



USAID | **MEXICO**
FROM THE AMERICAN PEOPLE

GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA CENTRAL DE ABASTOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO – ANEXO SOBRE COMPOSTAJE.

MEXICO LOW EMISSIONS DEVELOPMENT PROGRAM

CONTRACT: AID-523-C-11-00001

March 24, 2013

This report was produced by Tetra Tech ES Inc. for the United States Agency for International Development.

DISCLAIMER

The views expressed in this publication do not necessarily reflect the views of the United States Agency for International Development or the United States Government.



USAID | **MEXICO**
FROM THE AMERICAN PEOPLE

MEXICO LOW EMISSIONS DEVELOPMENT PROGRAM
GESTIÓN INTEGRAL DE RSU DE LA CEDA **COMPOSTAJE**

MARZO 24, 2013.

CONTRACT: AID-523-C-11-00001

GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA CEDA



ANEXO COMPOSTEO

Se muestran los resultados de la investigaciones realizadas sobre
Las Experiencias de Algunos Países y de México
En el tema de Composteo de RSU

El presente documento fue elaborado por Ecoturismo y Nuevas Tecnologías, S.A. de C.V. El autor principal es el Ing. Arturo Romero-Paredes R., bajo la supervisión del Lic. Jorge Landa y el Ing. Mark Oven de Tetra Tech ES INC., en el marco del Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED), patrocinado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), bajo el contrato “AID-523-C-11-00001” implementado por TETRA TECH ES INC. Para mayor información, por favor contacte a: info@mledprogram.org



CONTENIDO

CONTENIDO.....	4
Relación de Imágenes contenidas en el documento	5
Tabla de Acrónimos y abreviaturas por orden alfabético.....	6
Introducción.....	7
Resumen Ejecutivo.....	8
Reseña Histórica del composteo.....	10
Experiencias Internacionales en las técnicas del compost	13
<i>Estados Unidos de Norteamérica</i>	13
Introducción.....	13
Disponibilidad del Recurso	13
Certificación del Compost.....	14
Aspectos económicos	16
Organizaciones civiles y empresariales.....	17
Estudio de caso: Amherst, NY.....	18
<i>Unión Europea</i>	21
Introducción.....	21
Disponibilidad del Recurso	21
Infraestructura y capacidad instalada	21
Capacidad de las plantas y tipo de proceso empleado en el composteo.	22
Producción de compost	24
Normalización y control de la Calidad	24
Alemania	29
Austria.....	30
Dinamarca.....	31
Países Bajos, Holanda	32
Bélgica, Flandes	33
Italia	35
Reino Unido	36
Noruega	37
Suiza.....	37
Listado de materias primas y aditivos para compostaje (diciembre 2005):	41
Destino del compost.....	41
Comercialización de Compost en Europa	43
<i>América Latina</i>	47
República Federativa del Brasil.....	47
República Argentina.....	53
Planta de Compostaje en Bariloche.....	55
República de Chile	57
Estados Unidos Mexicanos	63
<i>Conclusiones</i>	85



Relación de Imágenes contenidas en el documento

- Fig. 1 Gestión de RSU en Estados Unidos de 1960 a 2009
- Fig. 2 Generación e RSU en Estados Unidos de 1960 a 2010
- Fig. 3 Sello de Aseguramiento de calidad del compost en USA
- Fig. 4 Diferentes precios del compost en USA
- Fig. 5 Disposición de RSU en USA -
- Fig. 6 Capacidad Instalada de compostaje en la UE
- Fig. 7 Inventario de residuos solidos por país de la UE. Fuente: <http://epp.eurostat.ec>
- Fig. 8 Producción anual de compost en la UE
- Fig. 9 Capacidad de Plantas de compostaje en la UE
- Fig. 10 Toneladas por año de producción de compost
- Fig. 11 Gestión de residuos solidos en Europa
- Fig. 12 Política en materia de biosólidos en la UE
- Fig. 13 Limites de metales pesados en el compost en la UE
- Fig. 14 sello de calidad de compost Alemania
- Fig. 15 Instrucciones para la identificación de los RSO
- Fig. 16 Clasificación del Compost por concentración de metales pesados
- Fig. 17 Sello de garantía de calidad de compost Austria
- Fig. 18 Sello de garantía de calidad de compost Bélgica
- Fig. 19 Sello del compost Italiano
- Fig. 20 Sello de composta en Reino Unido
- Fig. 21 Sello del compost Suizo
- Fig. 22 Destino del compost en Europa
- Fig. 23 Usos del compost por país
- Fig. 24 Jerarquía de comercialización del Compost en la UE
- Fig. 25 Composición de los residuos municipales en diversos países de LA
- Fig. 26 Imagen del proceso de volteado de pilas en Argentina.
- Fig. 27 Datos sobre residuos en AL
- Fig. 28 Datos sobre RSU de México
- Fig. 29 Generación de RSU por regiones
- Fig. 30 Tonelaje diario de RSU por delegación en el DF
- Fig. 31 Plantas de Compostaje en México
- Fig. 32 Plantas de compostaje en el DF y 3 municipios del Estado de México.
- Fig. 33 Plantas de composteo en algunos estados de la RM
- Fig. 34 Planta de compostaje en Amecameca
- Fig. 35 Planta de Composta de Atizapán de Zaragoza
- Fig. 36 Planta de compostaje en Atizapán de Zaragoza
- Fig. 37 Planta de compostaje en el DF Bordo Poniente
- Fig. 38 Imagen del Bordo Poniente (2012)



Tabla de Acrónimos y abreviaturas por orden alfabético

BGK	Organización alemana de aseguramiento de calidad del Compost, por sus siglas en alemán
BHE	Asociación Federal para el Humus y la Industria del Suelo, por sus siglas en alemán
CCC	Siglas en Ingles de Carolinas Council Composting
CEDA	Central de Abastos del Distrito Federal
CO _{2-e}	Dióxido de carbono equivalente
Cy	Siglas en Ingles de Yardas Cubicas
EM	Estado de México
EU	Estados Unidos
GDF	Gobierno del Distrito Federal
KGVÖ/BKAL	Sociedad Austriaca de Calidad del Compost
MLED	Programa bajo emisiones de México (siglas en Inglés)
PdC	Planta de Composteo
RAL	Organización de normalización oficial alemana
RM	Republica Mexicana
RSI	Residuos sólidos inorgánicos
RSO	Residuos sólidos orgánicos
RSU	Residuos sólidos urbanos
SAQ	Estándar de Calidad austriaco para el compost
SMA	Secretaria De Medio Ambiente del Distrito Federal
STA	Siglas en ingles de Seal Testing assurance
t/año	Toneladas por año
Tt	Tetrattech Inc.
UE	Unión Europea
USAID	Siglas en Inglés de la Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo internacional



Introducción

El tema de residuos sólidos urbanos es controversial e interesante, que amerita la atención de todos los sectores productivos y niveles de gobierno ya que representa un tema de índole social que trasciende por generaciones y que rara vez se aborda de forma abierta para buscar soluciones de verdadero largo plazo.

Es un tema con un componente ambiental muy importante, tanto en el sentido de los impactos generados por estos desechos como en el sentido del potencial de su aprovechamiento de forma sustentable con beneficios económicos y sociales muy importantes.

Este estudio sobre el composteo, nos ha llevado al análisis de alternativas para un caso específico y que pudiese ser extrapolado a otras dimensiones de gran escala, pero también se puede interpolar para llevarlo a escala local como las colonias y barrios y más aun hasta el nivel residencial.

La historia nos dice que las técnicas de aprovechamiento de residuos orgánicos se había implantado de forma exitosa en algunas culturas y en algún momento, incluso en culturas milenarias, esas mismas culturas ahora sufren los efectos de haber abandonado esas prácticas sustentables por haber sido abordados por la transculturización y el crecimiento sin control en algunos aspectos de urbanismo elemental.

Las alternativas tecnológicas que analizamos van desde el confinamiento en rellenos sanitarios hasta el máximo aprovechamiento de los residuos pasando por la incineración en cualquiera de sus formas, en este capítulo en específico, hablaremos del composteo como una de las técnicas más sustentables desde nuestro punto de vista ya que es una transformación lógica: los productos orgánicos vienen de la tierra en forma ordenada y deben ser devueltos a la tierra en esa misma forma.

Este capítulo está destinado a la investigación de experiencias en el composteo a nivel mundial y principalmente a las culturas similares a México en cuanto a sistemas de gobierno y modelos de consumo en general, de forma que podamos equiparar condiciones de manejo y factibilidad técnica de implementación, comenzando desde el conocimiento técnico-científico hasta la disponibilidad de espacio, equipo y herramienta para su implementación.

Como veremos a lo largo de este estudio, no estamos muy lejos de poder lograr lo mismo que otros países, lo que probablemente haga falta es la visión empresarial para dar el cambio a la técnica del manejo de residuos sólidos orgánicos de forma sustentable y en grandes volúmenes. Es importante un cambio en la percepción de los beneficios que deja a la sociedad un manejo racional de los residuos orgánicos y cambiarlos de la lista de problemas y pasarlo a lista de beneficios y oportunidades.



Resumen Ejecutivo

Este documento forma parte del estudio de factibilidad para el manejo sustentable de los residuos sólidos de la CEDA que dicho de otra forma es el programa de gestión integral de RSU de la Central de Abastos de la Ciudad de México. Este capítulo en particular hace una reseña histórica del manejo de residuos sólidos orgánicos desde los orígenes de las culturas hasta la fecha. Se trata de una recopilación de documentos que pretende dar una visión más clara de que es factible hacer y que costo puede tener la implementación de esas acciones tras la indagatoria de que han hecho otros países, que logros y problemas tienen y como han superado los obstáculos.

Desde las primeras culturas el tema de los residuos se denomina “problema a resolver”, mientras que estudiosos, científicos, gobernantes y agricultores de diferentes épocas y civilizaciones demuestran que es un beneficio y que los residuos sólidos orgánicos deben ser devueltos a la tierra para beneficio de la agricultura y para evitar problemas de salud en las comunidades. Este mensaje lo han enviado culturas de hace más de 2000 años y a la fecha el mensaje no termina de ser pronunciado por aquellos que comprenden el ciclo lógico de los residuos orgánicos.

Se presenta el caso de Estados Unidos en forma particular por sus dimensiones pero también por las acciones y estudios de caso que son de utilidad para ver de forma más clara los pasos que han seguido y los resultados que han logrado. Este país al igual que la Unión Europea (UE), están en la etapa de resolver problemas de calidad del compost y de asegurar la calidad y la certificación, mientras que en algunos países de América Latina, las plantas de composta son abandonadas por falta de acuerdo políticos. Hay una diferencia muy grande entre los dos tipos de problemática a resolver; los problemas de tipo social o político pueden tomar mucho más tiempo en ser resueltos que los problemas de tipo técnico.

La industria del compostaje en Estados Unidos ha aumentado enormemente durante los últimos 40 años, por ello se ha visto en la necesidad de establecer regulaciones y herramientas que permitan la medición de los índices de calidad y su factibilidad económica. Varias asociaciones de compostaje tienen listas de productores de compost para mejorar la sensibilización de los consumidores, tales como la CCC, el Mid-Atlantic Composting Association, la Professional Recyclers of Pennsylvania Organics Council, el Washington Organics Recycling Council, por nombrar solo algunos.

Para el caso de la Unión Europea, en que al menos se contabilizan 2500 plantas de compostaje en 18 países y que procesan un promedio de 11 millones de toneladas anuales de residuos sólidos orgánicos su mayor preocupación es la calidad del producto y que cumpla con la normatividad de la UE. Muchas de las plantas son privadas y otras pertenecen al estado. Sus productos son vendidos tanto a los grandes consumidores como a los pequeños consumidores y se cuentan con estándares de calidad bien establecidos y sellos de garantía de calidad.

América Latina cuenta con un inventario importante de plantas de composta de las cuales un número importante no está en operación. Las otras plantas están enfocadas en gran parte a el composteo de residuos de la poda y la composta es para uso interno del estado. México, en este caso ha desarrollado más plantas activas y en operación, sin embargo muchas de ellas son



aun a nivel experimental y para practicas escolares mas que para resolver un problema real o aprovechar un recurso en forma sustentable. El caso del Bordo poniente en que se encuentra la planta de composta mas grande del país y que procesa cerca del 25% de los residuos solidos orgánicos de la Ciudad de México no tiene la capacidad suficiente para procesar los residuos con calidad certificada bajo estándares internacionales.

Por otra parte en México se requiere que se desarrolle una norma especifica para este proceso y para la evaluación de la calidad de la composta basada en las experiencias de otros países.



Reseña Histórica del composteo

Esta investigación de datos interesantes históricos de la humanidad, nos pareció necesaria, ya que nos dejan ver que el compostaje no es un invento de las modernas culturas avanzadas con alto sentido de urbanismo y desarrollo tecnológico, ni sus orígenes son en las últimas décadas. Con estos extractos pretendemos demostrar que el compost es una técnica totalmente madura y que ha demostrado su factibilidad técnica a través de la historia de la humanidad y prácticamente en todas las culturas.

En los orígenes de las culturas, los recursos naturales y los asentamientos humanos estaban estratégicamente ubicados, la combinación entre el apego a la naturaleza y la necesidad de supervivencia lo que logró una simbiosis entre el uso de recursos y el aprovechamiento de los desechos. Seguramente el uso de los residuos orgánicos para mantener la fertilidad de los suelos fue un factor importante en el mantenimiento de antiguas civilizaciones (Gotaas, 1956)¹.

La basura, como es llamada en la actualidad está directamente asociada con el momento en que el hombre se vuelve sedentario² y con el asentamiento de los grupos humanos relativamente dispersos entre sí; el desarrollo de la agricultura y la ganadería como sistema económico productivo y su relativo aislamiento de los centros estrictamente urbanos, se establece una diferencia entre el medio urbano y el medio rural, en éste último, el aprovechamiento de los residuos orgánicos para la agricultura³, como alimento de animales y algunos de ellos como materiales para construcción de casas después de ser mezclados con arcillas, paja y secados al sol.

Las más antiguas referencias, como el caso de los sumerios (3,500 a.C) quienes construían vertederos para enterrar los desechos⁴. Entre las primeras referencias a la aplicación de técnicas para transformar los residuos agrícolas y ganaderos en abonos, de forma sistemática, se encuentran en China, India y Japón, donde eran conocidas y aplicadas hace más de 4.000 años (2000 a.C). Siendo civilizaciones dependientes de la agricultura por su gran número de habitantes por alimentar y mantener. En China por ejemplo, se tienen registros de los orígenes aplicados a lo que hoy conocemos como permacultura⁵; es el diseño de hábitats humanos sostenibles y sistemas *agrícolas*, que imita las relaciones encontradas en los patrones de la naturaleza. La palabra permacultura es una contracción de agricultura permanente, como así también de cultura permanente⁶. En tablillas de arcilla del imperio Acadio, en

1 Composting; sanitary disposal and reclamation of organic wastes

2 Martínez, Francesc A. y Laguna, Antonio (2007). «De nómadas a ciudadanos». *La Gran Historia de la Comunitat Valenciana*. Valencia: Editorial Prensa Valenciana, S.A.. ISBN 978-84-87502-90-3.

3 Se reconoce el valor de la agricultura al comprobar que casi la mitad de la población mundial se dedica a esta actividad, aunque es cierto que su distribución es muy variable. Así, mientras que en África y Asia superan el 60 por ciento de la población, en los Estados Unidos y Canadá apenas alcanza el 5 por ciento. Por su parte, en América del Sur la población dedicada a estas tareas es casi la cuarta parte; en Europa Occidental supone alrededor del 7 por ciento; y en los países de la Federación Rusa y los englobados en la antigua Unión Soviética alcanza el 15 por ciento. -Asociación Española para la Cultura, el Arte y la Educación (ASOCAE O.N.G.D.) -www.asocae.org - RNA 592727 - CIF.: G70195805 | © Obra bajo licencia Creative Commons-

4 Plana, R. (2009). Introducción al compostaje. En: *El Compostaje*. Edit. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. ISBN: 978-84-692-6 833-9. Octubre 2009. pp 7-27.

5 "La permacultura constituye un sistema proyectado sostenible que integra armónicamente la vivienda y el paisaje, ahorrando materiales y produciendo menos desechos, a la vez que se conservan los recursos naturales" (Bill Mollison)

6 King, FH (Franklin Hiram) *Farmers of Forty Centuries: Or Permanent Agriculture in China, Korea and Japan* (1911).



Mesopotamia⁷ (2300 a.C.) se han encontrado referencias sobre el uso de residuos animales en agricultura.

Existen evidencias de que los romanos utilizaban los estiércoles como combustible y fertilizante; Marcus Cato (83 a.C.), un granjero y científico romano aconsejaba que todos los residuos animales y vegetales debieran ser convertidos en compost antes de aplicarlos al suelo. En la Roma del 50 a. C., se construyeron obras de abastecimiento de aguas y saneamiento de las residuales mediante cloacas y albañales; de igual forma, con una población de cerca de un millón de habitantes bajo el mandato del emperador Augusto, donde se inició la primera recolección de los residuos orgánicos generados que luego eran empleados en agricultura. Lucius Junio Moderatus Columela en el año 42 escribió Los Doce Libros de Agricultura, en los que se explica como fertilizar la tierra a base de residuos.

Los griegos y las tribus de Israel conocían el compost; la Biblia y el Talmud contienen numerosas referencias sobre el uso de estiércol transformado. Mientras que en las ciudades los residuos eran considerados un problema que no tenía cabida o utilidad para su modo de vida, deshaciéndose de los mismos arrojándolos fuera de las murallas, estas evidencias se muestran en ciudades como la antigua Creta, intensificándose durante el medievo. Durante esta época particularmente el manejo negligente de los desperdicios ocasionaron enfermedades infecciosas, de tipo viral y de tipo parasitario.

En la ciudad de Trujillo (Cáceres, España), se halló en 1963 un manuscrito templario fechado en 1182 y atribuido al fraile templario Gualdim Pais⁸, en éste se describe el proceso de obtención de un “humus viviente” u “oro fértil” a partir de restos orgánicos de la agricultura y la ganadería, y dependiendo del tipo de cultivo y/o de suelo se ofrecen distintas recetas para, obtener un fertilizante de calidad mediante técnicas de pilas volteadas.

Iban Awam en su Libro de Agricultura, menciona que los árabes ya aplicaban ésta técnica desde los siglos X-XII⁹. Ramón Plana¹⁰ en sus documentos: El compostaje de residuos orgánicos: Investigación del proceso a escala industrial y desarrollo de equipos experimentales para la determinación del sistema de tratamiento y protocolo de trabajo precisos para un desarrollo específico del proceso biológico, nos cuenta como en la ciudad de Florencia durante el siglo XV, los agricultores entraban a la ciudad para vender hortalizas frescas en los mercados y al atardecer recogían los restos orgánicos en sus carros para reutilizarlos en el cultivo de sus campos. Con este ejemplo podemos ver que años de evolución y civilización llevó al hombre a retomar las prácticas prehistóricas que en un inicio formaron, irónicamente, las bases de su crecimiento.

A inicios del siglo XVII, Oliver de Serres, uno de los primeros agrónomos, en su obra *Le menace des champs*, hace una apasionada defensa del valor como fertilizante de las inmundicias recogidas en las calles (De Silguy, 1996).

7 web.extension.uiuc.edu/homecompost/history.html

8 Gualdim Pais (Amares, 1118 - Tomar, 1195), cruzado portugués, fraile templario y caballero de Alfonso I de Portugal, fue el fundador de la ciudad de Tomar.

9 Joaquín Moreno Casco, Compostaje

10 Plana, R. 2008, Tesis Doctoral. Universidad de Vigo, Dpto. de Ecología y Biología Animal. 373 pp. Y Introducción al compostaje Plana, R. (2009) En: El Compostaje. Edit. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. ISBN: 978-84-692-6 833-9. Octubre 2009. pp 7-27.



A través del tiempo. El comercio marítimo y el contacto con otras civilizaciones entre pueblos durante los siglos de invasión y conquistas propiciaron la transmisión de conocimientos. Los árabes facilitaron que estas técnicas llegaran a Europa, que es donde se documenta la primera referencia escrita del compostaje de manera formal.

Con el paso de los siglos la agricultura pasó a ser intensiva, el aumento de la población a nivel mundial con extensos monocultivos y la introducción de maquinaria especializada que sustituyeron a los animales y cuyos residuos no podrían ser utilizados como abono.

Debido a la demanda del volumen de los alimentos se optó por aplicar fertilizantes y pesticidas químicos como una alternativa rápida para el crecimiento de los vegetales sin tomar en cuenta el alto grado de contaminantes y efectos secundarios que esto provocarían en la genética de los alimentos; el balance mineral del suelo y la calidad de la tierra a largo plazo así como la mutación de plagas y enfermedades endémicas. Los países más afectados fueron irónicamente aquellos que tenía prácticas de agricultura permanente pero que tuvieron que renunciar a las técnicas milenarias debido a la pobreza; India y China obligados a los monocultivos de té, algodón, café y tabaco, propiciando grandes hambrunas.

En 1830, y con referencias indirectas, se estima que los agricultores reciclaban la mitad de los residuos producidos en la ciudad de París, se pueden hallar referencias en obras de Víctor Hugo en su obra *Los Miserables* (1862), donde escribió: “La aplicación de lodo a los cultivos, bosques y tierras minerales tiene sentido. Gracias a la fertilización humana, la tierra en China es todavía tan joven como en los días de Abraham, todos los excrementos humanos y animales que pierde el mundo, devueltos a la tierra en vez de verterlos al mar, serían suficiente para nutrir la tierra o Zola”. Años más tarde en 1883, el prefecto Poubelle, implanta por obligatoriedad que en todas las casas de París se disponga de recipientes para la recogida de los desechos separados en tres fracciones.

Para 1840 Von Liebig, en su libro *Las leyes naturales de la Agricultura*, menciona la importancia de reaprovechar los nutrientes extraídos por las plantas. Entre los años de 1896 y 1904 se pusieron en marcha cuatro grandes fábricas de fertilizantes orgánicos en Alemania.

En América del Norte las tribus nativas o los colonizadores europeos ya producían compost de los residuos orgánicos¹¹. George Washington, el primer presidente de los EEUU, también reconoció la importancia del compostaje. A finales del siglo XIX, debido a los descubrimientos de Pasteur, se produce un cambio radical en la historia de los residuos en Francia, implantándose un sistema de recogida y de vertido para evitar problemas sanitarios.

La Junta de California del Integrated Waste Management encontró que 4.7 millones de toneladas de materias primas orgánicas fueron convertidas en compost en 2003 en California. Con la reducción de volumen durante el compostaje, se estima que 2,5 millones de toneladas de compost se produjeron en ese año.

¹¹ www.wasteonline.org.uk/resources/InformationSheets/HistoryofWaste.htm. Agosto, 2006



Experiencias Internacionales en las técnicas del compost

Estados Unidos de Norteamérica

Introducción

Estados Unidos es un buen referente ya que además de contar con información de una gran gama de posibles tecnologías también existe la documentación histórica de sus eventos exitosos de los que no lo han sido del todo, por lo que nos permite trazar una ruta de implementación con mas certidumbre.

Entre los puntos mas relevantes por destacar es el proceso de implementación de las plantas procesadoras de desechos pero de igual forma la metodología de certificación del

compost y los sistemas de evaluación de la calidad.

Otros países han implementado proyectos de diferentes magnitudes, sin embargo en este caso podremos observar que sus mecanismos de organización civil para la formación de asociaciones es muy dinámico y efectivo.

Disponibilidad del Recurso

Con datos del 2010¹², y de la Universidad de Michigan reportan que cada norteamericano aporta 4.5 libras de residuos al día (2.04 kg/día) de los cuales, un poco mas del 20% son reciclados. Como se muestra en las figuras 1 y 2.

Restos de poda y residuos de comida juntos constituyen el 27 por ciento del flujo de residuos EE.UU., tal como se documenta por la EPA. Se estima que un 57,5 % de los restos de poda se

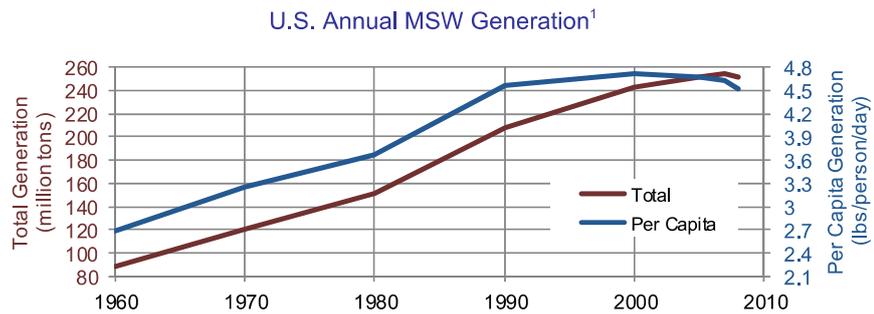
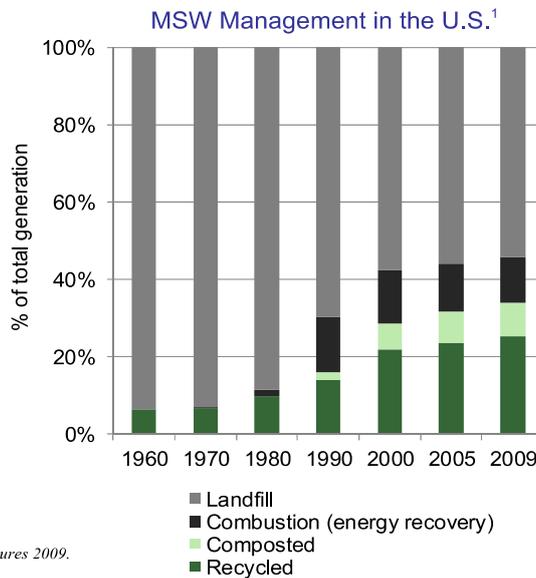


Fig. 39 Generación e RSU en Estados Unidos de 1960 a 2010



Figures 2009.

Fig. 40 Gestión de RSU en Estados Unidos de 1960 a 2009

¹² Center for Sustainable Systems, University of Michigan, 2011. Municipal Solid Waste Factsheet . Pub. No CSS04-15



recuperaron para el compostaje en 2010, un dramático aumento de la tasa del 12% de recuperación que en 1990.

Junto con este aumento en la recuperación de desechos de jardín, la industria de compostaje ha crecido en al menos de 1,000 instalaciones en 1988 a más de 2,280 para 2010¹³, ésta industria privada es cada vez más empresarial. Estas empresas agregan valor a los productos de compost a través del procesamiento y la comercialización. Desde compost a granel hasta al por menor, los desechos de jardín se vende entre \$ 15.00 y \$32.00 dólares por metro cúbico en los Estados Unidos¹⁴. En contraste, sólo un 2,8% de los residuos de alimentos se transformaron en compost en 2010. La recolección sigue siendo la primera restricción en la recuperación de residuos.

En muchas comunidades, los residuos comestibles de alimentos son donados a los necesitados, mientras que los residuos orgánicos no comestibles de alimentos se mezclan en compost o son transformados de nuevo en alimento para animales. En algunas áreas se trabaja con grandes volúmenes de los productores de alimentos comerciales e institucionales para recuperar sus subproductos de alimentos.

La industria del compostaje en Estados Unidos ha aumentado enormemente durante los últimos 40 años, por ello se ha visto en la necesidad de establecer regulaciones y herramientas que permitan la medición de los índices de calidad y su factibilidad económica¹⁵.

Un paso importante fue el de desarrollar una comprensión de la industria y generar objetivos específicos como: aumentar las ventas de abono y productos con enmiendas de compost, con apoyo de los gobiernos locales, estatales y federales de los Estados Unidos interesados en elevar las tasas de reciclaje. Fue necesaria la cooperación y participación de inversionistas que apalancaran la sostenibilidad financiera de los proyectos, así como una legislación que beneficiara a la industria del compostaje.

