



III Jornadas Nacionales
GIRSU Chubut 2013

Experiencias nacionales en:

**GESTIÓN INTEGRAL DE
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**



III Jornadas Nacionales GIRSU Chubut 2013 Experiencias nacionales en: Gestión integral de residuos sólidos urbanos / Marcos Rodrigo Allasia ... [et.al.] ; coordinado por Verónica L. Bertoncini ; dirigido por Nadia Melisa Mazzeo. - 1a ed. - San Martín : Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI; Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI, 2014. E-Book.

ISBN 978-950-532-218-3

1. Ecología. 2. Residuos Sólidos urbanos. I. Allasia, Marcos Rodrigo II. Bertoncini, Verónica L., coord. III. Mazzeo, Nadia Melisa, dir. CDD 363.728 5

Fecha de catalogación: 15/07/2014

DIRECCIÓN

Mazzeo, Nadia Melisa

COORDINACIÓN

Bertoncini, Verónica Laura

EVALUACIÓN

Cabrera, Jesús Ernesto

Cousido, Carlos Javier

Ermenito, Silvia Adriana

Luna, Fabio Sergio

Mazzeo, Nadia Melisa

Muzlera Klappenbach, Ana María Marta

Pettigiani, Eugenio

Rodriguez, Gabriel

Romero, Marcela

AUTORES

Allassia, Marcos Rodrigo

Antonini, Sebastián Emilio

Bianchi, Marinela Fabiola

Borro, Esteban Daniel

Campana, Carina

Capodoglio, Graciela Inés

Chaves, Eduardo Alberto

Chesini, Francisco

Cravero, Leandro

Cuffia, Carolina

Ferreyra Grassi, María Florencia

Esteves Ivanissevich, María José

Gabiani, María Cecilia
Gigena, Mariana Paola
González, Miguel
Gregoret, Nilce Savina
Henriquez, Valeria
Humphreys, Carolina Susana
Jaures, Marcelo
Jurado, Alejandro
Lemos, Marina Andrea
Lisa, Mauricio
Lucero, Andrea
Mariosini, Malena
Meinardi, Daría Ricardi
Murga, Marta Liliana
Muzlera Klappenbach, Ana María Marta
Ohaco, Patricia
Paz, Manuel Martín
Pérez, Anabel
Pettigiani, Eugenio
Pierobón, Néstor
Polo Sánchez, Alfredo
Reynafé, Lautaro
Rodríguez, Juan Alejandro
Rodríguez, Gabriela Vanesa
Román, Soledad
Scagliotti, Verónica
Sanchez Abal, María Inés
Silva, Federico
Silvestroni, Daniel
Vogt, Marcelo Darío

ÍNDICE

Dirección	1
Coordinación	1
Evaluación	1
Autores	1
Caracterización de residuos sólidos urbanos domiciliarios en Unquillo, Córdoba	5
Caracterización de los residuos sólidos urbanos domiciliarios de Pueblo General Belgrano, Entre Ríos, Argentina - Año 2010/2011	18
Propuesta y recomendaciones para la elaboración de lombricomposto utilizando residuos domiciliarios, en base a ensayo practicado a escala familiar	34
Programa permanente de separación en origen y reciclado	48
Gestion integral de residuos urbanos en el municipio de Selva-Santiago del Estero.....	60
Gestión integral de rsu en Villa El Chocón (provincia de Neuquén)	78
La estrategia de comunicación de GIRSU VIRCh–Valdés desde un enfoque participativo	88
Taller interdisciplinar educarse en la naturaleza	102
Diagnóstico y criterios hidrogeológicos en la gestión de residuos sólidos urbanos del noreste de la provincia de Buenos Aires	111
Digestión mixta de residuos orgánicos urbanos e industriales	125
Relevamiento, recolección y recuperación de aceites vegetales usados	132
Alternativas para la reducción del volumen y masa de residuos sólidos urbanos destinados a enterramiento en la ciudad de Unquillo mediante la implementación de tratamiento mecánico biológico.....	140
Diseño e implementación progresiva de una gestión de residuos sólidos en un feedlot vacuno.....	155
Propuesta de gestión de aceites vegetales usados en la ciudad de Salta.....	171
Proyecto VERSU - FONARSEC: “Desarrollo de un sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos con valorización energética” Fondo de Innovación Sectorial de Energía – Biomasa 12-2012.....	183
Planta demostrativa para valorización energética de residuos sólidos urbanos orgánicos.	196

***Caracterización de Residuos
Sólidos Urbanos***

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMICILIARIOS EN UNQUILLO, CÓRDOBA

