



# **Recomendaciones para un Tratamiento Ambientalmente Saludable de los Residuos Orgánicos**

Junio 2005  
Campaña Contra la Contaminación  
Greenpeace Argentina  
[www.greenpeace.org.ar/basuracero](http://www.greenpeace.org.ar/basuracero)  
E-mail: [greenpeace.argentina@ar.greenpeace.org](mailto:greenpeace.argentina@ar.greenpeace.org)  
Teléfono: (011) 4551-8811

# 1 Introducción

La correcta disposición de los residuos orgánicos es un factor clave para lograr la meta propuesta por el proyecto de ley de “Basura Cero” del Dip. J. M. Velasco actualmente en discusión en la legislatura porteña, ya que los residuos orgánicos conforman una parte mayoritaria de los residuos domiciliarios.

Lo más importante al tratar el tema de los residuos sólidos urbanos en general es que debe cambiarse la óptica con que se los mira, y en lugar de verlos como un problema, deben considerarse como una fuente de recursos aprovechables. El no utilizar estos recursos y enterrarlos en rellenos sanitarios trae aparejado un desperdicio de materias primas, agua y energía empleadas en fabricar bienes y alimentos así como una mayor contaminación asociada a la creciente extracción de materias primas.

Con respecto a los residuos orgánicos, según la CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado) el 50,8% de los residuos sólidos urbanos que ese ente recibe son orgánicos. Dentro de esta fracción, “orgánica”, se incluyen tanto restos de poda como restos de comida, verduras y frutas. El papel y el cartón, si bien podrían ser compostados, su reciclaje en general resulta más conveniente.

Teniendo en cuenta el considerable aporte de la fracción orgánica a los residuos dispuestos en los rellenos sanitarios, resulta evidente la importancia de desviar esta fracción mediante métodos más sustentables que conviertan los restos orgánicos en un producto beneficioso como ser abono orgánico y/o biogás.

Existe otra razón de importancia para desviar los residuos orgánicos de los rellenos sanitarios, y es que la separación y el tratamiento diferenciado de esta fracción disminuirá el nivel de contaminación provocado por los rellenos sanitarios (Murray, 2002). Esto se debe a que los residuos orgánicos al descomponerse, contribuyen a la formación de ácidos orgánicos que pueden disolver los metales pesados contenidos en los residuos y migrar hacia el suelo o el agua.

Por otro lado, son los residuos orgánicos los que, al descomponerse en ambientes anaeróbicos, producen metano. El metano, al liberarse a la atmósfera, genera un fuerte impacto en el problema del cambio climático, ya que este gas produce alrededor de 21 veces más daño que el dióxido de carbono en lo que al efecto invernadero se refiere.

Desde otro punto de vista, hay que considerar a la materia orgánica como fuente de nutrientes que fueron removidos del suelo, y que deberían volver allí para cerrar el círculo propio de una producción sustentable. Dentro de los métodos para lograrlo se encuentran el compostaje y la biodigestión. La diferencia entre estos dos métodos es que en el primero se obtiene un producto que puede ser utilizado como un abono orgánico, mientras que en el segundo se obtiene esta sustancia que puede ser utilizada para abonar y además un gas con una alta proporción de metano que puede utilizarse como fuente de energía ya que se produce de una manera controlada y aprovechable.

### ***1.1 Antecedentes internacionales de metas para evitar el enterramiento de residuos orgánicos en rellenos sanitarios***

Varios países comprometidos con la urgente necesidad de reducir la fracción orgánica que se envía a los rellenos sanitarios, se han planteado metas de reducción de esta porción. Sin embargo, estas metas resultan a veces demasiado conservadoras considerando la tecnología existente para el tratamiento de los residuos orgánicos.

Por ejemplo, la meta impuesta para los Miembros de la Comunidad Económica Europea (*European Landfill Directive*) exige una reducción del 25% en peso de la basura biodegradable dispuesta en rellenos sanitarios para el 2010, utilizando como base la cantidad generada en 1995, llegando a una reducción del 50% para el 2013, y un 65% para el 2020 (Council Directive, 1999).

Es importante destacar que la reducción de lo dispuesto en rellenos sanitarios no debe implicar un aumento de la incineración de los residuos. Ciudades y regiones en Canadá, Estados Unidos y Australia han logrado alcanzar reducciones de lo dispuesto en rellenos sanitarios sin la utilización de incineradores. Por ejemplo, la ciudad de Edmonton, en Canadá, alcanzó reducir un 70% de los residuos que se disponían en rellenos sanitarios sin necesidad de incinerarlos. En el Reino Unido, en la ciudad de Essex, se adoptó el objetivo de reducir el 60% de lo dispuesto en los rellenos para el 2007 mediante métodos de reciclaje y biodegradación, y ya está a punto de alcanzar el objetivo con un desvío del 57% (Greenpeace, 2001).

## **2 Desafíos para emprender el camino hacia un tratamiento ambientalmente saludable de los residuos orgánicos**

La principal objeción a un programa de tratamiento de los residuos orgánicos es que involucra esfuerzos logísticos, técnicos, culturales y económicos "**demasiado**" grandes. Si bien es cierto que resulta más fácil continuar disponiendo la basura en los rellenos, el eventual colapso de estos enterramientos, la creciente movilización de la gente en contra de los rellenos existentes administrados por la CEAMSE, la sucesiva manifestación de los vecinos para impedir la construcción de un nuevo centro de disposición final en sus localidades y el impacto ambiental y sanitario que producen ilustran la necesidad de modificar el rumbo actual de enterramiento masivo de la basura.

Greenpeace propone un cambio radical en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos, el cual requiere derribar barreras culturales y promover por ejemplo, la separación en origen, para poder ser implementado. Es indispensable, para lograr un compostaje efectivo, separar los residuos orgánicos en origen, ya que una vez mezclados los residuos, la separación de la fracción biodegradable del resto de los residuos resulta laboriosa y genera un compost contaminado con tóxicos y materiales no biodegradables (GAIA, 2004).

