 un Diagnóstico de la Situación del Manejo de los Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe. En él se identifica la falta de coherencia entre las disposiciones jurídicas referidas a los residuos sólidos municipales (RSM) y los riesgos que representan para la salud y el ambiente.

“La legislación es incompleta y ambigua respecto al ámbito de competencia de las instancias administrativas involucradas y es incompatible con las situaciones económicas, sociales y culturales imperantes, además hay abuso en la expedición y empleo de disposiciones complementarias y administrativas. La mayoría de los países no contempla los múltiples compromisos internacionales asumidos por el Gobierno, y si los contempla, no se aplican a su realidad.”¹¹

Para desarrollar la infraestructura de servicios de manejo de los residuos, los distintos países optaron por dejar a la iniciativa privada la inversión en la materia, o bien dicha inversión fue compartida tanto por el sector público como el privado. En algunos casos se tuvo que recurrir temporalmente a ofrecer subsidios a las empresas privadas de servicios con tal de detener la práctica habitual y riesgosa de abandono incontrolado de residuos en sitios vulnerables.

Sin embargo, la dificultad para traducir los ordenamientos legales en resultados tangibles, se hace manifiesta al analizar la forma en que se manejan los residuos en los distintos países, ya que a pesar de que éstos hayan introducido disposiciones legales para inducir la prevención de su generación, su reuso y reciclado, dejando como tercera opción el tratamiento y como última el confinamiento, en muchos de ellos no se ha avanzado tanto como se quisiera en lograr su minimización y valorización, tal como se indica en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.
Modalidades en el manejo de residuos sólidos
(porcentaje)

| <i>País</i> | <i>Relleno sanitario</i> | <i>Incineración</i> | <i>Composteo</i> | <i>Reciclaje</i> |
|-----------------------|--------------------------|---------------------|------------------|------------------|
| Estados Unidos | 73 | 14 | 1 | 12 |
| Japón | 27 | 25 | 2 | 46 |
| Alemania | 52 | 30 | 3 | 15 |
| Francia | 48 | 40 | 10 | 2 |
| Suecia | 40 | 52 | 5 | 3 |
| México | 90-94* | - | - | 6 al 10 |

*En el caso de México, gran parte de la basura se deposita en tiraderos a cielo abierto.

Fuente: Sancho y Cervera J. y Rosiles G. Situación actual del manejo integral de los residuos sólidos en México. SEDESOL. 1999.

¹¹ Acurio Guido y Rossin A. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID y OPS, 1997, 6 pp.

1.2.1 Legislación de los residuos en México

En el caso de nuestro país, fue en 1983 cuando se introdujo en el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, mención a la responsabilidad de los municipios de brindar los servicios de limpia, conservando una concepción ancestral que aborda la gestión de los residuos principalmente desde un enfoque sanitarista, centrado en medidas de higiene para prevenir riesgos a la salud, a lo que se hace referencia al introducir el término “servicios de limpia”. No fue sino a finales de 1999, que se adicionó a esta atribución, la de recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos, sin distinguir entre los distintos tipos que se generan.

A su vez, desde los primeros textos constitucionales, se incorporó el artículo 25, que es la base para lograr un desarrollo sustentable en la medida que se sujeta a las empresas de los sectores social y privado de la economía, a las modalidades que dicte el interés público y al uso en beneficio general de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Sin embargo, el artículo 73 faculta al Congreso a expedir leyes en materia de protección al ambiente y preservación del equilibrio ecológico, aunque sólo para establecer la concurrencia de los gobiernos federal, estatales y municipales en el ámbito de sus competencias, entendiéndose aquellas que les son conferidas por la propia Constitución.

Otro aspecto a destacar es el referido en el artículo 124 en el cual se señala que cuando la Constitución no conceda expresamente una facultad a los funcionarios federales, ésta estará reservada a los Estados, por lo que cabe precisar que la Constitución no faculta expresamente a la federación a regular y controlar ningún tipo de residuos.

Con base en el artículo 73 constitucional, se procedió al establecimiento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en 1988 y reformada en 1996, considerando indispensable para lograr el manejo ambientalmente adecuado de los residuos, facultar a las autoridades federales a regular y controlar los residuos peligrosos, así como a elaborar normas oficiales mexicanas para reglamentar el manejo de los residuos

sólidos municipales, principalmente en lo que se refiere a la ubicación, diseño, construcción y operación de los rellenos sanitarios destinados a su disposición final.

Por su parte, la LGEEPA faculta a los estados a ocuparse de la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, lo cual se ha visto reflejado en las leyes ambientales estatales, aun cuando no se han emitido los reglamentos que permitan poner en práctica sus disposiciones, ni se cuenta con ninguna normatividad al respecto, salvo la Norma Oficial Mexicana que establece los requisitos que deben reunir los sitios para ubicar los rellenos sanitarios.

La LGEEPA señala que corresponde a los municipios aplicar las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, lo cual debiera reflejarse en los reglamentos que rigen los sistemas de limpia y en la operación de éstos.

La contraposición de los preceptos constitucionales y las disposiciones de la LGEEPA relativos a los residuos es un aspecto a hacer notar, ya que de acuerdo con esta última ley los residuos son la principal causa de contaminación de los suelos, lo que conforme a los principios establecidos en dicha ley llevaría a quien contamina a pagar por ello, siendo que la Constitución en su artículo 115 atribuye a los municipios la responsabilidad de brindar los servicios de limpia sin considerar que los residuos son un contaminante por lo que corresponde a los generadores cubrir los gastos de su manejo. Tal situación ha originado la mención en algunos reglamentos locales sobre la gratuidad de los servicios de limpia (como ocurre en el Distrito Federal).

**Disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
que establecen facultades en materia de gestión de residuos**

| ARTÍCULO | DISPOSICIÓN LEGAL |
|----------|---|
| 5 | Es facultad de la federación la regulación de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales. |

| | |
|----|--|
| 7 | Corresponde a los estados la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos. |
| 8 | Corresponde a los municipios la aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos. |
| 11 | La federación podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación con el objeto de que los estados y el Distrito Federal asuman el control de los residuos de baja peligrosidad. |

Disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que establecen el enfoque de la gestión de los residuos

| ARTÍCULO | DISPOSICIÓN LEGAL |
|-----------------|--|
| 15 | Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales. |
| 134 | Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales, incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes. |
| 135 | Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se considerarán en el caso de la generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como en las autorizaciones que al efecto se otorguen. |

Enmarcado en la legislación federal mencionada, el Gobierno del Distrito Federal publica el 22 de abril de 2003 la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (LRSDF) la cual abroga el Reglamento para el Servicio Público de Limpia en el Distrito Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 27 de julio de 1989. Esta ley tiene por objeto regular la gestión

integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos, así como la prestación del servicio público de limpia. Considera que el manejo de los residuos se debe realizar adoptando medidas para la reducción de la generación, la separación en la fuente, la recolección selectiva y el adecuado aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos. Consta de 77 artículos con 9 transitorios y entró en vigor el 1 de octubre del 2004.

Disposiciones de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal que establecen el servicio del composteo

| ARTÍCULO | DISPOSICIÓN LEGAL |
|----------|--|
| 61 | <p>La Secretaría de Obras y Servicios diseñará, construirá, operará y mantendrá centros de composteo o de procesamiento de residuos urbanos orgánicos, de conformidad con lo que establece el Programa de Gestión Integral de los residuos Sólidos y el Programa de Prestación del Servicio de Limpia correspondiente.</p> <p>Las delegaciones podrán encargarse de las actividades señaladas en el párrafo anterior, procurando que las composta producida se utilice, preferentemente, en parques, jardines, áreas verdes, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas y otras que requieran ser regeneradas.</p> |
| 62 | <p>La Secretaría de Desarrollo Económico, en coordinación con la Secretaría de Obras y Servicios y con las delegaciones que tengan autorización de operar centros de composteo, promoverá el fomento de mercados para la comercialización del material que resulte de los composteros.</p> |
| 63 | <p>Los controles sobre las características apropiadas de los materiales para la producción de composta o criterios para cada tipo de composta, se fijarán en el reglamento, debiendo identificar las particularidades de los tipos de que por sus características pueda ser comercializada o donada.</p> <p>La composta que no pueda ser aprovechada deberá ser enviada a los rellenos sanitarios para su disposición final.</p> |
| 64 | <p>Toda persona que lleve a cabo procesos de tratamiento de residuos urbanos orgánicos para composta debe cumplir con las disposiciones que establecen las normas oficiales mexicanas y las normas ambientales para el Distrito Federal en esta materia.</p> |

En su artículo 11 dispone que la Secretaría del Medio Ambiente, en coordinación con la Secretaría de Obras y Servicios y con opinión de las delegaciones, formule el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos, mismo que integrará los lineamientos, acciones y metas

en materia de manejo integral de los residuos sólidos, dicho Programa se publica el día en que empieza a operar la ley.

1.3 Conceptos generales sobre residuos sólidos y composteo

En el artículo 3° de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (LRSDF), se presentan las definiciones de todos los conceptos relacionados con el tema, sin embargo, aquí sólo se incluyeron los básicos relacionados con el presente trabajo.

Existen varias ideas de lo que significa el concepto de **residuo sólido** –basura-, pero la mayoría de ellas coinciden en que se trata de todos los desechos mezclados que se producen como consecuencia de las actividades humanas, ya sean domésticas, industriales, comerciales o de servicios, y que sea susceptible de ser aprovechado o requiera sujetarse a métodos de tratamiento o disposición final. También se puede considerar como residuo a todo material que no representa una utilidad o un valor económico para el dueño, por lo que éste se convierte por ende, en generador de residuos.

Como los residuos sólidos pueden estar compuestos de diversos desechos, podemos dividirla en dos grandes rubros:

-Basura o residuos orgánicos son todos los residuos de comida y restos del jardín, es decir, todos aquellos residuos sólidos que se descomponen gracias a la acción de minúsculos organismos llamados “desintegradores”, como las bacterias y las lombrices. Con los residuos orgánicos, al biodegradarse, se elabora composta, que es un abono natural de gran utilidad para mejorar los suelos. Aunque el papel y el cartón son materiales orgánicos, por el valor que tienen para ser convertidos nuevamente en papel o cartón, la LRSDF no los considera para tener la posibilidad de ser comercializados.

-Basura o residuos inorgánicos son todos los residuos que no tengan características de residuo orgánico y que pueda ser susceptible a un proceso de valorización para su reutilización y reciclaje.

Otros conceptos generales a considerar son los siguientes:

-Humus (del latín *humus*, tierra, suelo) es el nombre científico de la tierra vegetal, se refiere a la parte orgánica del suelo y de sedimentos subácueos. El humus se forma por la descomposición de materia orgánica, generalmente de origen vegetal.

-Lixiviado es el líquido que, al fermentarse la basura orgánica, se deposita en las partes inferiores, cuando los residuos orgánicos pierden líquido este se va escurriendo y expulsa todos los solubles contenidos en ellos.

-Estación de transferencia es un eslabón intermedio en el manejo de los desechos sólidos; consisten en instalaciones sanitarias que permiten transferir los residuos del vehículo recolector a otro vehículo con mayor capacidad de carga, de tal forma que disminuyan los tiempos y costos de la recolección de los desechos, así como el tiempo de transporte al sitio de disposición final.

-Disposición final es el depósito permanente de los residuos sólidos en un sitio en condiciones adecuadas y controladas, para evitar daños a los ecosistemas.

