



## EL DESTINO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES. BREVE DIAGNÓSTICO Y ALGUNAS ALTERNATIVAS

M.S. Zubillaga

Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Avenida San Martín 4453

Email: [zubillag@agro.uba.ar](mailto:zubillag@agro.uba.ar)

### OPINIÓN

Recibido: 18-07-12

Aceptado 14-05-13

### RESUMEN

La Ciudad de Buenos Aires genera más de 6.000.000 kilos diarios de residuos sólidos urbanos (RSU), 1,52 kilos por día por persona. Representa un tercio del total de residuos del Área Metropolitana, los 2 tercios restantes, casi 11.000.000 de kilos, lo generan los 34 municipios del Conurbano. El destino del total es el relleno sanitario que opera en la Planta Norte III del CEAMSE ubicada en el Camino del Buen Ayre entre A° Grande y A° Güemes, Gral. San Martín, provincia de Buenos Aires.

La Ciudad de Buenos Aires depositó en los rellenos sanitarios, durante el año 2009, 1.847 millones de kg de residuos, cifra que llegó a los 2.277 millones de kg en 2011, es decir, un 23% más. En ese mismo período, en el Conurbano, se pasó de 3.161 millones a 3.428 millones de kg, lo que significa un aumento del 8,5% (análisis a partir de datos de CEAMSE, 2011). La gestión integrada de los RSU, es necesaria y posible, la cual será acompañada por una revolución tecnológica y cambios sustanciales en conceptos preestablecidos.

**Palabras clave.** Gestión integral de RSU, estado actual y futuro.

### DESTINATION MUNICIPAL SOLID WASTE IN THE CITY OF BUENOS AIRES. BRIEF DIAGNOSIS AND SOME ALTERNATIVES

### SUMMARY

The City of Buenos Aires generates over 6,000,000 kilos a day of municipal solid waste (MSW), 1.52 kg per day per person. Represents one third of the total waste in the Metropolitan Area, the remaining two thirds, nearly 11,000,000 kg, are generated by the 34 municipalities of the conurbano. The destination of all is the landfill that operates in the North III Plant of the CEAMSE located in Camino del Buen Ayre between A° Grande and A° Güemes, General San Martin, Buenos Aires.

The City of Buenos Aires deposited in landfills, in 2009, 1,847 million kg of waste, which reached 2,277 million kg in 2011, a 23% more. In the same period, in the conurbano, it went from 3,161 million to 3,428 million kg, which means an increase of 8.5% (based on data analysis of CEAMSE, 2011). Integrated MSW management is necessary and possible, which will be accompanied by a technological revolution and substantial changes in pre-established concepts.

**Key words.** Integrated management of MSW, current and future state.

### ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y ASPECTOS INSTITUCIONALES Y TERRITORIALES

Desde mediados de la década del '70, hace 35 años, funciona la Coordinación Ecológica del Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE) (RLC, 2012), de carácter interjurisdiccional, ya que su capital accionario lo comparte en partes iguales el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires y el Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

El área territorial de incumbencia es la denominada "Área Metropolitana", que está integrada por la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y los Municipios de Vicente López, Presidente Perón, Pilar, Luján, General Rodríguez, Brandsen, Magdalena, Escobar, San Isidro, San Fernando, Tigre, General San Martín, Tres de Febrero, San Miguel, Morón, Moreno, La Matanza, Merlo, Esteban Echeverría, Almirante Brown, Lomas de Zamora, Quilmes, Avellaneda, Florencio Varela, Berazategui, Berisso, Ezeiza, Lanús, Ensenada, Hurlingham, Ituzaingó, José C. Paz, Malvinas Argentinas y La Plata.

Desde un comienzo las partes asumieron compromisos. La Ciudad de Buenos Aires implementaría las medidas legales y técnicas para que los residuos que en ella se recoja se destinen a relleno sanitario por intermedio del CEAMSE. La provincia de Buenos Aires, por su parte, asumiría la responsabilidad de acordar con el resto de los municipios la aplicación del mismo sistema en el marco de las disposiciones legales y técnicas, según se estimara procedente y conveniente en cada caso.

La "misión" del CEAMSE es "brindar a la comunidad una solución moderna y ambientalmente apropiada, en la disposición y tratamiento de los RSU, articulando recursos, conocimiento, experiencia profesional acumulada y principalmente, responsabilidad en el cumplimiento de todas las normativas sobre tratamiento y disposición de residuos, en pro de asegurar el saneamiento y la mejora continua de la calidad ambiental". Su "objeto primario" es contribuir al equilibrio y a la pre-

servación ecológica del área metropolitana, a la eliminación de la polución ambiental y al saneamiento de los acuíferos y los suelos. Su gestión abarca una superficie de 8800 km<sup>2</sup>, una población aproximada de 13.000.000 de habitantes que representa el 24% del total de la población argentina y el 40% del total de los residuos del país.