En cuanto a los aspectos técnicos, la tecnología ha sido ampliamente probada, y hay muchas experiencias que demuestran su éxito. Los aspectos logísticos y económicos son cuestiones que se deben afrontar con el fin de la sustentabilidad y el cuidado ambiental. Sin embargo, aunque los costos directos de un tratamiento ecológico de los residuos orgánicos pudieran resultar, en algunos sitios, superiores al enterramiento indiscriminado, en esa evaluación económica no se incluyen las externalidades provocadas por los impactos sobre el medio ambiente y la salud generados por los rellenos sanitarios.

La separación en origen se presenta como el principal desafío para lograr una correcta disposición de los residuos orgánicos ya que implica la participación de la comunidad en su conjunto para su éxito. La selección de nuevos esquemas de recolección de los residuos y la búsqueda de mercados donde colocar los productos no deben ser un impedimento al tratamiento de los residuos orgánicos, ya que en definitiva contemplan una cuestión económica que el municipio deberá afrontar.

Con respecto a la separación en origen, las numerosas experiencias exitosas en diversos lugares alrededor del mundo, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, así como los proyectos exitosos en municipios en Argentina, demuestran que estos puntos pueden ser salvados y no deben utilizarse como argumentos para trabar el proceso.

Los opositores a un plan de "Basura Cero" también objetan que los costos de compostaje o biodigestión de los residuos orgánicos son altos teniendo en cuenta que la pampa húmeda cuenta con suelos fértiles que no requieren de abonos como el producido a partir de los residuos. Sin embargo, no sólo existen usos posibles para los productos de la biodigestión o el compostaje, sino que además es inaceptable que se permita al relleno sanitario ser costoso económicamente y

provocar daño ambiental, y a las alternativas más saludables se les exija ser inversiones de alta rentabilidad.

### **3 Técnicas para el Tratamiento de los Residuos Orgánicos**

Básicamente hay dos métodos utilizados para el tratamiento de los residuos orgánicos: la digestión anaeróbica (también llamada biodigestión) y el compostaje aeróbico. El compostaje aeróbico produce un abono orgánico rico en nutrientes, mientras que la digestión anaeróbica produce biogás (se considera una fuente de energía renovable) además de un líquido residual que también puede utilizarse como abono. Los dos métodos pueden ser utilizados en el tratamiento de los residuos orgánicos, aunque el proceso de compostaje aeróbico resulta más económico y la tecnología requerida se encuentra más desarrollada que para el proceso de biodigestión.

#### **3.1 Compostaje**

El compostaje es un método utilizado desde hace muchos años para transformar desperdicios orgánicos en abono para las tierras. El método de compostaje imita el mecanismo de descomposición que ocurre espontáneamente en la naturaleza, pero acelerado (Groppelli y Giampaoli, 2001).

Al compostar, se cierra el ciclo de los residuos orgánicos ya que los nutrientes que fueron removidos del suelo por las plantas, vuelven al suelo para continuar el ciclo. El compostaje de restos orgánicos produce el **humus**<sup>1</sup>, que es un producto color marrón oscuro, inodoro que contiene nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro y otros elementos necesarios para la vida de las plantas. Debido a la materia orgánica que contiene, el compost posee la facultad de enmendar el suelo, ya que aumenta su capacidad de retención de agua, mejora su porosidad, aumenta la infiltración, permeabilidad y estructura del suelo. (Groppelli y Giampaoli, 2001).

El compost no solo puede usarse para el jardín, sino que también es esencial para restaurar paisajes destruidos por actividades de construcción o minería. El uso más común del compost hoy en día consiste en mezclarlo con tierra negra para formar la capa fértil del suelo utilizada para actividades de paisajismo. (Alameda County Home Composting, sin fecha de publicación)

---

<sup>1</sup> Capa superficial del suelo, constituida por la descomposición de materiales animales y vegetales (Real Academia Española, <http://buscon.rae.es/diccionario/drae.htm>)

### 3.1.1 Descripción del proceso de compostaje

El proceso de compostaje puede ser realizado tanto mediante microorganismos que se encargan de la degradación de los restos orgánicos, mediante el uso de lombrices, en un proceso llamado lombricultura, o una combinación de éstos.

Si bien existen varias técnicas diferentes de compostaje aeróbico, la mayor parte de las mismas cumple los mismos procesos o etapas (excluyendo el vermicompostaje). Al iniciarse el proceso, la temperatura se eleva debido a la oxidación de los materiales conteniendo carbono, incrementándose también la acidez. La temperatura se puede mantener alta mediante el volteo del material o con una ventilación adecuada. Una vez que los materiales más fácilmente degradables se consumieron, la temperatura desciende y comienza el proceso de maduración. El tiempo que llevará el compostaje está íntimamente relacionado con los parámetros del proceso, como son la temperatura, la relación carbono/nitrógeno, el pH, la humedad, el tiempo y la oxigenación (EPA, 1998 y Amigos de la Tierra, sin fecha de publicación).

La etapa de maduración es muy importante para lograr un compost listo para ser usado. Un compost inmaduro puede contener una relación carbono/nitrógeno inadecuada y ácidos orgánicos que pueden causar daños al ser usado en ciertas aplicaciones de horticultura. (Environmental Agency, 2001 y Amigos de la Tierra, sin fecha de publicación). El compost en condiciones de ser utilizado debe ser un material oscuro, suelto, que se desmenuza fácilmente asemejándose a un suelo negro, rico en nutrientes. Si el compost sigue caliente, huele a amoníaco, o mucho del material original todavía es visible, entonces el compost no esta listo para ser usado. (Alameda County Home Composting, sin fecha de publicación y Amigos de la tierra, sin fecha de publicación).