-Relleno sanitario es el método de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos municipales, los cuales se depositan, esparcen y compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con una capa de tierra, al término de las operaciones del día. También se le llama así, al sitio destinado a la disposición de residuos sólidos mediante éste método.

1.3.1 Clasificación de los residuos sólidos

Como ya se mencionó, los residuos se pueden clasificar por su característica de composición y generación en **orgánicos** e **inorgánicos**, pero también existen otras formas de hacerlo, éstas pueden ser tanto por estado, origen o característica del residuo.

Clasificación por estado:

Un residuo es definido “por estado” según el estado físico en que se encuentre. Existen por lo tanto, tres tipos de residuos desde este punto de vista: sólidos, líquidos y gaseosos.

Clasificación por origen:

Se puede definir el residuo por la actividad que lo origine, esencialmente es una clasificación sectorial. Esta definición no tiene en la práctica límites en cuanto al nivel de detalle en que se puede llegar en ella.

Tipos de residuos más importantes:

- **Residuos municipales**, industriales, mineros y hospitalarios

De esta clasificación, el presente trabajo considera únicamente a los residuos municipales, debido a que de son el origen de los residuos orgánicos con los que trabaja la Planta de Composta de la delegación Miguel Hidalgo, tema central de este trabajo. Como se verá en el siguiente capítulo, estos residuos varían en cantidad y composición, en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población.

El Instituto Nacional de Ecología define como **Residuo Sólido Municipal (RSM)** -o Urbano (RSU), como aparece en la LRSDF-, aquel residuo que se genera en casas habitación, parques, jardines, vía pública, oficinas, sitios de reunión, mercados, comercios, bienes inmuebles, demoliciones, construcciones, instituciones, establecimientos de servicio y en general todos aquellos generados en el ámbito urbano, que no requieren técnicas especiales para su control, excepto los peligrosos de hospitales, clínicas, laboratorios y centros de investigación.

Los sectores de más altos ingresos generan mayores volúmenes per cápita de los residuos, y estos residuos tienen un mayor valor incorporado que los provenientes de sectores más pobres de la población, esta afirmación se sustenta en estudios publicados por varios organismos, entre ellos la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) como se verá en el capítulo 2.

Clasificación por tipo de manejo:

Se puede clasificar un residuo por presentar alguna característica asociada al manejo que debe ser realizado. Desde este punto de vista se pueden definir tres grandes grupos:

- a) **Residuo peligroso:** Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.
- b) **Residuo inerte:** Residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.
- c) **Residuo no peligroso:** Ninguno de los anteriores.

1.3.2 Composteo

El **composteo** es la acción de degradar y estabilizar de forma controlada los residuos sólidos biodegradables, principalmente orgánicos ricos en nutrientes, y que generalmente se realiza mezclando tierra y residuos de comida o plantas.

La **composta** es el resultado del manejo de desechos sólidos orgánicos, estos desechos sufren un proceso de bioxidación provocado por la acción de múltiples microorganismos como bacterias y hongos. Estos promueven la descomposición y recombinación de los compuestos orgánicos por un periodo de tiempo hasta que adquiere una consistencia pastosa y húmica estable, la cual pueda ser almacenada y utilizada como fertilizante sin perjuicios para el medio ambiente.

Los especialistas consideran que los mejores residuos orgánicos para la producción de humus o composta son los que tienen valores apropiados de carbono y nitrógeno como el estiércol de los animales vacunos (cuando no están mezclados con orina), los residuos de cocina y las hierbas y pastos frescos, producto de las podas.

La composta da cuerpo a las tierras ligeras y muelle a las compactas, mejora la aireación de las raíces, incrementa la capacidad de retención del agua con la consiguiente economía de la misma y regula la permeabilidad y drenaje de los suelos.

Dentro de un sistema de manejo integral de residuos sólidos, el tratamiento biológico se enfoca en los residuos orgánicos “húmedos”, como los alimentos y los residuos de jardín. La fracción orgánica varía significativamente entre lugares y estaciones.

Existen varios métodos para obtener composta entre los cuales se encuentra el “*vermicompostaje*”, en el que se aprovecha la costumbre de algunas especies de lombriz de alimentarse de los residuos orgánicos, obteniéndose un abono orgánico de alta calidad. Sin embargo, los dos métodos básicos para tratar los residuos orgánicos son: el aerobio (en presencia de oxígeno) y el anaerobio (en ausencia de oxígeno). El compostaje se lleva a cabo en condiciones aerobias, ya sea a nivel hogar o en grandes plantas de composta. La digestión anaerobia es una tecnología relativamente compleja que se lleva cabo en contenedores sellados que permiten la recuperación y uso de biogas generado en el proceso de descomposición de los residuos.

Ventajas del método aeróbico, que es el utilizado en la Delegación Miguel Hidalgo:

- Los residuos orgánicos, que son el componente más reactivo en los residuos no peligrosos, son estabilizados a través de la descomposición aeróbica de manera más rápida que cuando se le dispone en el sitio de disposición final, que es anaerobio.
- La descomposición aeróbica genera menos gas metano, el cual es el mayor contribuyente para el calentamiento global, en comparación con el relleno anaerobio.

2. ANTECEDENTES SOBRE LA GENERACIÓN Y MANEJO DE LA BASURA (RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES)

2.1 Generación de Residuos Sólidos Municipales

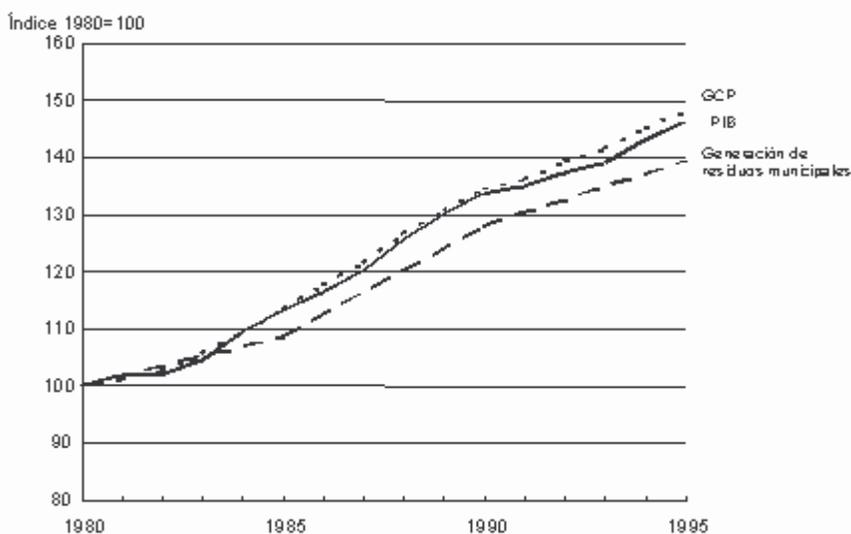
“En la mayoría de los países del mundo, las autoridades locales se han responsabilizado de brindar los servicios de limpia, para acopiar, transportar y disponer finalmente de los residuos sólidos municipales, costeados tales servicios a partir de los impuestos a la propiedad, por lo cual ha quedado enmascarado en el monto de estos impuestos el costo real de la gestión de las distintas cantidades de residuos que generan los diferentes sectores sociales y de los impactos ambientales que tiene su generación y manejo.”¹²

Debido a que los costos provocados por la generación de residuos no se internalizan, los generadores de tales residuos, influidos en la gran mayoría de las veces por la mercadotecnia, que alienta a consumir no sólo lo necesario sino lo superfluo, contribuyen a una generación cada vez mayor de basura que pudiera ser evitable o que por conservar aún cierto valor, podría ser mantenida en la economía mediante su reutilización o reciclado. Lo anterior puede explicarse en que los patrones de producción y consumo inciden en la generación de residuos. Por su parte, las regulaciones restrictivas y los cambios tecnológicos que ocurren en los países de los que se importan procesos productivos y productos de consumo inciden en el volumen y características de los residuos que se generan y en sus implicaciones ambientales.

En el manual “Prevención Estratégica de Residuos”, publicado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en el año 2000, se plantea que, contrariamente a las expectativas derivadas de la introducción, hace más de veinte años, de legislaciones tendentes a minimizar la generación de residuos en diversos de sus países miembros, la generación de residuos municipales no sólo no se ha reducido o estabilizado, sino que ha seguido creciendo, al mismo tiempo que ha crecido el Producto Interno Bruto y el gasto en el consumo, como se indica en la gráfica 2.

¹² Cortinas de Nava, Cristina. *Hacia un México sin basura: Bases e Implicaciones de las legislaciones sobre residuos*. PVEM, 2001, 159 pp.

Gráfico 2.
Tendencia de la generación de residuos municipales, del Producto Interno Bruto (PIB) y del Gasto en Consumo Privado (GCP), 1980-1995



Fuente: Manual de Referencia de la OCDE sobre Prevención Estratégica de Residuos. ENV/EPOC/PPC (2000)5/FINAL

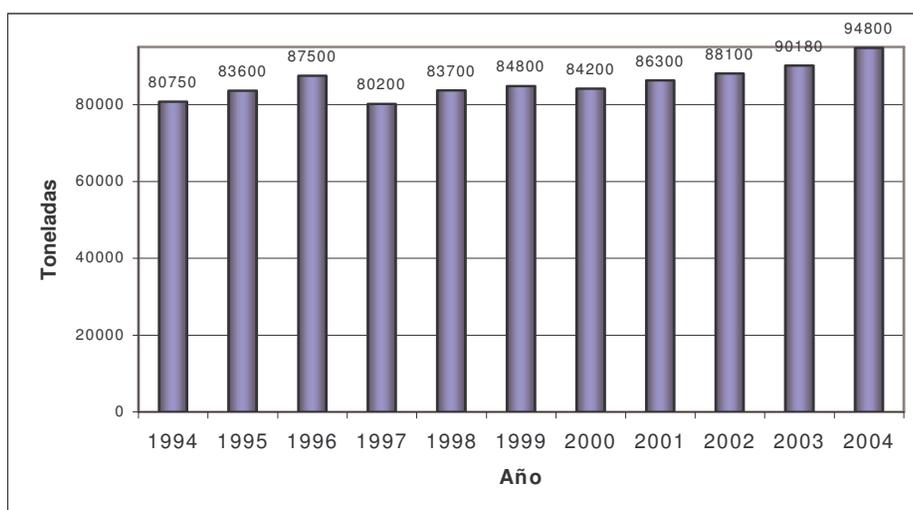
Como ejemplo concreto, podemos mencionar el creciente desarrollo de la economía chilena, el cual ha traído consigo un considerable aumento en la generación de estos residuos. En el siglo pasado, en la década de los sesenta, la generación de residuos domiciliarios alcanzaba de 0.2 a los 0.5 Kg. por habitante al día; hoy en cambio, se sitúa entre los 0.8 y 1.4 Kg. por habitante al día, estas cifras se encuentran comprendidas en el rango que la Organización Mundial de la Salud (OMS) señalaba en 1998 como la producción promedio de residuos sólidos en América Latina y el Caribe, que era de 0.920 Kg. por persona al día.

En 1995, la población urbana de esta región generaba alrededor de 330,000 toneladas de basura por día; una quinta parte de este volumen se originaba en las tres mayores ciudades de la región: Ciudad de México, Sao Paulo y Buenos Aires.