La Ciudad de Buenos Aires tiene aproximadamente 3.000.000 de habitantes y la extensión del territorio bajo su jurisdicción es de 205 km<sup>2</sup>. Concentra el 8% de la población total del país con una densidad del orden de los 14.000 habitantes/km<sup>2</sup>. Si bien el número de habitantes ha tenido muy escasa variación en los últimos cincuenta años, el crecimiento del denominado Gran Buenos Aires, que en conjunto cuadruplica la cifra anterior, tiene un impacto particular en la dinámica de la ciudad. Más de 1.500.000 personas, según datos consultados, y hasta 3.000.000 de personas, según el Gobierno de la Ciudad, que viven en el conurbano, entran y salen de la ciudad diariamente a trabajar, estudiar o realizar actividades de esparcimiento incidiendo significativamente en el volumen de residuos generados (Arroyo, 2012).

El Gobierno de la Ciudad colabora con los municipios de Avellaneda, Lanús, Lomas de Zamora, Quilmes, Esteban Echeverría y Ezeiza en los centros de transferencia de Flores, Pompeya y Zavaleta. Esto reduce a la mitad el costo del traslado de los residuos de esos municipios del conurbano a terrenos del CEAMSE.

### Descripción de la situación actual.

#### El nuevo desafío

El modelo de gestión de los residuos que tiene como principal destino final los rellenos sanitarios enfrenta señales de agotamiento a muy corto plazo.

Además de la disposición en rellenos sanitarios del CEAMSE, se siguen disponiendo en basurales a cielo abierto en toda el área. Esto indicaría que el problema es aún mayor, ya que una solución integral, debería considerar que se gene-

ran más de los 17.000.000 de kilos diarios mencionados al comienzo. En el 2010, se habían detectado en la Cuenca Matanza-Riachuelo, 348 basurales, que representan 288 hectáreas, de los que obviamente no hay registros de volúmenes que permitan cuantificarlos (ACUMAR, 2010).

Otro dato objetivo que hace más compleja la situación es que existe información que advierte que la capacidad de recepción de la Planta Norte III del CEAMSE se verá colmada a la brevedad. Ambos gobiernos prevén destinar dentro del área nuevos espacios para relleno, relocalizando estructuras preexistentes, por ejemplo se estaría decidiendo la planta de Compostaje que funciona en dicho predio.

A la luz de la experiencia "CEAMSE" y del análisis de las formas y modos en que se gestionan los residuos urbanos en diferentes países, podría afirmarse que problemáticas tan complejas no se resuelven en horizontes temporales acotados y tampoco con acciones inducidas por las urgencias del corto plazo. La experiencia internacional indica que el abordaje correcto del problema y la búsqueda de alternativas superadoras al relleno, requiere un enfoque sistémico e interdisciplinario.

Una primera definición que conlleva una importante decisión es si se destinan nuevas áreas a relleno, o se reduce la cantidad de residuos que se disponen en ellos, o ambas acciones al mismo tiempo, con plazos y metas muy precisas. Si la decisión es no habilitar un nuevo relleno se deberían realizar, en un brevísimo plazo, inversiones de magnitud como las que requeriría el proceso de los volúmenes mencionados. Eso no es posible. Aunque no existiera restricción financiera, tecnológica, empresarial e institucional, igualmente no se podría prescindir de nuevas áreas de relleno en el corto y mediano plazo. Por más que se cuente con los recursos y con los actores públicos y privados que deberían involucrarse, no sería posible procesar el 100% de los residuos y que no haya más disposición final. Es un dato insoslayable para cualquier estrategia a futuro.

Las alternativas al relleno que han sido exploradas, no han tenido avances ni ejecución de procesos de volúmenes significativos en términos de la magnitud del problema que se debe afrontar; se podría llegar a decir que actualmente y en el corto plazo el área metropolitana es "relleno-dependiente". No existen soluciones posibles si no se reducen los volúmenes que van a relleno.

El tema ocupa un espacio central en la agenda política, se ha profundizado el debate y las partes involucradas han puesto el foco en la problemática del relleno, la localización de los mismos, los costos y cuanto deberían pagar los distritos por tonelada dispuesta.

#### **Iniciativas parlamentarias en el área metropolitana**

1.- **En la provincia:** a mediados del 2012 se han dado a conocer iniciativas parlamentarias presentadas en la legislatura de la provincia de Buenos Aires en los cuales replantean toda la situación. Estas iniciativas promueven cambios institucionales y de funcionamiento, las cuales, de prosperar, dejaría CEAMSE de ser una sociedad entre la ciudad y la provincia. Si esto ocurriera, la Ciudad dejaría de ser "socio" para ser "cliente". Esto llevaría a que la provincia le cobre al gobierno de la ciudad tarifas mayores a las actuales en su calidad de socio. A su vez, se plantea una reducción gradual de los residuos en un lapso que no supera los cuatro años. El desafío entonces es mayúsculo porque su complejidad es mayor que un mero tema económico financiero. Aunque la ciudad dispusiera de los recursos que la nueva empresa de la provincia le exigiría, las restricciones expuestas y la magnitud de la gestión a realizar le imponen transitar un camino diferente, sosteniendo y mejorando lo que se está haciendo, poniendo en marcha nuevas acciones y en un horizonte temporal mayor al que la legislación propuesta plantea.