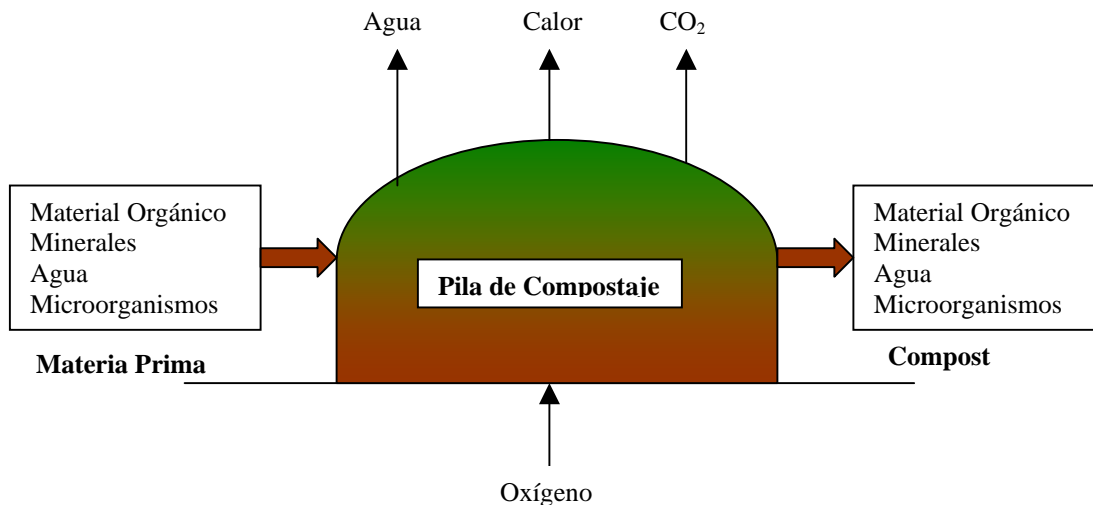


Figura 1. - Proceso de Compostaje  
Fuente: Environment Agency, 2001

Existen métodos de compostaje industriales y métodos empleados a nivel de los hogares. Para mas información ver Anexo I.

El compostaje puede realizarse tanto en forma individual en cada vivienda o bien en forma centralizada. Uno de los inconvenientes del compostaje centralizado es la necesidad de recolección y transporte discriminado del material hacia un centro de compostaje con la frecuencia adecuada al tipo de material recogido.

La gran ventaja del compostaje domiciliario es que no requiere casi inversión alguna. Cualquier vecino con un poco de lugar con la ventilación adecuada puede realizar compostaje. En muchas municipalidades en el mundo han promovido esta opción proveyendo de recipientes de compostaje, mediante charlas educativas, talleres, entregando las lombrices o manteniendo centros de compostaje demostrativos. Mediante este tipo de programas de incentivo al compostaje, sólo en el condado de Alameda, Estados Unidos, se logró redireccionar 10.500 toneladas de basura por año de los residuos que antes se depositaban en un relleno sanitario (GAIA, 2004.)

Otra distinción importante entre el compost producido con los desechos orgánicos generados en una vivienda, es que al compostar los productos adecuados no habrá productos tóxicos presentes, y por lo tanto el producto puede ser utilizado para cualquier fin, incluido el cultivo de hortalizas.

### **3.2 Biodigestión**

La biodigestión es un proceso anaeróbico mediante el cual diferentes grupos bacterianos utilizan la materia orgánica para alimentarse. Este proceso de descomposición de la materia genera una cantidad importante de metano, dióxido de carbono, algo de nitrógeno, hidrógeno y sulfuro de hidrógeno. Por otro lado, el residuo digerido puede también ser de mucha importancia como enmienda orgánica de suelos, dado que no tiene olor y presenta características similares al humus (Groppelli y Giampaoli, 2001)

#### ***Biodigestor en la Provincia de Entre Ríos***

Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, <http://www.medioambiente.gov.ar/calidad/programas/asentamientos/pnvr/villadominguez/default.htm>, bajado el 23 de agosto de 2004).

En la localidad de Villa Domínguez, Entre Ríos, se instaló un biodigestor que suministrará biogás a un hospital público. El biodigestor permite por un lado obtener una mezcla de gases, principalmente metano, que se utiliza en un hospital vecino, y por el otro permite utilizar los restos sólidos como abono. El proyecto requirió de un subsidio de \$11.200, el cual se otorgó dentro del marco del programa de Revalorización de los Residuos implementado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.



#### **Biodigestor**

Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, <http://www.medioambiente.gov.ar/calidad/programas/asentamientos/pnvr/villadominguez/default.htm>, (bajado el 23 de agosto de 2004).

## 4 Links de Interés

### 4.1 Argentina

Experiencia en Armstrong

<http://www.armstrong.gov.ar/plantatratamiento.htm>

Librería del Agro

<http://www.libreriadelagro.com.ar/notalombricultarg.htm>

Lombrices Rojas

[www.lombricesrojas.com.ar](http://www.lombricesrojas.com.ar)

INTA Pergamino

<http://www.inta.gov.ar/pergamino/>

Worms Argentina

[www.lombricultura.com](http://www.lombricultura.com)

ARPET (Asociación Civil Pro Reciclado del PET)

[http://www.arpet.org/en\\_linea/temas.htm](http://www.arpet.org/en_linea/temas.htm)

Hogar y Construcción

<http://www.hogaryconstruccion.com.ar>

INTA Balcarce

[http://www.imperiorural.com.ar/imperio/INTA/pro\\_huerta/inta\\_balcarce\\_huerta/abono\\_organico.htm](http://www.imperiorural.com.ar/imperio/INTA/pro_huerta/inta_balcarce_huerta/abono_organico.htm)

[http://josecpazdigital.com.ar/prohuerta/5\\_prohuerta\\_abono.htm](http://josecpazdigital.com.ar/prohuerta/5_prohuerta_abono.htm)

[http://www.cospec.com.ar/reciclado/coproba\\_jornadas.htm](http://www.cospec.com.ar/reciclado/coproba_jornadas.htm).