Para el caso de México, de acuerdo con cifras oficiales (SEDESOL y DDF), la generación de residuos aumentó de 0.3 Kg. por habitante al día en la década de 1950, a 0.865 Kg. en el año 2000, lo cual significó una producción diaria para ese año de 84,200 toneladas de residuos. Para el 2004 se produjeron 94,800 toneladas de residuos al día en el país (ver evolución de 1994 a 2004 en el gráfico 3). Sin embargo, es importante enfatizar el hecho de que el

consumo y la generación de residuos varían de acuerdo con el nivel de ingresos de los ciudadanos, razón por la cual, no toda la población contribuye de igual manera al problema que aquí se aborda y las cifras que se manejan sobre el volumen de residuos generados por habitante son valores promedio (ver cuadro 3).

Gráfico 3.
Generación diaria de residuos en México
1994-2004



Fuente: Modificado de Sancho y Cervera J. y S. Rosiles G., *El Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos*. SEDESOL, 2004.

Cuadro 3.
Generación de basura por tipo de localidad en México

| TIPO DE LOCALIDAD | NÚMERO DE LOCALIDADES | POBLACIÓN / (Mill. Hab.) | GENERACIÓN (t / día) | GENERACIÓN (kg/hab/día) |
|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| Zonas Metropolitanas | 7 | 32.7 | 42,990 | 1.315 |
| Ciudades Medias | 173 | 30.7 | 30,950 | 1.008 |
| Localidades Urbanas Pequeñas | 267 | 8.8 | 7,260 | 0.825 |
| Localidades Semirurales y Rurales | 199,600 | 33.1 | 13,600 | 0.411 |
| TOTAL | 200,000 | 105.3 | 94,800 | 0.900 |

Fuente: Sancho y Cervera J. y S. Rosiles G., *El Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos*. SEDESOL, 2004.

Con la finalidad de tener elementos de comparación de la situación en México a nivel mundial, en el cuadro 4 se presentan diferentes tasas de generación de los RSM en diferentes países y ciudades del mundo.

Cuadro 4.
Tasa comparativa de generación *per cápita*
de Residuos Sólidos Municipales en distintos países,
2004

| PAÍS | GENERACIÓN PER CÁPITA (KG/HAB/DÍA) |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Estados Unidos de América | 1.970 |
| Canadá | 1.900 |
| Finlandia | 1.690 |
| Holanda | 1.300 |
| Suiza | 1.200 |
| Japón | 1.120 |
| Brasil (Sao Paulo) | 1.350 |
| México | 0.900 |
| Argentina (Buenos Aires) | 0.880 |
| Chile (Santiago) | 0.870 |

Fuente: Modificado de Sancho y Cervera J. y S. Rosiles G., *El Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos*. SEDESOL, 2004.

“(...) En la mayoría de los países industrializados la fracción orgánica representa 20% de los residuos sólidos municipales. En países en vías de desarrollo la materia orgánica llega a exceder 50% de éstos. (...)”¹³

La cita anterior se ajusta al caso de nuestro país, ya que de acuerdo con la SEDESOL, la generación de Residuos Sólidos Municipales (RSM) en México, no solamente se ha incrementado, sino que además ha cambiado su composición, pasando de ser mayoritariamente orgánica, fácilmente integrable a los ciclos de la naturaleza –en la actualidad ocupa el 52% del total generado a nivel nacional-, a estar caracterizada por

¹³ SEMARNAT. *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. INE-SEMARNAT, 1999. (c2001), 35pp.

abundantes elementos cuya descomposición es lenta y requiere de procesos complementarios para efectuarse, a fin de reducir sus impactos al ambiente (ver cuadro 5).

Cuadro 5.
Generación de Residuos Sólidos Municipales a
nivel nacional por composición 1993-1998
(Miles de Toneladas)

| TIPO | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997* | 1998 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Papel, cartón y productos de papel | 3,952 | 4,146 | 4,292 | 4,496 | 4,118 | 4,298 |
| Textiles | 418 | 439 | 454 | 476 | 436 | 455 |
| Plásticos | 1,230 | 1,290 | 1,336 | 1,399 | 1,282 | 1,338 |
| Vidrio | 1,657 | 1,738 | 1,800 | 1,885 | 1,727 | 1,802 |
| Metales | 816 | 854 | 884 | 926 | 848 | 886 |
| Alimentos, residuos de jardines y otros orgánicos | 14,718 | 15,443 | 15,987 | 16,746 | 15,338 | 16,008 |
| Otros (hules, pañales, etc.) | 5,297 | 5,558 | 5,754 | 6,027 | 5,520 | 5,761 |
| TOTAL | 28,089 | 29,472 | 30,509 | 31,959 | 29,272 | 30,550 |

* A partir de 1997 las cifras se ajustan con base en estudios de generación per cápita llevados a cabo en pequeñas comunidades, donde se encontró que dicha generación es del orden de 200 a 350g. cantidades inferiores a las reportadas para los años anteriores al de referencia.

Fuente: Modificado de Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. SEDESOL, 1999 y Estadísticas del Medio Ambiente. INEGI-SEMARNAP, 1999.

Este aumento gradual en la generación de basura ha traído que México enfrente una serie de graves problemas relacionados con el manejo y disposición final de los RSM:

“En la actualidad se producen grandes cantidades –aproximadamente 30.6 millones de toneladas anuales de RSM-, superiores a los que pueden ser administrados adecuadamente por los municipios del país, de los cuales un poco más del 52% se eliminan de manera técnicamente adecuada, mientras que el restante se deposita en tiraderos a cielo abierto y clandestinos.”¹⁴

¹⁴ Secretaría de Salud. *Programa de Acción: Protección Contra Riesgos Sanitarios. Sistema Federal de Protección Sanitaria*. Secretaría de Salud, 2003. 43 pp.

2.2 El manejo de Residuos Sólidos Municipales en México

Aunque el control de los residuos generados en nuestro país data de la época prehispánica (se han ubicado en algunas ciudades antiguas “tiraderos” en los que se depositaban los residuos generados por dichas sociedades, con el caso de Teotihuacan) y la salud pública en México quedó legalmente sustentada el día 15 de Julio de 1891, fecha en la que se expidió el Primer Código Sanitario elaborado por el Consejo Superior de Salubridad, no es sino hasta el año de 1964 cuando se dan los primeros intentos en el control de los RSM. Se inician cuando la Dirección de Ingeniería Sanitaria pasó a formar parte de la Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (CCISSA), con la finalidad de atender a nivel nacional los programas de recolección y disposición de los RSM, entre otras responsabilidades. Con este organismo da principio la incorporación de técnicas y métodos de ingeniería para tratar de solucionar el problema, cada vez más creciente, de los residuos sólidos.

A su vez, los primeros estudios relacionados con los RSM se realizaron hasta la segunda década del siglo pasado, cuando la Comisión Constructora estuvo a cargo del Ingeniero Miguel Ángel de Quevedo, quien desarrolló estudios de pulverización de residuos sólidos para destinarlos a abono agrícola y estudios de saneamiento en varios barrios de la Ciudad de México.

Sin embargo, la primera obra de gran magnitud para el control de los RSM, se realiza en la década de 1960, cuando en la ciudad de Aguascalientes se diseña y opera el primer relleno sanitario del país, bajo la dirección de profesionales y técnicos de la CCISSA.

Al relleno sanitario de la ciudad de Aguascalientes le siguieron planes integrales de recolección y disposición de los RSM en las principales capitales de los estados de la República y en otras ciudades, que por su importancia, contaban con la asesoría necesaria para resolver este problema.

Este tipo de asesorías por parte del gobierno federal terminaron en el año de 1981, cuando CCISSA se liquidó y las funciones de la parte de Ingeniería Sanitaria fueron absorbidas por

la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente (SMA) de la misma Secretaría de Salubridad y Asistencia, creada en 1972.

En el Consejo Técnico de la SMA se inició un programa a nivel nacional que duró de 1973 a 1976, con el apoyo de un crédito otorgado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Por medio de este programa, se proporcionó asesoría y se desarrollaron los proyectos ejecutivos de manejo y disposición final de los RSM en las ciudades de Acapulco, Tijuana, Mexicali, Saltillo, Cd. Juárez, Tuxtla Gutiérrez, Monterrey y Ensenada.

A finales de la década de 1970 y hasta 1982, en la Dirección de Ecología Urbana de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), se llevaron a cabo una serie de proyectos, así como la elaboración de normas técnicas para el control de los RSM.

Con la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) en el año 1982, todas las atribuciones en el área de control de los RSM se conjuntaron en la Subsecretaría de Ecología. En esta dependencia, a partir de 1983, se inicia el programa RS100, el cual consistió en la elaboración de proyectos ejecutivos de relleno sanitario en las ciudades mayores de 100 mil habitantes.

En 1992 desaparece la SEDUE y se crea la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la cual incluye en su estructura al Instituto Nacional de Ecología (INE). La SEDESOL a través de la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio, continúa brindando a la fecha apoyo a los municipios, a través del desarrollo de proyectos ejecutivos y del financiamiento para la construcción de infraestructura para el control de los RSM y la construcción y operación de rellenos sanitarios.

En 1994 se crea la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, (SEMARNAP), incorporando en su estructura al INE. En este contexto, el Instituto asume la responsabilidad del desarrollo de la normatividad de los residuos sólidos municipales y en el año de 1996, promulga la Norma Oficial Mexicana (NOM) que establece los requerimientos para la selección de sitios para ubicar rellenos sanitarios.

Como se puede observar en el recuento anterior, la historia de obras importantes realizadas en el país para tratar de controlar los RSM comienza apenas hace 40 años. Por tanto, el tratamiento de la parte orgánica de estos residuos a través de plantas de composta, es un tema relativamente nuevo, mientras que la instalación de éstas es reciente y, hasta ahora, temporal.

La primera planta de composta que se construyó y se puso en operación en México fue la de la Ciudad de Toluca, la cual fue cerrada en 1969. Posteriormente se puso en operación una planta de “reciclo-composta” en la Ciudad de Guadalajara, en 1972, con capacidad instalada de 500 tons. por día, actualmente cerrada y trasladada a principios de la década de 1990 a la zona conocida como “Los Laureles” en el municipio de Guadalajara. Se construyó una igual en la Ciudad de Monterrey en 1973, con capacidad instalada de 500 toneladas por día, actualmente cerrada. Sobre las razones de los cierres, conviene atender lo que la SEDESOL apunta:

“La producción de composta mediante los procesos más comunes y que en éste caso coinciden en ser también los más sencillos, como el composteo en pilas e inclusive el vermicompostaje, se han ido abandonado, debido a sus costos y a que en muchos casos sus promotores, prometieron a las autoridades municipales que obtendrían utilidades, cuando se ha comprobado que el uso de alternativas amigables con el ambiente, tienen un costo asociado. Se estima que en los últimos 20 años, se ha comprado en el país no menos de 10 plantas de composta, de las que al menos tres nunca se instalaron, quedando abandonada la maquinaria, una se instaló y nunca se ha operado por falta de presupuesto para mano de obra y mantenimiento y las otra cuatro o cinco han sido cerradas, poco después de haber iniciado su operación, por no haber resultado rentables. En algunos casos, éstas se han operado intermitentemente durante algún tiempo, por imagen o compromiso político, después de haber sido evidente su fracaso, pero finalmente también han cerrado.”¹⁵

En el Distrito Federal, la delegación Gustavo A. Madero instaló una planta de composta en el año de 1974, con una capacidad de procesar 750 tons. por día. Ésta fue cerrada en 1986 y desmantelada en 1993 para acondicionarla y destinarse sólo a la selección y aprovechamiento

¹⁵ SEDESOL. *Manual Técnico-Administrativo para el Servicio de Limpia Municipal*. SEDESOL, 1998. 84 pp.

de subproductos. La composta que se producía no podía ser comercializada fácilmente debido a las impurezas que contenía (como vidrio y plástico), ya que se introducían residuos municipales mixtos para este proceso. Por otro lado, la baja productividad de la planta se debía a la escasez de recursos de la Delegación para su operación y mantenimiento. Aunque este proyecto fracasó, dio la experiencia a la Dirección General de Servicios Urbanos para la construcción y operación de una planta de este tipo, y se aprendió que este tipo de instalaciones para compostaje deben recibir residuos orgánicos seleccionados para evitar este tipo de fallas.