Certificación del Compost

A partir de 1990, se comenzaron a registrar los datos para catalogar el compost, tales como: el sitio donde se debe llevar a cabo la composta, las toneladas de residuos entrantes, clasificación de calidades de compost, producción, margen de venta, inversión en tierra, equipo, permisos, empleo y el impacto económico local de los productores de compost.

Con el fin de poder catalogar la producción, se comenzó por definir la industria a la que pertenece. Ya que, la conversión de residuos orgánicos en un producto de abono a través de la descomposición aeróbica, podría resultar



US Composting Council
Seal of Testing Assurance

Fig. 41 Sello de Aseguramiento de calidad del compost en USA

13 Biocycle boletín de octubre de 2010,

14 Noticias de compost agosto de 2011

15 BioCycle diciembre de 2004, vol. 45, N ° 12, p. 20 Craig Coker y Goldstein Nora



en una respuesta económica para los E.U.

Desde entonces los productos capaces de insertarse en ésta industria requieren de un sello de calidad (STA, por sus siglas en inglés, y se muestra en la figura 3), el cual pone a prueba la composición del compost, mismo que funciona como un requisito de aprobación en torno a un conjunto de parámetros que soporten la inversión y el financiamiento, así como la rotación del producto hacia grandes compradores como los Ministerios de Transporte.

Los puntos de partida para la generación de una industria del compost para los productores locales se definen mediante los siguientes parámetros:

- 1) Instalaciones que manejen flujos de efectivo, horarios, puntos de venta del producto; esto lo hace una operación comercial formal ya sea que pertenezca a la propiedad pública o privada. De esta suerte que no sólo las empresas cuyo objetivo sea la venta y/o lo produzcan, sino también aquellos que tengan agrupaciones institucionales como escuelas, prisiones, oficinas de gobierno, y municipios, quienes no venden el compost pero son responsables de importantes tonelajes de materiales procesados, así como importantes inversiones en equipo que también deben entregar resultados de producción en volumen anual, datos que sirvan como herramientas de medición para poder familiarizar a los inversionistas.
- 2) Las instalaciones deben cumplir con las regulaciones de la EPA, Environmental Protection Agency, sección 503¹⁶, donde se estipulan las condiciones de temperatura, los procedimientos para la reducción de patógenos (PRAP), y reducción de la atracción de vectores (VAR). Hay pocas excepciones para el cumplimiento de esta normatividad como las instalaciones que procesan restos de poda, desbroce de tierras forestales. Incluso la producción de compost basado en el vermi-compostaje incumple automáticamente los estatutos de la sección 503, a pesar de que haya demostrado ser una tecnología aprobada para el tratamiento de los residuos de comida y estiércol animal.

El hecho de que la industria del compostaje está compuesta por entidades del sector público y privado, un estimado de 2,000 a 3,000 en total en los Estados Unidos, hace que sea muy diferente de otras industrias del mismo ramo de manejo de residuos, con la excepción de otros servicios públicos relacionados, tales como plantas de energía y rellenos sanitarios. También es único porque como se menciona en el punto 2, no todas las instalaciones deben tener los permisos estatales para llevar a cabo sus negocios.

El tamaño de la producción de compostaje es útil para entender el impacto económico de la industria y para evaluar los impactos que tienen sobre las tasas de reciclaje del estado a través del compostaje. Uno de los problemas que tiene la medición global es que algunos productores de compost no tienen balanzas o no llevan registros claros y no existe un método fiable de cálculo de producción de compost o de tonelajes de residuos entrantes.

¹⁶ EPA 40 CFR Part 503



A nivel federal, las normas para la utilización o eliminación de los lodos de plantas de tratamiento¹⁷ se publicaron en el Registro Federal¹⁸ el 19 de febrero de 1993. Este acto se refiere a la aplicación de la composta enterrada directamente en el suelo, el compostaje y la combustión de biosólidos¹⁹ para la eliminación de residuos de la superficie. Muchas de las normas promulgadas en esta regla pueden ser aplicables al compost de residuos sólidos urbanos.

El estiércol y las aguas residuales tienen el potencial de liberar elementos como el nitrógeno y el fósforo, así como materia orgánica, sedimentos, agentes patógenos, metales pesados, hormonas, antibióticos, y el amoníaco contaminantes para el medio ambiente. El exceso de nutrientes en el agua puede dar lugar o contribuir a los bajos niveles de oxígeno disuelto (anoxia), la eutrofización y la proliferación de algas tóxicas. Estas condiciones pueden ser perjudiciales para la salud humana y, en combinación con otras circunstancias, han sido asociados con brotes de microbios tales como *Pfiesteria piscicida*.

Aspectos económicos

Las industrias que ya producen compost, declaran que el precio promedio para estimar las ventas anuales de la industria es de \$4 a \$10 (CY)/ton²⁰, (equivale a \$5.23 a \$13.08 USD/m³) antes de aumentar los valores agregados a través de las mezclas y control de erosión etc.

La Junta de California del Integrated Waste Management encontró que 4.7 millones de toneladas de materias primas orgánicas fueron convertidas en compost en 2003 en California. Con la reducción de volumen durante el compostaje, se estima que 2,5 millones de toneladas de compost se produjeron en ese año. Un artículo publicado en BioCycle²¹, menciona que la densidad relativa del compost es de 2.2 metros cúbicos /ton (equivalente a 0.45 kg/lt).

Empresas dedicadas 100% a la producción y venta de compost de diferentes calidades llegan a vender el producto hasta en \$280 USD/m³)²². En términos generales, se estima que los niveles de inversión son del orden de \$ 50.000 dólares por tonelada de materia prima a procesar.

Bag Retail

Compost (40# bag)	Average	High	Low
Boston	\$ 6.49	\$ 8.00	\$ 4.50
Chesapeake	\$ 3.73	\$ 5.49	\$ 2.15
Florida	\$ 1.99	\$ 1.99	\$ 1.99
Cleveland	\$ 2.45	\$ 2.99	\$ 2.10
Iowa	\$ 3.12	\$ 7.99	\$ 1.50
Texas	\$ 4.26	\$ 6.99	\$ 1.99
Denver	\$ 3.42	\$ 4.75	\$ 1.73
Phoenix	\$ 4.49	\$ 4.99	\$ 3.99
Northwest	\$ 4.12	\$ 5.98	\$ 2.99
SoCal	\$ 5.39	\$ 6.25	\$ 3.90
"Organic" compost (40# bag)			
Average		High	Low
Chesapeake	\$ 6.51	\$ 7.99	\$ 5.55
Iowa	\$ 3.36	\$ 7.99	\$ 1.50
Texas	\$ 4.74	\$ 6.99	\$ 3.99
SF-Bay	\$ 5.95	\$ 5.95	\$ 5.95
Composted biosolids (40# bag)			
Average		High	Low
Chesapeake	\$ 3.44	\$ 3.99	\$ 2.50
Cleveland	\$ 3.95	\$ 3.95	\$ 3.95
Iowa	\$ 1.75	\$ 2.00	\$ 1.50
Texas	\$ 3.98	\$ 4.95	\$ 3.00
Denver	\$ 3.20	\$ 3.20	\$ 3.20
Northwest	\$ 3.25	\$ 3.25	\$ 3.25

Fig. 42 Diferentes precios del compost en USA

¹⁷ 40 CFR Sección 503 bajo la Ley de Agua Limpia

¹⁸ 58 FR 9248 a 9404

¹⁹ Los biosólidos son residuos orgánicos sólidos, semisólidos o líquidos que resultan del tratamiento de las aguas residuales procesadas en las Plantas de Alcantarillado Sanitario

²⁰ Dólares por yarda cúbica (CY) de compost (fuente: waste360.com)

²¹ Matt Cotton, the California Integrated Waste Board poll, August 2004

²² Ideal Compost 439 Old Greenfield Road Peterborough, NH 03458 603.924.5050

El Carolinas Council Composting (CCC) aplicó entrevistas a los 36 centros comerciales de compostaje en Carolina del Norte y Carolina del Sur, y determinó que las ventas totales de abono superan los 536.000 CY/ año.

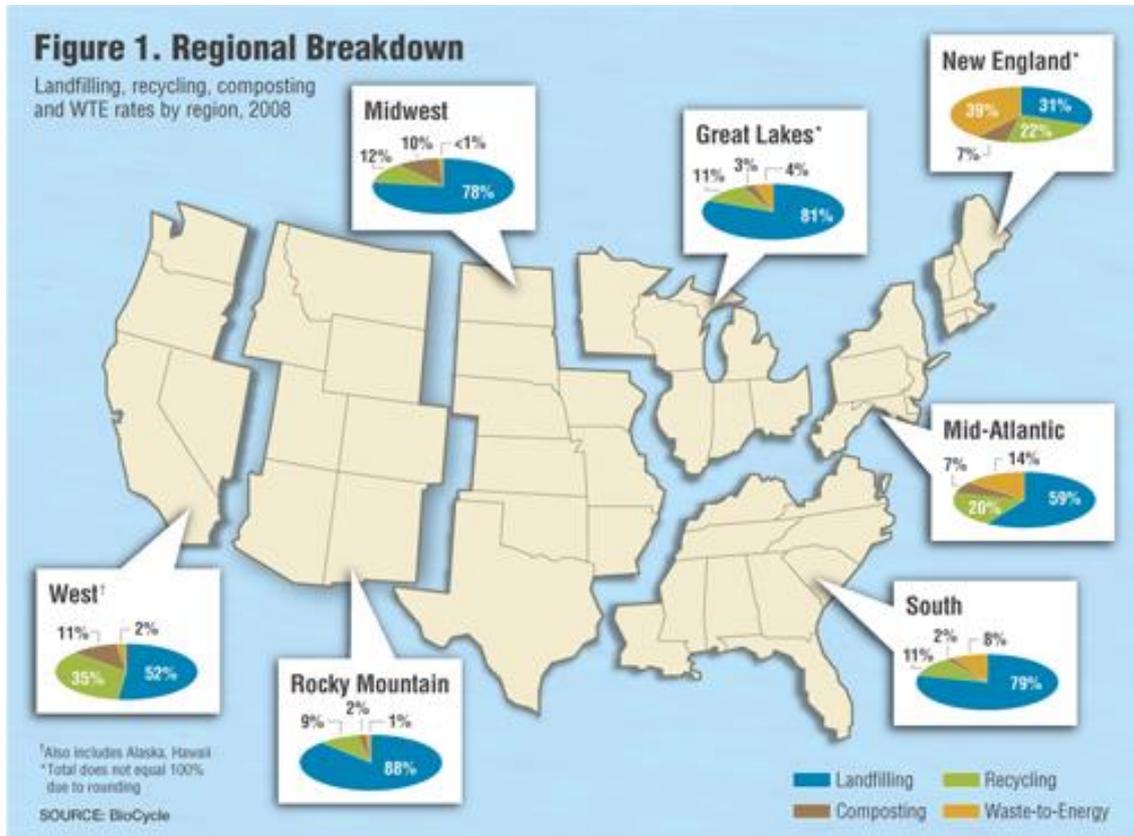


Fig. 43 Disposición de RSU en USA -

Organizaciones civiles y empresariales

Las organizaciones financieras que invierten en la producción del compostaje tienen interés en saber cómo funciona la industria, ya que hay mercados fuertes y confiables para el reciclaje de los desechos y la venta de compost, también que las inversiones que están haciendo crezcan en una industria estable y próspera.

Varias asociaciones de compostaje del Estado tienen listas de productores de compost para mejorar la sensibilización de los consumidores, tales como la CCC, el Mid-Atlantic Composting Association, la Professional Recyclers of Pennsylvania Organics Council, el Washington Organics Recycling Council, por nombrar solo algunos.

El California Integrated Waste Management Board cuenta con una lista de productores de compost en California en su sitio web²³, así como el Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la División de Prevención de la Contaminación de Carolina del Norte, el sitio web de Asistencia Ambiental y el Departamento de Protección Ambiental de Pennsylvania. El CCC ha desarrollado una base de datos sobre la ubicación de los productores

²³ <http://www.calrecycle.ca.gov/>



de compost y cifras de ventas anuales como apoyo para llegar a los usuarios de gran volumen, y ahora está recogiendo los datos económicos para apoyar a las iniciativas legislativas.

La industria de compostaje en los EE.UU. seguirá creciendo, y este potencial de crecimiento pone de relieve la necesidad de entender la industria. De modo que la recopilación de datos fiables y completos es un requisito previo para tener éxito en sus misiones.

Desde el punto de vista de un inversionista hay oportunidades inmediatas que giran en torno a las fracciones orgánicas de los residuos sólidos urbanos²⁴. Las cadenas de aprovisionamiento de residuos son convincentes, y existen. En los EE.UU., hay por lo menos 140 millones de toneladas de RSU orgánicos producidos anualmente, sin incluir los residuos agrícolas, el estiércol o biosólidos primarios. Estas cadenas de suministro se construyen actualmente.

Estudio de caso: Amherst, NY.

En la ciudad de Amherst, Nueva York, opera una planta de compostaje de gran éxito sirviendo a una comunidad de 117.000 habitantes. La instalación está ubicada en una plataforma de asfalto de 10 acres en que las operaciones de rectificado, torneado, detección y refinamiento se llevan a cabo. En los últimos años, la instalación ha tratado aproximadamente 25,000 toneladas al año de restos de poda y otros residuos de hojas en una enmienda del suelo de gran valor que es apreciado por los residentes, los paisajistas y los clientes de la región. La instalación también es responsable desde el 2008 del 49,6% del peso total de los residuos de la ciudad.

La decisión de construir y operar la instalación de propiedad pública de 85,000 yardas cúbicas, se basó en parte en el deseo de evitar los elevados costes de vertederos y establecer la instalación como una valorización de los recursos para la base de un programa integrado de medio ambiente progresivo de gestión de residuos sólidos. Con los años, la instalación ha proporcionado importantes beneficios económicos y ambientales a los contribuyentes.

Los gastos reales históricos de la ciudad que consisten en la mano de obra y gastos anuales de operación y mantenimiento, los ingresos financieros de la venta de materiales terminados y honorarios fueron compilados de 1991 a 2008. Estos costos y los ingresos anuales fueron convertidos a dólares americanos del 2009 utilizando un índice a partir de la escalada del Índice de Precios al Consumidor de EE.UU. Los ingresos financieros y los costos se compararon en un marco de análisis de costo beneficio público que también se considera el ahorro de recursos más amplios y los beneficios ambientales generados por la existencia de la instalación.

Los beneficios más amplios de medición consistieron en las tasas relacionadas a la eliminación de vertederos, incluyendo tanto el transporte y los costes de eliminación, y los beneficios ambientales de los gases de efecto invernadero que se evitaron (GEI).

²⁴ Hablando de Biomasa como una oportunidad de inversión energética, BioCycle septiembre de 2009, vol. 50, N ° 9, p. 29, Amol Deshpande.



Los gastos financieros históricos de la construcción y explotación de la instalación incluye los gastos anuales de mano de obra asociados de los puestos de trabajo de tiempo completo como un gerente, un capataz, dos operadores de equipo, dos obreros y dos empleados temporales. Los gastos anuales de operación y mantenimiento de los requisitos constituían un gasto anual recurrente de los servicios públicos, mantenimiento, equipamiento, combustible, seguros y servicio de la deuda en todas las compras de equipo pesado así como el enlace original de la instalación. Desde su creación, el centro ha recibido 50% de los fondos de contrapartida de la *Reducción de Residuos de Nueva York* y del programa de reciclaje de subvención para la compra de todo el equipo principal en relación directa con el procesamiento de materiales.

En 2008, el precio medio del compost final fue de \$ 14 dólares por yarda cubica mientras que la tarifa promedio es de \$ 0.77 por yarda cubica. La ciudad recientemente le agregó la nueva pantalla de criba para aumentar el valor de su producto terminado

Un ahorro se basa en el costo por tonelada evitado de traslado de residuos al vertedero municipal más cercano que se encuentra en la Ciudad de Chaffee, aproximadamente 40 kilómetros de distancia. La planta de compostaje tiene una ubicación céntrica dentro de las fronteras de la ciudad.

Las toneladas evitadas de CO₂-e (dióxido de carbono equivalente) se basa en la capacidad del proceso de compostaje para contribuir a un almacenamiento neto de carbono (asociado a la aplicación del compost a los suelos) tras deducir las emisiones asociadas con el transporte. El compostaje puede renovar y restaurar los suelos que se han erosionado restaurando así el contenido de carbono orgánico del suelo a niveles más altos. El proceso de compostaje conduce a la formación aumentada de compuestos de carbono estables (por ejemplo, sustancias húmicas agregadas) que se pueden almacenar en el suelo durante largos períodos de tiempo (> 50 años).

Un informe de 2002 de la EPA, *Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de gestión de determinados materiales en los residuos sólidos urbanos*, incluye un factor (expresado en toneladas métricas de CO₂-e por cada tonelada corta de desechos de jardín en abono) asociado a la retención de la renovación y la captura de carbono y propiedades de compost. Ese factor se aplicó a los tonelajes anuales de la instalación en este análisis.

Las emisiones evitadas de GEI se basan en las toneladas evitadas de CO₂-e de las instalaciones de compostaje y que se traducen en un valor de mercado. Mientras que el mercado de valores cotiza los *bonos o créditos de carbono* a tasas relativamente bajas en los EE.UU., en los países que deben cumplir con el Protocolo de Kyoto para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, los valores de carbono son mucho mayores. La legislación de los EE.UU. está pendiente del clima, pero la mayoría de los derechos de emisión de carbono da cuenta de los proyectos a un nivel mucho más alto que los precios actuales del mercado en el Chicago Climate Exchange²⁵.

²⁵ La mejor inversión de los RSU Gestión de Buck," octubre de 2008



La instalación también ha proporcionado beneficios netos acumulados públicos, equivalente a \$ 22,8 millones de dólares desde su creación. Estos beneficios son más del doble de los recursos financieros acumulativos dispuestos en el centro de la ciudad.

La planta de compostaje ha contribuido a reducir la huella de carbono de la ciudad e hizo importantes contribuciones a la lucha contra el cambio climático global. Las toneladas acumuladas de dióxido de carbono (CO₂), las emisiones evitadas por la operación de instalaciones para el abono desde el inicio fue de 125,920 toneladas, es decir 7.407 toneladas / año, en promedio. Estas contribuciones fueron por un valor total acumulado de \$ 4.5 millones durante el período, lo que equivale a un beneficio medio ambiental de \$11/ton. Dicho de otra manera, los empleados de la planta de compostaje (empleos verdes) proporcionan un beneficio de reducción de gases de efecto invernadero a la región aproximadamente igual a sus salarios y beneficios sociales. Los beneficios de la planta de compostaje de la ciudad que no fueron medidos incluyen extender la vida útil del relleno sanitario regional.



Unión Europea

Introducción

De la UE, los grandes aportadores de residuos son Alemania, Bulgaria, España, Francia, Italia, Polonia, Rumania y el Reino Unido. Por lo general encontramos que la mayoría de estos países cuenta con sistemas de incineración de sus residuos ya además de eliminar parte del problema genera parte de la energía. Las tecnologías de composteo son variadas y las capacidades de las plantas son relativamente grandes. De este conjunto de países también hay mucho que analizar y aprender en cuanto al manejo de residuos para la producción del compost.

Disponibilidad del Recurso

Treinta y dos países de la UE generaron un total de 2.6 millones de toneladas de RSU en el 2008. En cuanto a los residuos orgánicos se tomaron en cuenta los restos procedentes a los siguientes orígenes de acuerdo a UNEP/UNSD²⁶: Los residuos producidos por las familias, las actividades comerciales, las pequeñas empresas, las oficinas e instituciones (colegios, hospitales, edificios administrativos). También incluyen los residuos de algunos servicios municipales, es decir, los residuos procedentes del mantenimiento de los jardines y espacios públicos verdes, los residuos del mantenimiento de la vía pública (limpieza de calles, contenido de las papeleras, residuos de los mercados), siempre que sean tratados como residuos. En la definición se excluyen expresamente los residuos procedentes de la depuración municipal de aguas residuales y su tratamiento. Figura 7

Infraestructura y capacidad instalada

Hay un grupo de países formado por Austria, Alemania, Reino Unido, Suiza e Italia, que disponen de varias decenas de plantas de compostaje para sus residuos urbanos. Entre estos cinco países se agrupan casi las tres cuartas partes de las plantas del conjunto europeo. Seguidamente se relaciona la información relativa al tipo de tecnología que se aplica durante el proceso.

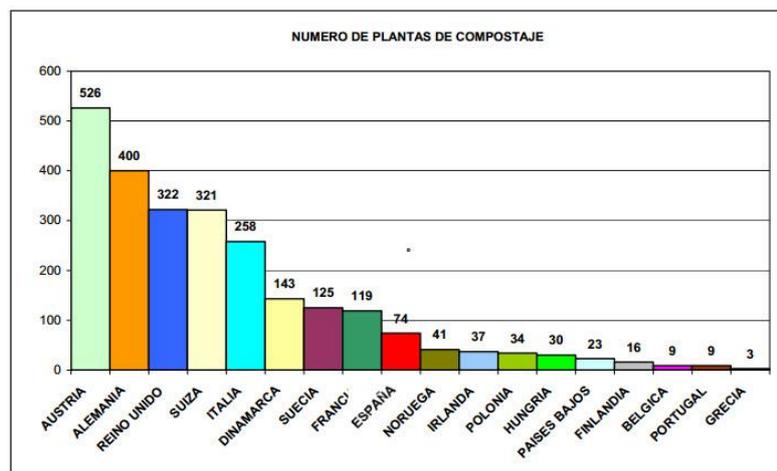


Fig. 44 Capacidad Instalada de compostaje en la UE

26 Documento de trabajo «Biological treatment of biowaste», DG ENV.A.2/ LM/biowaste/2nd draft, Bruselas. Bélgica, 2001



	Total waste from economic activities and households		Agriculture, forestry and fishing (NACE A)	Mining and quarrying activities (NACE B)	Manufacturing industry (NACE C)	Energy activities (NACE D)	Construction and demolition activities (NACE F)	Other economic activities (NACE E, G-U)	Households
	Total	of which Hazardous waste							
EU-27	2 615 220	97 680	45 050	726 740	342 710	90 880	859 490	328 930	220 950
Belgium	48 622	5 919	288	503	10 090	1 087	15 442	16 753	4 459
Bulgaria	286 093	13 043	754	267 559	3 447	7 655	1 829	1 943	2 907
Czech Republic	25 420	1 510	255	167	5 293	1 920	10 651	3 959	3 176
Denmark	15 155	420	41	2	1 454	1 358	5 674	4 111	2 514
Germany	372 796	22 323	1 351	28 288	52 322	11 708	197 207	46 515	35 405
Estonia	19 584	7 538	240	7 198	3 772	5 424	1 099	1 412	440
Ireland	23 637	743	19	2 061	4 026	292	.	15 095	1 677
Greece	68 644	253	.	38 152	5 703	11 181	6 828	2 826	3 954
Spain	149 254	3 649	11 356	25 716	19 369	4 872	44 926	18 584	24 431
France	345 002	10 893	1 313	1 195	21 640	1 004	252 980	37 559	29 311
Italy	179 034	6 655	349	1 263	43 086	3 090	69 732	29 043	32 472
Cyprus	1 843	24	127	505	138	2	431	207	433
Latvia	1 495	67	75	3	501	20	12	278	606
Lithuania	6 835	116	1 288	3	2 758	51	412	961	1 363
Luxembourg	9 592	199	2	10	673	1	8 282	347	276
Hungary	20 080	671	468	272	4 789	3 050	5 240	2 795	3 466
Malta	1 499	55	3	0	17	0	1 099	212	169
Netherlands	99 591	4 724	3 464	270	15 824	1 318	59 477	9 757	9 482
Austria	56 309	1 330	459	678	13 077	569	31 390	6 317	3 819
Poland	140 340	1 469	1 350	33 666	56 746	19 541	6 930	15 228	6 879
Portugal	36 480	3 368	160	1 891	9 001	255	8 085	11 932	5 157
Romania	189 311	524	17 035	140 677	11 064	7 058	318	4 695	8 464
Slovenia	5 038	153	132	55	1 735	354	1 376	673	714
Slovakia	11 472	527	789	151	4 469	1 151	1 302	1 838	1 772
Finland	81 793	2 163	2 739	31 796	16 948	1 531	24 455	2 648	1 674
Sweden	86 169	2 063	314	58 702	11 927	1 508	3 310	6 014	4 393
United Kingdom	334 127	7 285	681	85 963	22 837	4 885	100 999	87 223	31 539
Iceland	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Liechtenstein	0.35	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.30	0.00
Norway	10 427	1 336	184	113	3 689	46	1 498	2 531	2 365
Croatia	4 172	221	19	34	1 727	136	129	2 127	.
Macedonia	1 362	6	.	.	1 362	.	.	.	.
Turkey	64 770	1 024	.	.	10 741	25 525	.	50	28 454

Fig. 45 Inventario de residuos solidos por país de la UE. Fuente: <http://epp.eurostat.ec>

Capacidad de las plantas y tipo de proceso empleado en el composteo.

En la tabla de la figura 8 se muestra un resumen de las principales plantas de composteo europeas y la técnica de composteo empleadas. La técnica de composteo de sistema abierto (W) es la mas usada dado que requiere el mínimo de infraestructura y control del proceso.

- W** Sistema abierto en pilas dinámicas volteadas también denominado “windrows”
- P** Sistema de pilas estáticas con aireación pasiva
- S** Pilas estáticas con aireación forzada
- V** Sistema cerrado bajo cubierta con compostaje en reactor o trinchera
- T** Túneles de compostaje
- O** Otros sistemas



Producción de compost

Se han tenido en cuenta para la estimación de la producción de compost anual en el conjunto de países europeos los datos de la encuesta publicada en el año 2006 con las producciones de 2003 a 2004. La producción anual europea ronda las doce millones de toneladas, Alemania destaca por su elevada producción con casi la mitad del total. Si se suma a esa producción las de Reino Unido, Austria, Italia, Holanda y España se obtiene un 88% del total generado.

Normalización y control de la Calidad

Para evaluar los índices de calidad y su relación con las reglamentaciones existentes, se han apuntalado cuatro conceptos diferentes. Pueden distinguirse las normas que se basan en determinados parámetros²⁷:

- a) A la entrada del proceso, tipo de residuo y su procedencia
- b) Durante el proceso de compostaje, para asegurar un control de calidad de la instalación de compostaje, incluyendo las fases de tratamiento y/o la tecnología utilizada, tiempos de residencia y condiciones de control de temperatura y humedad.
- c) Al final del proceso relativas a los productos finales. Estas norman los umbrales límite para los elementos potencialmente tóxicos así como definen las características agronómicas del compost.
- d) Relativas a la calidad de los suelos que se van a regenerar

País	Total al año
Alemania*	5,000,000
Austria*	1,100,000
Bélgica*	126,000
Dinamarca*	312,000
Eslovenia	14,000
España	700,000
Finlandia	17,000
Francia*	650,000
Grecia	200,000
Hungría	70,000
Irlanda	89,000
Italia	900,000
Luxemburgo	2,700
Noruega*	50,000
Países bajos*	700,000
Polonia	60,000
Portugal	33,850
Reino Unido*	1,190,000
Suecia*	290,000
Suiza*	360,000
Total	11,840,797

*Incluye volúmenes importantes de restos de jardinería y parques en sus materias primas de recogida selectiva en origen.