<http://www.alihuen.org.ar/informacion/como-transformar-residuos.htm>

<http://www.manualdelombricultura.com/wwwboard/messages/6927.html>

### 4.2 Internacionales

Alameda County Waste Management Authority

<http://www.stopwaste.org>

The Composting Association

<http://www.compost.org.uk>

Greenpeace UK



<http://www.greenpeace.org.uk/MultimediaFiles/Live/FullReport/4478.pdf>

European Compost Network

[www.compostnetwork.info](http://www.compostnetwork.info)

Regional District of Kootenay Boundary

<http://www.rdkb.com/siteengine/activepage.asp>

Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile

[http://www.conama.cl/rm/568/article-1092.html#h2\\_1](http://www.conama.cl/rm/568/article-1092.html#h2_1)

Composting Council (EEUU)

<http://www.compostingcouncil.org>

Composting Council of Canada

<http://www.compost.org>

Comisión Europea sobre Residuos Biodegradables

<http://europa.eu.int/comm/environment/waste/compost/>

Gerenciamiento de los Residuos Orgánicos en Europa – Reporte del “European Environmental Agency”

[http://reports.eea.eu.int/topic\\_report\\_2001\\_15/index.html](http://reports.eea.eu.int/topic_report_2001_15/index.html)

Canadian Energy Efficiency and Renewable Energy at your Fingertips

<http://www.caddet-re.org>

Advisers on Urban Environment and Development

[www.waste.nl](http://www.waste.nl)

Community Composting Network

<http://www.communitycompost.org/>

Eco Cycle

<http://www.ecocycle.org/compost/>

Composting Guide

<http://www.p2pays.org/compost/main/guide.htm>

Mary Appelhof's site for worm composting resources

<http://www.wormwoman.com/acatalog/index.html>

Métodos de verificación de la calidad del compost final: pruebas de laboratorio

<http://tmecc.org/tmecc/index.html>

Environmental Protection Agency – Documentos sobre Compostaje

<http://www.epa.gov/compost/>

## 5 Bibliografía

Alameda County Waste Management Authority (sin fecha de publicación), “Composter Certification Program”; Fuente de Internet: <http://www.stopwaste.org/mcp.html>

Fuente: Alameda County Home Composting Program (1994), Pilot Compost Bin Distribution Program, San Leandro, Estados Unidos.

CESTA-Amigos de la Tierra, sin fecha de publicación, “Manual para hacer Composta Aeróbica”, El Salvador  
<http://www.cesta-foe.org/recursos/pdfs/composta.pdf>

Alameda County, 2000; “Organics Processing Facility. Final Report”, California, Estados Unidos

CEAMSE, 2004, Ingreso de Residuos a CEAMSE – Comparación Años 2001-2002” en Anexo 2 de la Licitación Pública Nacional e Internacional N° 1/04

Council Directive 1999/31/EC on the Landfill of Waste; abril 1999; Luxemburgo

Environmental Agency; Octubre 2001; “Technical guidance on Composting Operations”, Versión 3.0, Inglaterra

EPA (Environmental Protection Agency), Abril 1998, “An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology”, Estados Unidos

GAIA (Global Alliance for Incinerator Alternatives); abril 2004, “Resources up in Flames”; Filipinas

Greenpeace, 2001, “How to comply with the Landfill Directive without Incineration: a Greenpeace blueprint”, Reino Unido

Groppelli y Giampaoli (2001), “El Camino de la Biodigestión, Ambiente y Tecnología socialmente Aceptada”, Santa Fe

Mazzarino, M.J.; Laos, F.; Satti, P.; Roselli, L., Moyano, S., Tognetti, C. y V. Labud; 2001, “Aprovechamiento Integral de los Residuos Orgánicos en el NO de Patagonia”, Bariloche

Robin Murray - Greenpeace (Febrero 2002), “Zero Waste”, Londres  
<http://www.greenpeace.org.uk/MultimediaFiles/Live/FullReport/4527.pdf>

## ANEXO I

### **Métodos de compostaje industriales**

Dentro de los métodos de compostaje que pueden ser utilizados a nivel industrial (o centralizado) se encuentran el compostaje en silos o filas aireadas, el compostaje en pilas estáticas y el compostaje en reactores cerrados, aunque existen otros que no serán analizados en el presente informe. La elección del sistema de compostaje depende del objetivo principal al realizar el compostaje; si el objetivo es manejar los residuos orgánicos de la forma más económica posible, si es reducir el contenido orgánico de los residuos, o si es producir compost de calidad. (Greenpeace, 2001)

La evaluación realizada por el Condado de Alameda, en California, EE.UU. (Alameda County, 2000) indica que todas estas tecnologías pueden manejar los mismos tipos de residuos, es decir, restos de comida, restos de madera, restos de poda y papel. Por otro lado, en este mismo informe se considera que los impactos sobre el medio ambiente, como ser olores, ruidos, polvillo, impacto estético, tránsito de vehículos y vectores, son temas a considerar en cualquiera de los métodos empleados, y deben ser mitigados mediante prácticas de operación adecuadas, además de localizar la planta en un lugar adecuado y controlar la alimentación. De todas formas, es de esperar que en los recipientes cerrados se reduzcan los eventuales impactos anteriormente mencionados.

#### 1.- Sistema de silos o filas aireadas (Windrow Composting):

Este método es el más comúnmente utilizado en Inglaterra, ya que se puede realizar en los campos donde luego se coloca el compost, y no requiere de maquinaria especializada, sino que puede usarse la misma que se utiliza en los campos. La mayor desventaja de este sistema es que está más expuesto a las condiciones del clima, como ser heladas, nieve y lluvia (Environmental Agency, 2001).