El interrogante es si la ciudad está en condiciones de responder al desafío que se le plantea

y si el conjunto del área metropolitana, podrá lograr la solución más adecuada incorporando la dimensión económica, política, social y ambiental. Para ponderar la magnitud del desafío, es preciso conocer que según la bibliografía consultada, la mayor parte de los residuos sólidos urbanos recogidos en los países desarrollados se disponen en rellenos (Twardowska, 2004).

## 2.- En el ámbito de la Ciudad de Buenos Aires. Ley de Basura Cero

La legislatura de la Ciudad de Buenos Aires sancionó en 2006 la Ley 1.854 "Basura Cero" y fue promulgada y reglamentada por el Gobierno de la ciudad en mayo de 2007. Según lo establecido por dicha ley y tomando como línea base 1.497.656 toneladas de residuos enviados a relleno sanitario durante el año 2004, dicha ley contempla la reducción paulatina de residuos con el siguiente esquema:

- 30% para el año 2010
- 50% para el año 2012
- 75% para el año 2017
- Se prohíbe la disposición final de materiales tanto reciclables como aprovechables para el año 2020.

A tal fin y por Decreto 2075/07 se creó la Dirección General de Reciclado para ejecutar una política pública orientada a la implementación de la gestión integral de los residuos. A esta Dirección se le asignó la responsabilidad de incrementar los niveles de recuperación y reciclado de materiales producidos en la Ciudad. Se creó un Consejo Asesor Permanente establecido por la Ley N° 123 (B.O.C.B.A. N° 622 del 1º/2/99) "Ley de Impacto Ambiental" y la Ley N° 452 (B.O.C.B.A. N° 1025 del 12/9/00) que debe hacer el monitoreo de los objetivos mencionados.

## Acciones en el marco de la ley de Basura Cero

Separación en origen y Recolección diferenciada o selectiva. La separación en origen, realizada por los generadores, sumada a la recolección diferenciada, llevada a cabo por los contratistas que colectan separadamente los residuos secos o por las cooperativas, limitan la cantidad de residuo que llega a relleno. Esta acción es diferenciada cuando se discrimina por tipo de residuo, en función de su tratamiento y valoración posterior. La frecuencia de la recolección de RSU secos es diferente a la de los húmedos, consecuentemente corresponderá a la autoridad de aplicación establecer cronogramas. Se entiende por RSU húmedo a los orgánicos biodegradables que no son derivados a los centros de selección.

Para ello debe utilizarse la doble contenerización, es decir, ubicar contenedores para residuos secos y otros para húmedos. En la Ciudad de Buenos Aires, en abril del 2012, comenzaron a colocarse los primeros de 1400 contenedores diferenciados, 1088 para residuos no reciclables y el resto, para reciclables que, en tres meses, permitirán a los vecinos de la comuna 8 (Soldati, Lugano y Villa Riachuelo) sacar la basura en bolsas separadas. La doble contenerización prevé cubrir el área del micro y macrocentro para mediados del 2012 y para mayo de 2013, haberlos instalado en toda la ciudad. Con la recolección diferenciada se obtiene por un lado materiales para su reciclaje y, por otro lado, desecho orgánico para su posterior tratamiento (compostaje, digestión anaeróbica, etc.)

Con esta iniciativa la ciudad de Buenos Aires está dando otro paso en el marco de la "agenda verde" que se plantea como objetivo "garantizar el cuidado del medio ambiente y una mejor calidad de vida para todos". Actualmente, en la ciudad de Buenos Aires funcionan 4 plantas de clasificación y un centro de transferencia. A estos establecimientos llega todo el material recolectado por los recuperadores urbanos que están dentro del circuito de residuos sólidos urbanos monitoreado por el Gobierno de la Ciudad de Bue-

nos Aires: Centro Verde “Barracas, Centro Verde” “Retiro Norte”, Centro Verde “Villa Pueyrredón”, Centro Verde “Chilavert”, Centro Verde “Soldati” y Centro Verde “Varela” (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (a), 2013).

Además, el Gobierno de la Ciudad dispuso el llamado a un concurso internacional para crear un Ecoparque, donde se trataría 600 t diarias de residuos orgánicos y 2000 t de residuos áridos lo que representa el 30% de la basura que se genera en la ciudad (Ecosistemas, 2012).

Según información suministrada por el Ministro de Ambiente y Espacio Público Porteño (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (b); 2013), en la primer quincena de marzo del 2013 la ciudad redujo 29%, sobre los 6.000.000 kg de basura que llega a relleno. Esto se debería, según la misma fuente, a la puesta en funcionamiento de la planta de MBT (tratamiento biológico mecánico) en Planta Norte III y a la planta de áridos que recupera en promedio 1000 t por día.

Así, con estas medidas, la administración porteña espera reciclar gran parte de los residuos que se generan en la ciudad. Esto la haría menos dependiente de las restricciones que ya se advierten para enviar residuos a los rellenos, situados en la provincia de Buenos Aires y tendería a aliviar las tensiones políticas entre ambas administraciones, facilitando la gestión futura del CEAMSE. Cabe señalar que a pesar de todo lo descripto no se han alcanzado las metas planteadas para el año 2012 bajo la ley de Basura Cero.

