

Diana C. Sánchez\*, Gloria Plaza\*\*, Carlos M. Cuevas\*\*\*

LABORATORIO DE ESTUDIOS AMBIENTALES - CIUNSa  
INENCO †  
Universidad Nacional de Salta  
Buenos Aires 177  
4400 - Salta  
Tel (087) 255424 / Fax (087) 255489

## RESUMEN

En el presente trabajo se analiza una alternativa de tratamiento de los residuos orgánicos domiciliarios in situ: el compostaje. Se diseñan dos modelos de dispositivos para el tratamiento de los residuos en el domicilio, cuya eficiencia en la remoción de lignina (componente de los residuos de alta resistencia a la degradación), se analiza comparativamente.

El modelo de dispositivo cuya relación superficie de contacto con el aire-volumen es mayor, resultó ser el más eficiente, alcanzando un 35,37 % de remoción de lignina.

## INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Salta, los residuos sólidos orgánicos constituyen el 55,4 % en peso del total de los residuos generados por las viviendas [3], el tratamiento domiciliario de los mismos constituye una alternativa atrayente por tratarse del mayor porcentaje en peso de los desperdicios que se generan y porque es económica y operacionalmente factible.

El tratamiento domiciliario de los residuos orgánicos aporta el beneficio de la obtención de un buen aditivo de suelos (compost) y una significativa disminución de los residuos destinados a enterramientos sanitarios municipales. Esto redundará en beneficios económicos y ambientales aún no valorados, como un menor requerimiento de unidades de transporte de los residuos circulando por la ciudad (menos costos de recolección y transporte), menor desgaste del pavimento urbano, menores emanaciones gaseosas de los caños de escape de los camiones recolectores, menor velocidad de colmatación de los enterramientos sanitarios, etc.

Los residuos orgánicos, admiten dos tipos de tratamiento. El tratamiento anaeróbico en tanques cerrados que puede tener dos objetivos o ambos al mismo tiempo: degradar la materia orgánica para obtener bioabono y ser una fuente alternativa de energía: biogás. Para su aplicación a nivel doméstico, tiene la desventaja de una operación algo compleja.

El otro tipo de tratamiento es el aeróbico o compostaje. Este proceso se da en la naturaleza a nivel del suelo y es el fundamento de los abonos verdes. Consiste en la degradación bioquímica de la materia orgánica a cargo de bacterias que producen su estabilización consumiendo grandes volúmenes de oxígeno y produciendo considerables cantidades de calor. Con relativa facilidad se mantienen temperaturas que pueden destruir gérmenes patógenos y larvas de insectos. Lo que se obtiene es una masa similar al mantillo, aditivo ideal de los suelos, que no sólo aporta materia orgánica y nutrientes, sino que mejora su estructura, aumenta el rendimiento de los abonos químicos y favorece la proliferación de la flora microbiana. Los nutrientes incorporados al suelo, pueden ser aprovechados por el césped de los jardines, los cultivos de flores o la huerta familiar.

En el presente trabajo se analizan comparativamente 2 modelos de dispositivos para el tratamiento de los residuos en el domicilio. Ambos son de construcción sencilla, de fácil operación y de muy bajo costo, ya que se aprovechan envases plásticos de descarte de una industria cervecera ubicada en las cercanías de la ciudad.

## METODOLOGÍA

Se parte de los residuos orgánicos de origen vegetal, productos del descarte en los mercados municipales de frutas y verduras y del comedor universitario, que mezclados simulan la composición de los residuos orgánicos hogareños. Estos residuos homogeneizados, fueron dispuestos en las unidades de compostaje, previa caracterización química [1] (Tabla 1).

\* Becaria CIUNSa (Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta) - Fac. Cs. Naturales

\*\* Profesional del CONICET - Fac. de Ingeniería

\*\*\* INIQUI - Prof. Titular Fac. de Ingeniería

† Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional. UNSa-CONICET

Los dos modelos de dispositivos probados, son de fácil construcción, de escaso o nulo costo, y por las diferencias en su diseño, ofrecen dos condiciones distintas de aireación, en las que varía la relación superficie de aireación-volumen de residuos. La ventilación es natural, no forzada. Un esquema se presenta en la figura 1.