Fig. 48 Toneladas por año de producción de compost

Alemania, Austria, Suecia y los Países Bajos cuentan con las listas de materiales “ apropiados” para la elaboración de compostaje. En la región de Flandes en Bélgica, establece que el tipo de materia prima inicial define la categoría del producto final. En la mayoría de los países, el control respecto al proceso de gestión en la planta se limita a los aspectos de higiene y sanidad. El objetivo es asegurarse de que el proceso de tratamiento genera un producto que

²⁷ 2005. Saintmard, C., Hannequart J.P



sea higiénicamente seguro, desprovisto de bacterias patógenas como la Salmonella y con niveles muy bajos de semillas de malas hierbas. Para lograr lo anterior, se definen frecuentemente los criterios a vigilar y/o cumplir relativos a olores y a las curvas temperatura-tiempo, que garantizan que el compost se eleve a una temperatura mínima durante un período de tiempo mínimo. A pesar de la diversidad existente ya mencionada, hay conceptos básicos que sustentan las normas sobre calidad de productos finales y que se refieren a:

- a) Los metales pesados. En ocasiones se autorizan umbrales de tolerancia o factores de desviación (Alemania, Países Bajos), lo que permite garantizar una cierta seguridad y estabilidad en la producción.
- b) Los contaminantes orgánicos: están presentes generalmente en cantidades muy bajas en la materia separada en origen. Sin embargo resulta de extrema importancia el riesgo de la posible contaminación por el uso de organismos genéticamente modificados en la agricultura ecológica en los países donde se contempla el uso de las compostas producidas para esta actividad.

La presencia de agentes patógenos, de impropios y de malas hierbas, es un tema importante en casi todos los países que actualmente disponen de normas y poseen criterios y metodologías de pruebas para valorar el nivel de contenido de esos “contaminantes”. Sin embargo, en los estándares o normas de calidad existentes en cada país, el factor más determinante para su establecimiento es en general el de los valores límites de los metales pesados.

En la tabla de la figura 11 se muestran los límites de metales pesados permitidos en el compost por cada país. Se incluye al principio de la misma, tres normas que aplican para toda la Unión Europea y que contemplan: Las dos clases definidas en el Documento de Trabajo Tratamiento Biológico de Bio-residuos. La cual se generó en 2001 como un primer paso sobre éste particular. Los niveles para la Eco-etiqueta para Agricultura Ecológica, son algo más restrictivos que para la anterior. En la tabla, se han marcado en verde los países que se están considerando destacados en cuanto a su conceptualización y esfuerzos en la mejora de los productos finales y el mercado de los mismos. La reglamentación de los aspectos potencialmente nocivos de la producción y utilización del compost suele completarse con normas relativas a los aspectos medioambientales y sanitarios de la aplicación del compost sobre los suelos. Los umbrales límite de aplicación del compost en cuanto a su dosificación tienen un carácter claramente preventivo. Considera por una parte la concentración en metales pesados y por la otra el contenido en nutrientes. Estas normas pueden parecer contrarias al fomento y desarrollo de los mercados del compost, pero en realidad al contemplar de forma más global el conjunto de situaciones existentes, a mediano y largo plazo son eficaces ya que mantienen una posición de sostenibilidad al proteger el medio ambiente y satisfacer a los usuarios finales. A la espera de una directiva europea, que establezca un sistema único y armonizado de calidad de los compost producidos y que sirva para homogeneizar tanto a ellos según su calidad para diferentes usos como a sus procesos de producción, algunos países los han definido en su normativa o han instituido unos niveles de cumplimiento voluntario.



PAIS	Recogida selectiva en origen	Norma de calidad	Inspeccion	Etiquetado	Organismos
ALEMANIA	SI	BIOABFV 1988 RAL-GZ 25	BGK RAL	BGK RAL	BGK y BHE
AUSTRIA	SI	Compost Ordinance, FLG II Nr. 292/2001	KGVO	KGVO	KGVO y BKAL
BELGICA (FLANDES)	SI	TQC	SI	SI	VLACO
DINAMARCA	NO	The Statutory Order No. 49 / 2000	NO	NO	DAKOFA
ESLOVENIA	NO	NO	NO	NO	NO
FINLANDIA	24%	SI	SI	SI	FSWA
FRANCIA	29%	NF U44-051	NO	NO	ADEME
GRECIA	NO	NO	NO	NO	NO
PAISES BAJOS	92%	BOOM Decret 1993	KIWA	NO	NVRD
HUNGRIA	SI	Decree 8/2001	SI	NO	HCA
IRLANDA	NO	NO	NO	NO	MDG
ITALIA	36%	GPP 3-2005 compost products	CIC	CIC	CIC
LUXEMBURGO	41%	SI	SI	SI	NO
NORUEGA	61%	SI	SI	NSL	AWFAL NORGE
POLONIA	NO	SI	NO	NO	NO
PORTUGAL	50%	NO	NO	NO	NO
REINO UNIDO	41%	PAS 100 y Eco etiqueta HDRA	CA	CA	CA, CIMM, WRAP
REPUBLICA CHECA	SI	CSN 465735	NO	SI	CZ BIOM
SUECIA	35%	SI	SP	SP	AVFALL SVERIGE
SUIZA	45%	FAC 1995	ARGE	ARGE	ASCP

Fig. 49 Gestión de residuos solidos en Europa

En la tabla de la figura 12 se ha resumido la información disponible de cada país. Las clases de mayor calidad de Austria, España y Reino Unido corresponden a la Eco-etiqueta CE de Agricultura Ecológica. Se han resaltado en verde aquellos países en los que parece que el mercado se encuentra mejor definido y que son más relevantes en este aspecto por su experiencia, recursos invertidos y resultados en la clarificación y dinamización del mercado.

País	Política en materia de bio-residuos
Austria, Bélgica (Flandes), Alemania, Suiza, Luxemburgo, Italia, España (Cataluña), Suecia, Países Bajos	Política puesta en marcha a escala regional y/o nacional. Valorización del 80 % de los residuos orgánicos recogidos selectivamente, principalmente por compostaje. Austria, Alemania y Países Bajos alcanzan o superan actualmente una capacidad específica de compostaje de 100 Kg/hab./año.
Dinamarca, Reino Unido, Noruega, Bélgica (Walonía)	Marco político, cualitativo y organizativo parcial para la recogida selectiva y el compostaje.
Francia, Finlandia	Estrategias en el punto de partida.
España, Grecia, Irlanda, Portugal	Estrategias locales consistentes principalmente en seguir el compostaje de residuos municipales recogidos mezclados, sin esfuerzos de desarrollo de recogida selectiva.
Eslovaquia	01/01/2006: Los residuos verdes tienen que seleccionarse en origen 01/01/2010: Selección en origen de cinco fracciones, entre ellas los residuos de cocina.

Fig. 50 Política en materia de biosólidos en la UE

Hay países que han establecido sistemas de inspección y etiquetado de los productos. Algunos de ellos han avanzado más y tienen organismos o asociaciones, que agrupan de formas diversas a los diferentes agentes implicados en este mercado y, que contribuyen a clarificarlo y acercar los conceptos de calidad tanto a los productores como a los usuarios, realizando de este modo una labor complementaria de formación. Cabe mencionar, que en la columna de "Recogida selectiva en origen" se ha mencionado para cada país la existencia o no de esta actividad para la materia orgánica. Se ha incorporado el porcentaje de avance en esta separación en los casos que se ha dispuesto del dato.



<i>Límites en metales pesados fijados por varias normas europeas acerca del compost (mg/Kg. de materia seca)</i>										
País	Reglamentación	Cd	Crtot	CrVI	Cu	Hg	Ili	Pb	Zn	As
CE	Documento de trabajo "Biological Treatment of Biowaste" (clase 1)	0.7	100		100	0.5	50	100	200	
	Documento de trabajo "Biological Treatment of Biowaste" (clase 2)	1.5	150		150	1	75	150	400	
Ecoetiqueta CE	2001/688/ CE	1	100		100	1	50	100	300	10
Ecoetiqueta CE Agric. Biológica	2092/91 CE- 1488/98 CE	0.7	70	0	70	0.4	25	45	200	
Alemania	Quality assurance RAL GZ – compost /digestato	1.5	100	–	100	1	50	150	400	–
	Orden bio-residuos (I)o	1	70	–	70	0.7	35	100	300	–
	Orden bio-residuos (II)o	1.5	100	–	100	1	50	150	400	–
Austria	Orden sobre el compost: Calidad de clase A+ (agricultura biológica)	0.7	70	–	70	0.4	25	45	200	–
	Orden sobre el compost: Calidad de clase A (agricultura, jardinería doméstica)	1	70	–	150	0.7	60	120	500	–
	Orden sobre el compost: Calidad de clase B (paisajismo, rehabilitación) valores límite	3	250	–	500	3	100	200	1800	–
	Orden sobre el compost: Calidad de clase B (paisajismo, rehabilitación) valores guía (a señalar en el etiquetado si se sobrepasan)	–	–	–	400	–	–	–	1200	–
Bélgica	Ministerio de Agricultura	1.5	70	–	90	1	20	120	300	–
Dinamarca	Compost después del 01 06 2000	0.4	–	–	1000	0.8	30	120/60 priv. Jard.	4000	25
España	R. Decreto 8/7/2005 sobre productos fertilizantes Clase A	0,7	70	0	70	0,4	25	45	200	–
	Clase B	2	250	0	300	1,5	90	150	500	–
	Clase C	3	300	0	400	2,5	100	200	1000	–
Finlandia	Fertilised growing media	3	–	–	600	2	100	150	1500	50
Francia	NF Compost Urbano	3				8	200	800		
Grecia	Programa general para la gestión de los residuos sólidos	10	510	10	500	5	200	500	2000	15
Irlanda	Límites en autorizaciones recientes	10	510	10	500	5	200	500	2000	15
Italia	Valores límite para la fracción de los residuos orgánicos sólidos	10	500	10	600	10	200	500	2500	10
	Enmiendas verdes y mixtos	1.5	–	0.5	150	1.5	50	140	500	
Luxemburgo	Autorización de las instalaciones	1.5	100	–	100	1	50	150	400	–
Noruega	Clase 1 sin restricciones de uso	0,4	50		50	0,2	20	40	150	
	Clase 2 uso en agricultura y áreas verdes 40 t/ha	0,8	60		150	0,6	30	60	400	
	Clase 3 agricultura y áreas verdes 20 t / ha	2	100		650	3	50	80	800	
	Clase 4 áreas verde 5 cm/ 10a	5	150		1000	5	80	200	1500	
Países Bajos	Compost	1.5	100	–	100	1	50	150	400	–
	Compost (1a calidad)	1.5	100	–	100	1	50	150	400	–
Portugal	Decreto sobre lodos (valores límite válidas también para el compost de residuos municipales sólidos)	20	1000		1000	16	300	750	2500	–
Suecia	Valores guía del SAQ	1	100	–	100	1	50	100	300	
UK	UKROFS 'Compost de residuos domésticos'	0.7	70	0	70	0.4	25	45	200	–
	Etiqueta calidad de la Composting Association	0.7	70	0	70	0.4	25	45	200	–

Fig. 51 Límites de metales pesados en el compost en la UE



Se ha hecho una alusión específica en este tema al estar ampliamente aceptado en buena parte de estos países los beneficios que en la recogida de los residuos²⁸ domiciliarios esta separación aporta al nivel de calidad de los productos finales; las tecnologías de tratamiento de residuos biodegradables y las técnicas de selección han evolucionado a lo largo del tiempo. Algunos expertos apuntan que actualmente la recogida selectiva en origen de la materia orgánica ya no es tan indispensable como se ha afirmado hasta el momento para transformar los residuos domésticos biodegradables en productos de calidad.

Hay diversos factores locales como el marco legal, la infraestructura existente, el precio o la tasa de vertido, los objetivos medioambientales y la voluntad política, así como los mercados para los productos finales que intervienen de manera decisiva en la elección de cualquier alternativa de tratamiento de residuos. Lograr resolver a medio y largo plazo la valorización mediante compostaje de los residuos orgánicos continúa siendo un objetivo prioritario. Todo apunta en este marco de acción, hacia la importancia de lograr ganarse la confianza de los usuarios finales. Aunque los mercados locales parecen ser capaces de absorber toda la producción derivada del tratamiento de residuos biodegradables, la comercialización del compost requiere que el producto tenga una calidad constante y responda a las expectativas y requerimientos del usuario.

Debido a la complejidad de la toma de decisiones para la implementación de este tipo de proceso, motivado entre otras cosas por la implicación que los costos de las diversas alternativas de gestión tienen²⁹ y a su financiación correspondiente, la UE junto con el Joint Research Centre (Instituto del Medio Ambiente y la Sostenibilidad en Ispra Italia) se encuentran preparando unas guías para el desarrollo de directrices orientadas a los responsables de las normativas de aplicación de la gestión de residuos biodegradables³⁰ pensando en su ciclo completo.



Fig. 52 sello de calidad de compost Alemania

Como es lógico debido a la aplicación de reglamentaciones, las características de los productos finales terminan generando “tipos” de calidad para el compost. Alemania, Austria y Flandes definen ya unas normas complementarias para productos especializados, que responden a las exigencias específicas de algunos usuarios, unas normas que pueden acarrear la exclusión de ciertas categorías de materiales. En todos los casos, los umbrales límite deben al menos permitir definir claramente cuándo el compost se convierte en un producto, y llegar a una clasificación lo más simple posible. Se desarrolla en una tabla aparte la introducción de distintas clases de calidad con su descripción y eventuales restricciones de uso.

²⁸ 2000. UE. Ejemplos de buenas prácticas de compostaje y recogida selectiva de residuos.

²⁹ 2007. Hogg, D.

³⁰ <http://viso.jrc.it/lca-biowaste/>



Alemania

En Alemania, debido a la mala imagen que a finales de los ochenta adquirió el compost de residuos mezclados, lo que algunos denominan “bolsa bruta”, la industria alemana del reciclaje en 1989 promovió una iniciativa de calidad en el compostaje que originó la fundación de la BGK, Organización alemana de aseguramiento de calidad del Compost, por sus siglas en alemán.

En el año 1991 fue establecida una norma de calidad, una etiqueta y el RAL, el sistema de control de la calidad del compostaje de la materia orgánica separada en origen de los residuos domiciliarios y de los jardines. Esta organización llamada BGK, es quien lleva adelante el etiquetado del RAL³¹. El RAL reconoce al Instituto Alemán de Certificación como el organismo que gestiona el control de la calidad del compost. La BGK promovió durante los primeros años la alta calidad del compost y del compostaje. Actualmente tras haber logrado una buena imagen del mismo por todo el país, esta tarea la realizan las propias plantas en colaboración con las entidades locales. Asimismo, la promoción que la BGK realizó desde el principio respecto a una buena calidad del compost dio como resultado indirecto la formación de un exitoso “lobby”. Debido a su fiabilidad, la BGK es ahora aceptada como socia por la Agencia de Medio Ambiente Alemana y de los Ministerios. Para separar realmente la certificación de calidad del lobby real, se fundó hace unos años la BHE , la cual es la Asociación Federal para el Humus y la Industria del Suelo.

La comercialización del compost funciona muy bien en Alemania. Las plantas que poseen una buena calidad y una experiencia razonable en la comercialización tienen una gran demanda de compost en primavera y otoño. La comercialización se lleva a cabo por las propias plantas con el apoyo de la BGK bajo la forma de directrices de como aplicar el compost e información de la calidad del mismo. La BHE traslada en su revista los casos más exitosos del compost y su uso. Para fomentar las actividades de formación, los asesores regionales de la BGK organizan cursos de formación regionales que se realizan según las necesidades concretas de las plantas de compostaje.



Fig. 53 Instrucciones para la identificación de los RSO

³¹ Sistema de Normas Voluntarias de Calidad Certificada RAL (Voluntary Standards RAL Quality Assurance System)



Austria

En Austria desde 1995 es obligatoria por Ley la separación de la materia orgánica en origen. Además en 2004 otra norma prohibió en el país el vertido de materiales con más del 5 % de carbono orgánico en vertedero. Por ello la mayor parte de los municipios han introducido la separación de la materia orgánica en origen que se encuadra en el sistema denominado “Biotonne”.

Pais	Nº de clases	Principio de clasificación	Descripción
Alemania	2	Umbrales límite de concentración de metales pesados	Orden bio-residuos (I) o Orden bio-residuos (II) o
Austria	3	Umbrales límite de concentración de metales pesados	Clase A+ (agricultura ecológica) Clase A (agricultura, jardinería doméstica) Clase B (usos no agrícolas) Clase C (paisajismo, rehabilitación) valores guía (a señalar en el etiquetado si se sobrepasan)
Bélgica (Flandes)	3	Materias Primas	Biocompost procedente de residuos biodegradables separados en origen Humotex digestato compostado Compost verde procedente de residuos de jardinería separados en origen
España	3	Umbrales límite de concentración de metales pesados	Clase A (sin restricciones de dosificación) Clase B Clase C (< 5 t/año usos agrícolas)
Holanda	4	Umbrales límite de concentración de metales pesados	Compost Compost 1ª calidad
Noruega	4	Umbrales límite de concentración de metales pesados	Clase 0 (sin restricciones de dosificación) Clase I uso en agricultura y áreas verdes 40 t/ ha Clase II uso en agricultura y áreas verdes 20 t / ha Clase III uso en areas verde 5 cm/ 10a
Países Bajos (Holanda)	2	Umbrales límite de concentración de metales pesados	Compost Compost 1ª calidad

Fig. 54 Clasificación del Compost por concentración de metales pesados



La Sociedad Austriaca de Calidad del Compost (KGVÖ/BKAI) asocia a 13 grandes empresas de productores de compost, así como a expertos, empresas relacionadas, y organismos con el objetivo de establecer un sello de calidad para la comercialización del compost fundamentado en un sistema de control y garantía de calidad oficialmente reconocido. El SAQ austriaco (KGVÖ/BKAL) es muy similar al sistema alemán, con la diferencia de que el gerente de la instalación tiene que seguir un programa de formación específica, y que se debe llevar un diario, anotando ciertas precisiones relativas a la explotación.



Fig. 55 Sello de garantía de calidad de compost Austria

Los estándares federales (ÖNORMEN) han definido cuatro categorías de calidad de los productos finales. La de más alto nivel se permite utilizar en la agricultura ecológica. La demanda por compost de esta calidad esta subiendo por parte de los agricultores y comunidades de vecinos. El municipio de Viena está usando 30.000 t/año de compost entre sus agricultores de producción ecológica. Ese compost se produjo de 80.000 t/año de residuos sólidos urbanos con separación de la materia orgánica en origen.

Dinamarca

En Dinamarca de momento no existe etiquetado o certificación para ningún tipo de compost. Sin embargo, sus regulaciones existentes en la normativa de calidad eran insuficientes para satisfacer los requerimientos de información del usuario final más allá de la relativa al contenido en metales pesados del compost que compraban. Necesitaban por ejemplo, tener recomendaciones para la aplicación. Para llenar este vacío existente, DAKOFA, que es la Asociación Danesa en Gestión de Residuos, desarrolló en 1999 un díptico sobre los datos del producto como una medida voluntaria para mejorar la calidad, uso y venta del compost así como para mejorar la confianza del consumidor. El díptico ú hoja técnica del producto, incluye las regulaciones de obligado cumplimiento sobre la aplicación de productos residuales en agricultura.

En la primera hoja incorpora información básica sobre el compost y el productor como son:

- ✓ El lugar de producción y nombre del responsable.
- ✓ Las materias primas utilizadas.
- ✓ Sugerencias de utilización, haciendo referencia a guías específicas para el usuario.
- ✓ Los niveles de nutrientes.
- ✓ La esperada mejora de las propiedades del suelo.
- ✓ Las propiedades físicas.
- ✓ La toma de muestras y el control de la calidad.

La segunda hoja realiza la función de impreso de declaración y muestra “los parámetros garantizados”, los que el productor tiene que garantizar, para dar confianza en el producto a



los consumidores por cada gramo de compost vendido. Incluye el nivel que tiene el compost de semillas de malas hierbas, su grado de estabilidad, los metales pesados, el tratamiento higiénico y los contaminantes orgánicos.

Países Bajos, Holanda

En este país se encuentra bastante extendida la recogida con la separación en origen. Se inició esta situación durante las investigaciones llevadas a efecto en los años setenta y ochenta del siglo pasado, en las que se mostraba que prácticamente la única forma de obtener un fertilizante o enmienda orgánica relativamente libre de metales pesados a partir de la fracción orgánica de los residuos domiciliarios, era mediante su recogida selectiva en origen y su posterior compostaje. Esto satisfacía además el objetivo en la normativa que se introdujo en aquel tiempo de prevenir la acumulación de los metales pesados en los suelos.

Basado en estas experiencias el Ministerio de Vivienda, Planificación Territorial y Medio Ambiente estableció la recogida selectiva de los residuos VGF (Vegetable, Garden and Fruit waste) de verduras, frutas y poda de jardín, obligatoria para todos los municipios holandeses bajo una ley ambiental explícita para éste fin (Environmental Management Act de 1993).

Así cada año se recoge del orden del 50 al 55 % del VGF potencialmente disponible en el 90% de las casas en la totalidad del país y se producen con ellos alrededor de 700.000 t de compost en unas 23 plantas distribuidas por todo su territorio.

Estas empresas de compostaje analizan regularmente la calidad de su compost y comparan los resultados con los estándares establecidos y con los requisitos contemplados en la certificación propia del sector holandés del compostaje basados en los requerimientos para los métodos de producción y calidad de los productos (BRL K 256/03).

Durante el proceso, se tiene la precaución de asegurar que se mantiene una temperatura de 55°C durante un periodo de al menos una semana durante el compostaje. De esta forma, los productos finales procedentes del compostaje de los VGF³² y restos orgánicos análogos, que se ofrecen al sector agrícola cumplen con los estándares de calidad denominado BOOM y con las regulaciones en el sistema de declaración de nutrientes holandés denominado MINAS.

La Asociación Holandesa de la Gestión de los Residuos, Dutch Waste Management Association (VA), creó en 1991 su Sección del compostaje para apoyarse en ella durante las presentaciones nacionales e internacionales en las que esta participaba. Los miembros de la Sección se reúnen regularmente, al menos seis veces al año, para debatir estrategias comunes en diversos temas como las normas y regulaciones, certificación, condiciones de trabajo, aspectos operativos y otros temas similares.

El mercado del compost es bastante dinámico en los Países Bajos y debido a las fluctuaciones de la demanda del compost durante el año, casi todas las plantas de compostaje disponen de una zona de almacenamiento temporal para el compost que producen para poder tener una reserva de hasta seis meses de la capacidad de producción. El 90% de la producción se destina

³² vegetables, garden and fruit



a un uso en agricultura y horticultura. Se prevé sin embargo que en el próximo futuro un atractivo mercado para el compost puede ser su uso como sustituto de turba en la manufactura de compost para macetas. Los recursos europeos en turbas se están deteriorando rápidamente y no se han encontrado alternativas. El uso del compost como sustituto de la turba ya es un tema político en el Reino Unido, y en los Países Bajos el interés en las materias primas alternativas para remplazar las turbas en la manufactura de compost para macetas esta incrementándose.

Para poder hacer que el compost VGF sea adecuado como sustituto de la turba se precisará llevar a efecto un tratamiento adicional para lograr alinearse y cumplir con los estrictos requisitos físicos y químicos que se precisan y asegurar que estos productos finales se encuentren libres de malas hierbas y patógenos.

Bélgica, Flandes

En Flandes, por medio de un proceso de planificación estratégica de su Ministerio Regional de Medio Ambiente y de su Oficina Pública de Residuos (Flemish Public Waste Office OVAM) se concluyó que era un prerrequisito disponer de la recogida separada en origen de la fracción orgánica para la producción de compost de buena calidad. Además desde entonces la recogida selectiva de bioresiduos y residuos verdes y su subsiguiente compostaje fueron fuertemente estimulados como una forma de reducir las cantidades de residuos domiciliarios llevados a vertedero.



Fig. 56 Sello de garantía de calidad de compost Bélgica

Consecuentemente el negocio del compostaje comenzó a crecer y por tanto la producción de compost. Por este motivo se sintió la necesidad de disponer de una promoción del uso del compost fuerte y eficiente. Ello hizo generar la idea que dio lugar a la creación de una organización independiente, que se convirtió en el actual VLACO vzw., que es la Organización de Compost de Flandes y se creó en 1992. VLACO vzw se estableció como una cooperación entre OVAM, las mancomunidades de residuos, los productores privados de compost y algunas ciudades.

En un principio las actividades de Vlaco se circunscribieron a 3 temas principales: comercialización, evaluación de calidad y asesoría técnica e investigación. Desde 1998 una cuarta actividad de ha unido a las otras tres: Prevención y compostaje domestico; VLACO trata de ofrecer una visión integrada del sector del compost que se sitúa en dos niveles:

- Miembros: Todos los productores de compost son o pueden ser miembros de VLACO
- Actividades: Las diferentes secciones de VLACO son activas en el ciclo completo del sector del compost.

VLACO quiere actuar como una plataforma de debate para todos aquellos involucrados en el compostaje y en particular para sus productores. Esta forma de entender integralmente el sector tiene sus consecuencias en la comunicación. De este modo Vlaco no promociiona un



producto en particular sino un concepto, una idea. Esta organización basa su trabajo en que el reciclaje solo es útil si el producto final es de buena calidad. Usa un sistema denominado TQC (Control de la Calidad Integrada). No solamente se controla el producto final sino todo el proceso de compostaje. El sistema de control de calidad se basa en diferentes procedimientos administrativos y visitas regulares.

Tiene en consideración tanto a las plantas ya existentes como a las de nueva construcción para el proceso de optimización del compostaje. Su sistema de control de calidad se fundamenta en el control de la recogida con separación de la fracción orgánica en origen, el seguimiento del proceso y el control del producto. En el tema de la **recogida selectiva** realiza un esfuerzo en minimizar el contenido de impurezas en los materiales de partida ya que difícilmente se puede obtener un producto de calidad si el nivel de impurezas en la materia prima es demasiado elevado. Para obtener un residuo orgánico lo mas puro posible, ha definido normas claras de separación, indicando tipos de residuos permitidos o no permitidos. Además se ha establecido un límite del 3% de impurezas en el residuo entrante. Una vez al mes se toman muestras en los contenedores antes de ser vaciados, con el fin de que proporcionen datos sobre las estimaciones de la cantidad de impurezas en vidrio o plásticos que se encuentran presentes .

El **control del proceso de compostaje** exige que sea controlado por el propio productor en términos del volteo, aireación, temperatura y contenido de humedad. Algunas de las pilas son seleccionadas para su detallado seguimiento. En ciertos casos se llevan a cabo análisis regulares de control del proceso con la determinación de la humedad, pH, conductividad, nitrógeno total, NO₃⁻-N, NH₄⁺-N, y materia orgánica. Los datos del proceso de seguimiento se registran en un diario del compostaje. Estos datos son usados para retroalimentar la mejora del proceso de compostaje y dirigirlo en el sentido adecuado. Al final del proceso de compostaje para el control y certificación del producto se toman muestras sobre el producto cribado para el análisis completo. Todos los análisis deben llevarse a efecto según los métodos estandarizados normalizados por el Ministerio de Agricultura.

Para esta organización es importante conocer el destino del compost para venderlo, y distingue por ello diferentes usos:

- ✓ Enmienda orgánica en la agricultura, horticultura, arboricultura
- ✓ Substrato como medio de cultivo o tierra para macetas
- ✓ Aplicaciones biotécnicas (higienización, cubiertas de vertedero, entre otros)

La calidad para los diferentes usos es diferente, así el compost usado como substrato de macetas debe estar mucho mas maduro que el usado como enmienda orgánica en agricultura.

A diferencia de la situación de sus países vecinos en la región de Flandes de Bélgica se usa poco compost en agricultura. La mayor parte es usado en los sectores en los que la calidad y la estructura del suelo son importantes, tales como: paisajismo, jardinería, agricultura ecológica, entre los mas importantes. Así el compost mas como remediadores de suelos que como fertilizantes. Los compradores son muy sensitivos al aspecto y a la calidad del producto. La certificación de Vlaco ha sido según su experiencia un incentivo permanente para mejorar



tanto el proceso como la calidad del producto y su etiqueta ha garantizado a los usuarios un cierto nivel de alta calidad.