#### **Acciones específicas tendientes a una toma de conciencia del problema**

Lamentablemente, la población del área metropolitana no está adecuadamente informada del problema de los RSU y de los horizontes temporales en que los impactos negativos afectarán en forma muy visible su calidad de vida. Consecuentemente, se deberán instrumentar programas de concientización y de capacitación para el manejo individual de los RSU generados en cada

hogar, ámbito de trabajo o estudio y/o espacio público. Un ejemplo concreto y muy exitoso es el programa MIRA (Manejo Integral de los Residuos por el Ambiente) desarrollado en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Este programa nació en el seno de un grupo de estudiantes, docentes, y personal técnico de la Facultad de Agronomía en abril de 2008. El programa fue avalado por el Consejo Directivo de la Facultad y tuvo su lanzamiento oficial el 5 de junio, en la primera Jornada sobre el Día del Medio Ambiente que realizó, en su historia, la FAUBA (evento declarado de interés nacional por la Honorable Cámara de Diputados de la Nación) y en la que también participaron representantes del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, la Fundación Garrahan, la empresa Integra S.A. y el Jardín Maternal de la FAUBA (FAUBA, 2013).

#### **Experiencia Internacional. Algunos antecedentes**

El tratamiento de residuos es un tema que ha merecido una destacada atención por parte de los países más desarrollados, quienes han impulsado el desarrollo de tecnologías y procesos para el tratamiento de los mismos con una activa participación del Estado, que mediante marcos regulatorios muy precisos ha potenciado la articulación con y entre actores privados. Se observa una continua revisión y ajuste de la legislación para facilitar la innovación tecnológica y el agregado de valor al residuo. No es un tema que lo haya resuelto el mercado por sí mismo, sino que en todos los casos la presencia del Estado es notoria, dando previsibilidad y seguridad jurídica. Han desarrollado instrumentos fiscales y crediticios para inducir la inversión, han garantizado la comercialización de los productos y subproductos originados por los diferentes procesos, tal la descripción en el capítulo referido a las alternativas tecnológicas.

La Unión Europea se rigió con el principio de las cuatro ‘R’, es decir, la reducción de las materias primas empleadas, la reutilización de los

productos y el reciclaje. La jerarquía de la gestión de residuos, avanza sobre el principio anterior, y establece en general, un orden de prioridad de lo que constituye la mejor opción global para el medio ambiente. El objetivo es reducir el impacto negativo de los residuos generados en las grandes ciudades sobre el medio ambiente y la salud de la población. Hoy, la tendencia mundial es considerar a los residuos urbanos como un recurso (ya no un desperdicio), del que se pueden extraer nuevos materiales para el reciclado, e incluso energía. Según la FAO, se considera al RSU orgánico como biomasa. Los RSU poseen una proporción abundante de materia orgánica la cual, separada del resto (aprovechable en gran parte para el reciclado de vidrio, papel, metales, etc.) y convenientemente tratada puede ser transformada en energía eléctrica a partir de la generación de biogás producto de la fermentación de los residuos orgánicos (Consonni, 2005).

En la Unión Europea la tendencia del reciclado, tiende a imponerse en la mayor parte de los países miembros. Por ejemplo, Bélgica alcanzó 60% de reciclado y compostaje de sus residuos domiciliarios en el 2008; Alemania recuperó el 65% de los RSU en ese mismo año; Austria el 69%, Holanda el 59%, Luxemburgo 45%, entre otros. A pesar de los avances producidos en la generación de compost queda mucho por investigar respecto a la proporción de metales pesados y la presencia de vidrio que ponen en duda su aptitud en la agricultura.

Como ejemplo de mala gestión de los residuos la literatura cita (Mastellone, 2009) la situación en la ciudad de Nápoles, en la región de Campania, Italia, transformándose en un foco de atención y referencia de la opinión pública internacional. La interrupción de la recolección de residuos generó una crisis ambiental agravada por fuerte presencia de intereses de la llamada "camorra", y la participación de actores que trabajan en la frontera de la legalidad. En Nápoles existe además carencia de infraestructuras adecuadas para el tratamiento de los residuos. La tasa de

reciclaje es menos de la mitad de la que existe en toda Italia, 10,6% contra el 24,3%. Por esa razón, las autoridades de Campania se vieron obligadas a reabrir los rellenos de residuos ya cerrados. Esta decisión suscitó el rechazo de los ciudadanos que ha sido determinante para la exportación obligada y costosa de los residuos hacia otras regiones italianas, Alemania y Suiza, en donde son procesados y aprovechados. En definitiva, lo que no se invirtió oportunamente se transforma ahora en un gasto improductivo.