Las filas se forman de una altura entre 1 y 3,5 metros, dependiendo de los materiales, las cuales se deben mezclar y voltear en forma regular. El ancho de las mismas puede variar entre 1,5 a 6 metros. Se debe evitar hacerlas demasiado grandes para que no se produzcan zonas de descomposición anaeróbica que generarán olores. En cambio, si las mismas son demasiado pequeñas, perderán calor y no se lograrán matar patógenos, hierbas o eliminar el exceso de humedad. Al voltearlas, se libera el calor atrapado, el vapor de agua, y otros gases, además de adecuar nuevamente la porosidad de la fila. (Environmental Agency, 2001)

En los compostajes realizados en filas o silos deben controlarse los parámetros de humedad y temperatura y se deben remover más frecuentemente. Antes de seleccionar este método las autoridades deben asegurarse de que cumplirán los requerimientos en cuanto a los patógenos, calidad del producto final y olores

generados durante el proceso (en este sentido, el compostaje en reactores cerrados presenta mayores ventajas) (Greenpeace, 2001)

Este método permite tratar grandes cantidades de residuos (EPA, 1998). De acuerdo al análisis económico llevado a cabo por el Condado de Alameda (Alameda County, 2000) para decidir qué tecnología utilizar en el tratamiento centralizado de los residuos orgánicos, se llegó a la conclusión de que aunque las tres tecnologías aquí analizadas podrían teóricamente tratar unas 1.000 toneladas/día de residuos, la tecnología de compostaje en reactores cerrados y en pilas estáticas podría resultar económicamente prohibitivo. Sin embargo, el compostaje en filas fue la única tecnología ya comprobada para el tratamiento de esa cantidad de residuos diarios: esta tecnología fue utilizada en Estados Unidos para tratar cantidades muy grandes. Esto no quiere decir que esta tecnología sólo pueda ser utilizada para el tratamiento de grandes cantidades de residuos, ya que al consistir de filas independientes, puede también utilizarse para tratar menores cantidades.

## 2.- Sistema de reactores cerrados o contenedores (In-vessel Systems):

Los sistemas que utilizan reactores cerrados permiten un control más preciso de los parámetros del proceso, y por lo tanto, del producto final. Al ser cerrados, estos sistemas aseguran la ausencia de olores. Las altas temperaturas alcanzadas aseguran la eliminación de los patógenos, además de un proceso más rápido. Los costos operativos suelen ser mayores que en los otros métodos de compostaje (Greenpeace, 2001). Los costos de capital también resultan mayores para esta tecnología (Environmental Agency, 2001).

Este sistema tiene la ventaja de ser independiente de las condiciones climáticas (Environmental Agency, 2001), aunque la gran ventaja de este sistema frente a los otros, sobretodo en zonas donde el valor de la tierra es alto, es que permite procesar mayor cantidad de residuos en un área relativamente menor (EPA, 1998).

Con respecto a los costos de capital, el análisis realizado por el Condado de Alameda (Alameda County, 2000) indica que el método utilizando un reactor cerrado tiene los costos de capital más altos, seguido por el método de pila estática, que tiene costos de capital medios, mientras que el sistema de filas tiene el menor costo de capital.

## 3.- Sistema de pilas estáticas aireadas (Aerated-static pile):

La técnica de pilas estáticas aireadas requiere de un sistema de ventilación para oxigenar la pila. Este mecanismo le da un mayor control sobre las condiciones de compostaje. Una vez que se forma la fila, ésta no requiere el volteo del material, y generalmente el tiempo de compostaje es menor que utilizando la técnica de filas (Environmental Agency, 2001).

En comparación con el sistema de filas, esta tecnología requiere de menor mano de obra, y utiliza un área menor que el compostaje en filas, por lo cual lo hace más adecuado para colocar en lugares cerrados, o al menos bajo algún tipo de techo. El mayor control de la aireación asegura una temperatura uniforme y por lo tanto mejores condiciones para la destrucción de patógenos, además de reducir los olores generados (Environmental Agency, 2001).

## Métodos de Compostaje Casero o Domiciliario

El compostaje domiciliario es un método para convertir los desechos del hogar, como son los restos de comida y/o los restos de poda, en compost. Las fotos siguientes muestran algunos de estos sistemas.



**Recipiente para el Tratamiento de los residuos orgánicos**

Fuente: GAIA

De acuerdo al sistema de compostaje a utilizar varían los materiales que pueden ser introducidos. Sin embargo, en general deben evitarse las sustancias que puedan atraer pestes como carnes, lácteos y otros productos de origen animal, plantas infectadas con plagas y desechos de perros o gatos.



**Recipiente para el Tratamiento de los residuos orgánicos**

Fuente: GAIA

Dentro de los materiales orgánicos, hay algunos que son fácilmente compostables, mientras que

### Experiencia en el Condado de Alameda, Estados Unidos

El Condado de Alameda, en Estados Unidos, creó un programa llamado "Alameda County Home Composting Program" en 1990, con la intención de informar y educar al público acerca del compostaje. Entre 1990 y 1992 alrededor de 5.000 personas asistieron a los talleres gratuitos además de distribuir 50.000 panfletos y llevar adelante una serie de programas educativos.

En 1992 se lanzó un programa cuyo objetivo era incrementar el número de personas que compostaban en sus casas, haciendo más conveniente el compostaje. Además, se quería demostrar la aceptación de la gente a compostar en sus casas una vez que se les facilita el proceso, además del potencial de reducción de residuos que significaría la implementación de este programa a nivel nacional.