2.2.1 Generación y manejo de residuos en el Distrito Federal

Casi la mitad del total de residuos generados en el país (42.6%) son producidos tan sólo por cuatro Entidades, siendo el Estado de México el más importante con 16.5% del total, seguido por la Ciudad de México con el 13.5%, Jalisco con 7% y Veracruz con 5.5%, según datos obtenidos por la SEDESOL.

Estos porcentajes nos dan una idea del problema que puede significar el tratamiento y disposición final adecuada de las 21,000 toneladas diarias de basura,¹⁶ originadas en la zona metropolitana del valle de México por una población aproximada de 18.4 millones de habitantes, de los cuales 8.8 millones viven en el Distrito Federal¹⁷.

El crecimiento poblacional que se ha presentado en la Ciudad de México comienza a partir de la década de 1940, alcanzando tasas de crecimiento cercanas al 5% anual entre 1950 y 1970, que para finales de esa década pone en evidencia la problemática en el manejo de los residuos sólidos que por años había permanecido al margen del desarrollo de la capital:

“La mancha urbana alcanzó a los tiraderos a cielo abierto, que para esos años constituían casi 500 hectáreas de montañas de basura y provocaban altos niveles de contaminación...”

¹⁶ <http://www.df.gob.mx/ciudad/residuos/residuos01.html>

¹⁷ Datos obtenidos del último censo poblacional publicado por el INEGI.

A principios de 1980, el Manejo de los Residuos sólidos en las 16 delegaciones se encontraba en estado crítico, llegando a considerarse el problema del manejo de la basura como uno de los jinetes del Apocalipsis que azotaba el D.F.”¹⁸

Como respuesta a dicha situación, el entonces Departamento del Distrito Federal determina crear la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU), la cual entre otras funciones, se le incorpora de manera prioritaria el manejo de los residuos sólidos.

Entre los años de 1984 a 1988, se traza una estrategia de acción –clausura de tiraderos a cielo abierto, conformación de infraestructura para la disposición final con base en rellenos sanitarios, mejoramiento del sistema de transferencia, limpieza en zonas críticas de la ciudad y fortalecimiento de la infraestructura para la recolección- promoviendo el mejoramiento del servicio en áreas y aspectos prioritarios a través de acciones graduales que establecieron las bases para una transformación estructural en el manejo de los residuos.

*“Al finalizar la década de los ochenta, la Ciudad de México contaba con una infraestructura básica para un manejo sanitario y controlado de la fase de disposición final y de transferencia, habiendo también fortalecido el parque vehicular de limpia...”*¹⁹

Para la primera mitad de los noventa, la estructura del servicio de limpia alcanza el nivel de Subdelegación de Servicios Urbanos a nivel delegacional, ocupando a más de 16,000 trabajadores, con capacidad de recolección de 10,000 toneladas/día. Sin embargo, estudios realizados en 1987 arrojaban una generación de 10,573 toneladas/día de residuos, cuya distribución por delegaciones se puede observar en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6.
Generación de Residuos Sólidos por Delegación
1987 (ton/día)**

| Delegación | Domicilios | Comercios, servicios, otros | Vía pública | Total |
|----------------|------------|-----------------------------|-------------|-------|
| Álvaro Obregón | 513 | 130 | 82 | 725 |

¹⁸ Álvarez Lona A. y López R. *El servicio de limpia en la Ciudad de México*. GDF, 1999. 117 pp.

¹⁹ *Ibid*, 126 pp.

| | | | | |
|---------------------|-------|-------|-----|---------------|
| Azcapotzalco | 493 | 241 | 74 | 808 |
| Benito Juárez | 438 | 120 | 82 | 640 |
| Coyoacán | 479 | 119 | 77 | 675 |
| Cuajimalpa | 73 | 17 | 15 | 105 |
| Cuauhtémoc | 663 | 326 | 64 | 1,053 |
| Gustavo A. Madero | 1,216 | 370 | 88 | 1,674 |
| Iztacalco | 459 | 131 | 50 | 640 |
| Iztapalapa | 1,013 | 300 | 87 | 1,400 |
| Magdalena Contreras | 140 | 32 | 23 | 195 |
| Miguel Hidalgo | 436 | 228 | 93 | 757 |
| Milpa Alta | 49 | 28 | 20 | 97 |
| Tláhuac | 119 | 72 | 28 | 219 |
| Tlalpan | 296 | 76 | 53 | 425 |
| Venustiano Carranza | 557 | 282 | 72 | 911 |
| Xochimilco | 174 | 46 | 29 | 249 |
| TOTAL | 7,118 | 2,518 | 937 | 10,573 |

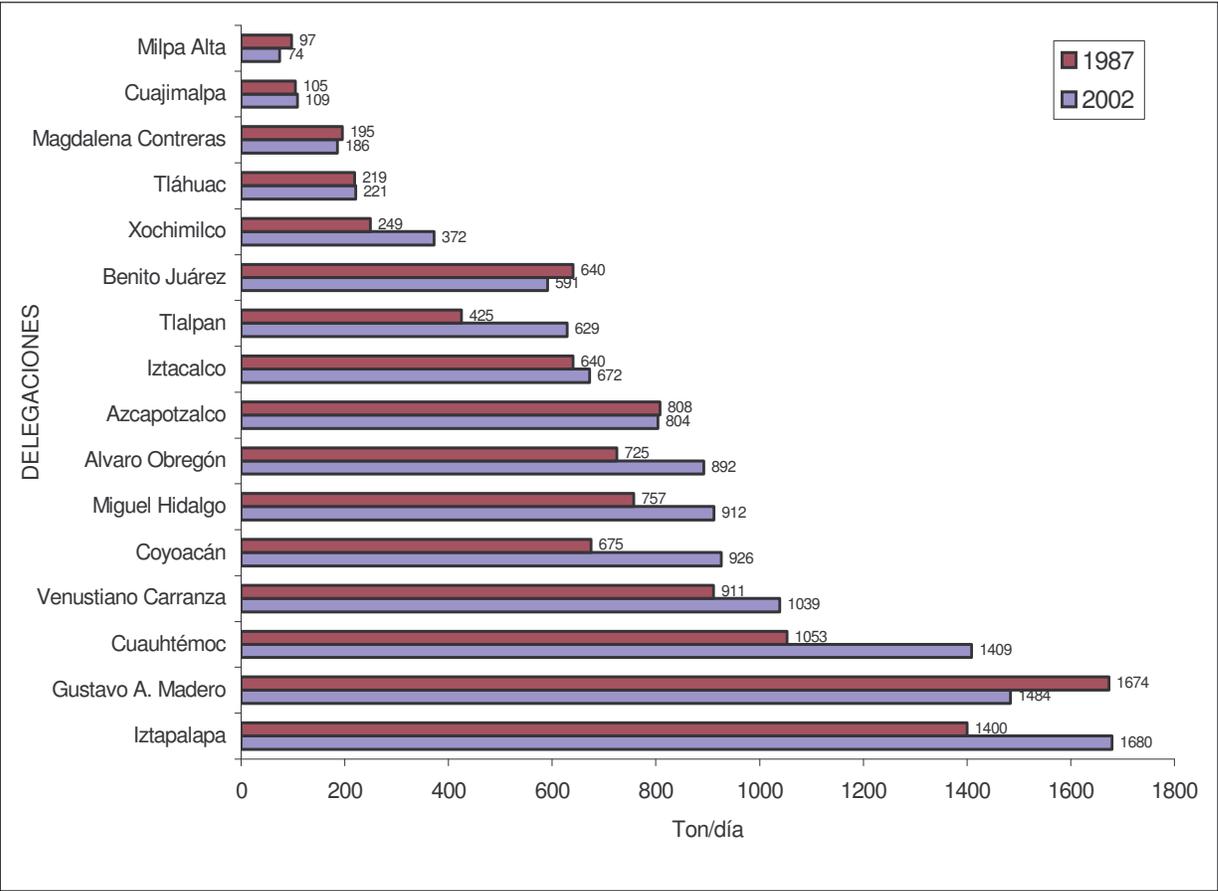
FUENTE: INAP, *Manejo de los residuos sólidos. El caso del Distrito Federal*. Gaceta Mexicana de Administración Pública Estatal y Municipal, INAP, enero-junio, 1988.

Es hasta marzo de 1999 que la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, por sus siglas en inglés), presenta mediante un seminario su Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México. En dicho estudio se bosquejan las bases iniciales del planteamiento para la elaboración de un plan maestro sobre el manejo de los residuos sólidos. Según datos que obtienen, tan sólo en la Ciudad de México cada ciudadano produce en promedio 1.3 kilogramos de desechos al día, y se producen alrededor de 12 mil toneladas diarias de basura –4.3 millones de toneladas anuales-. Esto sería igual a llenar toda la plancha del Zócalo con una capa de basura de 8 metros de alto.

Derivado de ese estudio y de la actualización de datos realizado por la DGSU, la Secretaría de Obras y Servicios del ahora Gobierno del Distrito Federal (GDF) y de las estadísticas de

ingresos de las estaciones de transferencia, plantas de selección y aprovechamiento y sitios de disposición final, podemos afirmar que en la actualidad, pese a que aumentó en un 12% la generación de residuos, se mantiene casi la misma distribución que en el año de 1987, y que las Delegaciones Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc y Venustiano Carranza, generan el 47% de los desechos recolectados en el Distrito Federal, mientras que Milpa Alta genera menos del 1% del total; la Delegación Miguel Hidalgo produce en promedio 900 toneladas diarias (gráfico 4).

Gráfico 4.
Generación de Residuos Sólidos por Delegación
1987 / 2002 (ton/día)



Fuente: Modificado de Secretaría de Obras y Servicios. Dirección General de Servicios Urbanos. 2002

Las fuentes generadoras de residuos sólidos (ver cuadro 7) y el porcentaje del total que estas aportan, son las siguientes: hogares 46.4%, comercios 28.8%, prestadores de servicios 15.2%, giros especiales 3.2% y otros 6.4%.

Cuadro 7.
Cantidad Generada de Residuos en el Distrito Federal
(Toneladas al año)

| Categoría | 1997 | 2002 | 2004 |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Domiciliarios | 1'926,000 | 2'003,430 | 2'155,791 |
| Comerciales | 1'210,000 | 1'258,927 | 1'354,668 |
| Servicios | 636,000 | 662,022 | 712,369 |
| Especiales | 130,000 | 138,916 | 149,481 |
| Otros | 267,000 | 277,832 | 298,961 |
| <i>Total</i> | <i>4'169,000</i> | <i>4'341,127</i> | <i>4'671,270</i> |

Fuente: Modificado de JICA, Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México, 1999, con datos actualizados de la SEDESOL.