Italia

Italia ha experimentado un significativo desarrollo de la separación de la materia orgánica en origen y de su capacidad de compostaje en los últimos diez años, como consecuencia de la puesta en marcha de la nueva regulación de los residuos y el fomento de la separación en origen (D. n.22/97)

Por ahora el desarrollo de los programas de reciclaje principalmente se refiere al norte de Italia, aunque muchos programas están iniciándose en las regiones del centro y del sur. El CIC, Consorcio Italiano del Compost o Asociación de Productores de Compost, es una organización sin ánimo de lucro que en la actualidad representa al 70% de los productores de compost italianos con casi 100 miembros.



Fig. 57 Sello del compost Italiano

Todas las grandes empresas italianas de residuos pertenecen al Consorcio incluyendo a las que producen o quieren producir compost. Su Comité Técnico apoya a los miembros pero también al gobierno central y a las autoridades regionales. El CIC trabaja fundamentalmente en dos líneas:

- Promover la separación en origen de la materia orgánica
- Promover el desarrollo de la aplicación y comercialización del compost de calidad.

Recientemente el CIC ha llevado a efecto una encuesta para el desarrollo de un Sistema de Certificación de calidad nacional (SAQ) para las plantas de compostaje y los productos finales. Ello ayudara a identificar en los próximos años las condiciones controladas de los procesos en las instalaciones y los tipos de productos deseables para cada aplicación.

Se ha diseñado un Plan escalonado de trabajo para iniciar, aplicar a escala piloto y difundir una etiqueta de calidad del Compost dentro del Sistema de Control de Calidad (SAQ). Asimismo, desde 1994 una ONG (Legambiente) puso en marcha un ranking nacional ("Comuni Ricicloni") para el reconocimiento de los municipios que realizan la mejor recogida selectiva en origen y los que tienen mejores tasas de reciclaje. Esta iniciativa ha demostrado ser un instrumento clave para difundir las "buenas practicas" en la gestión de los residuos y mostrar el papel de liderazgo que juegan los bioresiduos y el compostaje para alcanzar los más altos niveles de reciclaje.

Tres regiones³³ han generado programas de subvenciones (entre 150 y 230 €/ha) para reducir el uso de fertilizantes minerales y favorecer la aplicación de enmiendas orgánicas en suelos con niveles bajos de materia orgánica.

³³ Piamonte, Emilia Romana y Umbria



Además un decreto establece que las administraciones publicas deben incorporar al menos un 30 % sobre el total de sus gastos en “compras verdes” (fundamentalmente procedentes del reciclado). El compost al ser un elemento clave en la compras del sector de jardinería y paisajismo públicos se ha visto de esta forma favorecido por esta regulación en su comercialización.

Por otra parte, destacar como muchos municipios ofrecen rebajas que va del 10% al 30% sobre el impuesto de basuras, a los domicilios que realizan un compostaje domestico.

Reino Unido

Durante los últimos años se ha percibido un espectacular crecimiento de la cantidad de residuos municipales compostados en el Reino Unido. Sin embargo, los datos existentes sobre producción de compost en el Reino Unido muestran claramente la diversidad de situaciones existentes en los distintos países europeos. Aunque en el conjunto de datos de producción aparece en un lugar significativo por sus cerca de 1.200.000 t /año de producto final. La mayor parte de la materia prima utilizada para este compostaje procede de la recogida selectiva en origen de los restos de parques y jardines. Solo el 5,1% de la materia prima puede considerarse procedente de los restos orgánicos de cocina de la bolsa de basura tal y como se entiende en España.



Fig. 58 Sello de composta en Reino Unido

Hecha esta salvedad, comentar como actualmente hay dos especificaciones y estándares para productos finales en el Reino Unido no obligatorios o voluntario que tienen esquemas afiliados de certificación:

- ✓ Certificado por la Asociación del Compostaje³⁴
- ✓ Eco-etiqueta EU para Enmienda Orgánica y Substratos certificado por el Departamento de Alimentación y Asuntos Rurales.
- ✓ Además existen dos estándares y certificaciones orgánicos:
- ✓ Estándares Orgánicos para Paisajismo y Horticultura de Aficionados certificado por el propio HIDRA³⁵.
- ✓ Estándares de la Asociación del Suelo (Soil Association) para Alimentación y Agricultura Orgánica

La Asociación del Compostaje (The Composting Association) se fundó en 1995 y es la organización que en ese país promueve la gestión sostenible de recursos biodegradables. La Asociación fomenta un marco integrado económico y normativo alineado con el beneficio a largo plazo y la sostenibilidad de la industria del compostaje. Actúa como un recurso central, investigando y recogiendo y distribuyendo información. Actualmente agrupa a unos 700 miembros de todos los sectores de la industria británica de gestión de residuos, incluyendo a

³⁴ El BSI PAS 100:2005) British Estándar Institution (2005) Publicly Available Specification for Composted Products (PAS100)

³⁵ Henry Doubleday Research Association (HIDRA)



los productores de compost, agencias reguladoras, autoridades locales, consultores, proveedores, usuarios de compost, profesorado, estudiantes y ciudadanos.

Tiene como objetivos:

- a) Promover los beneficios económicos y medioambientales del compostaje eficiente y el uso del compost.
- b) Promover un estándar de calidad del compost, que incluya requisitos que contemplen la producción de compost y su seguimiento, toma de muestras y métodos de análisis, calidad del compost e información de declaración-uso del compost. El objetivo de los estándares (BSI PAS 100:2005) son los de asistir a los productores en mantener productos fiables y consistentes y fomentar una mayor confianza de los consumidores del compost. La Asociación del compostaje gestiona el esquema de certificación.
- c) Asegurar el desarrollo de una técnica de gestión sostenible de tratamiento biológico de los residuos, mediante la recogida e interpretación de datos en origen.
- d) Desarrollar y ejecutar talleres, seminarios y cursos para mejorar la capacitación y el conocimiento del personal que trabaja en la industria del compostaje, agencias reguladoras, autoridades locales, profesionales en industrias paralelas y el público en general.

Noruega

En Noruega la separación de la materia orgánica en origen comenzó en 1990 motivada por la normativa de vertederos y un impuesto de vertido de residuos. Se ha introducido en un 61 % de la población.

Además muchos municipios permiten a los vecinos realizar compostaje doméstico y les reducen el impuesto de recogida de basuras y les rebajan el precio de los contenedores de compostaje certificados.

La normativa denominada “Regulaciones sobre fertilizantes orgánicos y enmiendas de suelo” esta orientada a la calidad de los productos y exige que todos los productos se encuentren registrados antes de ser comercializados. Se determinan cuatro tipos de compost según sus contenidos en metales pesados con una serie de restricciones de uso.

Suiza

Las guías de gestión de residuos en Suiza requieren que el reciclaje de una fracción de residuos sea no solamente beneficioso



AVFALL SVERIGE
Swedish Waste Management

Fig. 59 Sello del compost Suizo

medioambientalmente, sino también sea económicamente sostenible. Por ello, se han introducido tasas de vertido sobre muchos productos (envases de bebidas tipo PET, baterías, botellas de cristal, elementos eléctricos y electrónicos) para financiar los esquemas de recogida y reciclaje. Eso no ha sido posible para los bioresiduos. Sin embargo la sostenibilidad económica del tratamiento de los bioresiduos es un objetivo a largo plazo para este país. Por



ello se considera en este aspecto que solo puede lograrse si un mercado real puede desarrollarse para estos productos. Todo esto les ha confirmado lo necesario que es cambiar la imagen del compost cara al gran público y a los usuarios, pasando de ser un subproducto residual para convertirse en un recurso económicamente valorable. En este contexto se fundó en 1999 el ASCP la Asociación Suiza de Plantas de Compost y Metanización.

Sus tres principales objetivos son:

1. Cerrar los ciclos de la materia y la energía en la gestión de los bioresiduos.
2. Incentivar los altos estándares profesionales en la producción de compost.
3. Crear las condiciones para un mercado real del compost y sus subproductos.

La Asociación que agrupa a las plantas que procesan más de 100 t/año de bioresiduos, cuenta actualmente con unos 40 miembros, que juntos procesan más de 400.00 t de bioresiduos, 2/3 partes de la cantidad recogida anualmente en Suiza. La formación, la calidad y el control son las tres palabras clave de la estrategia de ASCP.

Estimulada y parcialmente financiada por las autoridades federales y por varios cantones, la ACSP desarrolló un programa de formación, guías de directrices, una oficina de inspección y una etiqueta, con el objetivo de garantizar altos estándares de calidad, tanto en el proceso de gestión como en sus productos.

En cuanto a la formación, se consideró que para producir compost de calidad cada trabajador de la planta debía poseer un conocimiento básico que le permitiera comprender las consecuencias de sus acciones. Por ejemplo, un maquinista de una pala cargadora debe no solamente conducir ese vehículo, sino debe ser consciente de que apilar el compost sin las debidas precauciones puede conllevar una compactación que cause una disminución de la calidad del producto. La ASCP desde el año 2000 ha desarrollado y ha llevado adelante una formación modular por todo el país tanto en el idioma alemán como en francés. Los cursos de formación están confeccionados para los trabajadores en plantas de compostaje y tienen como objetivo promover las mejores prácticas durante la producción de compost. Además persigue elevar el nivel de la auto conciencia y estima entre los trabajadores del compost, mediante un mejor conocimiento de sus productos y de sus propiedades y calidades.

Actualmente estos cursos están siendo organizados por el EduCompost Ltd., un instituto independiente de formación recientemente creado para el reciclaje de la biomasa.

Esta entidad imparte un Modulo básico de dos días de duración, en el que se da a los participantes una visión general de la gestión de bioresiduos y un conocimiento básico del marco legal. Tras esta introducción, se enseñan los conceptos básicos de la biología del compostaje. De esta forma cada trabajador comprende lo que esta sucediendo en una pila de compost. Todos los demás aspectos de la gestión de una planta de compostaje que se tratan seguidamente se relacionan más o menos directamente con esa base biológica:

- Elección de las técnicas de tratamiento
- Tipo de residuos aceptados
- Hojas de cálculo



- Sistemas de control de calidad

Se completa el curso con visitas a plantas, de forma que los participantes tienen un panorama de la variedad existente de técnicas y procesos de compostaje. En el Modulo de calidad, se hace énfasis en el proceso y en el control de la calidad. Se enseña a los participantes como llevar a cabo análisis químicos sencillos y ensayos a realizarse en la propia planta, que pueden ser usados por los mismos trabajadores, tras una formación mínima, para controlar la calidad de su compost sobre el terreno. Permiten esos análisis, en particular los de germinación de semillas y las pruebas de crecimiento a los trabajadores del compost y a los productores descubrir directamente la influencia de sus propios productos en la salud y crecimiento de las plantas.

Esto les sirve para fomentar la conciencia de que produciendo compost de alta calidad se evita el fraude y que este proceso además requiere habilidades específicas y una gestión cuidadosa del mismo. En el año 2001 la ASCP publicó las *Guías de criterios calidad del compost de bioresiduos*. Los objetivos de estas guías son asistir a los productores en producir el compost de una calidad fiable y consistente y estimular a los consumidores a tener una mayor confianza en el compost.

Definen las guías las características que un compost debe poseer para sus usos en agricultura, en horticultura, en jardinería, paisajismo y en cultivos de invernadero. Los cultivos en invernadero y en los jardines privados requieren la calidad mas alta y el mayor grado de madurez. Unos niveles algo inferiores son suficientes par la horticultura comercial. Los niveles mas bajos que se establecen en las guías federales son para la agricultura y otros usos. Se pretende que las guías sean un complemento de las instrucciones y recomendaciones federales, y en ningún caso las remplacen.

Una novedad de estas guías, que van bastante mas allá que ninguna de las normas formuladas por las estaciones federales de investigación, son los requisitos para el uso del compost en horticultura y paisajismo, tanto en el exterior en cultivo abierto como bajo invernadero. Se proponen, además de los parámetros físicos y químicos, análisis microbiológicos normalizados.

En este país con relación a las materias primas, se precisa para obtener una alta calidad de compost una correcta elección de las mismas además de saber hacer el proceso. Por ello se exige que solo deben ser usadas materias primas con bajos niveles de contaminantes. Esto excluye residuos susceptibles de estar contaminados como los lodos de depuradora o los residuos de la limpieza de las calles. Así la ASCP recomienda que se declaren las materias primas y los aditivos utilizados.

Las tres calidades definidas en las guías de la ASCP son:

- Compost para uso agrícola, son los que conforman el mínimo nivel de calidad.
- Este nivel define residuos “debidamente compostados”, estableciendo que el compost puede ser considerado como maduro cuando las materias primas ya no sean reconocibles (excepto en el cado de la madera) y el contenido de amoniaco menor de 300 mg/kg de materia fresca.



- Los compost usados en horticultura, jardines y paisajismo deben satisfacer requisitos adicionales (por encima de los requisitos del nivel mínimo de calidad) respecto a los parámetros biológicos, químicos y físicos.
- Compost usado en invernaderos y jardines privados deben satisfacer requisitos más exigentes respecto a los parámetros biológicos, químicos y físicos.

En 2003 la ASCP creó un esquema de auditoria independiente reconocido a nivel nacional como inspección para las plantas de procesado de bioresiduos, con una colaboración cercana con otras asociaciones profesionales del sector y con las autoridades federales. Se constituyó una comisión de inspección con representantes de todas las partes involucradas: productores de compost y sus marcas asociadas, autoridades federales y cantonales, institutos de investigación y usuarios finales (agricultura, horticultura y de jardinería).

Las inspecciones son llevadas a efecto por inspectores acreditados que son especialistas en los procesos del compost y en la calidad del mismo, pero no son productores. Esta independencia se ha considerado esencial para garantizar la estricta conformidad y calidad de las inspecciones.

Desde el año 2005, la inspección esta siendo dirigida por un consorcio de las tres organizaciones profesionales en el sector (inspección ARGE). Se encuentra en el proceso de aspirar a ser reconocida por las autoridades federales y cantonales como oficina oficial de inspección, substituyendo a las inspecciones llevadas a efecto por las autoridades. Ya es el caso de los cantones de Aargau, Solothurn Zürich, Zug, Lucerne y Thurgau, donde las autoridades han dado la orden a la oficina de inspección de inspeccionar todas las plantas que traten mas de 100 t/año de bioresiduos.

En los cantones donde esa instrucción aun no existe, es decisión de las propias plantas el solicitar ser inspeccionadas. En algunos casos las autoridades cantonales están reconociendo las inspecciones como equivalentes a los controles

DESTINO DEL COMPOST EN EUROPA (% PESO)

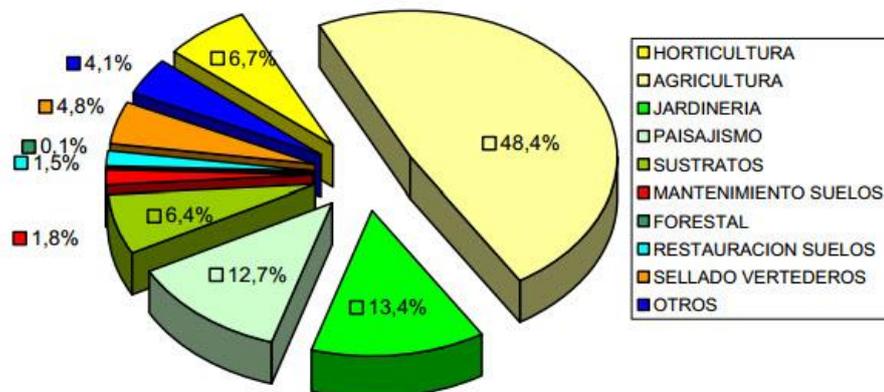


Fig. 60 Destino del compost en Europa



que ellas realizan. Se continúan los debates con las autoridades cantonales por toda Suiza para el reconocimiento de la oficina de inspección. Se inspeccionaron unas 100 plantas en 2003 y 2004 y unas 160 en 2005. La capacidad total de las plantas inspeccionadas suponen los dos tercios de los bioresiduos tratados anualmente en Suiza.

Listado de materias primas y aditivos para compostaje (diciembre 2005):

Esta lista fue publicada por parte de la comisión de inspección que supervisa la planta inspeccionada. Actúa también como motor para la promoción de la calidad y optimización de los procesos y los controles. El listado pretende ser un instrumento práctico para las autoridades competentes y para los directores de las instalaciones de tratamiento. Clasifica los residuos en tres clases de higiene dependiendo de su relativo riesgo para la higiene alimentaria y define que tipos de residuos y aditivos pueden servir como materia prima para el compostaje dependiendo del proceso de tratamiento. Es un listado disponible online por internet en formato PDF en idioma alemán y en francés.

Destino del compost

Puede apreciarse, en el grafico adjunto de destino del compost urbano a nivel global, como algo más de la mitad del uso se encuentra dirigido al conjunto de agricultura y horticultura siendo el destino más importante.

La subsiguiente utilización más frecuente es el grupo de la jardinería, el paisajismo y su uso como sustrato. Entre estas tres absorben casi la tercera parte del total de compost comercializado.

El resto de destinos apenas sobrepasa el 12 % del total (sellado de vertederos, mantenimiento y restauración de suelos, forestal y otros)

En el grafico de destino del compost urbano por país, se observa como en Portugal y en los Países Bajos casi la totalidad se destina al conjunto de la agricultura y horticultura, seguido en este aspecto por España y Hungría.

Por el contrario en Suecia, Flandes en Bélgica, Noruega, Finlandia, Dinamarca y Alemania se observa como el uso de jardinería, paisajismo y sustratos es el más relevante. Italia, Suiza, Reino Unido, Irlanda y Alemania son países que muestran una distribución más repartida entre todas las alternativas de utilización. El compost procedente de los residuos verdes de parques y jardines en algunos países conocido como “compost verde” es una enmienda orgánica y un fertilizante orgánico aceptado por los mercados en toda Europa. Puede producirse de buena calidad sin demasiado equipamiento técnico.

El mercado del compost de la fracción orgánica de los residuos domiciliarios en Europa también llamado en algunos países “bio-compost” muestra dos desarrollos opuestos:

- ✓ Debido a las tasas de las basuras bajas, en descenso o miserables, algunas plantas de compostaje tratan de minimizar su tratamiento y costes de comercialización lo que



muchas veces supone ofrecer el compost gratis a los agricultores sin ningún otro esfuerzo de comercialización.

- ✓ Por otro lado muchas plantas de compostaje empiezan a añadir valor a sus productos finales y a producir mezclas o productos especiales según las necesidades de los consumidores y los requerimientos del mercado. Las organizaciones de Control y Garantía de Calidad del Compost apoyan estas tendencias para las aplicaciones del compost y para los nuevos productos de compost.

Aunque hay diferencias significativas en la situación del mercado del compost en los países

DISTRIBUCION DEL USO DEL COMPOST POR PAIS

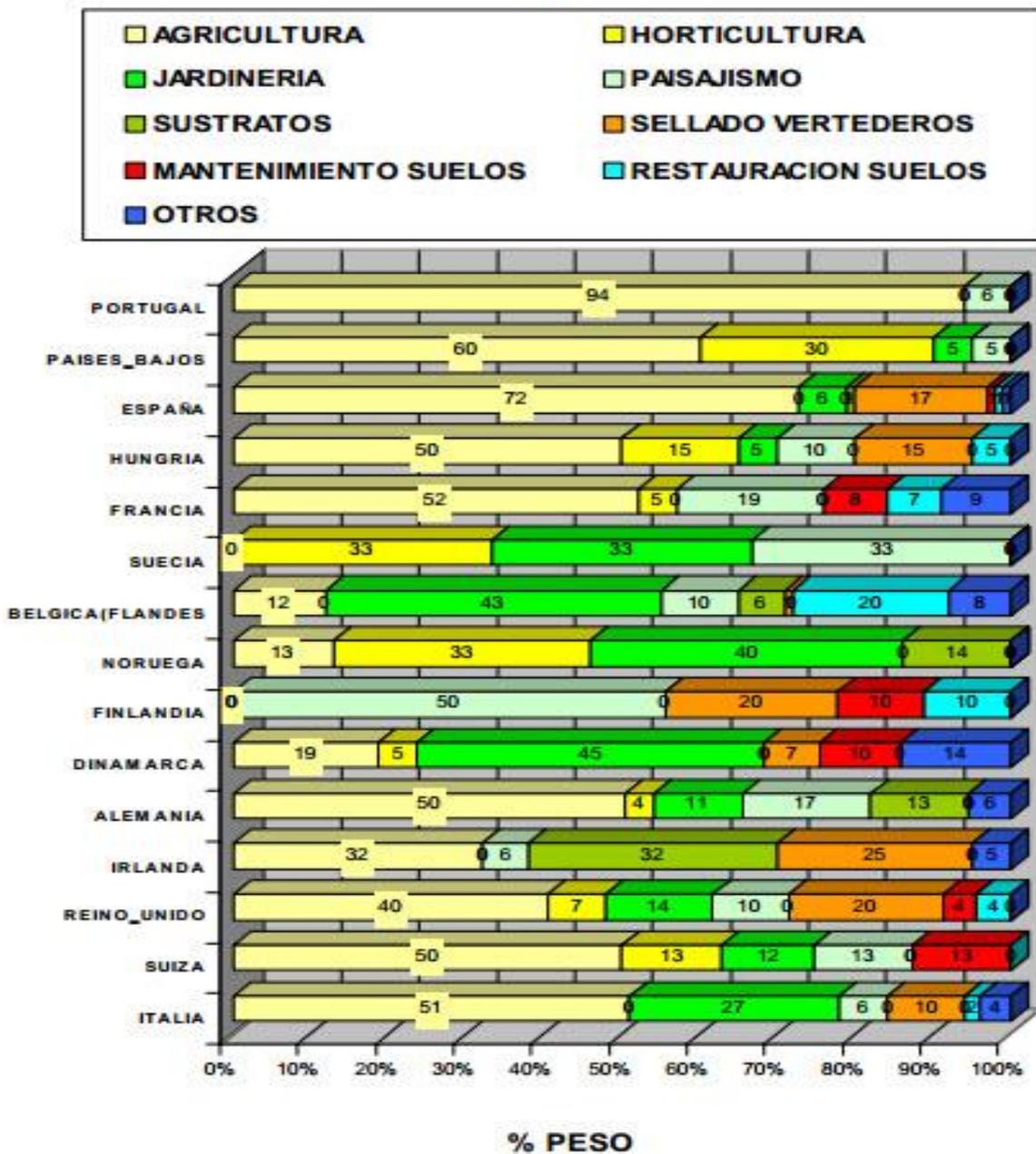


Fig. 61 Usos del compost por país

Europeos, se reconoce en general que en los países desarrollados con una producción circunstancial como en Alemania los temidos problemas con las ventas del compost no ocurren.

En todos los países la jardinería particular o de aficionados, la horticultura y el paisajismo son mercados con éxito y tienen buenas posibilidades de desarrollo. La figura 23 muestra una perspectiva de los rangos de valor y dimensión del mercado para los compost producidos a finales de los 90's.

Se puede observar que existe una variedad de usos para el compost con volúmenes de mercado potencial diferentes³⁶ que se representa en esa jerarquización de los mercados de compost en Europa.

Comercialización de Compost en Europa

Una vez observado el diverso panorama referente a la calidad del compost en Europa, parece claro que desafortunadamente resulta difícil establecer una relación calidad-precio comparativa entre los diversos países ya sea que estén integrados en la UE o no.

No obstante y a título orientativo se adjunta un listado de los rangos de precio en euro por tonelada y por destino final del producto que se ha podido recopilar³⁷ según los diversos sectores de mercado que se han creado.

Las oscilaciones existentes desde su ofrecimiento gratuito hasta su precio más alto en cada uno de los tres tramos de mercado que se mencionan en la tabla siguiente y considerando que el nivel de exigencia de calidad va aumentando progresivamente desde la agricultura hasta la jardinería particular, todo parece indicar que los países que se han marcado en

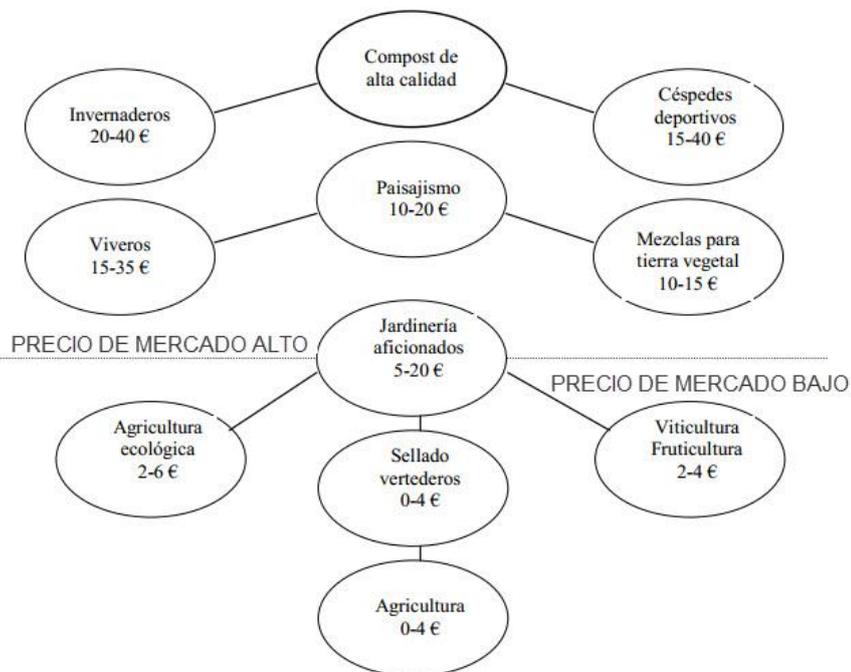


Fig. 62 Jerarquía de comercialización del Compost en la UE

36 (€/ m3) 2000 Amlinger, F.

37 2006. Rogalsky W. y Fischer, C



verde muestran una mayor claridad y coherencia en sus mercados en cuanto a la relación calidad-precio.

La producción de compost el 88 % de la misma se concentra en la de los anteriormente citados países junto a las producciones de Italia, Holanda y España.

Aunque hay una amplia diversidad en los criterios nacionales respecto a la medición de la calidad de los productos finales, se constata una clara tendencia (de los países más destacados en el desarrollo de la misma y de un mercado más estable y claro) hacia la recogida selectiva en origen de la fracción orgánica.

Se ha optado además en general en ellos por la creación de entidades u organismos más o menos cercanos a las empresas productoras que ejercen las labores de inspección, certificación y etiquetado de los productos para elevar la confianza del usuario final de los mismos.

	AGRICULTURA	PAISAJISMO	JARDINERIA PARTICULARES
ALEMANIA	0 - 5		10 - 30
AUSTRIA	0 - 60	0 - 60	0 - 60
BELGICA(FLANDES)	3	3	3
DINAMARCA	0	6,7 - 9,4	0 - 8
ESPAÑA	0 - 55	0 - 55	0 - 91
HUNGRIA	14 - 16	17 - 18	20
ITALIA	3	10 - 20/40	10 - 15
NORUEGA	9	18	35
PAISES BAJOS	5	10	15
PORTUGAL	4,4	4,4	4,4
REINO UNIDO	0	7 - 14	28 - 42
SUECIA			20
SUIZA	-7*	27	40
RANGOS	-7 a 60	0 a 60	0 a 91

* El signo negativo se refiere a que las plantas de compostaje subsidian su aplicación

Fig. 63 Precios del compost en la UE por mercado potencial

Junto a estas labores de Control y Garantía de Calidad, algunas de estas entidades desarrollan además labores de formación y promoción del compost. Así, un importante número de plantas o centros de compostaje en Europa se controlan mediante unos sistemas de Control y Garantía de Calidad (SAQ). Estas instalaciones, la mayoría situadas en Austria, Bélgica, Alemania, Luxemburgo, Italia, Países Bajos o Suecia, tratan cerca del 70 % de los residuos biodegradables recogidos selectivamente en Europa.