Por lo tanto, se lanzó este programa que distribuía los recipientes compostadores a un precio accesible para los residentes. Se distribuyeron 6.600 recipientes entre noviembre de 1992 hasta diciembre de 1993. El residente pagaba u\$ 33 por cada recipiente, mientras que el costo del mismo incluía la distribución a domicilio representaba al municipio u\$ 69, lo que demandó un total de u\$ 240.000 al condado de Alameda.

Los resultados del programa fueron muy satisfactorios. Aproximadamente un 2,8% de las familias compostaron en sus casas, generando una disminución de los residuos a dar disposición final de 1.861 toneladas al año (a un costo en promedio de u\$ 129/ton). El 59% de la gente a la cual se llegó con este programa era gente que nunca antes había compostado. El programa demostró que la gente quiere compostar en sus casas, y recomienda que este programa sea lanzado a lo largo de todo Estados Unidos, lo cual además disminuiría los costos de los recipientes.

otros tardan un poco más. Entre los materiales fácilmente compostables, están los vegetales, granos, huevos, hojas de árboles, papel, periódicos, cartón; entre los materiales que cuesta un poco más compostar están los huesos, carne y algunas maderas. (Amigos de la Tierra, sin fecha de publicación).

Cuanto mayor sea el tiempo que se le dedique a la pila a ser

compostada, humedeciéndola en forma regular, mediante un volteo periódico, cortando los residuos en trozos más pequeños, intercalando los distintos tipos de residuos para mantener la relación carbono/nitrógeno necesaria, etc., mejor será la calidad del compost final, y más rápido será el proceso de compostaje. (Alameda County Home Composting, sin fecha de publicación)

La pila de compostaje, el método descrito en el recuadro aparte, debe ser el método más común de compostaje hogareño. Sin embargo, también pueden utilizarse cajones, que se han diseñado para mantener la humedad, aireación y temperatura. Algunos ejemplos de recipientes que pueden facilitar el compostaje, y que son de fabricación casera son: un tachó de basura de plástico o metal galvanizado con perforaciones para asegurar la ventilación, un cerco de alambre colocado en forma circular, o simplemente cajones de madera, los cuales se utilizan para cargar frutas y vegetales (Amigos de la Tierra, sin fecha de publicación).

## Vermicompostaje o Lombricompostaje (Compostaje con Lombrices / Gusanos)

El vermicompostaje consiste en utilizar un cultivo de gusanos para producir un acondicionador del suelo formado por sus excrementos. Esta forma de compostaje no tiene producción de calor y resulta ideal

### Emprendimiento de Lombricultura en Rivera, Buenos Aires

Fuente: (INTA)

<http://www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autos/hebe/res1.htm>

En Rivera, Provincia de Buenos Aires, se desarrolló un emprendimiento de lombricultura para producir compost. El emprendimiento fue promovido por los dueños de un vivero con el objetivo de disponer de abono propio. El establecimiento funciona con lombrices rojas californianas y dispone de una producción aproximada anual de 300.000 kg de humus o compost. El productor se encuentra actualmente colaborando con el Proyecto Pro-Huerta, enseñando a otras familias a producir el abono orgánico.

para tratar los residuos en el interior de una vivienda, aunque en el



**Lombricario**

Fuente: GAIA

campo también se utiliza para procesar aún más el abono producido por el otro proceso de compostaje (Amigos de la Tierra, sin fecha de publicación).

Generalmente se utilizan las lombrices rojas californianas, debido a su capacidad de comer la mitad de su peso cada día, pero pueden utilizarse otras especies (Alameda County Home Composting, sin fecha de publicación).

Para armar el contenedor, conviene elegir un recipiente de tamaño adecuado a la cantidad de residuos orgánicos generados. Se debe agregar el doble en peso de lombrices que los restos de comida generados por día. El cajón debe ser sólido,

de material opaco (a los gusanos no les gusta la luz) quedar bien cerrado ya que se pueden producir olores y además de esta forma se mantienen alejadas las moscas. Debe tener en el fondo perforaciones de ventilación y drenaje, aunque no deben ser demasiado grandes para evitar la aparición de otros animales en las cercanías (Alameda County Home Composting, sin fecha de publicación y Amigos de la Tierra, sin fecha de publicación).

Conviene utilizar un material de relleno (también llamado material de base) que mantenga el recipiente húmedo y permita la aireación, el cual puede ser papel de diario, paja o cartón, y además sirve como fuente de carbono. (Alameda County Home Composting, sin fecha de publicación y Amigos de la Tierra, sin fecha de publicación). Al formar el relleno, los restos orgánicos deben quedar en el medio, rodeados del material de relleno, y agregar las lombrices en el fondo del recipiente. Una vez armado, dejar reposar durante dos semanas. Luego de este período inicial, se puede depositar los residuos a medida que se van generando, o con la frecuencia que resulte conveniente. (Alameda County Home Composting, sin fecha de publicación)

En el vermicompostaje es importante mantener las condiciones de humedad, oxigenación y oscuridad, por lo que lugares como la cocina, garaje, sótano o un rincón del jardín suelen ser convenientes (Alameda County Home Composting, sin fecha de publicación).

Se pueden introducir restos de vegetales y frutas, y evitar introducir carnes, pescados o demasiados productos lácteos, los cuales pueden generar olores. Tampoco introducir desechos de perros o gatos, que pueden contener patógenos. (Alameda County Home Composting, sin fecha de publicación). No conviene introducir desechos de jardín, ya que el amoníaco y el nitrato formado por estos desechos es tóxico para los gusanos, y el calor que se produciría los mataría (Amigos de la Tierra, sin fecha de publicación).