La producción de estos residuos va a parar a las 13 Estaciones de Transferencia con que cuenta la ciudad, las cuales son puntos intermedios entre las diversas fuentes generadoras de residuos sólidos, las plantas de aprovechamiento y el sitio de disposición final. La delegación Miguel Hidalgo cuenta con una, mientras que la delegación Iztapalapa con dos, una de ellas apoya con los residuos de la delegación Iztacalco y Central de Abastos (850 toneladas por día) y la otra es para uso de la misma delegación. De las 12 mil toneladas producidas por día, 6,500 se envían a las 3 plantas de selección y aprovechamiento y lo restante al relleno sanitario Bordo Poniente. Las tres plantas son: San Juan de Aragón, Bordo Poniente (inauguradas en julio de 1994) y la de Santa Catarina (febrero de 1996).

De las 6,500 toneladas de residuos enviados a las plantas de selección, se recupera un promedio de 5% (ver cuadro 7 y 8) en 15 tipos diferentes de materiales o subproductos. Entre los productos recuperados están el plástico, vidrio, cartón, papel, materiales ferrosos y no ferrosos, trapo, llanta, entre otros.

Cuadro 8.
Cantidad Recuperada Anual y Proporciones
2002 (Toneladas al año)

| Categoría | Bordo Poniente | San Juan de Aragón | Santa Catarina | Total |
|--------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|--------------|
| Cantidad que ingresa | 650,287 | 581,922 | 616,890 | 1'849,099 |
| Cantidad recuperada | 25,318 | 30,363 | 41,500 | 97,182 |
| Tasa de recuperación (%) | 3.9 | 5.2 | 6.7 | 5.3 |

FUENTE: Secretaría de Obras y Servicios. Dirección General de Servicios Urbanos. 2002

También se recupera materia orgánica convirtiéndola en material húmico, la composta. En 1993, la Dirección General de Servicios Urbanos del entonces Departamento del Distrito Federal (DDF), implementó un proyecto experimental de composteo para residuos especiales que llegaban separados desde la fuente generadora, tales como residuos de poda de parques, jardines y camellones.

Para 1995, “la Ciudad de México ya había explorado diferentes alternativas de tratamiento de los residuos sólidos, como la fabricación de composta a partir de la fracción orgánica que en más de un 50% componían los residuos municipales, y la incineración de los residuos sólidos con alta capacidad calorífica. Estos proyectos no tuvieron continuidad, pues ante los cambios de gobiernos no contaron con los apoyos políticos, económicos y técnicos, provocando el deterioro de los equipos y su falta de mantenimiento hasta su total obsolescencia y desaparición.”²⁰

Sin embargo para el 2001, al igual que en la delegación Miguel Hidalgo, el GDF nuevamente pone en operación una planta de composta, ubicada en el Bordo Poniente en una superficie de 8 has., con una inversión de 8 millones de pesos, la cual procesa la materia orgánica que procede en un 50% de las áreas verdes y poda de árboles y 50% de la sección de flores y hortalizas de la Central de Abasto. La planta operada por la Secretaría de Obras y Servicios fue proyectada para procesar en una primera etapa 200 toneladas diarias, sin embargo, ha estado operando al 20% de su capacidad debido a un recorte en el marco de la política de

²⁰ Ibid, 136 pp.

austeridad marcada por la jefatura de Gobierno. Para el 2003, esta planta produjo 1,000 toneladas de composta.

El Distrito Federal cuenta además con otras dos plantas de composta (cuadro 9) que se encuentran localizadas en las delegaciones Álvaro Obregón y Xochimilco, las cuales reciben residuos orgánicos de poda de los programas operados por la DGSU, las delegaciones, CFE y de origen doméstico, este último es tratado principalmente en la planta ubicada en la delegación Miguel Hidalgo. En todos los casos el producto obtenido es utilizado como mejorador de suelos en camellones y áreas verdes de la red vial.

“De las 12,000 toneladas de residuos generados diariamente, el 43% corresponde a residuos orgánicos (5,160 Ton.), de los cuales sólo se procesa el 2.0%, equivalente a 100 Ton/día, que son tratadas en las plantas de composta ya existentes.”²¹

Cuadro 9.
Características de las plantas de compostaje instaladas al 2004 en el Distrito Federal

| Planta de Composta | Área total (m²) | Capacidad instalada (Ton/día) |
|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Álvaro Obregón | 10,000 | 10 |
| Bordo Poniente | 65,000 | 200 |
| Miguel Hidalgo | 15,000 | 18 |
| Xochimilco | 4,300 | 4 |
| TOTAL | 94,300 | 232 |

FUENTE: Gaceta Oficial del Distrito Federal. *Programa General de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. 1 de octubre de 2004

Finalmente, en el relleno sanitario se depositan aquellos residuos que no son reciclados o son factibles de recuperar. Del total de los residuos sólidos que generamos en el Distrito Federal sólo el 86% es recogida y trasladada al relleno sanitario. El resto desafortunadamente se arroja en barrancas y lotes baldíos.

²¹ Gaceta Oficial del Distrito Federal, *Programa General de Gestión Integral de Residuos Sólidos*, 1° de octubre de 2004, 180 pp.

En el relleno Bordo Poniente se reciben los 365 días del año, hasta 11,500 toneladas diarias generadas en el Distrito Federal y unas 500 toneladas adicionales de algunos municipios del Estado de México. Ha recibido de 1985 a la fecha, 33.5 millones de toneladas y se calculó que su vida útil concluiría en el 2001. Sin embargo, mediante la adquisición y el uso de maquinaria especializada para la compactación y empuje de los residuos sólidos, amplió su vida útil hasta el 2004, año en el que también ha llegado a su máxima capacidad.

El tiradero de Santa Catarina cumplió su vida útil. Después de 19 años de haber iniciado la disposición final de los desechos sólidos de la capital en este sitio y recibir aproximadamente 12 millones de toneladas, este tiradero controlado llegó al límite de su capacidad (septiembre del 2001).

Adicionalmente, la Secretaría de Obras y Servicios del Distrito Federal lleva a cabo un estudio para garantizar la vida del relleno hasta el año 2008, pese a que autoridades del Estado de México se han pronunciado en contra de que la Ciudad de México siga enviando a esa entidad la basura que genera, aún cuando los terrenos son federales y que la CNA haya ampliado en el mes de septiembre del 2004, el convenio o permiso para continuar la operación. Además de que el Distrito Federal no cuenta con terrenos adecuados para la instalación de nuevos rellenos sanitarios ya que en las áreas rurales del sur de la ciudad no se pueden instalar pues son consideradas zonas de recarga del acuífero.

Derivado de lo anterior, considero que pese a la experiencia negativa que se ha tenido con el manejo de los residuos orgánicos en el país, si se cuenta con el apoyo de una legislación de residuos sólidos como la recién implementada en la ciudad, donde se fomenta la separación de residuos desde su origen, una salida viable para mitigar en gran medida el problema de instalar rellenos sanitarios sería la utilización de plantas de composta “delegacionales”, como una forma de reducir considerablemente el volumen de residuos orgánicos que llegan como disposición final a estos rellenos, con el beneficio de obtener de forma simultánea un enriquecedor natural de suelos.

En este sentido, el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos publicado en octubre del 2004, hace una proyección sobre el costo (ver cuadro 10) que representa la construcción de la infraestructura para dar tratamiento al resto de los residuos orgánicos generados en la ciudad

que no están siendo procesados, considerando la construcción de instalaciones con una capacidad total instalada de 3,000 Ton/día; sin embargo, los datos son muy vagos, ya que no se menciona la cantidad a construirse, su ubicación ni la capacidad que tendría cada una de estas.

**Cuadro 10.
Costos estimados de infraestructura y
Equipamiento (2005-2008)**

| Requerimiento | Cantidad | Costo unitario de instalación y equipo (Miles de pesos) | Costo estimado (Miles de pesos) |
|---------------------------------------|-----------------|--|--|
| Construcción de plantas de compostaje | - | ---- | 210,000 |
| Rediseño de plantas de separación | 3 | 30,000 | 90,000 |

FUENTE: Gaceta Oficial del Distrito Federal. *Programa General de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. 1 de octubre de 2004

3. PROGRAMA PLANTA DE COMPOSTA EN LA DELEGACIÓN MIGUEL HIDALGO

Al inicio de la administración 2000-2003, el gobierno delegacional en Miguel Hidalgo a cargo del Ingeniero Arne aus den Ruthen Haag, publicó el “Plan de Gobierno 2000-2003, Escuchar y Resolver”,²² documento rector de las acciones que habrían de ejecutarse a lo largo del periodo de gobierno, en el cual se plasmaron los servicios que cotidianamente presta la Delegación y los programas adicionales que se concibieron para reorganizar la administración delegacional.

Como parte de estos últimos, se elaboró el Programa Planta de Composta (PPC), programa piloto que surge con los propósitos de mejorar el medio ambiente y de generar ahorros en el gasto público asignado a la demarcación. Con la puesta en marcha del programa se dio inicio a la única instalación de este tipo creada por alguna delegación política en el Distrito Federal, la cual inició sus operaciones formales en el mes de septiembre de 2001. Inicialmente el composteo se realizó con el producto de la poda de árboles, en noviembre del mismo año se incorporó al proceso el estiércol proveniente del Hipódromo de las Américas, y en el mes de febrero del siguiente año se incorporó la materia orgánica domiciliaria proveniente del Programa “Basura: Divídela y Vencerás”.

La Delegación Miguel Hidalgo representa el 3.1% del territorio del Distrito Federal, colinda al norte con el Municipio de Naucalpan y la Delegación Azcapotzalco; al este con las Delegaciones Azcapotzalco, Cuauhtémoc y Benito Juárez; al sur con las Delegaciones Benito Juárez, Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos y al oeste con la Delegación Cuajimalpa de Morelos y el Municipio de Huixquilucan. De acuerdo con datos del último censo publicado por el INEGI, cuenta con una población total de 352,640 habitantes (4.3% del total de la población en el D.F.) y se estima que la población flotante redonda en las 700,000 personas.

²² En el Plan de Gobierno se elaboraron 74 Programas, divididos en tres secciones dentro de los que destacan los mencionados en el presente trabajo, por los resultados obtenidos a la fecha.

En lo que se refiere a recolección de residuos sólidos, cuenta con una estación de transferencia ubicada en la colonia Reforma Social y con 168 unidades que recolectan anualmente alrededor de 295 mil toneladas de residuos.²³

3.1 Objetivo y descripción general del Programa

El objetivo del PPC planteado por la administración delegacional (2000-2003) fue el de transformar los desechos orgánicos generados en la demarcación en composta, reduciendo, de esta forma, el volumen de basura, además de obtener de este proceso el 90% del abono que utiliza la Delegación, para así desplazar casi por completo el uso de fertilizantes químicos.

La planta productora de composta se localiza en la Av. 5 de Mayo s/n, entre la calle Tezozomoc y la Av. Aquiles Serdán, en la Colonia San Lorenzo Tlaltenango. Ubicada en una extensión de 1.6 hectáreas, dentro del Parque Ecológico 18 de marzo. Dentro de los 5,000 metros cuadrados ocupados en la actualidad por la planta se lleva a cabo la técnica aeróbica de composteo, ya que hay ciertos beneficios como la no-producción de malos olores y el proceso rápido de degradación de material orgánico.