Precisamente Suiza es la contracara de Nápoles, siendo el país que más basura recicla en el mundo. Cada suizo genera 714 kilos de basura anual, un 25% más que los 555 kilos de un ciudadano de nuestra área metropolitana, colocando a este país a la cabeza en generación de residuos *per cápita* en Europa. Más del 50% de los residuos urbanos son tratados y el resto termina en los 29 centros de incineración que existen en sus 41.293 km<sup>2</sup>, 5 veces más que el área metropolitana de Buenos Aires, siendo su población de 7.639.961 habitantes, 60% más que el área referida. En los últimos años se han reciclado en promedio el 70% del papel que se utiliza, el 71% de las botellas de plástico, el 75% de la hojalata, entre el 85 y 90% de las latas de aluminio y el 95% del vidrio. Recibe residuos de Austria, Italia y Francia, llegando a 310.000 toneladas durante el año 2008. De acuerdo a la Oficina Federal de Medio Ambiente, 3.650.000 toneladas de residuos se queman anualmente. Este proceso además es utilizado para producir energía eléctrica, que en el 2009 alcanzó a cubrir el 3% del consumo del país (Meilan *et al.*, 2013).

Estados Unidos, en 2006, generó alrededor de 250.000.000 toneladas de RSU, equivalentes a 2,1 kilos de residuos diarios por persona, 38% más que el Área Metropolitana de Buenos Aires. En 1980, el reciclado y el compostaje ocupaban el 10% del tratamiento, en tanto que el 90% de los RSU era incinerado para recuperar energía o dispuesto en rellenos sanitarios. Para el 2005 estas cifras cambiaron significativamente: el 55% era enviado a rellenos sanitarios, el 32,5% era re-

cuperado para reciclar o tratar en compostaje y el 12,5% era incinerado para generar energía. En 2006, con el reciclado y el compostaje, 82.000.000 de toneladas fueron desviadas de su disposición final en rellenos (EPA, 2013)

En nuestra región del Mercosur no puede dejar de mencionarse el caso Jardín Gramacho, el mayor basurero de América Latina, ubicado al norte de Río de Janeiro (Reis Ribeiro, 2012). Este basural fue recientemente cerrado, después de 34 años de cuestionado funcionamiento ambiental, a días de la Cumbre Mundial sobre desarrollo sustentable con sede en dicha ciudad. Este basural llegó a recibir 8.000.000 kilos diarios de residuos, la mitad de lo que el CEAMSE recibe del área metropolitana. Si bien no es comparable desde el punto de vista del tratamiento de los residuos la referencia a los volúmenes permite ponderar la magnitud del problema que enfrentamos. Gramacho cubre una superficie aproximada de 140 hectáreas de basural a cielo abierto a diferencia del CEAMSE que es un relleno sanitario. Para sustituirlo se construyó un Centro de Tratamiento de Residuos Sólidos, planta que funciona hace algunos meses en Seropédica, a 75 kilómetros de la ciudad. En el sitio operará una planta de biogás, que contribuirá a reducir el metano de la atmósfera. Con este hecho se dio fin a una situación ambiental de alto impacto negativo que hace más de 30 años contaminaba Río de Janeiro.

#### **Alternativas tecnológicas para reducir la disposición de residuos en Relleno Sanitario**

Estas alternativas son posteriores a la recolección y separación en origen y apuntan a la disminución de la cantidad de residuos enviados a rellenos sanitarios. Debe tenerse en cuenta que cualquiera sea el método de tratamiento, existe material de "rechazo" que deberá disponerse en relleno sanitario, cuya cantidad depende de la eficiencia del tratamiento. Entonces, no es correcto denominar a estas tecnologías como alternativas a los rellenos sanitarios.

### **A.- Tratamientos de digestión**

#### **1.- Compostaje**

El compostaje es la descomposición aeróbica y biológica de la fracción orgánica de los residuos y presenta ventajas por sus mínimos riesgos ambientales a largo plazo. Se obtiene un material estabilizado que podría utilizarse como enmienda orgánica en determinados cultivos y regiones, en función de su calidad química y biológica. La tecnología requiere baja inversión en infraestructura pero como contraparte, demanda una superficie importante de terreno para su operación, que puede ser el factor limitante en zonas de alta densidad poblacional. Por tal razón y teniendo el CEAMSE superficies importantes de rellenos cerrados, como por ejemplo Villa Domínico, sería conveniente investigar la factibilidad y los impactos ambientales de localizar las plantas de compostaje en los mismos.

Este tratamiento se realiza en varios lugares del mundo (España, Italia, Francia, Alemania, Estados Unidos). De acuerdo a lo publicado en la ENGIRSU las prácticas de reciclado y compostaje de carácter formal, en general están más difundidas en las ciudades pequeñas. No obstante, se menciona que las tres áreas metropolitanas más grandes del país tienen instalaciones para producir compost a partir de algunos residuos (Buenos Aires, Córdoba y Rosario).

Desde hace dos años en el Marco del Convenio CEAMSE-FAUBA se ha obtenido un compost inscripto en el SENASA, cuyo material de origen son residuos de poda. Este compost ha sido utilizado en forma experimental tanto a campo como en maceta con buenos resultados. También ha sido utilizado para el mejoramiento de suelos del Campo Experimental de la FAUBA. El mismo se produce en la Planta Norte III del CEAMSE.

Alguna problemática que cita la literatura como limitante al uso agrícola del compost es la concentración de metales pesados que depende del origen del compost. La presencia de vidrio es otro factor perjudicial cuando el origen son los RSU domiciliarios. Ambos temas ameritan líneas

de investigación tendientes a hacer compatible el producto obtenido con el posible uso posterior del mismo.