Generalmente el proceso dura 6 meses. El compost generado de esta forma es un producto balanceado y rico en nutrientes el cual puede ser usado en el jardín, en maceteros o en plantaciones de árboles. El compost así generado tiene un elemento positivo adicional que no existe en el compost común, y es que en los desechos de las lombrices hay una abundante cantidad de microorganismos que son beneficiosos para las plantas. (Alameda County Home Composting, sin fecha de publicación)

## **ANEXO II**

### **1. Experiencias de Compostaje en Argentina**

#### ***1. 1Experiencia en Veinticinco de Mayo (La Pampa)***

Fuente: Raúl Sandoval (Encargado de la Planta - Municipalidad de Veinticinco de Mayo)

##### Descripción del Proyecto

El proyecto comenzó en enero de 1998, mediante la firma de un convenio entre la Municipalidad y el FUPAMDEI (Fundación Pampeana Para el Desarrollo Integrado), la cual difundía la tecnología para el tratamiento de los residuos orgánicos. El proyecto fue ejecutado en su totalidad por la Municipalidad involucrada. La estrategia de comunicación y difusión de programa consistió en un intenso programa de educación a la población sobre la necesidad de la separación de los residuos en origen, la cual consistió en charlas y en encuestas para evaluar la predisposición de la comunidad al sistema de recolección diferenciada, lo cual implica separación de los residuos en los domicilios. La estrategia del programa se basa en un contacto personal directo con los vecinos, además de la difusión en medios y la entrega tres veces por año entre 5 y 7 kg de lombricompostado a las familias que participan del programa. Actualmente se cuenta con 756 familias adheridas al programa, de un total de 1480 familias (en total 7000 habitantes). Sin embargo, se planteó como objetivo que para el 2004 participe activamente en el programa el 75% de la población, y el 100% para el 2005.

Durante el año 2000 se obtuvieron 40 toneladas de lombricompostado de las 220 toneladas de residuos que llegaron a la planta.

##### Método de Recolección de los Residuos

La recolección del residuo orgánico se realiza a granel en camiones volcadores de la municipalidad. Se tratan aproximadamente entre 3 y 3,5 toneladas de residuos orgánicos por semana.

##### Método de Compostaje Utilizado

El compostaje se realiza en parvas (pilas) de 1,5 metros de altura y 3 metros de diámetro. La aireación se hace en forma natural a través de la circulación de aire desde la base hacia el interior de la parva mediante tubos perforados. La fermentación aeróbica se realiza durante 60 días, alcanzando temperaturas entre 65 a 70°C. Una vez transcurridos, se trituran los restos orgánicos y se coloca en los lombricultivos, donde se le adicionan las lombrices rojas californianas. Este proceso también dura unos 60 días. Una vez finalizado, se tamiza el compuesto obtenido y se lo fracciona en bolsas de 5 kg cada una.



Calidad Final del Compost y Mercado para el mismo

Parte de la producción de compost es repartido a los vecinos participantes del programa. El compost restante es utilizado para el mantenimiento de plazas o se vende a particulares, a un precio de venta de 300 pesos por tonelada. En estos momentos se esta tramitando el certificado del producto por parte del SENASA.

Recursos Humanos de la planta

La planta dispone de un plantel permanente de 12 personas, 6 mujeres, 3 hombres y 3 jóvenes.

## **1.2 Experiencia en Villa La Angostura**

Fuente: Mazzarino, M.J.; Laos, F.; Satti, P.; Roselli, L., Moyano, S., Tognetti, C. y V. Labud

### **Descripción del Proyecto**

El compostaje de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) se realiza en una planta piloto en Villa Langostura manejada por SURBASA y procesa aproximadamente de 100 a 150 m<sup>3</sup> mensuales.

Método de Recolección de los Residuos

No se realiza separación en origen, sino que se descargan todos los residuos mezclados sobre una cinta donde 10 personas realizan la separación (según conversación telefónica con María Julia Mazzarino)

Método de Compostaje Utilizado

El compostaje se realiza mediante pilas estáticas al aire libre, que se colocan sobre tubos perforados ubicados horizontalmente cubiertos por paja o viruta. El proceso sigue las recomendaciones de la EPA para los materiales Clase A, es decir, las temperaturas deben ser mayores a los 55°C durante 15 días con al menos 5 volteos (para los casos de compostaje con volteos), o mayores a 55°C por tres días seguidos para las pilas estáticas. Los residuos se colocan sin picar y sin agente estructurante. Las pilas tienen un tamaño de 3 metros de largo, 3 de ancho y 1,6 de altura.

Una vez completada la etapa de compostaje a altas temperaturas, la maduración se puede realizar mediante compostaje con volteos o mediante lombrices.

Al finalizar el proceso, el material es tamizado en una malla de 0,5 cm.

Calidad Final del Compost y Mercado para el mismo

El producto obtenido se encuentra de momento en proceso de certificación por el SENASA.

Al producto final se analiza:

Coliformes fecales (que debe ser < 1.000 NMP/g de materia seca)

Metales: Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, As, Se, Hg

Los resultados obtenidos hasta el momento, demuestran que los metales pesados se encuentran muy por debajo de los límites establecidos a nivel internacional.

### **1.3 3.- Experiencia en Intendente Alvear (La Pampa)**

Fuente: informe "Plan Nacional de Valorización de Residuos" de la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental; febrero de 2000.

Descripción del Proyecto

En la planta de Alvear se tratan aproximadamente 2500 kg/día de los residuos orgánicos de las 3,5 toneladas de residuos sólidos urbanos que se colectan en forma diaria.

Método de Recolección de los Residuos

Los residuos se separan en origen.

Método de Compostaje Utilizado

Se utiliza el compostaje en filas con aireación natural y volteado manual para la fermentación. Para la etapa de curado se realiza con o sin el agregado de lombrices.

Etapa de fermentación:

Se colocan los residuos orgánicos en pilas de 5 metros de largo, 1 metro de ancho y de 0,8 a 1 metro de alto. Se colocan separadas entre sí de 1 a 1,5 metros. Las pilas se cubren con pasto para mantener la temperatura y humedad, evitar insectos y la propagación de olores. Operarios realizan el trabajo de riego, volteo, desmalezado (esto se realiza día por medio) sin remover la cobertura de pasto.