Pettigiani, Eeugenio¹; Muzlera, Ana²; Antonini, Sebastián³

¹INTI (Unidad de Química y Ambiente, INTI-Córdoba, Argentina)

²INTI (Programa GIRSU); CONICET (Facultad de Agronomía, UBA, Argentina)

³Cátedra de procesos y organización industrial (Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNC, Argentina)

eugenio@inti.gob.ar

RESUMEN

La caracterización de residuos sólidos urbanos (RSU) permite determinar la composición de los residuos que genera una población, mediante un desglose de la mezcla en componentes especificados según su porcentaje en peso dentro de la masa total de residuos. El objetivo de este trabajo es obtener información sobre los tipos y cantidades de residuos que se generan en Unquillo para diseñar estrategias y acciones que permitan mejorar la gestión actual de los RSU.

Para este estudio se utilizó la metodología descrita en la Norma IRAM 29.253:2003. Se realizaron tres estudios de caracterización de RSU, uno por cada tres de los cuatro recorridos de recolección de residuos, entre mayo y septiembre de 2012. A su vez en uno de estos estudios se determinó la densidad de cada fracción de residuos.

El estudio de caso que aquí se presenta es una caracterización de RSU para el Municipio de Unquillo perteneciente al Departamento Colón en la Provincia de Córdoba. Actualmente Unquillo, ubicado el faldeo oriental de las Sierras Chicas en el área metropolitana de la ciudad de Córdoba, cuenta con una población de 19.000 habitantes aproximadamente y genera un promedio de 8.500 kg/día de RSU.

Los resultados obtenidos muestran que, en Unquillo, el 24% de los residuos son reciclables fácilmente comercializables, principalmente celulósicos y metálicos; el 50% de los residuos orgánicos son potencialmente aprovechables y sólo el 24% de los residuos al momento tendrían destino de disposición final en el relleno sanitario.

Dado que actualmente se reciclan menos del 10% de los residuos generados, este estudio permitió determinar el potencial de desvío de residuos del relleno sanitario y dimensionar la infraestructura y personal necesarios para absorber este potencial. También resulta imprescindible el relanzamiento de la campaña de comunicación para lograr mayor participación ciudadana en la recolección diferenciada de residuos y mejorar su eficiencia.

Palabras clave: Caracterización de RSU; Potencial de desvío de RSU; Localidades de pequeña escala

INTRODUCCIÓN

La Ciudad de Unquillo está ubicada 24 km al noroeste de la Ciudad de Córdoba, dentro del Área Metropolitana o Gran Córdoba, al pie de las Sierras Chicas y a 575 msnm. Forma parte del Departamento Colón, junto con otros 13 municipios y 6 comunas. Su extensión es de 4824 has. 3677m², el 80% correspondiente a zona urbana y suburbana, y sólo un 20% puede considerarse como zona rural. La zona urbana se encuentra en permanente proceso de expansión en relación directa con el sostenido crecimiento demográfico que se observa en la localidad.

El ritmo de crecimiento poblacional de las localidades del Departamento Colón fue similar al de la Capital hasta 1980, manifestándose a partir de allí, una tasa marcadamente mayor sobre todo en la localidad de Unquillo. Según un informe realizado por el Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Provincia de Córdoba, en la última década el Departamento Colón y específicamente el corredor de las Sierras Chicas, duplicó la tasa de crecimiento poblacional anual de la Provincia de Córdoba. Según el Censo Nacional de Población de 2001, la localidad de Unquillo contaba con 15.369 habitantes. El Censo Provincial del 2008 arrojó una población de 17.183 habitantes y 5.105 hogares. Según la Dirección de Estadísticas y Censos del Ministerio de Planificación Inversión y Financiamiento de la Provincia de Córdoba, el Censo Nacional de 2010 arrojó una población de 18.086 habitantes.

La municipalidad de Unquillo inició en el 2001 un plan de gestión de residuos que llevó al cierre de su basural a cielo abierto en julio de 2002. Actualmente el municipio cuenta con un sistema de recolección diferenciada de residuos con separación en origen en tres fracciones (reciclables, orgánicos compostables y resto) y una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU). Esta planta cuenta con una superficie total de 8 hectáreas, la que incluye una zona de depósito de restos de poda, una zona para chatarra y neumáticos sin uso, otra de compostaje donde se procesa la materia orgánica proveniente de verdulerías, comedores y de la recolección diferenciada domiciliaria y un galpón de 50 m², donde se selecciona el material reciclable de la recolección diferenciada.