## 2.- Tratamiento Mecánico Biológico (MBT)

El tratamiento MTB se trata de una tecnología que ya se utiliza en Europa y Estados Unidos y recientemente se incorporó en el CEAMSE a través del grupo Roggio. Se conoce por sus siglas del inglés (biological mechanical treatment). Es una planta de tratamiento de residuos, que combina un centro de clasificación mecánico con un tratamiento biológico, tales como el compostaje o la digestión anaerobia.

En una planta MBT se separan los residuos húmedos de los secos. El residuo se carga en un sistema de cintas transportadoras, se aparta el papel, plásticos y vidrio, y recuperación de metales por imanes. Los residuos húmedos pasan por un proceso de tratamiento en "biorreactores", donde se los mantienen en un ambiente controlado por aproximadamente 21 días para generar un material estabilizado, que se puede utilizar como cobertura del relleno. Al final del proceso, de cada 1000 toneladas que ingresan, algo más de 400 ingresan a disposición final. Al enterrar menos, se logra una mayor vida útil del relleno. Durante el proceso de digestión en los biorreactores se genera biogás que puede ser utilizado para generar electricidad y calor. Una línea de investigación que debe desarrollarse, luego de obtenido el lodo digerido, es la factibilidad de su uso con fines agrícolas. Para ello se deberá estudiar la calidad del producto obtenido, su posible tratamiento posterior y su aptitud para remediación de sitios contaminados o degradados.

## 3.- Biodigestión

La biodigestión se obtiene a través del tratamiento de la fracción orgánica de los residuos, por medio de un proceso biológico de digestión anaeróbica (sin presencia de oxígeno). Este proceso de descomposición de la materia orgánica, genera una cantidad importante de gas metano,

dióxido de carbono, nitrógeno, hidrógeno y sulfuro de hidrógeno. El residuo sólido digerido puede ser utilizado como enmienda orgánica de suelos. El gas generado, biogás, puede ser utilizado para calefacción o bien en generadores eléctricos.

Europa tiene una vasta experiencia en el procesamiento de residuos a través de procesos de biodigestión. La primera en aplicarlo fue la ciudad francesa de Amiens, en la década del '80, y desde entonces, sigue extendiéndose. Se han instalado en Europa más de 60 plantas de tratamiento de residuos orgánicos. Barcelona, tiene tres eco-parques para tratar todos los residuos de su área metropolitana, con biodigestores que tienen entre 2.500 y 3.500 m<sup>3</sup> de volumen y que son capaces de procesar entre 600.000 y 1.000.000 kilos de residuos orgánicos por día.

Los biodigestores en la Argentina comenzaron a construirse a fines de los '80 y desde entonces prosperaron en distintas provincias a pequeña escala. La mayor parte de las experiencias que están en marcha utilizan la biodigestión para sustituir propano-butano ya que gran parte de los emprendimientos están en comunas donde no hay gas natural.

## B.- Tratamientos térmicos

### 1.- La incineración

La ley 1.854 en su artículo 7 prohíbe en la ciudad de Buenos Aires, la combustión en cualquiera de sus formas de RSU con o sin recuperación de energía. Asimismo queda prohibida la contratación de servicios de tratamiento de RSU de esta ciudad, que tengan por objeto la combustión, en otras jurisdicciones.

La incineración consiste en procesos térmicos que pueden aplicarse en el tratamiento de los RSU para disminuir su cantidad y aprovechar la energía que contienen. La combustión se produce a temperaturas que oscilan entre 850 y 1000 °C. Para minimizar el impacto medioambiental de los gases resultantes de la combustión, éstos se some-

ten a un proceso de limpieza pasando por filtros y compuestos químicos que controlan la calidad de las emisiones.

Los aspectos medioambientales que causan mayor preocupación son las emisiones atmosféricas, y las escorias y cenizas formadas. Durante las últimas décadas, la mayoría de las ciudades con densidades de población elevadas (Tian, 2013), han empleado la incineración como procedimiento, para el tratamiento de los RSU. La utilización de esta tecnología permite reducir en gran medida el peso (75%) y el volumen (90%) de los residuos a tratar y, además, obtener energía. El poder calorífico del material a incinerar y el potencial contaminante de las emisiones, son precisamente dos motivos que han hecho evolucionar los sistemas de incineración hacia procedimientos capaces de alcanzar mayores rendimientos en la combustión y mayor eficacia en la eliminación de contaminantes.

En Suiza, desde enero del 2000, todos los residuos no reciclables y los residuos combustibles deben ser quemados en plantas de combustión de alta tecnología. En el año 2004, la capacidad de combustión de las plantas existentes en Suiza alcanzó 3.290.000 toneladas anuales, esto significa que ya no necesita rellenos sanitarios para el depósito de residuos. En los últimos años, la tecnología industrial ha conseguido reducir considerablemente la emisión contaminante de las plantas de incineración, mejorando por tanto el impacto ambiental de la misma.