El método consiste en apilar el material orgánico en diez fosas tipo “trincheras”, también conocidas como “digestores” que se construyeron para tener una fermentación controlada y dirigida, pues permiten una correcta ventilación del material, el cual es realizado a través de inyección de aire a presión, evitando así la remoción constante, además de que no permite que las altas temperaturas que se producen en el proceso, afecten la creación de la composta.

Se dice que la fermentación es controlada ya que es posible monitorear la evolución de la temperatura, de la humedad y de la ventilación; además es dirigida puesto que, en función de los resultados de los controles, se pueden cambiar los factores de humedad, aire y temperatura. Adicionalmente, se realiza de manera regular debido al funcionamiento cíclico desde el punto de vista biológico; finalmente, es considerado como un proceso natural, en la medida en que no se recurre a ninguna fuente exterior de calor que no sea el sol.

²³ Dato publicado en la Cuenta Publica 2003, Delegación Miguel Hidalgo.

Como se mencionó en los capítulos anteriores, la composta es un producto natural que se obtiene mediante procesos fermentativos producidos por microorganismos aerobios, que transforman a la materia orgánica y minerales que contiene, en un material parecido al suelo del bosque –humus-, y que sirve como mejorador de suelos con el que se pretende dar mantenimiento a los 2.2 millones de metros cuadrados de áreas verdes de la demarcación, iniciando por los 704,982 metros cuadrados de parques, jardines y camellones existentes.

3.1.1 Proceso del “Programa Planta de Composta”

Para que la operación de la **Planta de Composta** sea más eficiente, trabaja con pasos previos en los que además del personal de la delegación, la ciudadanía también se ve involucrada, dos procesos que son realizados fuera de sus instalaciones:

1. Los habitantes participantes en el Programa *¡Basura: Divídela y Vencerás!*, separan los residuos sólidos que generan en sus hogares.
2. Los desperdicios orgánicos separados por los vecinos de la Delegación junto con el material de poda y jardinería que es recolectado y triturado por la cuadrilla de limpia son enviados a la Planta de Composta.

Los procesos realizados en la Planta de Composta son los siguientes:

3. Los trabajadores de la planta efectúan una revisión final de desperdicios orgánicos para sacar toda la basura (desechos inorgánicos) que pudo haber quedado.
4. Una vez cumplido lo anterior, se realiza la mezcla controlada de los desechos orgánicos (50%), el material de poda y jardinería (10%) –que sirve como texturizante y permite una mejor oxigenación en el proceso-; estiércol de caballo (40%) -donado por el Hipódromo de las Américas-, para adicionar al producto nitrógeno, fósforo y potasio; urea (0.4%), que también proporciona nitrógeno; cal (0.3 %), y un acelerador biológico (catalizador) que sirve para disminuir los tiempos en el compostaje y en consecuencia la superficie de tratamiento.
5. El producto obtenido se cierne para separar los objetos de gran tamaño y retirar nuevamente posibles productos inorgánicos que se hayan filtrado, posteriormente se tritura y deposita en trincheras vacías para conservar una humedad del 40%; se deja

transcurrir un lapso de 45 a 60 días, periodo en el que existe la mayor actividad microbiana, en la cual se producen las más altas temperaturas -el rango óptimo de descomposición se encuentra entre 45° y 70°-. En esta fase hay una especie de estabilización en la mayor temperatura, lo que hace que se eliminen bacterias patógenas sin matar a las bacterias que ayudan a la descomposición. Se inyecta aire a presión para evitar la rotación periódica y para que los elementos se fermenten.

6. Una vez fermentado, se retira de las trincheras y se deposita de 30 a 60 días en una extensión de 3,000 m² para su maduración, fase de enfriamiento donde se alcanza su temperatura mínima, se estabiliza esta temperatura y adquiere humedad.
7. Cuando el proceso de transformación concluye, la composta se cierne y empaca o apila para entregas a granel y utilizarse como abono en las áreas verdes de la Delegación.

3.1.2 Beneficios del “Programa Planta de Composta”

La puesta en operación de la Planta de Composta ha permitido atenuar algunas *externalidades negativas* resultantes de la generación de los RSM, ya que de la parte correspondiente de desechos orgánicos se obtienen beneficios; sin embargo, los costos creados a la fecha por el tratamiento de éstos desechos han sido absorbidos por el Estado, en este caso por la Delegación Miguel Hidalgo. A continuación se enlistan los principales beneficios:

- Al transformar los desechos orgánicos generados en la demarcación, se reduce el volumen de basura que se transporta a los sitios de disposición final.
- Por tanto, ayuda a disminuir las áreas destinadas a rellenos sanitarios.
- Al mezclar los desechos orgánicos con estiércol de caballo, se enriquece la mezcla y se obtiene no solo un mejorador de suelos, sino un abono de buena calidad, a menor costo que los de origen químico.
- Evita utilizar fertilizantes químicos en forma desmedida, lo que se traduce en una menor asignación de presupuesto para abonar los parques y jardines de la Delegación.
- Embellece el paisaje urbano con más y mejores áreas verdes.

El medio ambiente recibe otras bondades directas al utilizar la basura orgánica transformada en composta (ver cuadro 11):

- Al disminuir las áreas destinadas a rellenos sanitarios, también se reduce la generación de gases que se emiten al ambiente, ligados al fenómeno global conocido como “efecto invernadero”.
- En verano el suelo se mantiene con más humedad.
- En invierno el suelo se mantiene más caliente.
- Adiciona humus y nutrientes a la tierra, mejorando la estructura del suelo.
- Favorece el incremento de lombrices, las cuales ayudan a la degradación de la materia orgánica y a la aireación del suelo.
- Previene la erosión.
- Ayuda a eliminar microorganismos patógenos.
- Reduce los materiales pesados en el ambiente.

**Cuadro 11.
Comparativo de áreas verdes con o sin composta**

| Concepto | Sin composta /pasto amarillo | Con composta /pasto verde |
|--|---|---|
| Oxígeno generado en una hectárea de pastizal durante 12 hrs. | No hay producción de oxígeno | 565 litros de oxígeno |
| Retención de agua en m ² a una profundidad de 20 cm, con un suelo arenoso | 20% de su peso, esto es, aproximadamente, 40 litros de agua. | 90% de su peso; esto es, aproximadamente, 75 litros de agua. |
| Influencia en el estado de ánimo del observador. | Sentimientos de irritación y aridez. | Sentimientos de tranquilidad y bienestar. |
| Consecuencias para la salud. | Al generarse más polvo, pueden presentarse alergias como irritación de los ojos e inflamación de las fosas nasales. | No hay formación de polvo, por lo que difícilmente se presentan alergias. |

FUENTE: www.miguelhidalgo.gob.mx/a_gobierno.

3.2 Recolección de residuos sólidos diferenciados

Como se sabe, en el Distrito Federal, los residuos sólidos municipales mezclados son recolectados por el sistema actual de “recolección mixta” donde tanto los residuos orgánicos como inorgánicos se recolectan sin distinción alguna y van a parar a un mismo sitio de disposición final. La recolección de estos residuos municipales es responsabilidad de cada delegación, aunado a que existen muchos lugares y ocasiones en los que la frecuencia de recolección no es regular o periódica.

Sin embargo, los desechos orgánicos utilizados en el PPC para la elaboración del abono provienen de la importante labor realizada a través del Programa *¡Basura: Divídela y Vencerás!*, así como del material orgánico generado en las labores de poda y jardinería de las cuadrillas del área de Servicios Urbanos.

La separación de los residuos orgánicos a través del Programa *¡Basura: Divídela y Vencerás!* se logra por medio de la realización de una campaña informativa y de capacitación previa, que da por resultado el que los habitantes participantes separen estos residuos del resto que generan en sus hogares. La basura orgánica es recolectada 3 veces por semana por los camiones de limpia que únicamente reciben este tipo de residuos para evitar revolverla nuevamente con el resto.

A finales del año 2003, se adquieren seis camiones recolectores los cuales fueron diseñados con divisiones para poder realizar su labor de recolección diferenciada diaria sin que exista el problema de que la basura se vuelva a mezclar, sin embargo, estos camiones únicamente tienen la capacidad para atender a dos colonias -Anzures y San Miguel Chapultepec-.

La separación de residuos sólidos comenzó a operar en el segundo semestre del 2001 en la colonia San Miguel Chapultepec 1ª y 2ª sección. Posteriormente se anexaron tres colonias más: Escandón 1ª y 2ª sección, Irrigación y Anzures, por lo que se hace necesaria una considerable inversión para poder duplicar la adquisición de los camiones con divisiones para cubrir al menos el total de estas colonias.

El éxito en el funcionamiento de ambos programas ha permitido su crecimiento y a partir del 2004, comenzó a operar en tres unidades habitacionales (Lomas de Sotelo, Loma Hermosa y

Tata Lázaro) además de sumarse la Secretaría de la Defensa Nacional y seis mercados de la demarcación (América, Anáhuac, Argentina, Garda, Plutarco Elías Calles y Tacuba), recolectando un promedio mensual de 360 toneladas de residuos orgánicos, con una población participante de 45,644 habitantes, lo que representa el 1.5% del total recolectado y el 12% del total de la población a nivel delegacional.

3.3 Análisis económico

Hasta ahora, el manejo de los RSM en el Distrito Federal ha estado a cargo del gobierno quien interviene de esta forma en los “*fallos del mercado*”, tema tratado en el Capítulo 1. Para cubrir estos fallos el gobierno tiene que destinar una fracción representativa de su presupuesto al tema:

“El manejo de los residuos sólidos ocupa una parte importante de nuestros impuestos. Su recolección y disposición final representa elevados costos para los gobiernos que administran nuestras aportaciones. El Gobierno del Distrito Federal y las delegaciones gastan 1,500 millones de pesos al año en la atención de estos servicios”²⁴.

Entre los años 2003 y 2004, la Delegación Miguel Hidalgo destinó a la Dirección de Limpia cerca de 9 millones de pesos por año, de los cuales se destinaron alrededor de 1.5 millones al PPC.

Sin embargo, el aprovechamiento de desechos y la producción de recursos reutilizables que propicia el PPC, además de obtener los beneficios mencionados en el apartado 3.1.2, permite realizar un considerable ahorro en el gasto público asignado a la jefatura delegacional. Tan solo derivado de la entrega de los desechos orgánicos a la Planta de Composta, para agosto de 2004 se dejaron de hacer un total de 500 viajes al Bordo Poniente. Si se toma en cuenta que ese trayecto es de 40 kilómetros en promedio y se consumen aproximadamente 30 litros por viaje, el Gobierno evitó utilizar unos 15 mil litros de combustible (diesel) además del desgaste consecuente de la utilización de los vehículos. Por otro lado, con la composta obtenida y sin

²⁴ <http://www.df.gob.mx/ciudad/residuos/residuos01.html>

hacer uso de fertilizantes químicos, se han mejorado cerca 917,200 metros cuadrados de áreas verdes de la demarcación.

A continuación se presenta el análisis dividido en dos apartados: uno dedicado al diseño de la Planta de Composta, en el que se plasma su infraestructura, instalaciones, capacidad instalada y características básicas existentes para la producción de composta, mientras que el otro se dedica a la estimación de costos, proporcionando el monto de capital asignado, reflejado en bienes de capital e insumos necesarios utilizados para el mismo fin.