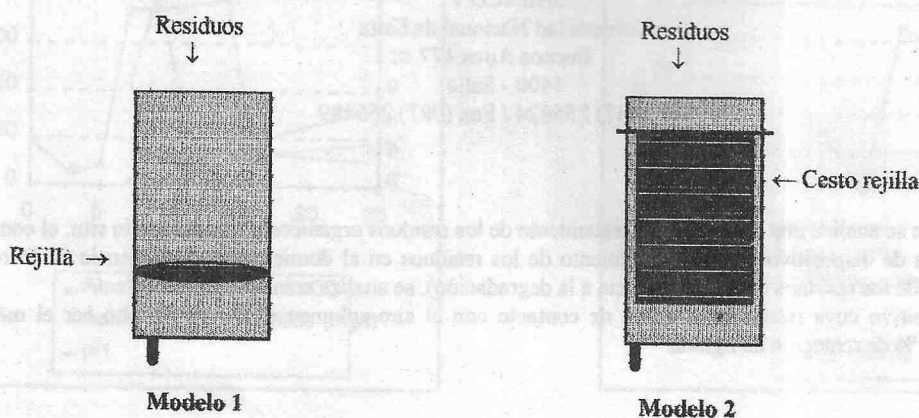


Figura 1. Modelos 1 y 2 de dispositivos de compostaje

Se operaron 3 unidades de cada modelo, en idénticas condiciones de temperatura, con agitación manual diaria, con régimen discontinuo, colocando 3 Kg de residuos orgánicos previamente homogeneizados, y siguiendo la marcha de la degradación de los mismos durante 21 días.

Se controlaron diariamente las condiciones de la masa de residuos tratada, midiendo el pH y la temperatura de la masa, y observando la presencia de olores e insectos, resultando estos dos últimos factores, ausentes durante toda la experiencia, por la exclusión de los restos de carne y grasas de los residuos. Asimismo se controló el contenido de humedad mediante determinaciones gravimétricas a intervalos regulares de tiempo.

Para evaluar la marcha del proceso se determinó el % de lignina al iniciar la experiencia (33,6 % de lignina) y al cabo de 21 días, para el cálculo del % de remoción de lignina. Para esta determinación se empleó la Técnica del IPT (Brasil) para muestras sólidas. La lignina es un importante constituyente de los residuos vegetales y posee una baja velocidad de degradación por su alta resistencia química. Como se considera un factor depresor de la degradación, se consideró su análisis.

Se efectuaron análisis de macro y micro nutrientes [1] al iniciar la experiencia en muestras de residuos frescos, y al cabo de 21 días en el producto obtenido de cada dispositivo. Asimismo se determinaron los % de reducción de volumen.

## RESULTADOS

Se presenta un gráfico (figura 2) con las temperaturas máxima y mínima ambiental y las temperaturas medias de las masas tratadas en el dispositivo 1 y 2. El pH registró ligeras modificaciones en ambos modelos de dispositivo, en un rango de 7 a 8.

Los datos de % de Remoción de Lignina a los 21 días se sometieron a un análisis de la varianza para probar si existían diferencias significativas entre los dos modelos de dispositivo.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F
Entre Modelos	1	395,75	7,75 **
Error Experimental	16	51,03	
Total	17		

Del Cuadro de Análisis de la Varianza se desprende que existen diferencias altamente significativas (\*\*) entre las medias de % de Remoción de lignina en los dispositivos de compostaje, correspondiendo un valor medio de 21,05 % para el modelo 1 y de 35,37 % para el modelo 2.

Los resultados del análisis químico de la materia fresca y del producto de los dos modelos de dispositivo, se presentan en la tabla 1, como valores medios obtenidos de 3 réplicas.

## Condiciones de tratamiento

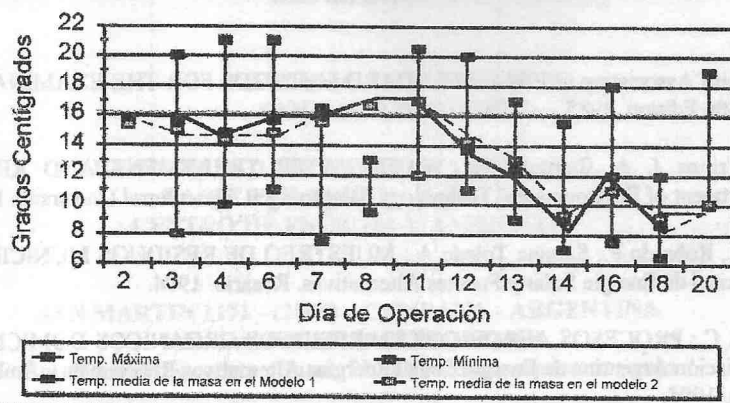


Figura 2. Temperaturas máxima y mínima ambiental y las temperaturas medias de las masas tratadas en el dispositivo 1 y 2.

Tabla 1. Características químicas de los residuos frescos y del compost obtenido en el dispositivo 1 y 2.

Parámetro	Materia Fresca %	Compost Dispositivo 1	Compost Dispositivo 2
Sólidos Totales ST	18,88	23,31	27,36
Humedad H	81,12	76,68	72,63
Cenizas Ce (%ST)	24,85	39,62	34,37
Nitrógeno total N	0,268	2,53	2,82
Fósforo total P	0,34	0,39	0,43
Potasio total K	3,9	4,00	4,33
Sodio total Na	1,20	1,60	1,38
Calcio total Ca	2,27	4,60	2,92
Magnesio total Mg	0,69	0,85	0,73
Materia Orgánica	72,4	57,97	63,13
Grasas	5,92	4,67	3,94
Lignina (%ST)	33,76	26,65	22,24

El volumen de los residuos tratados sufrieron una significativa reducción de volumen, alcanzando un 87 % de reducción en ambos modelos.