Sin embargo, numerosas organismos, instituciones y ONGs se expresan en contra de la incineración y las tecnologías de tratamiento térmico, asegurando que son fuentes generadoras de contaminantes con graves efectos dañinos a la salud y medio ambiente. La incineración genera gases con dioxinas, furanos y bifenilos policlorados (PCBs), además de naftalenos policlorados, bencenos clorados, hidrocarburos poliaromáticos (PAHs), numerosos compuestos orgánicos volátiles, diversos metales pesados (plomo, cadmio, arsénico, cromo y mercurio). La inci-

neración genera, además, dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno, gases que producen efecto invernadero. Cabe mencionar que en muchas discusiones en contra de la incineración, se confunde a ésta con la quema, lo mismo que rellenos con basurales. A diferencia de la quema, las instalaciones de incineración operados adecuadamente plantean menos problemas de contaminación. También, las bacterias (incluyendo formadores de esporas) y los virus no deben sobrevivir al proceso de incineración (NABC, 2004).

Uno de los argumentos para obtener nuevos apoyos con la incineración es la generación de energía "renovable". Consecuentemente, sólo podrá reinstalarse la alternativa de la incineración, si a partir de la innovación tecnológica se logran reducir las emisiones y minimizar el impacto negativo que llevaron a su prohibición y que están contenidos en los fundamentos de la ley que lo prohíben. En Europa ninguna planta incineradora puede funcionar si no es aprobada por los organismos específicos de contralor de la Unión Europea.

## 2.- Gasificación, pirólisis y arco de plasma

A diferencia de las plantas de incineración convencionales, las tecnologías de incineración por etapas o ATT (Tratamientos Térmicos Avanzados, por sus siglas en inglés) como la pirólisis, la gasificación y el arco de plasma, calientan los residuos a altas temperaturas en ambientes con baja presencia de oxígeno, creando residuos gaseosos, sólidos y líquidos que luego se someten a combustión.

Las principales diferencias entre estas tecnologías son los distintos niveles de temperatura que se utilizan en los procesos y la cantidad de aire u oxígeno presente en el proceso. Se considera que la gasificación es la rápida descomposición térmica de un material por oxidación parcial por medio del agregado de cantidades limitadas de aire u oxígeno. Las temperaturas moderadas generalmente se encuentran por encima de los 750 °C. Normalmente, se trabaja con un

25-30% del oxígeno necesario para la oxidación completa. Se obtiene así un gas de síntesis, o syn-gas, junto con residuos líquidos y sólidos.

Por su parte, la pirólisis trabaja sin aire u oxígeno y a temperaturas que oscilan entre 250 y 700 °C, aunque es difícil de alcanzar en el caso de los RSU, ya que el oxígeno está presente en los residuos. En muchos casos, se agrega a estas opciones la tecnología de un arco de plasma para alcanzar mayores temperaturas y así lograr no sólo un gas de mejor calidad sino también una reducción de las sustancias tóxicas.

Desde el Gobierno de la Ciudad se intenta utilizar la tecnología de arco de plasma. Sin embargo, tanto la Directiva Europea (2000) sobre incineración de residuos como la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos señalan al arco de plasma como tecnología de incineración. El arco de plasma es una tecnología de incineración; que emite dioxinas, metales pesados y otros contaminantes al aire, produce cenizas tóxicas.

### La obtención de energía

Las alternativas tecnológicas descriptas posibilitan la obtención de energía. Dentro de las energías renovables, una de las menos exploradas es la obtención de energía a partir de la fracción orgánica de los RSU, después de haber sido reciclados y aprovechados los restos de papel, cartón, envases de metal, vidrio, etc. Es una tecnología difundida en los países más desarrollados de Europa. En la Argentina, existe un gran potencial biomásico para la generación de energía eléctrica derivado de las actividades agrícolas y agroindustriales y residuos domiciliarios. Según la FAO, está será una de las principales fuentes de energía del futuro.

Los residuos son un recurso inagotable y es probable que sea la energía renovable más accesible, dada la facilidad de su obtención. Para la valorización energética de los residuos, el primer factor que debe analizarse es su potencial

energético. En general, se puede considerar que el poder calorífico de los RSU puede oscilar los 2000-5000 kcal/kg, dependiendo de la intensificación de la recogida selectiva. Además de generar energía disminuyen las emisiones de metano generadas en los rellenos. Estas y otras alternativas de energía resultan hoy estratégicas ya que en el año 2011 la balanza energética arrojó un déficit superior a los U\$S 9.000.000, hecho impensado en un país que había logrado el autoabastecimiento en la década del '80, al cabo de 60 años desde la creación de YPF en la década del '20.

Una ratificación de la importancia de esta alternativa es el Proyecto PROBIOMASA que está en vías de ejecución en forma conjunta por los Ministerios de Agricultura, Ganadería y Pesca y el de Infraestructura y Planificación de la Nación y que fue expuesto en la última reunión regional de la FAO que se realizó en mayo del 2012 en el Palacio San Martín de la Cancillería Argentina, presentados los avances de la investigación llevadas adelante por la FAUBA y el CEAMSE referidos a producción de biomasa en sitios de relleno.