La frecuencia de recolección de los residuos no diferenciados está dividida en cuatro recorridos, con una frecuencia de tres veces por semana en zonas residenciales y seis veces por semana en la zona céntrica comercial. Todos los residuos provenientes de la recolección no diferenciada son trasladados al relleno sanitario de Piedras Blancas en la ciudad de Córdoba, distante 55 km.

En la planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos de Unquillo, se reciben diariamente 8404 kg de residuos de la recolección no diferenciada, 600 kg de residuos de la recolección diferenciada y 74 m³ de residuos provenientes de la poda (equivalente a 16 camiones por día).



Figura 1. Localización de la ciudad y la planta de tratamientos de RSU de Unquillo.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es obtener información sobre los tipos y cantidades de residuos que se generan en Unquillo para diseñar estrategias y acciones que permitan mejorar la gestión actual de los RSU. Este estudio de caracterización tuvo un carácter exploratorio para determinar si existen diferencias significativas entre los distintos recorridos de recolección de residuos no diferenciados.

METODOLOGÍA

Una correcta caracterización de los RSU debe contemplar dos aspectos: la selección de una muestra representativa y la clasificación de los residuos. La Norma IRAM 29523:2003 de “Calidad ambiental - Calidad del suelo: Determinación de la composición de residuos sólidos urbanos sin tratamiento previo” establece los procedimientos para la toma de muestra y las categorías de residuos para clasificar. El método utilizado para las caracterizaciones de residuos realizadas estuvo basado en dicha Norma difiriendo en algunos aspectos operativos debido a la escala de muestreo y a los recursos disponibles.

El presente trabajo se orienta a la metodología utilizada en la caracterización de RSU y presenta los datos analizados de tres caracterizaciones correspondientes a tres recorridos distintos del camión recolector (un camión prensa con caja compactadora de 14 m³). La primera caracterización fue realizada en mayo de 2012 con los residuos de los barrios San Cayetano de la Divina Providencia, Ruta Pajas Blancas, Villa Tortosa, La Bancaria, San José, Cigarrales “B”, Villa Forchieri, FO.NA.VI, Las Mercedes y Las Corzuelas. Este recorrido posee 920 hogares de nivel socio-económico medio y medio-bajo representando el 20,9 % de los hogares de Unquillo. La segunda fue realizada en agosto del mismo año

con los residuos de los barrios San Miguel, Los Talitas, La Providencia, Unquillo Norte, Gobernador Pizarro, Spilimbergo, Progreso y Centro. Este recorrido abarca 1.470 hogares representando el 33,4% con un nivel socio-económico medio y medio-bajo. La tercera caracterización realizada en el 2012 se llevó a cabo en septiembre con los residuos de los barrios Residencial, IPV, Mutual, Herbera, La Loma, Alto Alegre, Parque Serrano, Cigarrales “C”, Cigarrales de Santa Rosa y Cigarrales “A” con 1236 hogares representando el 28% de Unquillo, con un nivel socio-económico medio y medio-alto. Las tres caracterizaciones se realizaron un día sábado con los residuos recolectados el mismo día o el día anterior. En el caso de que la carga de residuos fue recolectada el día anterior (viernes), los residuos permanecieron en la caja del camión hasta el día siguiente antes de ser descargados para la toma de muestra.

Para la caracterización de los RSU se utilizaron recipientes contenedores de metal, plástico y big-bags adecuadamente etiquetados para almacenar, y pesar cada uno de los componentes del residuo. Para los componentes húmedos, se utilizaron recipientes de plástico, para evitar absorciones y variaciones en el peso. Se utilizó una balanza pilón electrónica con una capacidad de 500 kg y una precisión igual a 0,05 kg. Se utilizaron además palas anchas, rastrillos, escobas y escobillones, pala mecánica, cinta transportadora para la clasificación, guantes de cuero y se contó con un botiquín de primeros auxilios.

La norma IRAM propone realizar la caracterización de residuos tomando un número de muestras representativo de los camiones recolectores durante un período de tiempo determinado. Aquí las muestras fueron tomadas de un solo día por recorrido. Se tomó el día viernes o sábado, según el recorrido, ya que el día sábado el equipo de trabajo podía contar con las instalaciones de la planta de selección de residuos para esta actividad.

Para el primer estudio de caracterización, utilizando una pala mecánica frontal, se realizó un corte transversal a lo largo de la descarga, de manera de tener un corte representativo. Se mezcló y se continuó con el cuarteo (Figura 2), se seleccionaron dos cuartos opuestos (A y C, o B y D). Se los volvió a mezclar y se separaron otros dos cuartos opuestos, hasta obtener una muestra de 144,1 kg.