Estos Sistemas de Control y Garantía de Calidad pueden considerarse como los que cierran el ciclo orgánico y establecen la conexión entre la producción de compost y su comercialización y su existencia influye en todas las etapas del tratamiento de los residuos orgánicos, tales como: recogida, concepción y gestión de las instalaciones, producción de compost, desarrollo de



compost conforme a normas específicas y concebido para diferentes aplicaciones, información relativa al desarrollo de políticas y reglamentaciones.

Los SAQ contribuyen igualmente a garantizar que el usuario final reciba la información relativa a la calidad del compost, su composición, sus características nutritivas, su concentración en N, P, K, y los consejos de uso. Mediante este procedimiento, los consumidores de compost se benefician de un producto de calidad normalizado, controlado por organizaciones independientes. Los SAQ contribuyen por tanto positivamente a la imagen del producto y a su comercialización. En general, los SAQ vinculan las normas legales existentes a:

- ✓ Organizaciones de normalización oficiales y conocidas (RAL en Alemania, KIWA en los Países Bajos, ÖNORM en Austria)
- ✓ Trámite-proceso oficial de gestión de calidad (Suecia y gestión Qualorg en Francia)
- ✓ Eco-etiqueta (VLACO en la región de Flandes en Bélgica).

Aún basándose en principios comunes, los diferentes sistemas de garantía de calidad europeos tienen sus características propias. El SAQ alemán (BGK) hace un mayor énfasis en la calidad del producto acabado que en el proceso en sí, salvo para los tipos de materias primas utilizadas y la higienización del proceso de compostaje.

El austriaco (KGVÖ³⁸/BKAL) es muy similar al sistema alemán, con la diferencia de que el gerente de la instalación tiene que llevar a efecto un programa específico de formación, y debe llevar un registro en el que se anoten ciertas precisiones relativas a la explotación.

El italiano se basa en un acuerdo voluntario entre la empresa que gestiona la planta de compostaje y la Asociación Italiana de Productores de Compost (CIC). Se centra principalmente en el producto final a través de:

- una obligación de declaración de las materias primas utilizadas
- un muestreo mensual del compost producido, organizado por el CIC y realizado por laboratorios profesionales autorizados y seleccionados por él para evaluar la eficacia del proceso de descomposición y de higienización.

En el holandés (KIWA), el control del producto final se basa en un control de producción interno efectuado por el propio gestor de la planta. En el sistema sueco, el control de la producción es realizado por una organización de certificación (AVFALL SVERIGE). En Bélgica, la entidad denominada VLACO ha puesto en marcha un Sistema de Control de Calidad Integrada. Por una parte asegura la promoción de una selección en origen y del compostaje doméstico y, por otra parte, gestiona el Sistema de Control y Garantía de Calidad para las instalaciones de compostaje, realiza asesoramiento para las aplicaciones del compost y fomenta la comercialización del mismo. Todos los elementos del ciclo orgánico son así gestionados por una sola organización.

³⁸ <http://www.wienkompost.at/>



En definitiva actualmente los sistemas de calidad existentes en Europa (estándares, eco etiquetas, procedimientos) son diferentes y se aplican de distinta forma. Algunos son obligatorios y otros voluntarios, definen de una a cuatro clases de compost.

Sin embargo desde algunos foros especializados del sector se opina que lo más adecuado no es que cada país tenga un diferente Sistema de Control y Garantía de Calidad del Compost y diferentes calidades de compost para diversos usos, sino que hubiera un sistema de calidad único y armonizado en Europa. Se detecta también una clara evolución hacia la diversificación de los productos según sea el destino final de los mismos. Siendo los más exigentes y con precio más alto los de la jardinería particular o su uso como sustrato, seguido por el de paisajismo con una exigencia y precio algo inferior y finalmente se encuentra el de agricultura. Se observa como en Portugal y en los Países Bajos casi la totalidad de la producción se destina al conjunto de la agricultura y horticultura, seguido en este aspecto por España y Hungría. Por el contrario en Suecia, Flandes en Bélgica, Noruega, Finlandia, Dinamarca y Alemania se observa como el uso de jardinería, paisajismo y sustratos es el más relevante.

Los gobiernos nacionales, autoridades regionales y los municipios tienen un notable papel en el fomento de las actividades de comercialización del compost. Los mercados y las posibles salidas comerciales para los productos finales tienden a estar claramente identificados por adelantado, dado que van a condicionar las formas de separación de los residuos en origen y su recogida debido a la calidad de las materias primarias y secundarias que se proporcionan y las opciones de tratamiento.

La tendencia encontrada se basa en lo relativamente difícil que resulta comercializar a largo plazo un producto considerado como un residuo. Por ello, parece que lo más conveniente es caminar paralelamente en el desarrollo de mercados al tiempo que se realiza la producción de compost y se establecen las iniciativas de separación en origen, a fin de alcanzar la convergencia de la oferta y la demanda. Esta estrategia puede beneficiar el desarrollo progresivo de los segmentos de mercado de los productos de valor superior y dar sostenibilidad al sector a medio y largo plazo.

En definitiva, el mercado europeo del compost requiere la mejor calidad como la desarrollada en Bélgica, Dinamarca, Alemania, Países Bajos, Austria y Suiza, que ya poseen una gestión altamente desarrollada del compost. Los estándares de calidad de los compost deben poder tolerar la competición en el mercado con los productos derivados de las turbas y preparados basados en las cortezas. Esto solo es posible con materias primas orgánicas procedentes de recogida selectiva y con un programa de control de calidad garantizado a ser llevado a efecto por las plantas de compostaje.



America Latina

En la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, la cantidad de materia orgánica presente en los residuos sólidos urbanos supera el 50% del total generado³⁹. Si bien Latinoamérica es una de las áreas mundiales con mayor capacidad de residuos orgánicos, los manejos a los residuos sólidos urbanos marcan la diferencia entre un método efectivo y otro más arcaico con mayores consecuencias ambientales.

República Federativa del Brasil

Brasil al igual que muchos países de Latinoamérica tiene un avance lento y poco significativo en torno a las prácticas ecológicas sustentables. Lo más importante a analizar sea quizás el poco seguimiento que se le da a estas iniciativas para poder determinar resultados en el largo plazo.

En Brasil se encuentran plantas de clasificación y compostaje de residuos

sólidos urbanos domiciliarios, que utilizan tanto el método natural, como el método acelerado. Un estudio hecho en 1990, reveló que existen cerca de 37 municipios brasileiros con instalaciones que utilizaban el primero de ellas, 17 estaban paradas o desactivadas, 5 en construcción y 15 operando. De las 20 plantas operando por el método acelerado, 7 estaban paradas o desactivadas, 10 en obras y 3 funcionando.

Actualmente, se encuentran instalaciones operando por el método acelerado, en Boa Vista (RO), Belém (PA), Belo Horizonte (MG), Uberaba (MG), Rio de Janeiro (RJ), São José dos Campos (SP), Santo André (SP) y São Paulo⁴⁰ (SP). Muchas plantas interrumpieron su operación o fueron desactivadas. Otras, no entraron en operación, por los siguientes motivos:

- ✓ Instalación mal planificada de plantas por la vía del crédito oficial del Banco Nacional de Desarrollo -BNDES-, lo cual provocó la disputa de los recursos por parte de los constructores, cuyas convicciones técnicas y mercadológicas no siempre tomaron en cuenta las especificaciones y necesidades de los municipios;

Composición de los residuos sólidos municipales en diversos países de América Latina (porcentaje en peso)

País	% de Materia Orgánica
México	43
Costa Rica	58
El Salvador	42
Perú	50
Chile	49
Guatemala	63.3
Colombia	52.3
Uruguay	56
Bolivia	59.5
Ecuador	71.4
Paraguay	56.6
Argentina	53.2
Trinidad y Tobago	27

Fig. 64 Composición de los residuos municipales en diversos países de LA

39 Diagnóstico de la situación del manejo de los Residuos Sólidos Municipales en América Latina y El Caribe. BID, OPS/OMS, 1997

40 http://www.cempre.org.uy/docs/manual_girsu/parte_2.pdf



- ✓ Ausencia de capacitación institucional y/o gerencial y/u operacional para llevar a cabo las actividades;
- ✓ Creencia equivocada de que las plantas podían «hacer desaparecer los residuos sólidos», con la consiguiente falta de previsión de espacio -y de capacitación operacional para instalar los necesarios rellenos sanitarios receptores de los desechos;
- ✓ Explotación exagerada del argumento de generación de empleos (por ejemplo, para absorber a los hurgadores del vertedero), como motivación social de la adopción de plantas, adoptando tecnologías muy exigentes en cuanto a mano de obra;
- ✓ Ausencia de integración presupuestaria, institucional y operacional de las plantas con el servicio de limpieza pública local;
- ✓ Ubicación inadecuada de las plantas, que provocaron problemas ambientales y el consiguiente rechazo a su funcionamiento por parte de la población afectada;
- ✓ Cuestiones ligadas a disputas político-partidarias locales o a preconceptos, lo cual provocó, inclusive, la paralización de una planta recién inaugurada por el simple hecho de que hubo cambio de gobierno;
- ✓ Frustración de los gestores municipales, engañados por la previsión equivocada de la posibilidad de «ganancia» operacional de las plantas;
- ✓ Frustración debida a la incapacidad de obtener productos con las características impuestas por el mercado o exigidas por la legislación;
- ✓ Ignorancia o desconocimiento de las necesidades reales y las posibilidades locales, en la formulación de proyectos, lo cual provocó instalaciones incompletas o mal dimensionadas, equipos inadecuados, alto costo de mantenimiento, falta de recursos y dificultades para colocar en el mercado, inclusive productos de buena calidad.

Se tiene evidenciado que los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (E.I.A) son meramente descriptivos lo que conlleva a que los planes de manejo ambiental diseñados sean deficientes y además no se aplican de forma adecuada debido a la poca eficacia en el seguimiento a la implementación de los mismos por parte de las autoridades ambientales ya que no establecen mecanismos de control como indicadores de impacto y gestión que permitan la regulación. Esta realidad no es ajena al emplazamiento y operación de los rellenos sanitarios, cuyos impactos ambientales sobre el agua y el aire se agravan por el importante contenido de orgánicos que, bajo las condiciones de pluviosidad propias de latitudes intertropicales, incrementa la producción de gases, lixiviados y olores ofensivos, situación inductora de conflictividad ambiental en localidades y regiones del país. Es claro que, desde el propósito de reducir el impacto ambiental inducido por los rellenos sanitarios, el aprovechamiento de orgánicos también configura una prioridad en materia de gestión ambiental en el país y en la región⁴¹. Sin embargo y a pesar del poco apoyo que se pudiera tener por parte de los gobiernos, en muchas localidades de Brasil realizan compostaje a partir de residuos sólidos orgánicos y parte de las siguientes condiciones:

41 MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Decreto 838 de 2005. En: Artículo 1. Definiciones. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de

2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Marzo 23 de 2005. [Sitio en internet].

http://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Decreto838_20050323.htm



- ✓ Volumen recepcionado: 2,0 t/día de residuos de mercados.
- ✓ Porcentaje de materia orgánica: 90%
- ✓ Volumen de materia orgánica procesada: 1,8 t/día.
- ✓ Total de trabajadores (incluida la recolección): 3 obreros y 1 obrero -administrador.
- ✓ Tiempo de recolección: 3 horas aproximadamente.
- ✓ Jornada de trabajo: 6 horas.
- ✓ Tiempo de duración del proceso: 90 días.
- ✓ Área total: 2.000 m²
- ✓ Método: húmedo-aerobio, cúmulo en hileras con 3 volteos.
- ✓ Porcentaje de compostaje producido: 30% del total de residuo orgánico.
- ✓ Volumen de compostaje producido: 540 kg./día.

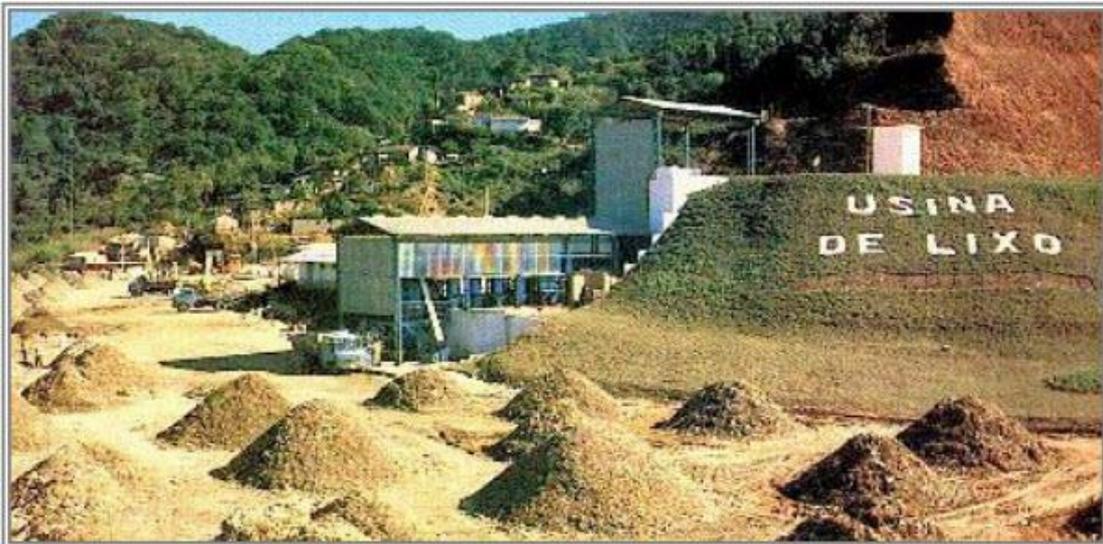


Fig. 65 Planta de compostaje en Brasil Petrópolis, RJ

Planta de compostaje en Brasil Petropolis, RJ⁴².

42 SANDOVAL, Leonardo. Programa Horizontal de tecnologías limpias y energías renovables de la Organización de Estados Americanos. En: Curso taller transferencia de tecnologías limpias para Pymes del sector de los residuos sólidos. Concytec. Panamá, Julio de 2006, p.20

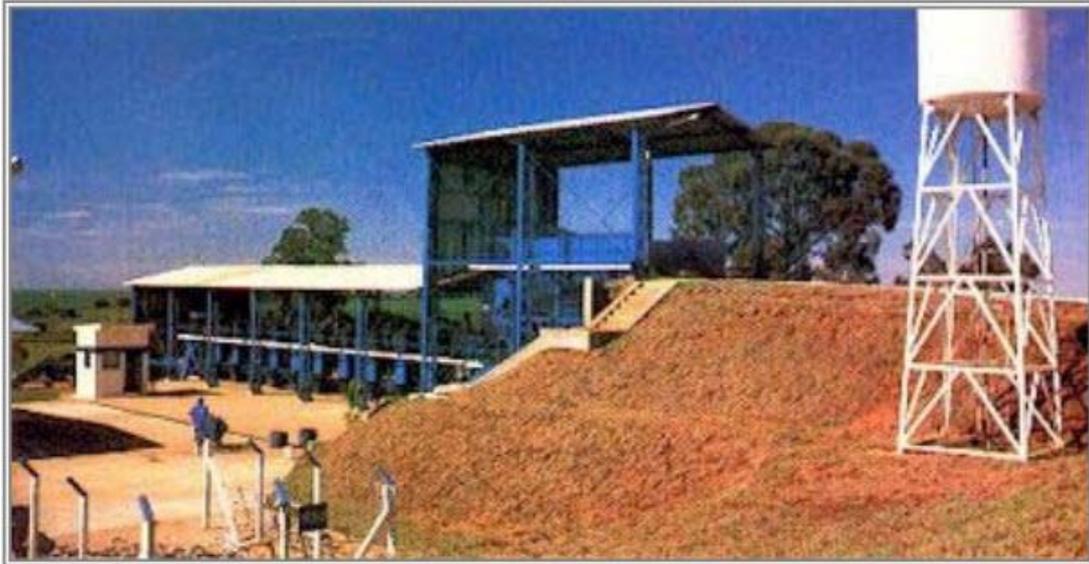


Fig. 66 Planta de Compostaje en Brasil ASSIS, SP

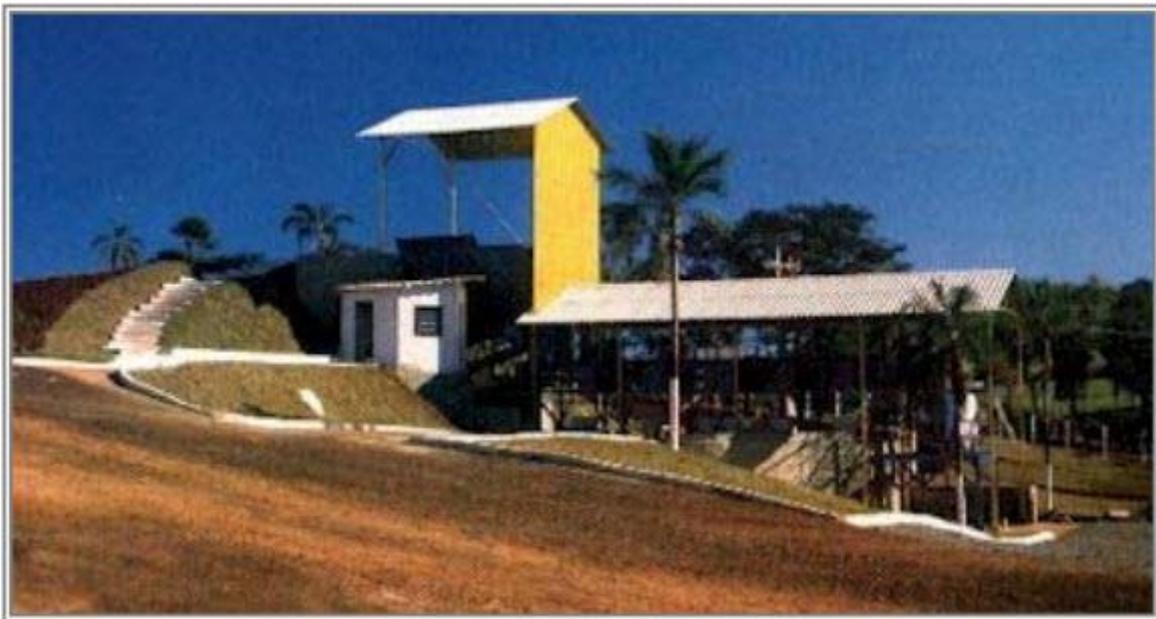


Fig. 67 Planta de Compostaje en Brasil. CORNELIO PROCOPIO , PR

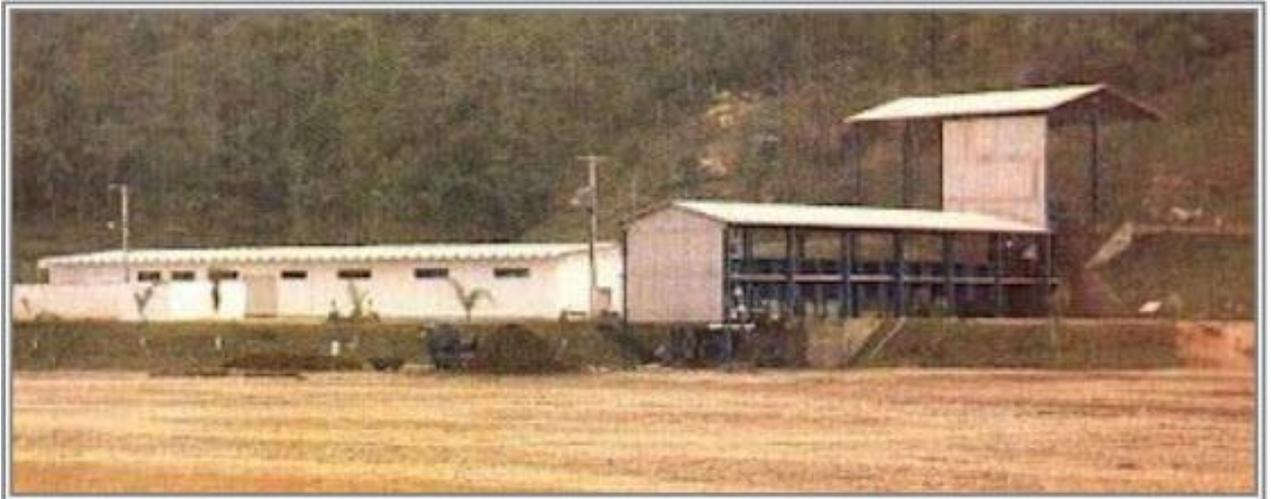


Fig. 68 Planta de compostaje en Brasil. FLORIANOPOLIS, SC

El sector que más mano de obra emplea es el de clasificación. En Brasil se acostumbra utilizar un obrero por cada metro lineal de banda móvil. Como ejemplo, se puede sugerir la siguiente distribución de empleados para una instalación que atiende una zona de 110 mil habitantes, con dos bandas móviles de 16 m de largo cada una: 1 Gerente, 6 Administrativos, 2 Técnicos de nivel medio, 2 Choferes, 2 Operadores de máquinas y 53 Técnicos no calificados.

El compost orgánico está contemplado en la ley como fertilizante orgánico o más específicamente como fertilizante compost. Los cuadros siguientes presentan, respectivamente, las especificaciones de parámetros físicos, químicos y de granulometría estipulados por el Ministerio de Agricultura Brasileiro.

La granulometría del tipo granulado grueso no debe ser aplicada al compost de residuos, ya que materiales como tapas de botellas de refrescos, pequeños trozos de vidrios e hilos metálicos que no serían retenidos por esas mallas, deben ser separados en la fase de acondicionamiento para poder ser usados en aplicaciones agrícolas. En la práctica se usa una malla de 20 mm, lo que produce un resultado intermedio entre granulado y granulado grueso, con buen aspecto y buena calidad para el manejo.

Valores establecidos como parámetros de control para compost orgánico y tolerancias, conforme a Legislación de Brasil.		
Parámetro	Valor	Tolerancia
pH	mínimo 6.0	hasta 5,4
Humedad	máximo 40%	hasta 44%
Materia orgánica	mínimo 40%	hasta 36%
Nitrógeno Total	mínimo 1,0%	hasta 0,9%
Relación C/N	máximo 18/1	hasta 21/1

Fig. 69 Valores establecido como parámetros de control para el compost en Brasil.



Especificaciones para granulometría de fertilizantes		
Granulometría	Exigencia (el producto debe pasar)	Tolerancia (debe pasar)
Granulado	100% en malla de 4,8 mm	
	90 % en malla de 2,8 mm	hasta 85 % en malla de 4,8 mm
Granulado grueso	100% en malla de 38 mm	
	90 % en malla de 25 mm	no admite

Fig. 70 Especificaciones de granulometría de fertilizantes

La legislación brasilera aplicable fue hecha buscando regular el comercio de compost preparado a partir de residuos agrícolas, no siendo adecuada para el producido a partir de la fracción orgánica de residuos sólidos domiciliarios. Estos residuos pueden presentar niveles de materia orgánica y nitrógeno, tal que el resultado del compostaje tenga valores inferiores a los establecidos en dicha legislación, aunque se cumplan las buenas prácticas del proyecto y de operación de las instalaciones.

Análisis efectuados por el Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) en muestras de compost orgánico, provenientes de 15 plantas ubicadas en el Estado de São Paulo, presentaron los siguientes resultados en los parámetros considerados por la Legislación:

pH	entre 7,2 y 8,0
Materia orgánica	entre 8,2 y 30,4%
Humedad	entre 27 y 55%
Nitrógeno total	entre 0,39 y 1,15%
Relación C/N	entre 11 y 23

Fig. 71 Análisis del Compost llevado a cabo por el IPT

Es de hacer notar que la Legislación no especifica, para el compost orgánico, límites relativos a la presencia de metales pesados, cuestión preocupante cuando se trata de residuos urbanos domiciliarios. Estos, comúnmente, contienen objetos que poseen metales pesados, como baterías, lámpara opacas, cerámicas, vidrios coloridos, tinta de impresión, cuero, etc. La Resolución MA 84, del 29 de marzo de 1982, solamente dice que “en el requerimiento de registro, el producto (fertilizante) deberá presentar declaración expresa de ausencia de agentes fitotóxicos, agentes patogénicos al hombre, animales y plantas, así como metales pesados, agentes contaminantes, plagas y hierbas dañinas”, sin establecer límites tolerables para su aplicación en el suelo, donde puede haber efecto acumulativo.



Los niveles medios de metales pesados encontrados en las muestras del compost de residuos del Estado de São Paulo, son los siguientes:

cobre (Cu) = 182 mg/kg,

zinc (Zn) = 433 mg/kg,

plomo (Pb) = 188 mg/kg,

chromo (Cr) = 54 mg/kg,

níquel (Ni) = 22 mg/kg y

cadmio (Cd) = 6 mg/kg.

Según la literatura internacional, las muestras de compost referidas pueden ser aplicadas en suelos de Francia, Austria e Italia, siendo prohibidas en Suiza por la concentración de Cd y Pb, lo que indica que en la gran mayoría de los casos, los metales pesados no presentan un problema serio, siempre que se adopten prácticas adecuadas de recolección, clasificación y operación de la planta.

República Argentina

Desde Diciembre de 1997 opera en la ciudad de San Carlos de Bariloche la Planta de Compostaje de Lodos Cloacales⁴³ (biosólidos), construida por la empresa SURBASA (Saneamiento Urbano Bariloche S.A.), responsable de la Planta de Efluentes de Líquidos Cloacales de la ciudad. El compostaje de biosólidos con controles según exigencias de organismos internacionales fue objeto de estudio del Grupo de Suelos del CRUB-Univ. Nac. Del Comahue desde 1995 y los resultados de las primeras experiencias fueron publicados en Ingeniería Sanitaria y Ambiental N° 30 (Mazzarino et al., 1997).

La ciudad de Bariloche cuenta en la actualidad con una población aproximada de 100.000 habitantes y recibe más de 500.000 visitantes al año, produciendo una carga de efluentes con marcadas diferencias estacionales. La planta de efluentes depura los líquidos cloacales del 43% de la población, generando unos 5.000 m³ de lodos por año. Las experiencias piloto desarrolladas en el CRUB durante el verano de 1996 e invierno de 1997 permitieron sostener la factibilidad de compostar toda la producción de biosólidos de la ciudad. Los estudios se realizaron en el marco de un trabajo multidisciplinario con el asesoramiento de profesionales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias de España (INIA-Madrid) y de la Universidad de Maryland (Wye-Research Center), el apoyo del Laboratorio de Parasitología del CRUB en el análisis de Ascaris y el apoyo técnico de profesionales de SURBASA.

La aplicación de biosólidos en agricultura puede estar limitada por la presencia de metales pesados, orgánicos traza y patógenos. El contenido de metales pesados en los lodos de Bariloche es mucho más bajo que los límites establecidos por la Unión Europea (1986) y la USEPA (1993, 1995) para su uso en agricultura (Laos et al., 1996; Mazzarino, 1998).

⁴³ http://www.suelos.org.ar/adjuntos/taller_compostaje_bariloche_2009.pdf



Los orgánicos traza no son significativos debido a la escasa influencia de la actividad agrícola en los efluentes colectados. El principal factor limitante para el uso de biosólidos en el caso de Argentina es el contenido de patógenos, evaluado a través de los coliformes fecales.