3.3.1 Diseño de la planta de composta y estimación de costos

Delineamiento

La capacidad de tratamiento de la planta es de 25 ton/día, pretendiendo alcanzarla en el 2005, de acuerdo con los siguientes factores:

- 7,825 ton/año de residuos orgánicos. –En la actualidad se está aumentando 1 m de altura a cada trinchera (10) con lo que se pretende incrementar la capacidad de tratamiento en un 50%-;
- 21 personas laborando en 2 turnos de 8 horas; y
- 313 días/año como días laborales para la planta.

Los procesos básicos de la planta de composta se dividen principalmente en tres pasos: fermentación, maduración, y separación. Mientras que los tiempos en el proceso son de 45 días para la fermentación y de 30 a 60 días para la maduración, dependiendo de las condiciones climáticas.

Las instalaciones auxiliares de la planta son las siguientes:

- lugar para recepción de los residuos,
- lugar para almacenamiento,
- galerón utilizado como bodega y taller de mantenimiento, y
- oficina administrativa.

Cabe hacer la aclaración que la planta carece de báscula, por lo que las cifras que presenta la delegación son calculadas en base a los volúmenes manejados (m^3 –de composta- x 0.64 –peso específico- = Ton. de composta).

Parámetro de Diseño Principales

El siguiente cuadro resume las características principales y la capacidad instalada en las distintas secciones donde se realizan los procesos básicos del tratamiento en la Planta de Composta:

Cuadro 12.
Parámetros de Diseño

| Sección de fermentación | | |
|------------------------------------|-----------------------------|--|
| Materia prima (residuos orgánicos) | Cantidad | |
| | Cont. a ser compostado | 16.6 % peso - 26.6 % peso |
| | Contenido de humedad | 40 % peso - 60 % peso |
| | Peso volumétrico | 280 kg/m ³ |
| Operación | | 313 días/año 16 horas/día |
| Capac. de Tratamiento | Total | 25.0 ton/día |
| | Año 2002 | 3.3 ton/día |
| | Año 2003 | 13.7 ton/día |
| | Año 2004 | 18 ton/día |
| Pila | Ancho (Parte inferior) | Trapezoide 4.0 m |
| | Ancho (Parte superior) | 3.0 m |
| | Altura | 2.0 m |
| | Área de Sección transversal | 6.0 m ² |
| Período de fermentación | | 45 días |
| Frecuencia de aireación | | dependiendo condiciones climáticas y temperatura de pila |
| Temperatura de pila | | 55°C |
| Sección de maduración | | |
| Operación | | 313 días/año 16 horas/día |
| Capac. de Tratamiento | Total | 36 ton/día |
| | Año 2002 | 4 ton/día |
| | Año 2003 | 14 ton/día |
| | Año 2004 | 18 ton/día |
| | Contenido de humedad | 45% |
| | Peso volumétrico | 600kg/m ³ |
| Periodo de maduración | | 60 días |
| Separación | | |
| Operación | | 313 días/año 16 horas/día |

FUENTE: Elaboración propia con información proporcionada por personal de la Planta de Composta.

Estimación de costos

Para la estimación de costos se tomaron como base parámetros utilizados en el estudio que realizó JICA para el Distrito Federal, con datos proporcionados por la Jefatura de Unidad Departamental de Limpia, quien es la encargada directa del funcionamiento de la Planta de Composta en Miguel Hidalgo, datos que quedan reflejados en el siguiente cuadro:

**Cuadro 13.
Estimación del Costo de la Planta de Composta**

| Concepto | Detalles | Unidad | Costo unitario \$ | Cantidad | Costo \$ |
|-----------------------------|--|--------|-------------------|----------|---------------------|
| MEJORAS AL SITIO | | | | | |
| Mejoras en general | Excavación, construcción de 10 pilas, cisterna y torteado de mortero | | | | 2,000,000.00 |
| Total de mejoras al sitio* | | | | | 2,000,000.00 |
| EQUIPO | | | | | |
| Báscula | No cuenta por falta de presupuesto | | | | |
| Cargador frontal (Bobcat) | Máquina con cucharón de 400lt. | Unidad | 300000 | 2 | 600,000.00 |
| Molino de martillos | Cap. de 4 ton/hora, 15 hp | Unidad | 60000 | 1 | 60,000.00 |
| Biotriturador de martillos | Cap. de 7 m ³ /hora, Diesel, 28 hp | Unidad | 280000 | 1 | 280,000.00 |
| Compresor | Cap. 500 lt, 5hp, 160 lb presión | Unidad | 4000 | 2 | 8,000.00 |
| Tanque con bomba centrífuga | 10 mil lt., 1/5 hp | Unidad | 12000 | 1 | 12,000.00 |
| Camión de volteo | 7 m ³ , 10 ton | Unidad | 330660 | 3 | 991,980.00 |
| Camión cisterna | 7 m ³ , 7,000 lt | Unidad | 280000 | 1 | 280,000.00 |
| Cargador compacto | Retroexcavadora, cucharon de 2.36m/0.84m ³ | Unidad | 1229000 | 1 | 1,229,000.00 |
| Total de equipo | | | | | 3,460,980.00 |
| Subtotal | | | | | 5,460,980.00 |
| Varios | 10% | | | | 546,098.00 |
| Costos directos | | | | | 1,500,000.00 |
| Gastos generales | 30% | | | | 450,000.00 |
| Costo de const. total | | | | | 6,457,078.00 |
| Contingencias físicas | 10% | | | | 645,707.80 |
| IVA | 15% | | | | 968,561.70 |
| Costo total | | | | | 8,071,347.50 |

* El costo de estos trabajos fueron absorbidos por la empresa Demet.

FUENTE: Elaboración propia con información proporcionada por personal de la Planta de Composta.

Logros

Éstos son algunos de los resultados:

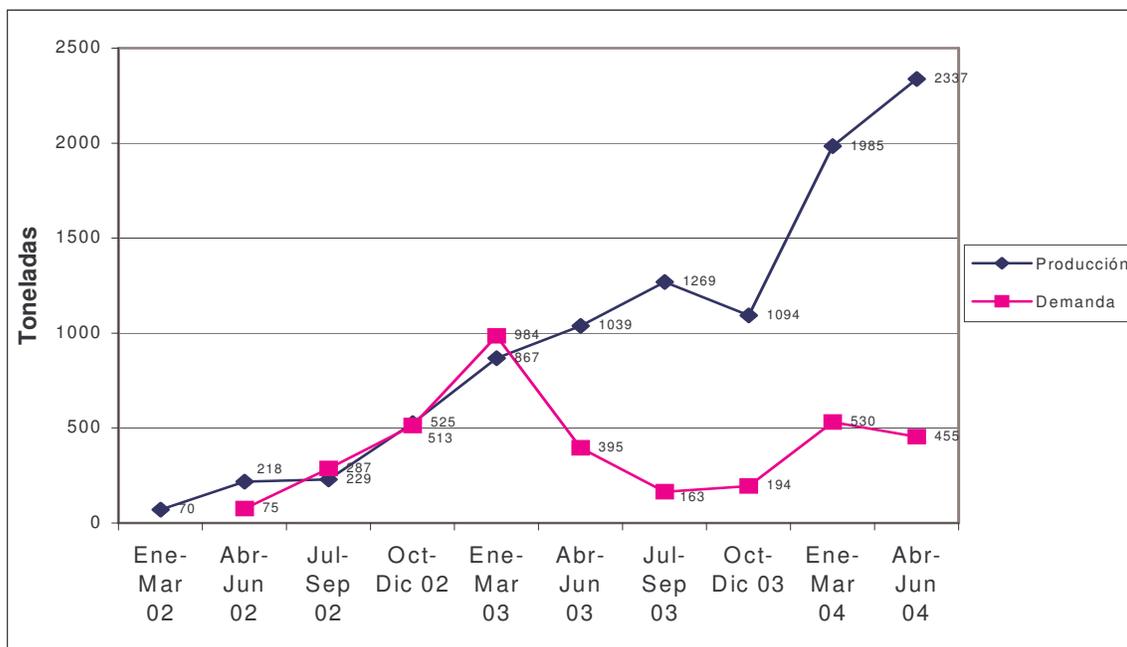
2002

- 1,042 toneladas de producción de composta.
- 2,105.6 toneladas de demanda de abono para áreas verdes.

2003

- 4,269 toneladas de producción de composta.
- 1,631 toneladas de demanda de abono para áreas verdes.

Gráfico 5.
Producción y Demanda de Composta
Enero 2002- Junio 2004



FUENTE: Elaboración propia con información proporcionada por personal de la Planta de Composta.

Como podemos observar en el gráfico 5 la producción rebasa por mucho a la demanda, la cual creció en un periodo al ritmo de la producción debido a que en esas fechas se construyeron banquetas con arriates los cuales fueron suministrados en un 50% de su capacidad por composta, una vez terminados estos trabajos, la demanda bajó lo que permitió a partir del mes de julio del 2003 suministrar de este bien a la SEDENA (Campo Militar No.1 y Marte) con quien se realiza la entrega trimestralmente. A las Delegaciones Cuajimalpa, Azcapotzalco y al Municipio de Tlalnepantla también se les entrega pero en forma esporádica, sin embargo a la

fecha este excedente no ha podido ser colocado ni comercializado y se ha ido acumulando en la Planta.

Por otro lado, el uso de fertilizantes químicos no ha sido sustituido como se había planteado en un inicio para el PPC, este sigue siendo necesario para la producción de plantas en los viveros, porque las proporciones de nitrógeno y/o fosfatos que se obtienen de este tipo de fertilizantes son mucho más altos en concentración que los que contiene la composta, la cual ha sido estudiada y aprobada para ser utilizada como abono por el laboratorio de agronomía de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Sin embargo, gracias a esos resultados, con la composta se han abonado y recuperado 917,200 metros cuadrados de áreas verdes y suelos de la Delegación, lo que representa 40% del total de estas superficies, según datos obtenidos de la Subdirección de Parques y Jardines delegacional, acción que no se realizaba con anterioridad por carecer del insumo y del presupuesto para asignarlo a la compra de abono para estas labores. Cabe destacar que se ha efectuado con el mismo personal con que contaban anteriormente la Subdirección por lo que no ha sido posible cubrir el 100% de la superficie delegacional abonable.

Beneficios económicos en la utilización del producto

Costos de fertilización de las áreas verdes:

Abono químico: \$7.90 por m²

Abono orgánico (composta): \$2.40 por m²

Costos por tipo de abono:

Abono químico (urea): \$6.50 Kg

Abono orgánico (composta): \$0.80 Kg

FUENTE: www.miguelhidalgo.gob.mx/a_gobierno.

Esta estrategia integral de tratamiento de los RSM tiene beneficios adicionales, entre los que cabe resaltar el manejo sustentable de los residuos orgánicos, la transformación de éstos en un producto útil (composta) ó en recuperar energía. Adicionalmente, el separar la fracción húmeda de los residuos sólidos, incrementa el valor de otros residuos y reduce la cantidad de gas o lixiviado generado en los rellenos sanitarios (datos obtenidos de la SEDESOL apuntan

que la generación de gas metano para 1992 era de 911.5 ton/año y para el 2004 aumento a 17,265.3 ton/año), con lo que se estaría contribuyendo a lograr los propósitos establecidos en el Protocolo de Kyoto, tratado internacional cuyo objetivo principal es lograr que entre 2008-2012 los países desarrollados disminuyan sus emisiones de gases de efecto invernadero a un 5 por ciento menos del nivel de emisiones de 1990.