Los volúmenes de lixiviado obtenidos fueron muy escasos, pero de buena calidad. En el día 11 de operación se obtuvo lixiviado con pH = 7,16, alcalinidad de 1677 mg/l de CaCO<sub>3</sub> y ácidos grasos volátiles de 1829,62 mg/l, características químicas que lo hacen apropiado para un tratamiento anaeróbico posterior.

### CONCLUSIONES

La significativa diferencia entre los porcentajes de remoción de lignina, puede explicarse por las distintas condiciones de aireación a que fueron sometidos los residuos, resultando una mayor remoción en el dispositivo 2 en que la relación superficie de contacto al aire-volumen es mayor. Por tanto se considera al modelo 2, más eficiente en la remoción de lignina.

En cuanto a las características químicas del producto (compost), puede observarse en la tabla 1, un aumento del porcentaje en peso de los macro y micronutrientes que las plantas toman del suelo, y una disminución en los porcentajes de materia orgánica, lignina y grasas por degradación aeróbica, como así también una disminución del porcentaje de humedad por evaporación y lixiviado. Por lo que la incorporación al suelo del producto, redundará en beneficios para el cultivo de césped, hortalizas o flores.

La capacidad de los dispositivos y el tiempo de retención pueden manejarse de modo tal que con 3 unidades de compostaje, una familia integrada por 4 personas, pueda tratar la cantidad de residuos que genera. Cada dispositivo tiene una capacidad para tratar aproximadamente 5 Kg de residuos, con un tiempo de retención de 21 días, en el que se obtiene una masa con una calidad inferior a la del compost comercial, pero que puede ser incorporada al suelo, dando una solución in situ a la disposición de los residuos orgánicos.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de los Sres. Ricardo Caso, Fernández y González, de la Prof. Ana A. de Olsen, del Sr. Tomás Rodríguez y del Ing. Eduardo Corvalán.

**REFERENCIAS**

1. American Public Health Association (APHA). STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. 16th. Edition. 1985.
2. van Buuren J.C., Frijins J. A., Lettinga G.; WASTEWATER TREATMENT AND REUSE IN DEVELOPING COUNTRIES. Department of Environmental Technology. Wageningen Agricultural University. Netherlands. 1995.
3. Plaza G., Pacheco O., Robredo P., Saravia Toledo A.; MUESTREO DE RESIDUOS MUNICIPALES CLASIFICADOS. 17ava. Reunión Nacional de Energía Solar y Fuentes Alternativas. Rosario. 1994.
4. Plaza G., Sánchez D. C.; PROCESOS AEROBICOS EN RESIDUOS ORGANICOS DOMICILIARIOS. XVIII Reunión de trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar (Energías Alternativas Renovables y Ambiente) IV Encuentro IASE - Argentina. San Luis. 1995.
5. Stinson J.A., Ham R., EFFECT OF LIGNIN ON THE ANAEROBIC DECOMPOSITION OF CELLULOSE AS DETERMINED THROUGH THE USE OF BIOCHEMICAL METHANE POTENTIAL METHOD. Environ. Sci. Technol. 1995, 29, 2305-2310.

Tabla I. Características físicas y químicas de los residuos fríos y de los residuos calientes de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Rosario.

Residuo	Temperatura (°C)	Humedad (%)	PH	Alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> ) (mg/L)	Alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> ) (g/L)	Alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> ) (kg/m <sup>3</sup> )
Residuo frío	15	85	7.5	150	150	150
Residuo caliente	35	85	7.5	150	150	150

**RESULTADOS**

Los resultados de la investigación se muestran en la Tabla I. Se puede observar que los residuos fríos y calientes tienen características físicas y químicas similares. La temperatura de los residuos fríos es de 15°C y la de los residuos calientes es de 35°C. La humedad de ambos tipos de residuos es del 85%. El pH de los residuos fríos y calientes es de 7.5. La alcalinidad de los residuos fríos y calientes es de 150 mg/L, 150 g/L y 150 kg/m<sup>3</sup>.

**CONCLUSIONES**

Los resultados de la investigación demuestran que los residuos fríos y calientes tienen características físicas y químicas similares. La temperatura de los residuos fríos es de 15°C y la de los residuos calientes es de 35°C. La humedad de ambos tipos de residuos es del 85%. El pH de los residuos fríos y calientes es de 7.5. La alcalinidad de los residuos fríos y calientes es de 150 mg/L, 150 g/L y 150 kg/m<sup>3</sup>.

En general, los resultados de la investigación demuestran que los residuos fríos y calientes tienen características físicas y químicas similares. La temperatura de los residuos fríos es de 15°C y la de los residuos calientes es de 35°C. La humedad de ambos tipos de residuos es del 85%. El pH de los residuos fríos y calientes es de 7.5. La alcalinidad de los residuos fríos y calientes es de 150 mg/L, 150 g/L y 150 kg/m<sup>3</sup>.