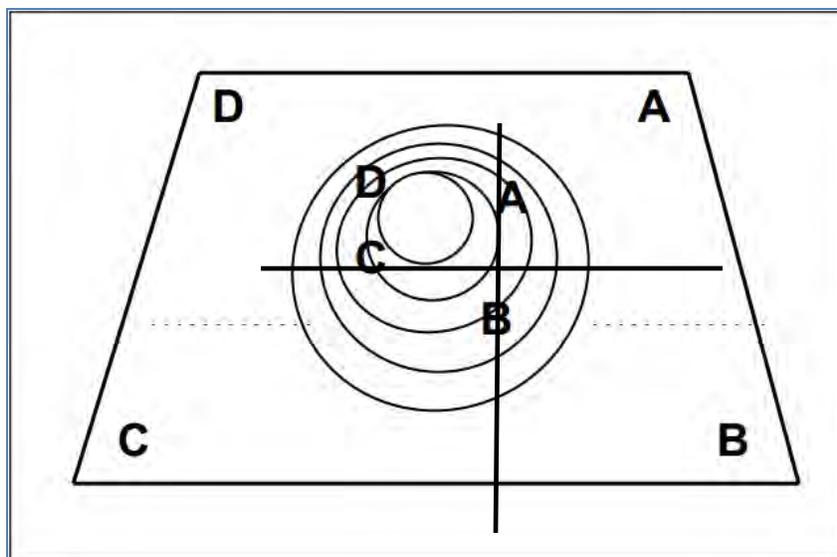


Figura 2. Método de cuarteo. Fuente: Norma IRAM 29.523.

Durante los otros dos estudios de caracterización no se contó con la pala mecánica por lo que se tomó la muestra de manera aleatoria intentando captar bolsas de residuos de todos los sectores de la parva. Para compensar por el posible error de muestreo se decidió incrementar el peso total de la muestra. La segunda muestra pesó 481,6 kg y la tercera muestra pesó 321,8 kg.

La muestra de residuos fue luego volcada a la tolva de alimentación de la cinta transportadora. Entre las personas presentes, se designaron distintas posiciones para separar las diferentes categorías dentro de tachos y big-bags, ubicados a ambos lados y a lo largo de la cinta transportadora. A medida que la cinta se alimentaba con las bolsas de residuos, se las abrió y se separaron las distintas fracciones en los diferentes recipientes (previamente tarados). Al principio de la cinta se intentó clasificar las fracciones de mayor tamaño, como plásticos, vidrios, sanitario (pañales), metal y al final de la cinta, se recolectaba la fracción orgánica y restos de fracciones que no fueron separadas (Figura 3).



Figura 3. Clasificación de residuos. Estudio de caracterización.

Ya separadas las fracciones, se pesaron los recipientes (Figura 4) y se midió la altura correspondiente de cada fracción, en los distintos recipientes para el posterior cálculo de volumen.



Figura 4. Pesaje de recipientes. Estudio de caracterización.

Respecto a las categorías de residuos a clasificar, La Norma sugiere una clasificación basada en criterios químicos y físicos. En el caso de Unquillo, se combinó esta clasificación propuesta por la Norma con el circuito que siguen o podrían seguir los residuos con la implementación de algún tratamiento para los mismos. Las categorías de residuos fueron reagrupadas según su potencial de aprovechamiento en tres grandes grupos: reciclables fácilmente comercializables, potencialmente aprovechables ya sea reciclables con mayor grado de dificultad de colocar en el circuito comercial existente o materia orgánica

biodegradable que puede ser convertida en compost o alimentar un biodigestor, y no aprovechables para aquellos materiales que deben ser dispuestos en un relleno sanitario sin otra alternativa al alcance hasta el momento.

Otro estudio que se realizó fue determinar la densidad de cada categoría de residuo. Esto es importante ya que incide en los costos de transporte al relleno sanitario ya que los mismos están asociados al volumen que ocupan más que a su peso. Durante el segundo estudio de caracterización se volcaron los residuos de cada categoría en distintos contenedores, se midieron sus dimensiones y se determinó la densidad de cada fracción según la fórmula:

$$\text{Densidad} = \text{Peso/Volumen}$$

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los tres estudios de caracterización se presentan en la tabla 1 a continuación¹. Se presentan los porcentajes en peso de cada categoría de residuo para cada uno de los tres estudios, el promedio y el desvío estándar, ponderado asignándole el peso correspondiente a la cantidad de hogares del recorrido. A su vez se reagruparon las categorías de residuos según su actual potencial de aprovechamiento y comercialización.