Este instrumento fue ratificado el 16 de febrero de 2005 por 141 países, entre ellos los 15 integrantes de la Comunidad Económica Europea. El hecho de que nuestro país se encuentre entre los miembros suscriptores de éste (México lo ratificó 21 de septiembre de 2000) y algunos otros instrumentos ambientales lo obliga, por un lado a crear y mantener programas ambientales, y por otro, tiene acceso a aportes financieros que le permiten ser beneficiado con apoyos de varias instituciones internacionales para la aplicación de dichos proyectos.

Este último punto fortalece la tesis de uno de los principios rectores del Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal:

“Principio de desarrollo sustentable

Establece que el objetivo fundamental de cualquier estrategia de manejo de residuos sólidos debe ser a través de un proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social, que tienda a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de conservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.”²⁵

²⁵ Gaceta Oficial del Distrito Federal, *Programa General de Gestión Integral de Residuos Sólidos*, 1º de octubre de 2004, 11 pp.

CONCLUSIONES

El almacenamiento y la descarga de residuos mezclados son prácticas que predominan en los sistemas actuales de recolección y confinamiento de los RSM en México. Sin embargo, en la Ciudad de México se pretende promocionar a través de la nueva Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, “actividades de reciclaje” y de “reducción de la cantidad final de residuos” como elementos clave para la conservación de recursos, para lo que se vuelve indispensable la “separación en fuente” de los residuos.

La “separación en fuente” requiere de dedicación y concientización de la ciudadanía mediante campañas masivas de difusión, para lo cual se requiere contemplar una parte significativa del presupuesto del gobierno para dicha labor; además de una observación estricta de los métodos de descarga; cambios en los contenedores de descarga /almacenamiento; etc. En consecuencia, se necesita tiempo para popularizar las prácticas de “separación en fuente” hasta que se vuelvan una práctica común, situación que a la fecha no ha sucedido en el Distrito Federal, pero que en las colonias participantes del Programa “Basura: divídela y vencerás” de la Delegación Miguel Hidalgo ha funcionado aceptablemente.

Reciclar los residuos orgánicos debería ser prioritario para el país porque permitiría la obtención de composta o abono orgánico cuya adecuada utilización, ya sea urbana (parques), agrícola (cultivos más ecológicos) o forestal (recuperación de espacios), permitiría ir devolviendo al suelo la materia orgánica que tanto necesita. El modo más simple para introducir el tratamiento biológico a un sistema de manejo integral de residuos sólidos orgánicos sería promover la elaboración de composta en los domicilios. Esto reduciría costos de recolección y mantendría el material orgánico completamente separado de los otros residuos, lo que mejoraría de manera significativa su manejo.

Debido a que el compostaje casero no es una opción viable al menos para las grandes ciudades, la recolección de los residuos orgánicos por separado para ser llevados y tratados en plantas, ya sea de compostaje o para su digestión anaerobia podría ser la solución. Compostar masivamente estos residuos exigiría hacerlo desde una perspectiva que contemple no sólo objetivos puramente ecológicos (freno a la erosión del suelo), sino también otros de contenido económico y social: recuperación de espacios en bosques y desarrollo de una agricultura más

ecológica y sostenible que pueda ir prescindiendo de los enormes costes ambientales y económicos de los fertilizantes químicos, sustituyendo parcialmente a estos por la composta, cuya producción debería al menos ser apoyada, -legal, técnica y económicamente- de la misma forma que lo es la de los fertilizantes químicos.

Antes de introducir el compostaje aerobio dentro de un sistema de manejo integral de residuos sólidos, se debería contar con estudios de factibilidad, incluidos el de mercadeo y comercialización, es decir, garantizar la disponibilidad subsecuente de mercados para la colocación del producto, por ejemplo, contratos o convenios con municipalidades para usar la composta en áreas públicas (situación que no fue contemplada en el PPC de la Delegación Miguel Hidalgo). Además, el éxito del compostaje dentro de un sistema de manejo integral de residuos sólidos se determina en gran medida por la calidad de la composta producida. Generalmente compostas de alta calidad, hechas a partir de fracciones seleccionadas de los residuos tienen asegurado un lugar en el mercado. En ciertas circunstancias, derivadas de un buen precio de la composta debido a su alta calidad, se generarían opciones que le dan valor agregado como pudiera ser el “encapsulado” para mercados específicos, como por ejemplo, la horticultura. Para que sucediera esto debería existir alguna empresa o institución en México que certificara periódicamente la calidad de la composta. Sin embargo, la composta de baja calidad hecha a partir de residuos mezclados tiene aplicaciones muy limitadas. Puede usarse como material de cobertura de rellenos sanitarios para cubrir los costos del esquema de manejo de residuos. Para esta última aplicación, contaminantes visibles como pedazos de vidrio, metal o plástico no son un problema.

Para el caso que nos ocupa directamente, pese a los resultados favorables obtenidos en cuanto a producción de composta, por consiguiente la disminución en la cantidad de residuos que se envían a los rellenos sanitarios y los beneficios ecológicos que esto conlleva, mientras el PPC de la Delegación Miguel Hidalgo no esté en posibilidades de contar con auto-generados, es decir, poder vender el producto para hacerse de recursos económicos para cubrir al menos su funcionamiento, aún sin tomar en cuenta las consideraciones del párrafo anterior, este proyecto no podrá ser considerado como auto-sostenible financieramente, además de que el almacenamiento del abono generado que no es utilizado puede tornarse en un problema (ver gráfico 5).

Para el mes de junio del 2004 la Planta cuenta con un stock de 1,882 toneladas y si tomamos como base el precio de \$0.80 el Kg., equivale a tener \$1'505,600.00 sin poder ser utilizados. La venta de este producto a terceros podría empezar a gestionarse si existiera el reconocimiento oficial de la operación de la Planta por parte del GDF.

PROPUESTAS

Se propone la puesta en marcha de este tipo de plantas de composta, sobre todo en delegaciones donde aún se practica la agricultura o existen grandes extensiones de áreas verdes, lo que facilitaría en gran medida la colocación del producto. Por otro lado, a nivel general un método alternativo que también debería ser considerado a la par, sería la identificación y explotación de mercados para el biogás generado en instalaciones para digestión anaerobia, aunque la venta de la materia digerida podría tener los mismos problemas que la composta.

La utilización de energía proveniente de los rellenos sanitarios no es una novedad en América Latina: Chile, desde el año de 1982, comenzó a explotar el biogás. Hasta ahora ningún municipio del país ha intentado aprovechar el biogás como fuente de energía y no es sino hasta el mes de abril de 2003 que el Área Metropolitana de la ciudad de Monterrey, Nuevo León, pone en operación una planta de este tipo, la cual produce en la actualidad “7.4 Megawatts / hora -equivalente a dar luz a 12 mil viviendas (1 vivienda = 10 focos de 60 w)-, energía utilizada para el bombeo de agua y alumbrado público”²⁶.

En el Distrito Federal, se está estudiando la posibilidad de incorporar este sistema en su proceso de disposición final. Se realizaron pruebas piloto en el antiguo tiradero de Santa Cruz Meyehualco, una vez que fue clausurado, con el biogás y combustibles auxiliares se generó energía para la iluminación de una parte del parque ahora denominado Cuitlahuac.

Dentro de las condiciones ambientales que prevalecen en el país, es importante dimensionar la participación de las plantas de reciclado de residuos como un mecanismo para el ahorro de recursos naturales, renovables y no renovables, fuente de creación de empleos dignos, aumento de la vida útil de los sitios de disposición final, disminución de los costos de

operación de los Sistemas de Aseo Urbano y los de fabricación de nuevos productos, la disminución de consumo de energía cuyos efectos se concentran en una aportación a la reducción de los volúmenes de contaminantes. Las plantas de composta en la historia de nuestro país, han tenido que ser subsidiadas en los gastos de inversión y en los costos de operación, sin embargo se debe reconocer el sentido social y ambiental de las mismas.

²⁶ Datos proporcionados por la Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas de la SEDESOL

BIBLIOGRAFÍA

- ☑ Acurio Guido y Rossin A. *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. BID y OPS, 1997.
- ☑ Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). *Estudio sobre el manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México*, 1999.
- ☑ Álvarez Lona, Ana L. y López R. *El servicio de limpia en la Ciudad de México*. GDF, 1999.
- ☑ Cadena, Agustín. *De la imagen a la letra. Métodos y prácticas de lectura y de investigación documental*. Ediciones Grahma, 2000.
- ☑ Cortinas de Nava, Cristina. *Hacia un México sin basura: Bases e Implicaciones de las legislaciones sobre residuos*. PVEM, 2001.
- ☑ Delegación Miguel Hidalgo. *Plan de Gobierno 2000-2003. Escuchar y resolver*. México, Delegación Miguel Hidalgo, 2001.
- ☑ Gaceta Oficial del Distrito Federal. *Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal*, 22 de abril de 2003.
- ☑ Gaceta Oficial del Distrito Federal. *Acuerdo por el que se aprueba y expide el Programa General de Gestión Integral de Residuos Sólidos*, 1 de octubre de 2004.
- ☑ Instituto de Promoción de la Economía Social (Compliator). *Gestión integral de residuos sólidos: un modelo para armar. Sistematización de 5 experiencias en América Latina y el Caribe*. IPES.- Quito, 2003.
- ☑ Perrotini, Ignacio y Martin Ricker, *Algunas reflexiones sobre la economía ambiental: Introducción al número especial*. Investigación Económica, vol. LIX: 227, enero-marzo, México, 1999.
- ☑ Sancho y Cervera J. y Rosiles G. *Situación actual del manejo integral de los residuos sólidos en México*. SEDESOL, 1999.

- ☑ Sancho y Cervera J. y Rosiles G. *El manejo de los residuos sólidos urbanos*. SEDESOL, 2004.
- ☑ Scout, H. M. *Curso elemental de economía*. México, Edit. Fondo de Cultura Económica, 1941.
- ☑ Secretaría de Salud. *Programa de Acción: Protección Contra Riesgos Sanitarios. Sistema Federal de Protección Sanitaria*. Secretaría de Salud, 2003.
- ☑ SEDESOL. *Los instrumentos económicos aplicados al medio ambiente* (Serie Monografías 2). SEDESOL, 1992.
- ☑ SEDESOL. *Manual Técnico-Administrativo para el Servicio de Limpia Municipal*. SEDESOL, 1998.
- ☑ SEMARNAT. *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. INE-SEMARNAT, 1999. (c2001).
- ☑ Smith, Adam. *La Riqueza de las Naciones, 7ª edición*. México. Edit. Publicaciones Cruz O., S.A., 1994. (c1977).
- ☑ Stiglitz, Joseph E. *La economía del sector público, 3ª edición*. España, Editor Antoni Bosch, 2000. (c1986)

Sitios en Internet:

- ☑ www.ccm.itesm.mx/dpf/campusecologico
- ☑ www.cddhcu.gob.mx/leyinfo/pdf/1.pdf
- ☑ www.comsoc.df.gob.mx/documentos/pdf4toinfo04/dessustentable.pdf
- ☑ www.ine.gob.mx
- ☑ www.ine.gob.mx/lgeepa
- ☑ www.infomorelos.com/ecología
- ☑ www.miguelhidalgo.gob.mx/d_programas
- ☑ www.obras.df.gob.mx/Imagen%20Urbana

- ☑ www.pnuma.org/GEOLAC
- ☑ www.pvem.org.mx
- ☑ www.sustenta.org.mx
- ☑ www.visitasguiadas.df.gob.mx/visitas/basura.html