Debido a la falta de regulaciones sobre utilización agrícola de biosólidos en Argentina (sólo existe la Ley 24.051 de Residuos Peligrosos, que incluye la posibilidad de uso en agricultura pero no lo reglamenta), el Grupo de Suelos convocó a una serie de instituciones municipales, provinciales y nacionales a discutir el tema, con apoyo del INIA (Madrid, España). En base a estas reuniones, el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agro-Alimentaria, Área Fertilizantes) propuso un decreto reglamentario que regula provisoriamente la utilización de composts de biosólidos y de residuos sólidos urbanos, como anexo a la Ley 20.466 de Fertilizantes y Enmiendas Orgánicas (Muñoz Ratto, 1999). Este decreto se basó en la experiencia internacional, y de Bariloche en particular⁴⁴.



Fig. 72 Imagen del proceso de volteado de pilas en Argentina.

44 REFERENCIA PUBLICADO EN INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, Año 2000, Nr. 50, pp. 86-89, Publicación Asociación Argentina de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente-AIDIS



Planta de Compostaje en Bariloche

La empresa SURBASA construyó la Planta de Compostaje de Lodos Cloacales en un predio de 2 hectáreas de un productor local, con aprobación de la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad. El predio está ubicado a 8 km al sur del centro urbano de la ciudad, sobre la margen derecha del arroyo Ñireco con acceso por la ruta Nacional N° 258. El Grupo de Suelos del CRUB realizó el estudio de factibilidad ambiental para la zona de instalación y colaboró en el diseño de la planta. El estudio de impacto ambiental incluyó un relevamiento del sitio y sus alrededores a nivel geomorfológico y biológico del que participaron investigadores en geología, fauna y vegetación del CRUB-UNC.

La planta cuenta con cerco perimetral de alambre romboidal, cordón cuneta para coleccionar la escorrentía del área circundante y las siguientes instalaciones: un galpón de maquinarias con instalaciones sanitarias para los operarios, una oficina para almacenaje de equipos de medición (termómetros, trajes, barbijos, botas, etc.), una playa de mezcla de cemento, 8 plataformas de cemento con colectores de lixiviados conectados a un tanque de hormigón para evacuación posterior, una zona de maduración y provisión de agua mediante un tanque australiano para riego y control de incendios.

El transporte de los biosólidos previamente tratados con cal se realiza en volquetes herméticos. La mezcla y armado de las pilas de composts se efectúa con una pala cargadora de balde frontal, a cargo de un maquinista y dos ayudantes. La planta cuenta, además, con una chipeadora para procesar residuos de poda domiciliaria y/o forestal y una zaranda rotativa con malla de 0,5 cm diseñada especialmente para el tamizado del composts maduro.

El sistema utilizado es el de pilas con volteos (turning windrows) de 10-15 m de largo, 3-4 m de ancho y 1,6 m de altura, con exposición al viento y sin sombreado. El volumen de biosólidos manejado actualmente es de aprox. 350-400 m³ mensuales. Para el armado de las pilas se cuenta, como agente soporte o bulking, con parte de los 40.000 m³ de viruta + aserrín y 4.000 m³ de poda domiciliaria que se generan anualmente en la región.

La mezcla de biosólidos (15% de sólidos) con el material soporte se realiza en la playa de mezcla utilizando la pala cargadora. Las pilas termofílicas se ubican en alguna de las 8 plataformas de cemento y los lixiviados colectados en el tanque central se evacúan mediante un camión cisterna y son tratados posteriormente en la Planta de Efluentes. La etapa de maduración se completa en un área ubicada fuera de la zona termofílica. El material maduro es tamizado y posteriormente embolsado (2, 5 y 50 dm³) para su venta.

Las características de la enmienda orgánica obtenida en Bariloche permiten clasificarla como de "calidad excepcional" y sin restricciones de aplicación, debido a su bajo contenido de elementos pesados, reducción de patógenos y de atracción de vectores, y alta estabilidad de la materia orgánica (USEPA, 1993). Debe recalcar, sin embargo, que el decreto reglamentario del SENASA establece restricciones de uso además del cumplimiento de las condiciones antes



mencionadas. Así, en el caso de cultivos hortícolas o frutícolas cuyos órganos estén en contacto con el suelo, exige que el compost (biosólidos o residuos orgánicos urbanos) sea aplicado meses antes de la cosecha. El producto final ha sido aprobado provisoriamente por el SENASA (VITAPLANTA, Registro No13.283) y, actualmente, se distribuye o vende entre productores regionales.

En términos generales Argentina es una de los países más involucrados en solucionar el problema de la basura. El interés en reconocer la importancia del tratamiento de residuos ha sido el principal motivador que ha llevado a Asociaciones como la ARB (Asociación de Recicladores de Bariloche) a guiar pláticas con contenido informativo y constructivo en las universidades para formar un pensamiento de consumismo moderado y reutilización para minimizar el impacto de los desechos en Argentina. Estas iniciativas aunque no son definitivas en un carácter político, se convierten permanentes en un carácter ciudadano, y eso es lo que importa. Ya que se ha notado que conforme un grupo de personas está mejor informado y consciente de los factores involucrados en el proceso del desecho, estos toman medidas más responsables hacia los mismos.

A su vez, se generan propuestas y demandas de tipo local para el control de calidad de los recolectores y su manejo en los vertederos.

Este tipo de sensibilización ha logrado algunas firmas de convenios para las prácticas del compostaje⁴⁵ la construcción de una planta para la clasificación y el manejo de los residuos, aunque siempre será de orden primordial concientizar una separación en origen.

La participación ciudadana es la que la logrado que Argentina lleve a cabo con éxito y término las iniciativas respecto a compostaje. La citada planta de Bariloche, ha sido un ejemplo mundial de éxito y funcionamiento. Ha sido sede de muchos congresos internacionales y marco educativo para los jóvenes que se desean profesionalizar en el marco de la agricultura industrial o ecológica.

Una prueba de ello, son las recientes publicaciones por parte de universidades y compostadores independientes, plasmando de manera técnica las experiencias y practicas eficientes en el manejo del compostaje. Los fondos para uno de estos libros fueron provistos por la CEB como responsable de la primera planta de compostaje de biosólidos del país, la UNRN en apoyo a sus carreras ambientales de grado y posgrado, tanto la carrera de Ingeniería Ambiental como la Especialización en Tratamiento de Residuos Orgánicos, y Orientación Gráfica Editora S.R.L, editorial especializada en libros agropecuarios⁴⁶.

La presentación de los ejemplares se hicieron durante el último congreso Latinoamericano y Argentino de la Ciencia del Suelo realizado en Mar del Plata. También participaron autores provenientes de la Cooperativa de Electricidad Bariloche (CEB), Obras Sanitarias Mar del Plata (OSSE), Instituto Argentino de Certificación y Normalización (IRAM), Municipalidad de

⁴⁵ www.reciclarbariloche.com.ar

⁴⁶ Mazzarino, María Julia y Satti, Patricia ED Universidad Nacional de Río Negro , Compostaje en Argentina, Experiencia en producción, calidad y uso



Moreno-Buenos Aires (IMDEL) y Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y empresas privadas relacionadas con la construcción de caminos y la producción de césped.

Los capítulos contienen conclusiones del primer taller sobre compostaje organizado por la Comisión Suelos y Ambiente de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (AACS). Satti y Mazzarino destacaron que ese taller permitió obtener una gran diversidad de trabajos provenientes mayormente de instituciones de investigación y enseñanza⁴⁷. Lo que nos recuerda que para tener resultados exitosos de manera permanente y a la largo plazo, la educación siempre será una de las vías más óptimas y constructivas a las que debemos apostar.

República de Chile

Al igual que en muchos países, tener conocimiento del compostaje es básico para comenzar a crear proyectos que reduzcan los volúmenes en vertedero. Estos primeros pasos llevan a prácticamente todos los municipios y organismos a publicar folletos informativos que preparen al usuario a entender qué es el compost, a prepararlo y a veces como medio de venta. Tal es el caso de Chile en su publicación del Instituto de Investigaciones Agropecuarias del gobierno de Chile, Preparación y Utilización de compost en hortalizas. Muchas de estas publicaciones también están dirigidas al sector agrario⁴⁸, y los productores de alguna localidad como incentivos y apoyos gubernamentales. Se les provee de las herramientas y los conocimientos a los mismos para que produzcan su propio compost y ya sea que lo apliquen en sus propias siembras o generen algún tipo de beneficio adicional para ellos mismos usando los propios recursos.

Los gobiernos siempre estarán interesados en demostrar que se les está dando apoyo a estos grupos de personas que dependen del campo para poder subsistir, ya que en cierto modo reflejan las condiciones reales de los países. De igual modo son un indicador de satisfacción, riqueza, trabajo y en un aspecto social los formadores de familias productivas que eventualmente serán mano de obra, maestros de prácticas agropecuarias, y los que, vistos de algún modo, seguirán movilizándolo la economía de un país.

Otra situación social que interesa a los gobiernos de Latinoamérica, es la de proporcionar a éstos grupos más ofertas productivas y mejores oportunidades que mitiguen el problema de la emigración a países extranjeros. Si bien este fenómeno se ha ido acentuando con el tiempo, también se logra entender que las consecuencias reales son muchas, generalmente negativas⁴⁹. De modo que es imposible generar nuevas reglamentaciones o prácticas ambientales vistas desde una óptica meramente ecológica. Hace falta incluir a los actores económicos, políticos, sociales y técnicos para establecer iniciativas eficaces y viables.

47 <http://www.unrn.edu.ar>

48 <http://www.inia.cl/medios/intihuasi/documentos/informativos/Informativo-19.pdf>

49 CONAMA (1995) Perfil Ambiental de Chile, Santiago Chile.

Rihm Silva A. (2004) Manejo de Residuos Sólidos, Apuntes de curso de residuos sólidos, USACH, Santiago Chile.



El Chile, en este sentido, la CEPAL⁵⁰ (Comisión Económica para América latina y el Caribe), ha desarrollado algunas propuestas que apuntan a un desarrollo ambientalmente sostenible, en el marco de una transformación productiva con equidad social. La creciente inserción internacional de las economías, las necesidades de competir en mercados globalizados, el atraso tecnológico, la falta de núcleos endógenos de ciencia y tecnología, la carencia de recursos humanos capacitados y, sobre todo, la necesidad de un desarrollo económico y social acelerado, que sirva a los propósitos de vencer el subdesarrollo, han llevado a la CEPAL a diseñar propuestas innovadoras. Y es precisamente este marco de propuestas para la transformación productiva, el que inspira el desarrollo de las políticas ambientales que se necesitan para enfrentar con éxito los cada vez más numerosos y crecientes problemas de la región en esta área.

En efecto, la experiencia de la CEPAL en los últimos 5 años muestra que el enfoque y el tratamiento habitual del problema de los residuos en América Latina suele ser parcial y unilateral, y que nunca asume su verdadera dimensión. Por otra parte, la CEPAL ha desarrollado un proyecto para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos urbanos e industriales (CEPAL/GTZ) con el apoyo financiero del gobierno de Alemania, y con la GTZ actuando como órgano de cooperación técnica. En el proyecto se ha actuado a nivel regional considerando los problemas de desarrollo de algunos países seleccionados y proyectando sus experiencias y resultados a la región. Durante los últimos 5 años se ha trabajado en 6 países: Argentina, con el municipio de la ciudad de Córdoba; Brasil, con la Municipalidad de la ciudad de Campinas, del Estado de Sao Paulo; Colombia, con la Municipalidad de Cartagena de Indias. En Costa Rica el proyecto tuvo un alcance nacional, al igual que en Chile. Finalmente, en Ecuador se trabajó con la Municipalidad de Quito.

El proyecto se planteó como objetivo el cooperar y ayudar a los países a incorporar la política de la gestión ambientalmente adecuada de los residuos en las políticas industriales, y además en las políticas urbanas. El punto de partida fue detectar que existían muchos y múltiples problemas de gestión y falta de control de los residuos. Sin embargo, existen las tecnologías, el conocimiento y la experiencia internacional, y a veces nacional, para hacer bien las cosas. El diagnóstico inicial estableció la necesidad de desarrollar un marco conceptual bastante amplio, que asumiera un enfoque holístico, sistémico y multidisciplinario.

Así, lo primero fue definir lo que llamamos "política integral para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos", con un enfoque multi e interdisciplinario, con énfasis en la política, abordando diversos aspectos relevantes para resolver los problemas de residuos propios de las ciudades modernas, donde estuviesen considerados los aspectos políticos, legales, institucionales, técnicos, económicos, instrumentales, de ordenamiento territorial y espacial, así como los relativos a la sensibilización y educación de la población.

50 <http://www.eclac.org/>



Hasta 1991 el problema de los residuos urbanos e industriales era un tema no resuelto en la región y, en general, mal abordado. Existían múltiples enfoques en torno a los impactos en la salud y en el medio ambiente generados por la basura doméstica y los residuos industriales.

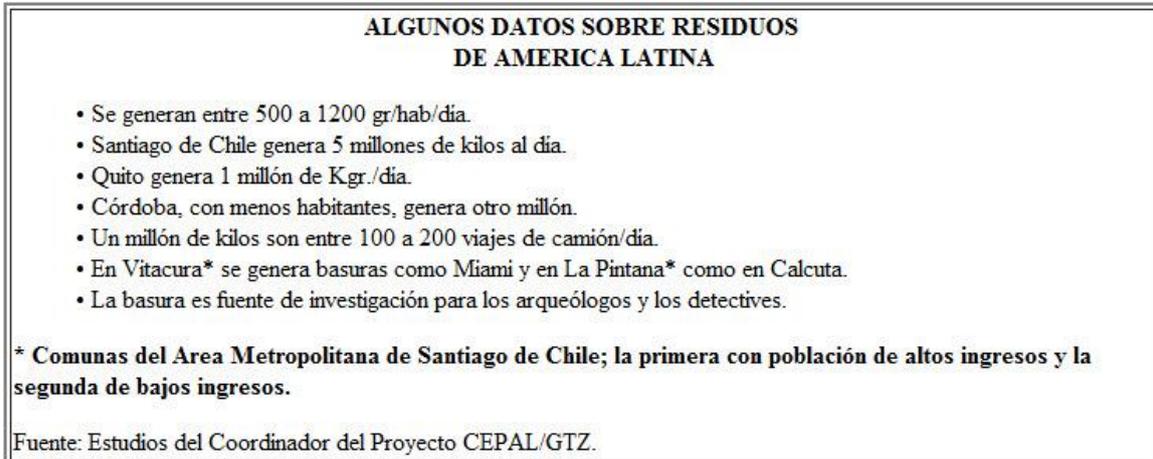


Fig. 73 Datos sobre residuos en AL

Una particularidad del proyecto es haber formulado un marco conceptual integral de política, más complejo y comprensivo, que aborda la problemática multilateral de la gestión de residuos, con un enfoque más sistémico. Se recogió para ello la experiencia local de los países latinoamericanos, pero también la experiencia internacional, en especial la de Alemania, con cuyos aportes se financia el proyecto. Este enfoque debe cumplir con una serie de requerimientos, que surgen de nuestro conocimiento empírico de los casos donde se ha trabajado, y de los estudios teóricos sobre la gestión de residuos donde se abordan estas materias. Los más importantes son los que se puntualizan a continuación:

- ✓ Permitir que se asuma el tema de la prioridad política y el lugar que el tema de los residuos tiene, o debe tener, en la agenda política de los gobiernos nacionales y locales.
- ✓ Permitir a los gobiernos explicitar y articular los intereses de los diversos actores en juego: además de los gobiernos, las asociaciones de empresarios, las universidades y ONGs, los sindicatos de trabajadores, juntas de vecinos, la población y otros organismos de la sociedad civil, los medios de comunicación, etc.
- ✓ Explicitar y articular las relaciones y las diversas funciones al interior del aparato de gobierno, y con ello permitir un diseño institucional de gestión más eficiente.
- ✓ Ayudar a detectar la necesidad del fortalecimiento institucional y de capacitación de funcionarios del aparato público y del sector privado.
- ✓ Permitir abordar y resolver los problemas de dispersión legal y de las lagunas legislativas, normativas y reglamentarias
- ✓ Explicitar la necesidad de abordar los problemas de la débil o insuficiente fiscalización y control público de normativas muchas veces existentes.
- ✓ Conducir a un análisis que incluya los componentes, causas, efectos y relaciones económicas propias de la problemática de los residuos en el diseño de políticas y en la toma de decisiones.



- ✓ Comprender e incentivar la participación de la comunidad, de la población afectada, de las ONGs y de los organismos comunales y vecinales en los diversos momentos o instancias de la política de residuos.
- ✓ Promover un análisis que detecte las necesidades de levantar información de base para una correcta toma de decisiones.
- ✓ Vincular la gestión de los residuos a su proceso de generación, esto es, una política que tenga un carácter preventivo más que curativo.
- ✓ Analizar el tema de las posibilidades de selección en el origen, de minimización, de tratamiento, y de reciclaje, etc.
- ✓ Asumir la necesidad de desarrollar instrumentos nuevos de política, más eficientes y eficaces, para conseguir sus objetivos.
- ✓ Vincular el tema de los residuos a los estilos de vida y a los patrones de consumo, esto es, asumir los alcances de más largo plazo de la política.
- ✓ Incorporar las necesidades de sensibilización, información y educación de la comunidad y de algunos actores específicos con responsabilidades en la generación o en otras fases del ciclo de vida de los residuos.

La tarea era formular un marco conceptual que abarcara estas diversas materias, sus actores y relaciones, uniéndolos en una propuesta sistemática que apuntara a resolver los problemas ocasionados por una inadecuada política de residuos o por la falta de ella.

El objeto del análisis es doble, ya que se trata de dos clases de residuos: los domésticos y los industriales. En algunos países se enfatizó en los industriales por sus impactos ambientales y porque es uno de los temas menos tratados. Además, porque existía y aún existe un gran atraso al respecto y porque allí se percibían las mayores carencias conceptuales y de recursos humanos para formular e implementar una política de residuos.

En cuanto a los residuos domiciliarios, el proyecto se centró en los sólidos, esto es, en la basura domiciliaria. En muchos municipios el depósito de estos residuos se hace en vertederos abiertos o botaderos, con graves consecuencias para la salud y para el medio ambiente. Por lo general, la basura no se trata ni se incinera. Existen recolectores informales (cirujas, cartoneros), en especial de papeles y vidrios, y por esta vía algo se logra reciclar. Tampoco existen políticas preventivas o de minimización en la generación, ni selección en el origen para proceder al reciclaje. No hay política de envases ni embalajes. Tampoco se cuestionan los patrones de consumo.

Ahora bien, existe una fuerte relación entre pobreza y falta de proyectos adecuados para la disposición final de los residuos sólidos domésticos. Las grandes ciudades, con municipios fuertes, altos ingresos, recursos humanos y equipos eficientes, normalmente tienen mejor resuelto el problema. Sin embargo, los municipios más pobres, en ciudades de menor tamaño o en zonas rurales, no disponen de rellenos sanitarios. Esta problemática refleja una fuerte segregación y heterogeneidad social y la necesidad de apuntar al análisis político, social y económico, considerando la disparidad de condiciones sociales e institucionales entre



municipios y localidades de diverso nivel de ingreso, además de factores tales como la centralización y la concentración de la riqueza y el poder.

En términos de residuos industriales, sólidos, líquidos o gaseosos, la atención debe centrarse en la unidad productiva. Ella es el origen de una serie de impactos ambientales. Por lo tanto, debe ser el objeto preferente del estudio para la sustentabilidad ambiental del desarrollo económico. La unidad productiva genera una serie de impactos indirectos. Hacia atrás están la demanda de insumos, materias primas, materias auxiliares, agua y energía. Estos impactos son especialmente sensibles en industrias que procesan recursos naturales renovables.

Hacia adelante, la industria genera productos que en muchos casos pueden ser el origen de los residuos. En definitiva, nuestros centros de atención son, por una parte, los residuos que genera la unidad productiva, vale decir, las emisiones al aire, los residuos industriales líquidos (RILES) vertidos a los cursos de agua (y en muchos casos directamente a las redes de alcantarillado, sin tratamiento) y, por otra parte, los residuos sólidos que se disponen en el suelo, en la propia planta, en botaderos clandestinos o, raramente, en depósitos de seguridad. Pero, además, los envases y embalajes más la porción del bien que no es consumida es el residuo propiamente tal que no tiene ubicación en el mercado.

En muchos casos las fábricas y parques industriales se encuentran situados en zonas urbanas. Esto obedece a que así les es más fácil acceder a las redes de servicios e infraestructura. También por la cercanía a los mercados finales y a los lugares de residencia de sus trabajadores. Pero esto genera impactos ambientales de graves consecuencias, en especial por sus emisiones al aire y al medio hídrico, situación que ha llevado a considerar la localización industrial como una variable clave en la política de gestión de residuos. De ahí la importancia de considerar también el ordenamiento territorial y la planificación del uso del espacio urbano como instrumentos especialmente relevantes en una política de gestión de residuos ambientalmente adecuada.

En Chile, donde se ha dado una larga polémica por la instalación de los nuevos rellenos sanitarios de Santiago. Nadie los quería en su comuna, al tiempo que la autoridad quería resolver el problema de manera sumaria y sin mayor análisis. Sin embargo, la movilización masiva de la comunidad permitió una transparencia mayor en el proceso. Desgraciadamente, no hubo una discusión más a fondo del tema. De este modo, no se aprovecha la ocasión para impulsar el reciclaje o la prevención para evitar la generación de residuos. En consecuencia, se optó por una solución tradicional, de relleno sanitario, a 60 kilómetros de la ciudad de Santiago. La polémica generó una gran inquietud. En otras ciudades, como en Quito, el problema está pendiente y es evidente que la solución pasa por resolver cuestiones técnicas y, sobre todo, políticas, de aceptación ciudadana de la nueva localización.



MÁS DATOS SOBRE LA REGIÓN

- Entre el 70 y el 95% de los residuos domésticos urbanos son recolectados.
- Los residuos domésticos urbanos son dispuestos en rellenos sanitarios adecuados en Córdoba, Campinas y Santiago. Son mal dispuestos en Cartagena de Indias, Quito y San José.
- No existen políticas de minimización
- No existen sistemas tarifarios adecuados
- El sistema jurídico es débil.
- Débil institucionalidad.
- Hay conocimiento de las técnicas de gestión y disposición más adecuadas.
- Heterogeneidad total en los impactos sociales de los residuos.
- Los residuos industriales tienen destino desconocido.
- Los residuos sólidos peligrosos son débilmente manejados.

Fuente: Estudios del Coordinador del Proyecto CEPAL/GTZ.

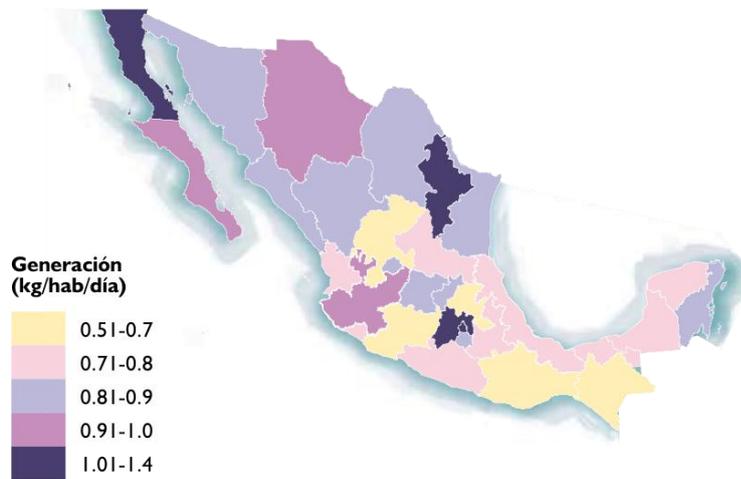
Fig. 74 Datos sobre política de residuos de la región.

En Chile se han desarrollado dos acciones en la sensibilización y la educación. Primero se organizó un seminario ZOPP, es decir, un seminario de planificación participativa con el Ministerio de Educación y otras instituciones ligadas a la educación ambiental, con expertos y ONGs, para definir e implementar una política sobre el tema. Por otra parte, se concurrió regularmente a los encuentros anuales de la Red PRODAM, una red de maestros de educación ambiental que une a los establecimientos de educación pública, donde se examinan todos los proyectos que desarrollan las escuelas a lo largo del país en el área de educación ambiental. Allí se discuten metodologías, proyectos, financiamiento, experiencias piloto, participación de la comunidad, instrumentos e información. Exponen diversas instituciones del sector público ligadas al medio ambiente, y la CEPAL ha participado exponiendo temas de interés para su análisis y discusión. También ha participado la UNESCO, que tiene programas en esta área, y algunas ONGs. Estas son muy activas en el tema, y juegan un importante papel en la preparación de material de información y docente, textos, videos, diaporamas y charlas⁵¹. También existen empresas privadas relacionadas al proceso de compostaje, pero a nivel municipal aún no hay datos contundentes que especifiquen el volumen de residuos compostados, ni el volumen de compost producido.

51 <http://www.eclac.cl>

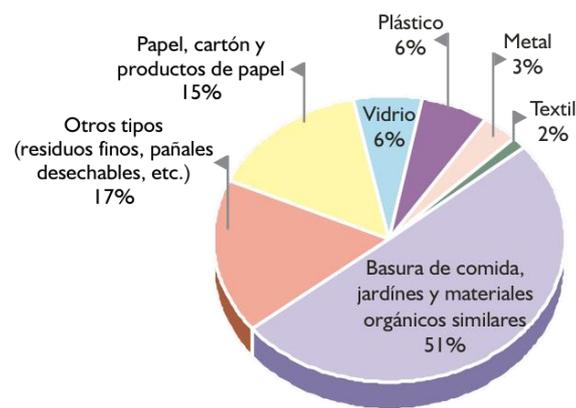
Estados Unidos Mexicanos

Además del incremento en la cantidad total de residuos generados en el país, la generación per cápita a nivel nacional también ha aumentado. De 1997 a 2004 la generación per cápita se incrementó un promedio de 4 kilogramos al año, alcanzando la cifra de 328 kilogramos por habitante.



Generación de RSM per cápita, 2004

Esta generación muestra diferencias importantes entre los diferentes estados. Los habitantes de estados muy urbanizados como el Distrito Federal, Nuevo León, Estado de México y Baja California generaron en el año 2004 más de un kilo de residuos diarios por persona, en contraste con lo que generaron



Composición de los RSM, 2004

Fig. 75 Datos sobre RSU de México

en promedio los habitantes de estados menos urbanizados como Oaxaca, Chiapas, Hidalgo, Zacatecas y Tlaxcala, cuya generación no rebasó los 700 gramos diarios. La composición de los residuos sólidos municipales (RSM) depende de los niveles y patrones de consumo, así como de las prácticas de manejo y la minimización de residuos. En México, poco más de la mitad de los residuos son de naturaleza orgánica (residuos de comida, jardines, etc.). De 1995 al año 2004 no se han observado cambios importantes en la proporción relativa del tipo residuos generados.

Para el caso específico del DF, se cuenta con el inventario del 2008. El Inventario de Residuos Sólidos cuenta con tres principales fuentes de información, siendo éstas las 16 Delegaciones Políticas, la Secretaría de Obras y Servicios y la Secretaría del Medio Ambiente.



**Generación de RSM
(millones de toneladas)**

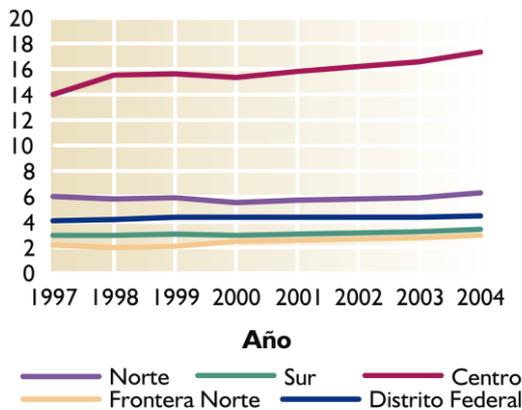


Fig. 76 Generación de RSU por regiones

Delegaciones Políticas

La información proporcionada por las Delegaciones corresponde principalmente a los avances en el programa de recolección separada en rutas y colonias, los cuales fueron comparados con las metas citadas en el PGIRS. Esta información se obtuvo a partir de los informes mensuales que reportan las delegaciones a la Secretaría del Medio Ambiente. Los informes mensuales presentan las rutas y establecimientos de recolección que han sido incorporados por las delegaciones al programa de recolección separada, los esquemas de recolección, las cantidades de residuos orgánicos, inorgánicos y mezclados que se recolectan en cada uno de

ellos.