En un área aproximada de ½ hectárea se alojan aprox. 120 pilas de 1200 kg cada una.

En este estado permanecen entre 90 y 120 días, donde se alcanzan temperaturas de 50 a 60°C y se estabilizan a los 28/30°C.

Etapa de estabilización:

La etapa de maduración se realiza ya sea mediante lombrices o simplemente dejándola reposar en el área de maduración (en la actualidad la mayor parte del compost se produce con lombrices.)

### **1.4 3.- Experiencia en Trenque Lauquen:**

Fuente: Municipalidad de Trenque Lauquen - <http://www.trenque-lauquen.com.ar/ecologia.htm> (bajado el 23 de agosto de 2004)

#### Descripción del Proyecto

El programa comenzó con una campaña educativa utilizando los medios locales con el fin de promover la separación de los residuos orgánicos en origen. Con el fin de evaluar la viabilidad del programa, se comenzó con un proyecto piloto que incluía unas 120 viviendas. Un grupo de jóvenes fueron los encargados de repartir el material didáctico a los vecinos, de mantener conversaciones, y entregar una cartilla donde se describen los materiales a disponer en cada bolsa, y finalmente el grupo llevó a cabo una encuesta. Luego del éxito alcanzado en esta región, la zona de influencia se fue expandiendo hasta alcanzar las 3,5 toneladas de residuos diarios tratados.



**Línea de separación**

Fuente: Fuente: Municipalidad de Trenque Lauquen - <http://www.trenque-lauquen.com.ar/ecologia.htm> (bajado el 23 de agosto de 2004)

#### Método de Recolección de los Residuos

Los vecinos separan en origen en dos tipos de residuos, orgánicos (bolsa verde) y no orgánicos (bolsa roja). La empresa encargada de la recolección lo colecta todo junto, aunque sin compactar ya que este proceso rompería las bolsas. Una vez finalizado el recorrido, el camión descarga los residuos sobre una cinta separadora, para una segunda clasificación.

#### Método de Compostaje Utilizado

Los residuos orgánicos primero se pican, para homogenizar su tamaño. Se los dejan entre 45 a 50 días en pilas de compostaje donde se produce el proceso de descomposición. Previo el zarandeo, se incorpora la lombriz californiana.

## **1.5 Planta de Compostaje de la CEAMSE**

En la planta de compostaje de la CEAMSE pueden tratarse residuos de ferias y mercados, como por ejemplo verduras y frutas y restos de poda como hojas, troncos y césped. Ambos tipos de materiales se mezclan en forma adecuada para ser luego introducido en un digestor cerrado utilizando el método de "filas". El mismo es mantenido a la temperatura adecuada mediante ventiladores capaces de entregar aire frío o caliente, según la necesidad. La planta tiene una capacidad de tratamiento de 2.500 toneladas por mes. (Información suministrada por la CEAMSE)

## **1.6 Plan de Revalorización de los Residuos Sólidos Urbanos en Cañada de Gómez**

Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, [http://www.medioambiente.gov.ar/calidad/programas/asentamientos/pnvr/caniada\\_gomez/default.htm](http://www.medioambiente.gov.ar/calidad/programas/asentamientos/pnvr/caniada_gomez/default.htm) bajado el 23 de agosto de 2004)

Con el objetivo de reducir la disposición final de residuos sólidos urbanos, la localidad de Cañada de Gómez impulsó un programa de revalorización de los residuos. El mismo consiste en la separación de los residuos entre orgánicos e inorgánicos, los cuales son recogidos en distintos días de la semana. Para lograr la separación de los residuos en origen, se implementó un programa de capacitación junto con las jefas de hogar, las cuales se ocupaban de la sensibilización de la población a través de visitas a los hogares. Se reforzó con una campaña en los medios de difusión locales, complementándose con visitas a los establecimientos educativos de la zona. Actualmente el 70% de las familias ya participan del programa mediante la separación de los residuos en sus casas.

## **2. Otras Experiencias de Compostaje**

### **2.1 Filipinas, Barangay Sun Valley**

Fuente: GAIA, 2004

En la ciudad de Baranguey Sun Valley viven alrededor de 31.360 personas en 5.600 viviendas. Aproximadamente 3.000 de estas viviendas ya participan en el programa de reciclado y compostaje, lo cual redirecciona cerca del 70% de los residuos.

Se calcula que cada persona produce diariamente 0.5 kg de residuos, de los cuales 0,25 kg son compostables. Los materiales compostables ya separados en origen son recolectados por trabajadores cada día y llevados a un centro de

compostaje en pilas estáticas por un período de entre 15 y 21 días. Luego se deja madurar en otras pilas, para luego ser vendido.

Los costos del programa son mínimos, siendo el costo del compostaje alrededor de 0,04 dólares por kg, el cual es luego vendido a un precio entre 0,06 y 0,1 dólares por kg.

## ***2.2 Filipinas, ciudad de Parañaque***

Fuente: GAIA, 2004

En la localidad de Teoville, ciudad de Parañaque, hay aproximadamente 105 viviendas. En el pasado, la disposición de los residuos en la localidad no presentaba problemas, hasta que un día algunos rellenos sanitarios cerraron. Se empezó entonces, en noviembre de 1999, un proyecto de compostaje. Se comenzó a implementar mediante reuniones periódicas durante 6 meses con los habitantes para enseñarles como deben separar la basura. Se recolecta los residuos orgánicos en forma diaria y se llevan a un centro de compostaje que funciona con el método de recipiente cerrado. El producto final se utiliza como fertilizante para plantación de hortalizas. El producto también se vende en bolsas de 1 kg.