### REFLEXIONES FINALES

El desafío es utilizar los conocimientos preexistentes y los nuevos conocimientos que se generen, para el correcto abordaje del problema de los residuos. El objetivo es la definición, ajuste y puesta en marcha de un modelo de gestión superador al actual, que genere productos y subproductos diferenciados y con valor agregado al RSU. Es necesaria, deseable y posible una revolución tecnológica en la gestión de los residuos. Se ha dado en los últimos años una revolución tecnológica en la agricultura y se prevén aumentos de productividad y producción del 50% en granos, carnes y producciones regionales. La presión sobre el recurso natural suelo será creciente y creciente la necesidad de mantener su calidad. También la matriz energética y la balanza comer-

cial negativa en materia de energía indican la necesidad de explorar y potenciar el uso de energías renovables. Consecuentemente, todo aquello que conduzca a transformar los residuos en

abonos para la agricultura y/o energía son consecuentes con los objetivos estratégicos planteados.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACUMAR, Autoridad de Cuenca Matanza-Riachuelo, 2010. Plan maestro de gestión integral de residuos sólidos urbanos.
- Arroyo, D. 2012. Los ejes centrales del Desarrollo Local en Argentina. <http://www.idel.gov.ar/biblioteca/agentes/imagenes/losejescentrales.pdf>
- Bidondo, E. 2004. Impacto ambiental y social de los R.S.U., CEAMSE, Buenos Aires.
- Castells, E. 2005. Tratamiento y valorización energética de residuos. Ed. Díaz de Santos. 1228 pp.
- Coordinación Ecológica del Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE). 2011. Estudio de calidad de los residuos sólidos del área metropolitana de Buenos Aires, verano 2010/2011. <http://ceamse.gov.ar/wp-content/uploads/2009/07/Tercer-Informe-ECRSU-AMBA.pdf>
- Consonni, S.; M. Giugliano and M. Grosso. 2005. Alternative strategies for energy recovery from municipal solid waste. Part B: Emission and cost estimates. *Waste Management* 25: 136-148.
- Directiva 89/369/CEE del Consejo, 1989. Prevención de la contaminación atmosférica procedente de nuevas instalaciones de incineración de residuos municipales. DOCE 163/L, de 14-06-89.
- Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo. 2000 relativa a la incineración de residuos (DOCE 332/L, de 28-12-00)
- Ecosistemas, 2012. Basura y reciclaje, pp 44.
- EPA, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2013. <http://www.epa.gov/espanol/reciclaajfaq.html>.
- Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU), 2005. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente, República Argentina.
- Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires (FAUBA). 2013. <http://www.agro.uba.ar/extension/mira>.
- Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (a), 2013. [http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med\\_ambiente/higiene\\_urbana/reciclado\\_09/plantas\\_clasificacion.php?menu\\_id=30498](http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/higiene_urbana/reciclado_09/plantas_clasificacion.php?menu_id=30498).
- Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (b), 2013. Gacetilla de prensa [http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med\\_ambiente/com\\_ges\\_vec/gacetillas.php](http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/com_ges_vec/gacetillas.php)
- Kurniawan, T.A.; W.H. Lo and G.Y.S. Chan. 2006. Physico-chemical treatments for removal of recalcitrant contaminants from landfill leachate *Journal of Hazardous Materials*. 129: 80-100.
- Lecitra, M. 2010. Reducir, Reutilizar y Reciclar: El problema de los residuos sólidos urbanos. Grupo de estudios internacionales contemporáneos [www.geic.com.ar](http://www.geic.com.ar)
- Mastellone, M.L.; P.H. Brunner and U. Arena. 2009. Scenarios of Waste Management for a Waste Emergency Area. A Substance Flow Analysis. *Journal of Industrial Ecology* 13:5 735-757.
- Meylan, G.; R. Seidl and A. Spoerri. 2013. Transitions of municipal solid waste management. Part I: Scenarios of Swiss waste glass-packaging disposal. *Resources, Conservation and Recycling* 74: 8-19.
- National Agricultural Biotechnology Council (NABC). 2004. Carcass disposal: a comprehensive review. Report written for the USDA Animal and Plant Health Inspection Service. National Agricultural Biosecurity Centre, Kansas State University, USA.
- Reis Ribeiro, R. 2012. Avaliação de alternativas socio-econômicas para a população em torno de aterros sanitários. Estudio de caso: Aterro de Gramacho. Tesis Maestría. Universidad Federal de Rio de Janeiro.
- RLC, Reseña de legislación CEAMSE, 2012. Legislación Nacional vigente, <http://www1.hcdn.gov.ar/dependencias/dip/documentos/RL.080.07.00-1.pdf>.
- Tian, H.; J. Gao; J. Hao; L. Lu; C. Zhu and P. Qiu. 2013. Atmospheric pollution problems and control proposals associated with solid waste management in China: A review. *Journal of Hazardous Materials* 252-253: 142-154.
- Twardowska, I.; S. Stefaniak and J. Szcepanska. 2004. High-volume mining waste disposal. In: Solid Waste: Assessment, monitoring and Remediation. Twardowska, Allen, Dettup an Lucy (Editors). Elsevier. 865-909.