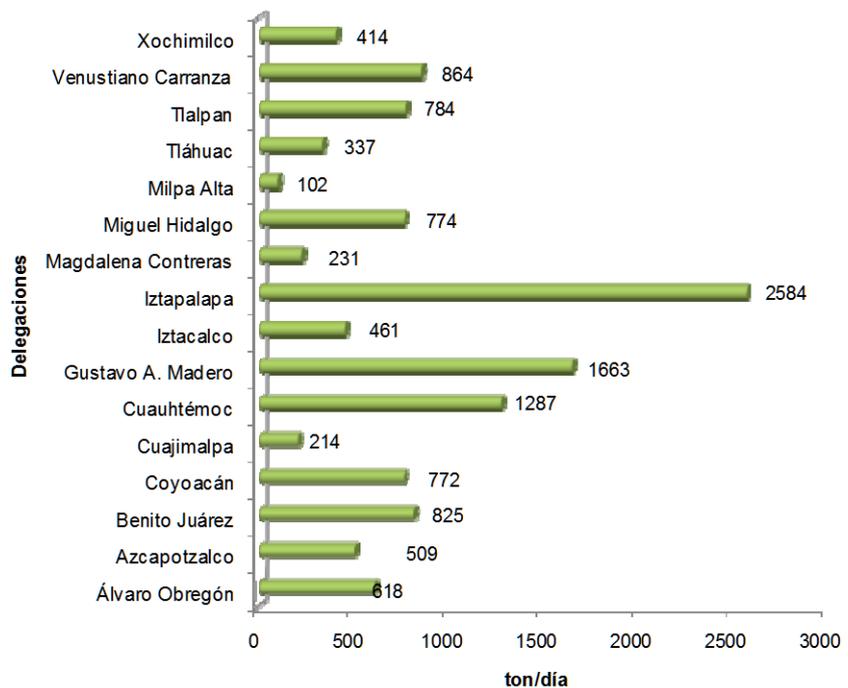
Adicionalmente las Delegaciones reportaron información general sobre las características de cada una en materia de residuos sólidos, como son: número total de colonias, vehículos y rutas de recolección. Para el caso de las Delegaciones que cuentan con Planta de Composta, se les solicitó información para cada una de ellas.

Secretaría de Obras y Servicios

Con respecto a la infraestructura para el manejo de los residuos sólidos en la Ciudad, la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU) de la Secretaría de Obras y Servicios, integra la información operativa de las 13 estaciones de transferencia, 3 plantas de selección, una planta de composta (Bordo Poniente) y un sitio de disposición final (relleno sanitario de Bordo Poniente IV etapa) el cual para las fechas de este informe esta cerrado y solo se usa como planta de compostaje.

Secretaría del Medio Ambiente

La información proporcionada por la Secretaría del Medio Ambiente corresponde a los datos de generación y manejo de los residuos sólidos de los establecimientos industriales, comerciales y de servicios, los cuales presentan a dicha



Fuente: Secretaría de Obras y Servicios

Fig. 77 Tonelaje diario de RSU por delegación en el DF



instancia para autorización de la Secretaría, su Plan de manejo de residuos sólidos a través de 3 trámites con formatos específicos, mismos que se enlistan a continuación. *-Formato de Plan de manejo de residuos sólidos para establecimientos sujetos a la Licencia Ambiental Única del Distrito Federal (LAUDF), -Formato de Plan de manejo de residuos sólidos para generadores no sujetos a la LAUDF. -Formato de Plan de manejo de residuos sólidos para trámites de Impacto Ambiental.* De manera genérica la información solicitada en los tres formatos anteriormente comentados es la siguiente: Datos generales del generador, tipo de residuos y cantidad generada, destino(s) y cantidad aprovechada. Datos generales de la(s) empresa(s) o Delegación a la que se entregan los residuos, especificando nombre y dirección de la empresa, estrategia y calendario de minimización, diagnóstico y programa de actividades y los participantes del plan de manejo. Para el caso de empresas o establecimiento cuya actividad esté relacionada con el reuso o reciclaje de los residuos, además de la información anterior se registra el tipo y cantidad de residuos (insumos) que reutiliza o recicla; producto generado del reciclaje y formas de almacenamiento de los residuos (insumo).

El Composteo en México.

En la actualidad en México, existen zonas apegadas a la naturaleza o en áreas limítrofes en que cooperativas o pequeñas sociedades han comenzado a producir composta como proyecto de venta, en otros casos son sitios de esparcimiento o vacacionales con giro ecológico-sustentable quienes difunden, capacitan, aplican y ejecutan el proceso de composteo de forma privada. En ninguno de los anteriores se aplica la técnica de reactores, sino sistemas abiertos o caseros.

De acuerdo a la información vertida en el Manual de Compostaje Municipal, Tratamiento de residuos sólidos urbanos, elaborado por Marcos Arturo Rodríguez Salinas y Ana Córdova y Vásquez, se presenta la información referente al compostaje de los residuos sólidos municipales.

Las primeras plantas de compostaje en México se construyeron a finales de la década 1960 y principios de la década 1970. Estas plantas generaron grandes expectativas; los objetivos de los promotores en esa época eran similares a los que se tienen hoy en día: recuperar materias primas para la industria de reciclaje, prolongar la vida útil de los sitios de disposición final, y mejorar la calidad de vida de los pepenadores. Para lograr estos objetivos, los gobiernos municipales o estatales invirtieron capital para acondicionar los sitios de operación, adquirir la maquinaria necesaria y capacitar a los operadores. Desgraciadamente, cerca de una tercera parte de las plantas instaladas en México han ido cerrándose, pues por diversas razones (técnicas, económicas, administrativas, políticas y sociales) dejaron de ser viables para los municipios que las operaban. Tales fueron los casos de las plantas de Guadalajara, Monterrey y San Juan de Aragón.

Las plantas de Acapulco y Villahermosa se construyeron pero nunca operaron. También fracasaron las plantas de Oaxaca y Morelia. Por otra parte, muchas plantas han logrado superar obstáculos diversos y han logrado mantenerse en operación a través de los años. Ejemplos de plantas que continúan en operación y que logran los objetivos de reducción de RSU llevados al sitio de disposición final, así como objetivos educativos, son las de Bordo Poniente, Cuautitlán Izcalli, Atizapán de Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México



(UNAM), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Jiutepec, Querétaro y Jalapa, entre otros.

Un estudio piloto del INE realizado en el año 2005 identificó 61 plantas de compostaje, que estaban operando, o que hubieran operado en algún momento en México. El enfoque del estudio fue la zona centro del país, así es que los resultados no reflejan la totalidad de las experiencias al nivel nacional; es de esperarse que existan y hayan existido más plantas en el resto de la República. Sin embargo, la muestra estudiada es

Nombre	Entidad Federativa	Situación Actual
PdC Bordo Poniente	DF	Activa
PdC Delegación Alvaro Obregón	DF	Activa
PdC Delegación Miguel Hidalgo	DF	Cerrada
PdC Delegación Milpa alta (5 plantas)	DF	Activa
PdC Delegación Xochimilco	DF	Activa
PdC Centro de Educación Ambiental Ecoguardas	DF	Activa
PdC Centro de Educación Ambiental Xochimilco	DF	Activa
PdC Unidad Habitacional Independencia en la Delegación Magdalena Contreras	DF	Activa
PdC San Juan de Aragón	DF	Cerrada
PdC Piloto de la UAM Izapalapa	DF	Activa
PdC de la UNAM	DF	Activa
PdC del IPN	DF	Activa
PdC del ITSEM	DF	Activa
PdC de residuos de pescados	DF	Activa
PdC Cuautitlán Izcalli	México	Activa
PdC del Centro de Educación Ambiental Yauclika	México	Activa
PdC Cuautitlán México	México	Activa
PdC Atizapán de Zaragoza	México	Activa
PdC Capulhuac	México	Activa
PdC Texcalyacac	México	Activa
PdC San Lorenzo Huehuetitán Tianguistenco	México	Activa
PdC Xaltlaco	México	Activa
PdC Amecameca	México	Activa
PdC Nezahualcóyotl	México	Activa
PdC Tlalmanalco	México	Cerrada
PdC Tultepec	México	Cerrada
PdC Hueyoxtlá	México	Información no disponible
PdC Tepetlaxpa	México	Activa
PdC Tultitlán	México	Reactivando
PdC Cocotitlán	México	Reactivando
PdC Apaxco	México	Cerrada
PdC Huixquilucan	México	Información no disponible
PdC de la Universidad tecnológica Fidel Velásquez	México	Activa
PdC de la Universidad Autónoma Chapingo	México	Activa
PdC Toluca	México	Activa
PdC Valle de Bravo	México	Cerrada
PdC Monterrey	Nuevo León	Cerrada
PdC Aguascalientes	Aguascalientes	Activa
PdC Acapulco	Guerrero	Nunca Operó
PdC Tonalá	Jalisco	Cerrada
PdC Zappopan	Jalisco	Cerrada
PdC Querétaro	Querétaro	Activa
PdC Morelia	Michoacán	Cerrada
PdC Setzer	Morelos	Activa
PdC TepozEco	Morelos	Cerrada
PdC Jiutepec	Morelos	Activa
PdC Tehuixtla	Morelos	Cerrada
PdC TIPMOR	Morelos	Activa
PdC Cuernavaca	Morelos	Activa
PdC Rancho los Molinos	Morelos	Activa
PdC Programa Integral Teocele	Veracruz	Activa
PdC Jalapa	Veracruz	Activa
PdC Mérida	Yucatán	Activa
PdC Oaxaca	Oaxaca	Cerrada
PdC Villahermosa	Tabasco	Nunca Operó
PdC Cooperativa Orgánica del Centro Ecológico Akumal	Quintana Roo	Activa
PdC Xcaret	Quintana Roo	Información no disponible

Fig. 78 Plantas de Compostaje en México

importante y da elementos para un análisis de la operación de plantas municipales de compostaje en México.

En esta sección se presentan estadísticas de operación de plantas municipales de compostaje en varios estados del país, así como fichas descriptivas detalladas de algunas en el DF y el EM, y se hace un análisis de los factores de éxito y fracaso en las experiencias de compostaje municipal, basado en el estudio piloto. La mayor parte de las plantas de compostaje son operadas por organismos públicos municipales, seguidos por instituciones educativas.



El Gobierno del Distrito Federal opera la PdC más grande de la República Mexicana, la planta de Bordo Poniente, ubicada en el antiguo Lago de Texcoco dentro del territorio del EM. Las delegaciones del DF que cuentan con una PdC operan en predios asignados por cada delegación. Algunas plantas de compostaje de la Ciudad de México son administradas por instituciones de educación superior o centros educativos. Tal es el caso de las plantas de la UNAM, el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Los Centros de Educación Ambiental cuentan con pequeñas plantas de compostaje y ofrecen talleres de capacitación a escuelas secundarias y grupos especializados.

Nombre	Tipo de residuos*	Fuente de los residuos	Destino de la composta
PdC Bordo Poniente	I, II y IV	Áreas verdes y jardines de las delegaciones, alimentos de la Central de Abastos, generadores particulares de gran volumen	Parques y jardines de las delegaciones del DF, áreas verdes de escuelas públicas, saneamientos de celdas del relleno sanitario
PdC Deleg. Álvaro Obregón	I y III	Áreas verdes y jardines de la delegación y caballerizas; Cía. De Luz y Fuerza del Centro	Áreas de cultivo, parques y jardines de la delegación y distribución gratuita a la población; intercambio con tianguistas
PdC Deleg. Miguel Hidalgo	I, II, III	Residuos de las delegaciones Miguel Hidalgo y Azcapotzalco; residuos de la Cía. De Luz y Fuerza del Centro	Parques y jardines de las delegaciones, Bosque de Chapultepec; distribución gratuita a la población
PdC Deleg. Milpa Alta (5 plan)	I y II	Restos de nopal, áreas verdes y jardines de la delegación	Distribución a ejidatarios de la zona, hortalizas y huertos frutales. Escuelas y deportivos de la comunidad
PdC Deleg. Xochimilco	I y III	Caballerizas de la zona y áreas verdes y jardines de la delegación	Programa de naturación de la zona con Chapingo, reforestación, escuelas
PdC Centro de Educ. Ambiental Ecoguardas	I y II	Áreas verdes del Centro y desperdicio de escuelas	Áreas verdes del Centro educativo
PdC UNAM	I	Áreas verdes y jardines de la UNAM	Áreas verdes y jardines de la UNAM
PdC piloto UAM Iztapalapa	I, II, V	Pañales desechables	Áreas verdes y jardines de la UAM
PdC San Juan de Aragón	VI	N/D	Venta en establecimientos públicos
PdC del IPN	I	Áreas verdes y jardines del IPN	Áreas verdes y jardines del IPN
PdC ITESM	I y II	Áreas verdes y jardines del ITESM	El vivero del campus para la producción de plantas para áreas verdes y jardines del ITESM
PdC de Cuautitlán Izcalli	I y III	Jardines del municipio y algunas industrias privadas del municipio	Jardines y áreas verdes del municipio, canchas de fútbol
PdC de Atizapán de Zaragoza	I, II y III	Ranchos y jardín del municipio y desecho domiciliario de los habitantes del municipio	Venta y donación para fomentar el programa de separación. Áreas verdes del municipio
PdC de Capulhuac	II	Esquilmos de borregos, residuos orgánicos de mercados y otros servicios	Venta y donación para fomentar el programa de separación

Fig. 79 Plantas de compostaje en el DF y 3 municipios del Estado de México.

En el EM la mayoría de las plantas de compostaje son operadas por sus respectivos organismos municipales. También hay casos en donde se establece una cooperación entre alguna institución social u organización no gubernamental y el municipio.

En el estado de Morelos, los actores principales provienen del sector privado y, en ocasiones, el esfuerzo realizado para iniciar una experiencia de compostaje municipal surge de la



iniciativa de un ciudadano individual. En el resto de la república los gobiernos municipales o estatales son los principales promotores de las plantas de compostaje existentes, de acuerdo a la muestra analizada.

Plantas de Compostaje en México

A continuación se muestran los nombres, la ubicación y la situación actual de las 61 plantas de compostaje que se identificaron en el estudio. Como se mencionaba anteriormente, el enfoque del estudio fueron los estados de México, Morelos

PdC de Xalatlaco	I y II	Residuo domiciliario de los habitantes del municipio	N/D
PdC de Amecameca	I y II	Podas de jardín del vivero y panteón. Residuos de tianguis y mercados	Venta a agricultores
PdC de Tlalmanalco	II	Residuo domiciliario de los habitantes del municipio	Venta de la composta a personas relacionadas con la horticultura; y donación de la composta para fomentar el programa de separación en los domicilios
PdC de Tepetlixpa	I, II y III	Podas, estiércol y desechos de la comida producida en los talleres de la escuela	Áreas verdes y jardines de la escuela; regalo a los agricultores locales
PdC de Cocotitlán	II	Residuos domiciliarios de un mercado local	Venta a futuro de la composta
PdC Fidel Velázquez	II	Residuos domésticos de alumnos	Restauración de suelos de la universidad
PdC TepozEco	I, II y V	Áreas verdes del municipio de Tepoztlán; muy pocas cáscaras de naranjas provenientes del municipio y desechos humanos del Programa de los Sanitarios Secos de TepozEco	Ejidatarios y municipio de Tepoztlán
PdC TIPMOR	I	N/D	Venta a horticultores y viveros
PdC Teocelo	II	Basura orgánica separada del 85% de la población de la cabecera municipal	Regalo a los agricultores asociados al programa que cultivan en invernadero el jitomate y el chile morrón
PdC Mérida	I	Jardines y áreas verdes del municipio	Jardines y áreas verdes del municipio
PdC Akumal	II	Restaurantes y otros establecimientos privados	N/D
* I: poda de jardín. II: residuos de alimentos. III: residuos de animales/estiércol. IV: lodos. V: excretas humanas.			
VI: residuos sólidos urbanos separados fuera del origen.			
N/D: información no disponible			

Fig. 80 Plantas de composteo en algunos estados de la RM

y el Distrito Federal, lo cual explica la predominancia de plantas, que no incluye el total, en estas entidades.

Cabe mencionar que los tamaños de las plantas varían mucho, desde la Planta de Bordo Poniente, que recibe aproximadamente 2900 toneladas de residuos orgánicos al día, hasta plantas que reciben de 1-2 toneladas en el transcurso de un mes.

Tipos de residuos más comunes

El tipo de residuo más común en las plantas es la poda de jardín, seguido por residuos orgánicos de alimentos (que pueden ser de mercados o de separación doméstica).

En varios casos se incorpora también estiércol de caballerizas. En algunos casos se reciben lodos de plantas de tratamiento de aguas y en dos casos, bajo mucha supervisión e investigación, se incluyen excretas humanas (que en el proceso quedan libres de patógenos).



Los residuos provienen en su mayor parte de parques, jardines y mercados municipales, también se reciben residuos de ranchos, caballerizas, huertos y otras operaciones agropecuarias, así como de programas de separación doméstica de residuos orgánicos. El uso principal de la composta producida es para parques y jardines municipales e instituciones educativas. También se vende, dona o intercambia con agricultores o con la población en general. El tiempo de producción de la composta en las plantas estudiadas varía entre 2 y 6 meses.

Como parte del estudio mencionado, se entrevistó a expertos y operadores de plantas de compostaje para determinar los factores de éxito y de fracaso en la operación de PdC en México. Estas listas de factores hacen un recuento de experiencias reales de compostaje en México, y sirven para identificar la amplia gama de factores que pueden afectar la operación y el éxito de una planta. Su revisión minuciosa es importante para quien planee una PdC, con el objeto de prever cómo se van a atender y a evitar los posibles factores de fracaso, y cómo se puede fomentar la práctica de factores de éxito. En general, un factor de fracaso puede convertirse en factor de éxito cuando se atiende. La atención a las cinco dimensiones (política, económica, de planeación, técnica y social) redundará en mayores posibilidades de éxito.

Los centros de compostaje son operados en su mayoría por la autoridad local. Los que muestran un mayor impacto y que han logrado mayor continuidad son aquellos donde hubo colaboración entre el gobierno local y alguna institución civil. La incorporación de participantes adicionales a la experiencia de compostaje municipal enriquece y favorece su buena marcha.

En cuanto al tipo de residuos tratados, se observa que el más común es el tipo I (residuos verdes), aun cuando el compostaje de los residuos del tipo II (residuos de cocina) es más urgente y necesario. Esto se explica por la disponibilidad de residuos en las plantas. En ninguna planta activa se han reportado problemas de acopio de materiales verdes. En cambio, ha habido ocasiones en las cuales el personal de las PdC tiene que salir a buscar residuos de ciertos componentes, como frutas y verduras, por ejemplo. La fuente principal de los residuos tratados proviene de las áreas verdes de los municipios locales. Los mercados de los municipios ocupan el segundo lugar en la estrategia de acopio de los materiales tratados.

La alternancia accidental entre los procesos aerobios y anaerobios es frecuente en la mayoría de las PdC debido a la falta de capacitación del personal de trabajo y a la poca accesibilidad a la herramienta adecuada para la aireación.

Los tiempos de producción son muy variados; no obstante, es importante hacer notar que en todos los casos examinados esos periodos podrían reducirse con una mejor productividad.

Los retrasos reportados surgen debido a problemas técnicos y administrativos de fácil resolución.

Factores de Fracaso

Los factores de fracaso identificados se relacionan entre sí. Aunque no todas las experiencias negativas son comunes, existe un patrón de malas prácticas que resulta de la falta de información adecuada para operar los centros de compostaje. El fracaso más común es la



producción de una composta de mala calidad. Después sigue la falta de un mercado desarrollado para el producto.

La información que se presenta en las fichas fue recolectada por la GTZ y el INE. Incluye la información referente a PdC ubicadas en las cercanías de la Ciudad de México con factores de éxito relevantes. En la primera página se muestran las características generales de la PdC, así como algunos elementos gráficos distintivos.

Factores políticos

- ✓ La falta de prioridad dada por la autoridad municipal porque percibe otros problemas urbanos como más urgentes
- ✓ La falta de continuidad de los proyectos en la administración municipal
- ✓ La falta de iniciativa por parte de la autoridad municipal
- ✓ La falta de involucramiento del sindicato o los trabajadores de limpia
- ✓ La falta de veracidad o de verificación de la información que proporcionan los distribuidores de ciertas tecnologías
- ✓ La suerte de los centros de compostaje depende de las decisiones de las autoridades y de los años electorales
- ✓ La corrupción que puede existir en torno a la construcción y operación de una planta de gran escala
- ✓ Las limitantes legales relacionadas con la comercialización de la composta por parte de los municipios.

Factores económicos

- ✓ La percepción de que es más costoso producir composta que disponer de la basura orgánica en un relleno sanitario
- ✓ La percepción de amenaza por parte de quienes actualmente se benefician económicamente del manejo de los residuos
- ✓ La incorrecta percepción de que la composta debe competir con los fertilizantes
- ✓ Los costos de operación pueden ser relativamente altos para plantas de compostaje pequeñas
- ✓ No se cobra el ingreso de la basura en los sitios de disposición final
- ✓ La composta no es rentable para muchos agricultores, el costo del transporte es elevado, la calidad y los tiempos de entrega no son confiables
- ✓ La falta de subsidio para operar las plantas de compostaje
- ✓ Problemas de flujo de dinero relacionados con contrataciones y concesiones privadas para el manejo de los centros de compostaje.

Factores sociales

- ✓ Falta de cultura del manejo de la composta, existe un desconocimiento de los usos y beneficios de la composta
- ✓ Las plantas de compostaje en México son poco conocidas
- ✓ La composta ha sido estigmatizada y tiene una mala reputación a raíz de sus malos antecedentes, hoy en día los posibles compradores desconfían del producto
- ✓ Falta de apoyo o rechazo de los centros de compostaje por parte de la sociedad civil, vecinos inconformes por olores y ruido.

Factores de planeación y administrativos

- ✓ La producción de la composta es mayor que la demanda en varios municipios, falta un mayor aprovechamiento del producto



- ✓ No existe un mercado desarrollado para la composta
- ✓ La comercialización de la composta no se considera como parte integral del proyecto de planeación y manejo de las PdC
- ✓ Falta estructurar a largo plazo el manejo de una planta de compostaje de gran escala
- ✓ Estudios de factibilidad mal realizados, falta una mayor transparencia y claridad en los costos de producción de la composta (La inadecuada ubicación de algunas plantas de compostaje, su lejanía con respecto al sitio de disposición final, al origen de los residuos o al mercado de consumo)
- ✓ La falta de espacio dentro de las plantas de compostaje
- ✓ Faltan vehículos y recursos para garantizar el acopio, ineficiencia en el acopio del material en los mercados y en el sector industrial
- ✓ La falta de un programa incentivos para los pepenadores causa una baja eficiencia en la separación de los residuos
- ✓ La falta de cooperación de los recolectores quienes no entregan el producto orgánico a las plantas o la separan inadecuadamente
- ✓ La falta de comunicación y coordinación entre los recolectores y los trabajadores de las PdC
- ✓ La burocracia en los ayuntamientos y municipios causa atrasos en la operación de las PdC
- ✓ Poca motivación de los recolectores para capacitar a la población y recolectar la basura separada
- ✓ La producción de la composta no está bien distribuida en los municipios o ciudades: hay zonas con plantas poco productivas por falta de insumos y otras áreas sin plantas de compostaje.

Factores técnicos

- ✓ No se realizan pruebas preliminares del proceso antes de la instalación de la planta, los cambios al proceso se efectúan conforme se presentan los problemas en la planta
- ✓ La vulnerabilidad de las plantas de compostaje ante la alta probabilidad de incendio en los basureros
- ✓ Falta de adecuada separación del material en el servicio de acopio y transferencia, la limpieza de residuos mal separados en la planta toma mucho tiempo y esfuerzo
- ✓ Falta de capacitación del personal en las plantas de composta
- ✓ Fallas mecánicas que causan atrasos en la producción de composta
- ✓ Introducción de tecnologías extranjeras incompatibles o que no se han probado localmente, el diseño y el funcionamiento de la maquinaria no se adapta a las características de los residuos mexicanos
- ✓ Compra de maquinaria muy especializada cuyas refacciones resultan difíciles de conseguir localmente
- ✓ La falta de equipamiento y maquinaria adecuada para operar las plantas de compostaje causa atrasos considerables en la producción de la composta
- ✓ La pobre estimación del volumen de residuos a recibir, sus características y composición, por estaciones del año
- ✓ Problemas de abastecimiento de agua en las plantas de compostaje
- ✓ Pobre control de calidad de la composta y producción de composta de baja calidad
- ✓ Falta de control de calidad de las pilas de composta y las dificultades en el proceso de volteo
- ✓ Diseños inadecuados de la maquinaria (contenedores, bandas transportadoras, etc.)
- ✓ Los sistemas automatizados de control de la maquinaria no han dado buenos resultados



- ✓ Existe una constante fuente de problemas de mantenimiento creando altos costos, los martillos de los molinos se desgastan rápidamente debido a que son muy abrasivos los residuos mexicanos
- ✓ Alta intensidad de ruido
- ✓ Baja productividad de los trabajadores.

Factores de éxito en plantas municipales de compostaje en México

Factores políticos

- ✓ Las autoridades municipales reconocen que las plantas de composta ofrecen beneficios ambientales, sociales y políticos
- ✓ Los actores políticos reconocen el valor de la composta como una solución viable para reducir el volumen de los RSU en los municipios e incrementar la restauración del suelo
- ✓ La población es consciente de los beneficios de hacer y de usar composta
- ✓ Se logra asegurar la continuidad de operación de los programas de separación de orgánicos y la operación de la planta, de una administración municipal a la siguiente
- ✓ La autoridad ofrece garantías a los diferentes actores que producen y consumen la composta.

Factores económicos

- ✓ Existe un sistema de cobro para recolectar y procesar los RSU
- ✓ Se reutiliza la composta en terrenos del municipio o institución educativa
- ✓ Se produce una composta con calidad que es factible vender
- ✓ Existe demanda para composta en la zona (ya sea en áreas urbanas o rurales)

Factores administrativos y de planeación

- ✓ Existe seriedad en el acopio y se garantiza la puntualidad del material de entrada
- ✓ Están previstos recursos para el mantenimiento y reemplazo del equipo y maquinaria
- ✓ Existe suficiente espacio en la planta para almacenar la composta producida mientras se distribuye
- ✓ Existe colaboración y buena voluntad del personal de recolección de los residuos
- ✓ Existe una recolección separada de los residuos
- ✓ Hay acceso al agua, ubicación de la planta cerca de una fuente de agua
- ✓ La operación y la administración de una PdC es igual a la de una pequeña o mediana empresa privada.

Factores técnicos

- ✓ El personal que opera la planta de composta está capacitado y motivado
- ✓ La planta cuenta con equipo para monitorear el proceso de producción
- ✓ Se preselecciona el material en la planta
- ✓ La producción de la composta es continua, sin interrupciones
- ✓ Existe un efectivo proceso de separación y un buen control de la calidad de los residuos que entran a la planta

Factores sociales

- ✓ Existe conciencia de la sinergia que representa lo que es un “residuo” para un ciudadano y un “mejorador de suelos” para un agricultor
- ✓ La sensibilización y buena disposición de la población para separar los residuos en los domicilios



- ✓ La población y los tomadores de decisiones ven resultados concretos. Una planta bien operada, un programa de separación bien llevado, la disponibilidad y el uso de composta de buena calidad
- ✓ Se conjugan esfuerzos personales con esfuerzos individuales, y se cuenta con el apoyo de la población civil.

Amecameca

Planta de lombricompostaje de 1,200 m² de terreno que pertenece al Ayuntamiento.

El programa se inició en febrero de 2001.

El municipio de Amecameca está localizado al sureste del EM, en un área cercana a la Sierra Nevada, abarcando 181.72 km².

Población: 48,363 habitantes (2005) con una tasa de crecimiento anual de 1.3%.

Objetivos del proyecto

El programa funciona en gran parte por la convicción personal del responsable de la planta hacia el cuidado del medio ambiente. Tiene un objetivo educativo y para reducir los residuos que se vierten en el sitio de disposición final. Además de su aplicación en las actividades del vivero, la composta se emplea para actividades de reforestación del municipio. Se está estudiando su factibilidad para la aplicación en actividades agrícolas.



Fig. 81 Planta de compostaje en Amecameca

Estadísticas

La municipalidad genera 19 t de RSU al día, de las cuales un 41% (7.8 t) son de tipo orgánico. La planta recibe un total de 2.15 t de desechos orgánicos al mes. Solamente 1% de los residuos orgánicos de la municipalidad son tratados en Amecameca. En 2004 se generaron 23 t de composta.

Descripción del programa

El programa se inició en 2001 bajo la Dirección de Servicios Públicos, y forma parte del plan de desarrollo municipal. La recolección de los residuos se efectúa de manera separada y los residuos suelen provenir de podas del vivero y del panteón, cáscaras de frutas de algunos tianguis y residuos de mercados. La planta se ubica dentro de un vivero que pertenece al ayuntamiento.

Detalles técnicos del programa

Entrega: la recolección se hace manualmente por los responsables, quienes colectan residuos verdes y podas del panteón y del vivero. Las cáscaras de frutas de algunos tianguis y los



desechos orgánicos de los mercados son recolectados en ocasiones por un camión municipal de 1.5 t.

Preparación

Los desechos se incorporan directamente sin trituración en 12 pilas de precompostaje de 3.6 x 1.5 x 0.6 m colocadas sobre una capa de geomembrana. El proceso dura 20 días, y las pilas son cubiertas con plástico. El lixiviado se recolecta y se recicla.

Composta:

El precompostaje se alimenta cada 20 días en capas con 15 cm a 3 pilas con lombrices (1.5 t de lombrices en toda la planta). Las pilas de 30 x 1.2 x 0.50 m se colocan sobre el suelo. El riego se realiza cada 8 días, según la estación. Las pilas son cubiertas con ramas para evitar su desecación.

Utilización

Al cabo de 3 meses la composta se recolecta, después de retirar las lombrices, y se guarda en una bodega antes de ser cribado y empacado en costales de 50 Kg. Todo el proceso se lleva a cabo manualmente. La composta producida es muy fina y de alta calidad.

Aspectos sociales

Tres empleados (uno de tiempo parcial) cuentan con seguridad social. La planta se cierra por las noches y el público no tiene acceso directo. A pesar de esfuerzos del responsable, el apoyo público es mínimo. Los empleados no poseen una capacitación especial aunque el responsable es biólogo de profesión. Talleres y visitas a la planta se organizan para los estudiantes con el fin de promover y difundir la importancia del compostaje.

Aspectos ambientales

Se efectúa la recolección de los lixiviados durante la primera fase del compostaje para analizar su composición y posible aplicación en la silvicultura. Pruebas de composición de la composta y del lixiviado se realizaron durante los años 2002, 2004 y 2005.

Aspectos económicos y comerciales

De las 23 t producidas se vendieron 11 t a los agricultores a \$1,000 (MX) la tonelada. Se estima que cada tonelada de composta producida cuesta \$1,238 (MX). El resto de este producto se utiliza en el vivero. El ayuntamiento paga los sueldos de los trabajadores, \$10,630 (MX) mensuales y adquiere la maquinaria y las herramientas solicitadas por el responsable de la planta. La planta no cuenta con conexión eléctrica, el agua proviene del escurrimiento de nieve y se guarda en una cisterna de 60m³.

Planes futuros del programa

La planta tiene como objetivo principal continuar incrementando el volumen de lombrices, para aumentar la cantidad de composta producida y disminuir el tiempo del proceso. Se está planeando una ruta piloto para realizar la recolección separada de desechos orgánicos domésticos en algunas colonias del municipio



Éxitos y problemas

La razón principal del éxito del programa reside en la experiencia técnica y la motivación del responsable. La planta no cuenta con gran apoyo por parte de la ciudadanía y el apoyo del ayuntamiento es insuficiente.

Contactos

Autoridad responsable del programa: Ayuntamiento de Amecameca. Contacto en la PdC: Coordinación de Ecología Dirección del contacto: Plaza de la Constitución No. 1 Centro, Amecameca, C.P 55660 Teléfono del contacto: +52 597 97 80 748.

Atizapán de Zaragoza

Tipo de Composta: Aeróbica de 1000 m² de terreno dentro del sitio de disposición final municipal.

El programa se inició en julio de 1999.

El municipio está ubicado en el noreste de la Ciudad de México dentro del EM, abarcando 89.88km².

Población: 472,526 habitantes (2005), con una tasa de crecimiento anual de 0.2 %.

Objetivos del proyecto:

El objetivo principal de la planta es reducir la cantidad de residuos orgánicos que se depositan en el relleno sanitario para disminuir los efectos contaminantes y alargar la vida útil del sitio.

La composta se usa en las áreas verdes del municipio y se regala a personas de las colonias que participan en el programa de recolección separada. El programa funciona en parte por voluntad municipal y en parte por voluntad pública.



Fig. 82 Planta de compostaje en Atizapán de Zaragoza

Estadísticas

La municipalidad produce 500 t de desechos al día, de los cuales el 49% (245 t) es de tipo orgánico. La planta recibe un total de 120 m³ aproximadamente por mes, que representan 48 t de desechos orgánicos. El 0.8 % de los residuos orgánicos totales del municipio son tratados. La planta produce 54 m³ de composta al mes.

Descripción del programa

El programa de compostaje está gestionado por el Ayuntamiento de Atizapán a través de la Dirección de Servicios Públicos, con una alta participación de la población (hasta un 85% en algunas colonias). Consiste en la recolección selectiva de residuos orgánicos domésticos de diversas colonias, además de las podas y pasto de las áreas públicas del municipio, de estiércol de algunos ranchos y árboles de navidad desechados.



Detalles técnicos del programa

Entrega: los desechos domiciliarios orgánicos son colectados 3 días a la semana con 12 camiones, los otros desechos son colectados por 7 camiones del área de parques y jardines.

Preparación: las podas son molidas con una trituradora; los empleados abren las bolsas de residuos orgánicos domiciliario y retiran los inorgánicos.

Composta: La materia orgánica se coloca en capas alternativas de pasto, desechos domésticos y poda triturada hasta alcanzar pilas de 20 x 20 x 1.5 m construidas sobre el suelo mismo. La aireación de las pilas se hace mediante tubos perforados de PVC de 20 cm de diámetro. El proceso dura 3 meses (además del tiempo de construcción de la pila) y se riega cada 3 días, según la estación, con aguas residuales tratadas y a través de una pipa. Los volteos se hacen con retroexcavadora una vez por semana o cuando la maquinaria está disponible.

Utilización: la cosecha de la composta se realiza manualmente y, cuando se regala, se criba. Si es para uso municipal dentro de los parques y jardines se aplica sin cribar.

Particularidades

La planta esta ubicada sobre el primer relleno sanitario del EM, construido en 1997.

Aspectos sociales

En total 9 empleados trabajan en la planta. Tienen seguridad social y uniformes adecuados para las operaciones de producción de la composta. Dos empleados están sindicalizados con un contrato colectivo de tipo anual, los demás tienen contratos renovables por 3 meses. La participación de la población de las colonias que separan su basura es en promedio del 64%. No se han desarrollado campañas masivas de promoción en el municipio. El público no tiene acceso a la planta salvo durante visitas guiadas al relleno y a la planta.

Aspectos ambientales

No se hace ningún tipo de monitoreo físicoquímico de la composta. Los lixiviados de las pilas se infiltran en las celdas del relleno sanitario.

Aspectos económicos y comerciales

De momento no se vende la composta, ya que las cantidades producidas no alcanzan a cubrir la demanda municipal. La planta es totalmente financiada por el ayuntamiento incluyendo los sueldos y la maquinaria. Los gastos anuales de la planta ascienden a \$201,896 (MX).

Planes futuros del programa

El ayuntamiento tiene planeado incrementar el número de colonias participantes con una recolección separada (orgánicos e inorgánicos), además de recolectar los residuos de los mercados.



Fig. 83 Planta de Composta de Atizapán de Zaragoza



Éxitos y problemas

La planta ha sido completamente institucionalizada y cuenta con muy buena aceptación social. Comprara un cargador frontal y cubrir las pilas con plástico son dos acciones que podrían mejorar el rendimiento del proceso y la calidad del producto.

Contactos

Autoridad responsable del programa: Ayuntamiento de Atizapán de Zaragoza Contacto en la PdC: Dirección de Servicios Públicos. Dirección del contacto: Blvd. Adolfo Lopez Mateos No. 91 Atizapán de Zaragoza, C.P. 54500 Teléfono del contacto: +52 (55) 50 95 29 00

Capulhuac

Datos generales

Tipo de Planta: Aeróbica y lombricompostaje de 2.6 ha perteneciente al ayuntamiento.

Inicio: El programa se inició en 1998.

Ubicación

El programa se desarrolla en el municipio de Capulhuac, EM. El municipio está ubicado al sureste de la Ciudad de Toluca y cubre una superficie de 21.5 km².

Población: 30,838 habitantes (2005) con una tasa de crecimiento anual de 1.4%.

Objetivos del proyecto

El programa está dirigido principalmente a la reducción de los desechos que se depositaban en el tiradero, además de manejar gran cantidad de esquilmos y residuos producidos en el municipio (entre 30-45 ton/semana). El sitio de compostaje se localiza a un costado de un centro de acopio, otra alternativa con la cual también se intenta reducir los volúmenes de desechos enviados al tiradero.

Estadísticas

La municipalidad genera 17.6 t de RSU al día, de los cuales un 51% (8.9 ton) son de tipo orgánico. El 100% de los RSU son recolectados por separado, en orgánicos e inorgánicos, y son llevados a la planta de separación y compostaje antes del sitio de disposición final. Son entregados a la planta un total de 267 t de residuos orgánicos al mes. El 98% de los residuos orgánicos de Capulhuac son tratados en la planta. La planta produce aproximadamente 90 toneladas de composta por mes.

Descripción del programa

El programa es administrado por el V Regidor de Capulhuac. Consiste en la recolección selectiva de residuos orgánicos domiciliarios 3 días a la semana, además de la colección de esquilmos y residuos orgánicos de mercados, comercios y otros servicios.

Detalles técnicos del programa

Recepción: los desechos son recolectados con 7 camiones, 3 días a la semana. Los particulares también pueden ingresar a la planta con vehículos privados para depositar sus desechos.



Preparación: no se hace preparación para el compostaje, como trituración o molienda, por falta de equipo. Los empleados abren las bolsas que contienen los orgánicos y eliminan inorgánicos antes de que los incorporen en pilas.

Composta: la materia orgánica se coloca en 107 pilas de 4 x16-20 x 1.5 m sobre suelo sin recubrimiento. El proceso dura 5-6 meses y las pilas se riegan, según la estación, cada 15-20 días partir del 2º mes con mangueras. El agua proviene de un canal de riego. Las pilas son volteadas cada 15 días con una retroexcavadora (que no funciona adecuadamente).

Lombri-compostaje: las 3 a 4 pilas con lombrices rojas de California se compostan 3 meses antes de incorporarse en las pilas. Utilización: la cosecha de composta se realiza durante el quinto mes, se criba y se empaca en costales de 50 kg.

Particularidades

Debido a que la tradición de la elaboración de la barbacoa es muy importante en el municipio, una gran parte de los residuos entregados en la planta incluyen esquilmos de borregos. La generación se estima de 30 a 45 t de esquilmos por semana.

Aspectos sociales

Son 10 las personas que trabajan 6 días a la semana en la planta. Todas poseen seguridad social, equipamiento de protección adecuado (guantes, tapabocas, y uniformes). Los empleados han tenido previamente la oportunidad de participar en talleres de formación sobre el tema de la producción de composta. La participación de la población es primordial para el buen funcionamiento de la planta ya que la recolección separada cubre todo el municipio. La planta se cierra por la noche y el público no tiene acceso directo a la misma.

Aspectos ambientales

No se hace recolección de los lixiviados. Al principio se hicieron muestras físico-químicas; la última data de noviembre 2004.

Aspectos económicos y comerciales

La composta se vende a \$1000 (MX) por tonelada. Aproximadamente 8000 costales son almacenados en la planta. La composta se vende a agricultores, y a otros municipios, y se regala a la población para uso en sus jardines. Los empleados ganan \$2600 (MX) al mes. La PdC está totalmente financiada con el presupuesto otorgado por el ayuntamiento.

Planes futuros del programa

Tratar de continuar el programa de compostaje. Encerrar con plástico las pilas para evitar generación de lixiviados y mejorar con ello el proceso.

Éxitos y problemas

La planta posee maquinaria bastante especializada y una mecanización del proceso pero, por falta de dinero y de soporte, no se puede efectuar las reparaciones necesarias. Existe mucho retraso en la separación y la selección de los residuos reciclables entregados en la planta. La criba adquirida en 1997 no se ha utilizado debido a que es inadecuada para los residuos. Se observan claramente fallas en la gestión de la planta debido a problemas políticos locales.



Contactos

Autoridad responsable del programa: Ayuntamiento de Capulhuac. Contacto en la PdC: Quinta Regiduría. Dirección del contacto: Plaza Hombres Ilustres, Centro, Capulhuac, C.P: 52700.

Teléfono del contacto: +52 (71) 31 33 56 24, +52 (71) 31 35 41 72

Cuautitlán Izcalli

Tipo de Planta

Aeróbica con un área de 6400 m², la cual pertenece al ayuntamiento. El programa se inició en 1998.

Ubicación

El municipio de Cuautitlán Izcalli EM está localizado en el noroeste de la Ciudad de México, abarcando 109.92 km².

Población

498,021 habitantes (2005) con tasa de crecimiento anual de 1.9%.

Objetivos del proyecto

La principal razón de haber construido la PdC fue reducir los residuos orgánicos que se depositan en el sitio de disposición final y aumentar la vida útil del mismo. La composta se utiliza principalmente en las áreas verdes del municipio con fin de conservar y mejorar los suelos. La composta se regala y también se vende a algunos particulares y clientes. El programa funciona en gran parte por la decidida voluntad del ayuntamiento a través de la Dirección de Ecología.

Estadísticas

La municipalidad produce 574 t diarias de RSU, de las cuales un 26% (149 t) son de tipo orgánico. La planta recolecta alrededor de 208 t de residuos orgánicos por mes. La planta trata un 5% de los residuos del municipio. De enero a julio de 2005 se produjeron 350 t de composta.

Descripción del programa

El programa de compostaje es administrado por la Dirección de Ecología del Ayuntamiento. Podas y pasto de las áreas verdes del municipio y estiércol son recolectados de manera separada por los camiones de parques y jardines. Las Industrias agroalimentarias trasladan sus residuos, que conforman el 10% del total. Una recolección doméstica separada opera solamente en 3 colonias.

Detalles técnicos del programa

Entrega: los desechos son llevados por camiones municipales de la Dirección de Servicios Públicos y Privados.

Preparación: las podas son molidas antes de incorporarse en pilas; los demás residuos no necesitan preparación y son incorporados tal cual se reciben. Composta: la materia orgánica se coloca diariamente en 7 pilas no cubiertas, que miden aproximadamente 3 x 15 x 2 m de altura, construidas sobre el suelo sin ningún recubrimiento. Se estima que el proceso tarda



entre 70 y 80 días para completarse. Las pilas no están cubiertas y se riegan solamente una vez al día con agua de un canal o con agua de una pipa, según la temporada del año. Las pilas son volteadas cada semana con un cargador frontal. Utilización: La composta se criba y se empaqueta en costales rotulados.

Particularidades

Sólo se emplean residuos orgánicos provenientes de grandes generadores, esto es RME.

Aspectos sociales

Catorce empleados trabajan en la planta. Todos tienen equipamiento de protección adecuado, un contrato fijo y seguridad social. Trabajan en dos turnos bajo la supervisión de un encargado. Los encargados reciben capacitaciones sobre temas de compostaje durante tres veces al año en promedio. La población participa poco en las operaciones pero les regalan la composta que soliciten. Está permitido el acceso al público a la planta durante el horario de labores.

Aspectos ambientales

No se hace recolección ni tratamiento de la gran cantidad de lixiviados producidos aunque en la nueva planta se planea contar con un sistema para su recolección. No se realiza ningún tipo de monitoreo físico-químico del producto, pero si se realizan mediciones de pH y de temperatura cada tres días.

Aspectos económicos y comerciales

La composta se intercambia con base en \$1200 (MX) la tonelada, aunque por razones fiscales no se puede vender, por lo que los clientes pagan en especie, con donación de equipos o herramientas, y lo hacen principalmente a particulares. El costo de producción se estima en \$400 (MX) por tonelada. Los empleados ganan entre \$2400 (MX) y \$5600 (MX) al mes. La municipalidad paga los sueldos y participa en la compra de maquinaria.

Planes futuros del programa

La planta va trasladarse a un sitio con mayor espacio. Se desea incrementar la recolección domiciliar separada de RSU hasta lograr un 10% del total de los residuos orgánicos municipales. Se ha comprado un tractor y aireador mecánico para voltear las pilas con mayor facilidad.

Éxitos y problemas

La planta ha sido institucionalizada por la municipalidad, lo cual permite la mecanización de la planta con compra de maquinaria adecuada. El proceso podría ser mejorado cubriendo las pilas con plástico y recolectando los lixiviados.

Contactos

Autoridad responsable del programa: Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli. Contacto en la PdC: Dirección de Ecología. Dirección del contacto: Calle Planeta No. 3, Col. Rincón Colonial, 54730 - Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Teléfono del contacto: +52 (55) 58 64 09 50



Tepetlixpa

Tipo de Planta

Varios tipos de compostaje de aeróbico y anaeróbico realizado en un centro escolar público. El programa se inició en 1990.

Ubicación

El municipio de Tepetlixpa está localizado en el sureste del Estado de México y abarca 46.68 km².

Población

16912 habitantes (2005) con una tasa de crecimiento anual de 0.1%.

Objetivos del proyecto

La principal razón para haber construido la PdC dentro de la escuela es por convicción personal del responsable. La planta se enfoca en la investigación sobre el compostaje y las posibilidades educativas. La composta se aplica dentro de la escuela en los árboles frutales y plantaciones de diversas hierbas y flores. Se regala también a algunos agricultores con fin de difundir sus beneficios.

Estadísticas

La municipalidad de Tepetlixpa produce 6 t de residuos diarios. La planta recolecta los desechos orgánicos generados en la escuela.

Descripción del programa

El programa de compostaje es gestionado por los profesores de la escuela. Los residuos son recolectados de manera separada y consisten en podas, estiércol y desechos de talleres de comida producidos por la escuela.

Detalles técnicos del programa

Entrega: los residuos son recolectados manualmente dentro de la escuela por los estudiantes y maestros involucrados. Preparación: según el tipo de composta. Composta: Varias formas de hacer composta han sido experimentadas en la escuela. La pila de lombricompostaje está tapada con plástico, mide 1.5 x 17 x 0.5m y se encuentra sobre una cama fabricada con tabiques. Otros tipos de tratamiento incluyen fermentación anaeróbica en bote (tambo), lombricompostaje en bote, así como la preparación de un biofertilizante con base composta y NaOH. Utilización: la composta no se criba ni se empaca. Se usa tal cual en aplicaciones específicas de la escuela y, ocasionalmente, se regala a particulares o agricultores. El programa no tiene metas económicas, es un proyecto con objetivos exclusivamente educativos.

Aspectos sociales

La escuela cuenta con 327 estudiantes quienes colaboran regularmente en las operaciones para producir la composta. El responsable difunde sus conocimientos a través de talleres escolares en el municipio, en el EM y a nivel nacional e internacional.



Aspectos naturales

No se hace la recolección de los lixiviados. Tampoco ningún tipo de monitoreo fisicoquímico de la composta. Solo se hace el monitoreo a vista y con base en la experiencia obtenida a través de los años.

Aspectos económicos y comerciales

Aunque no recibe ningún tipo de financiamiento por parte de la municipalidad, el responsable fue premiado con el máximo galardón en materia de medioambiente otorgado por el gobierno del EM debido a la calidad de su trabajo. La composta se usa dentro de la escuela para abonar a plantas y árboles. Ocasionalmente, se regala a agricultores para divulgar y fomentar actividades de agricultura orgánica.

Planes futuros del programa

El responsable desea mantener la producción de la planta y, de ser posible, aumentar el volumen de la composta producida; así mismo se desea utilizar las aguas residuales de la escuela para regar las pilas y los botes de compostaje.

Éxitos y problemas

El programa es exitoso por su carácter educativo y formativo para los estudiantes. Se puede decir que su impacto es importante y el responsable cuenta con reconocimiento social por su trabajo dentro de la región y el EM.

Contactos

Autoridad responsable del programa: Escuela Técnica No. 14 de Tepetlixpa. Contacto en la PdC: Profesor Gumersindo León Guzmán. Dirección del contacto: Secundaria Técnica No. 14, Carretera México-Cuatla, Tepetlixpa, Estado de México. Teléfono del contacto: +52 (59) 7975 - 0156, +52 (59) 7975-0208

Bordo Poniente – Distrito Federal

Tipo de Planta

Planta de composta aeróbica con más de 6,000 m² que pertenece al Gobierno del Distrito Federal.

El programa se inicio en 1988.

Ubicación:

Se ubica a un costado del relleno sanitario de Bordo Poniente dentro de terrenos federales en el EM y el límite con el DF.



Fig. 84 Planta de compostaje en el DF Bordo Poniente



Población

En todo el DF hay más de 8 millones de habitantes.

Objetivos del proyecto

El principal objetivo de la planta es reducir el volumen de residuos orgánicos que se depositan en el relleno sanitario y así alargar su vida útil. La composta que se produce se utiliza en los parques y jardines de las delegaciones del DF, en las áreas verdes de escuelas públicas, y para sanear las celdas del relleno sanitario.



Fig. 85 Imagen del Bordo Poniente (2012)

Estadísticas

El Distrito Federal produce 12,500 t de residuos sólidos diarios de los cuales el 50% son orgánicos. La planta de Bordo Poniente recibe 2900 t de residuos orgánicos al día⁵²; la planta trata el 23% de los residuos orgánicos del DF.

Descripción del programa

La planta de Bordo Poniente está administrada por la Dirección General de Servicios Urbanos de la Secretaría de Obras y Servicios del Gobierno del Distrito Federal. La poda y pasto de las áreas verdes y jardines de las delegaciones son recolectados de manera separada y entregados a la planta. Así mismo, los desperdicios de alimentos de la Central de Abastos ingresan a la planta. Algunos generadores particulares de alto volumen están autorizados para ingresar sus productos en la planta. Los residuos orgánicos separados en los domicilios de algunas delegaciones también se depositan en esta planta.

Detalles técnicos del programa

Entrega: la Central de Abastos entrega 15 a 20 cajas de transferencia de frutas y verduras diariamente. La delegación. Azcapotzalco entrega 1 caja de transferencia (20 ton) previamente seleccionada en la delegación diariamente.

Preparación:

Se realiza una preselección de los residuos verdes que ingresan la planta. La poda se tritura a través de una astilladora mecánica antes de ser integrada a las pilas. Los residuos de alimentos se incorporan directamente al área de compostaje incluyendo las bolsas de plástico en las que vienen los desechos orgánicos. **Composta:** La materia orgánica se coloca en 8 pilas de capas intercaladas de poda, residuos domésticos y lodos. Las pilas se oxigenan a través de una

⁵² Dato actualizado con información del 2012.



volteadora, mensual o quincenalmente. Una pipa está disponible para regar las pilas. La separación de las bolsas de plástico (estas son fácilmente retiradas al finalizar el proceso) y el cribado se realizan al final del proceso de compostaje. Disposición: La composta disponible se almacena en el área de entrega. Se criba adicionalmente cuando se entrega en costales y se usa en bruto para el saneamiento de las celdas.

Particularidades

La planta de Bordo Poniente es la más grande de México.

Aspectos sociales

Doce empleados trabajan en la planta. Todos tienen equipamiento de protección adecuado para trabajar, un contrato fijo y seguridad social. La participación de la población es variada. Existen delegaciones que separan efectivamente los residuos orgánicos domésticos y otras que no separan adecuadamente. La planta de Bordo no está abierta al público aunque existe un programa de visitas para difundirla y mostrar su funcionamiento a grupos interesados.

Aspectos ambientales

Un pequeño laboratorio en la planta permite medir el pH y la temperatura de las pilas. Se ha establecido colaboración con el IPN para realizar diversos estudios de carácter medioambiental y técnico en la planta.

Aspectos económicos y comerciales

La composta que se produce en la planta no se vende debido a restricciones administrativas. La planta es totalmente financiada por el Gobierno del DF.

Planes futuros del programa

La planta de Bordo Poniente sigue a prueba. Si da buenos resultados se tiene contemplado aumentar su tamaño.

Éxitos y problemas

La falta de equipamiento adecuado retrasa la producción de la composta de 4 a 6 meses. La recolección separada es crucial para el buen funcionamiento de la planta. Falta una mayor coordinación entre los recolectores de los residuos domiciliarios en las diferentes delegaciones y los responsables de la planta.

Contactos

Autoridad responsable del programa: Gobierno del Distrito Federal. Contacto en la PdC: Dirección General de Servicios Urbanos Dirección del contacto: Carretera México–Texcoco km 2.12 de la autopista Peñon Texcoco, Zona Federal del proyecto del lago de Texcoco, Estado de México. Teléfono del contacto: +52 (55) 5799 2241



Conclusiones

Este anexo del estudio de factibilidad nos permite llegar a conclusiones importantes que se enumeran mas abajo, y nos permiten diseñar el modelo de negocio rentable para la gestión de residuos solidos orgánicos a través del conocimiento de estas experiencias extranjeras. Con este listado pretendemos en forma especifica, adelantar nuestro juicio en el sentido de que la industria del composteo es una industria prometedora, necesaria y ampliamente justificable.

1. Existen suficientes experiencias en el mundo de las cuales se extraen lecciones importantes aplicables al proyecto
2. Hay claros indicadores de que el composteo tiene beneficios sociales, ambientales, económicos y políticos
3. El precio de venta del compost esta directamente relacionado con su calidad y este con los montos de inversión y técnicas utilizadas.
4. Las aplicaciones del compost son variadas pero muy especificas
5. El composteo de RSU orgánicos se puede combinar con el composteo de biosólidos y de estiércoles de animales lo que es un valor agregado del proceso.
6. Los casos de fracaso reportados son mas por cuestiones sociales y políticas que por razones técnicas o financieras.
7. Es importante que se identifique el mercado objetivo para el uso de la composta y sus subproductos como el denominado "acido húmico".
8. Los beneficios ambientales también han sido documentados por lo que es claro que las inversiones en esta dirección tendrán un legado valioso para las siguientes generaciones lo que significa sustentabilidad.
9. El recurso es limitado pero predecible, medible, seleccionable, clasificable, regulable y creciente por lo que la industria del composteo tiene un futuro muy claro y prometedor.

Por lo que consideramos que el destino final de los residuos solidos orgánicos de la central de abastos del DF debe de ser una planta de composteo controlado y con estándares de calidad internacionales que puedan ser comercializados en el mercado nacional y extranjero.