¹ PET: Polietileno Tereftalato; PEAD: Polietileno de Alta densidad; PP: Polipropileno

Tabla 1. Resultados de los Estudios de Caracterización

FECHA	12/05/2012	25/08/2012	29/09/2012	Promedio	Desvío Estándar	Coefficiente de variación			
CATEGORIA	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje						
Reciclables Fácilmente Comercializables									
PLASTICOS	10,2	8,2	11,3	9,93	1,58	0,16			
PET	2,9	1,7	2,7	2,41	0,63	0,26			
PEAD	1,2	0,9	1,0	1,06	0,17	0,16			
Polietileno film	4,9	5,0	6,4	5,43	0,88	0,16			
PP	1,2	0,4	0,7	0,76	0,39	0,51			
Poliestireno expandido	0,1	0,2	0,6	0,28	0,26	0,94			
CELULOSICOS	4,5	9,6	9,6	7,92	2,94	0,37			
Papel	2,0	6,1	3,1	3,72	2,12	0,57			
Cartón	2,5	3,5	6,5	4,21	2,09	0,50			
METALES	2,6	1,4	2,2	2,05	0,60	0,29			
Ferrosos	1,7	1,3	2,0	1,65	0,35	0,21			
Aluminio	0,8	0,1	0,2	0,40	0,38	0,97			
VIDRIO	3,9	3,9	4,7	5,6	5,6	4,70	0,76	0,16	
SUBTOTAL	21,2	23,9	28,7	24,61	3,80	0,15			
Potencialmente Aprovechables									
PLASTICOS	1,3	0,7	0,9	0,98	0,29	0,30			
Tetrapack	1,3	0,7	0,9	0,98	0,29	0,30			
ORGANICOS	44,5	45,8	34,6	41,61	6,12	0,15			
Restos de Comida	36,1	45,1	34,1	38,42	5,90	0,15			
Restos de Jardín	8,1	0,6	0,5	3,09	4,36	1,41			
Madera	0,3	0,0		0,15	0,21	1,41			
TEXTILES	11,2	11,2	8,8	8,8	5,258	5,3	8,42	2,66	0,32
SUBTOTAL	56,9	55,3	40,8	51,02	8,91	0,17			
No Aprovechables									
PLASTICOS									
Otros plásticos	5,3	5,3	5,3	5,3	6,8	6,8	5,80	0,78	0,13
SANITARIOS	8,3	8,3	12,5	12,5	21,56	21,6	14,10	6,08	0,43
PELIG y PATOG	3,2	3,2	1,1	1,1	0,761	0,8	1,68	1,16	0,69
OTROS	5,1	5,1	1,9	1,9	1,389	1,4	2,80	1,82	0,65
SUBTOTAL	21,9	20,7	30,5	24,38	5,35	0,22			

Los resultados obtenidos de los cálculos de densidad de las distintas categorías de residuos llevados a cabo durante el segundo estudio de caracterización en agosto de 2012 se presentan en la tabla 2 de la página siguiente. A su vez, en la tabla 3 de la página siguiente se presentan los porcentajes en peso y volumen de dicho estudio de caracterización.

Tabla 2. Densidades de las distintas categorías de residuos (agosto de 2012)

CATEGORIA	DENSIDAD (kg/m ³)	
Plásticos	PET	23,9
	PEAD	186,6
	Polietileno film	25,8
	PP	62,8
	Poliestireno	23,4
	Poliestireno expandido	8,7
	Otros plásticos	39,4
Celulósicos	Papel blanco	98,0
	Papel de segunda	85,4
	Cartón	42,2
	Tetra-pack	33,0
Metales	Ferrosos	83,9
	Cobre y Aluminio	137,3
Vidrios	340,6	
Restos de comida	437,7	
Textiles	119,4	
Sanitarios	305,0	
Peligrosos	Patógenos	21,9
	Residuos electrónicos	2083,3
	Otros peligrosos	113,5
Otros	92,4	

Tabla 3. Porcentajes en peso y volumen del estudio de caracterización de agosto de 2012

CATEGORIA	DENSIDAD (kg/m ³)	Peso (kg)	Volumen (m ³)	% Peso	% Volumen
Plásticos				13,6%	49,4%
PET	23,9	8,1	0,34	1,7%	7,9%
PEAD	186,6	4,5	0,02	0,9%	0,6%
PE film	25,8	23,9	0,93	5,0%	21,5%
PP	62,8	2,1	0,03	0,4%	0,8%
PS	23,4	2,7	0,12	0,6%	2,7%
Poliestireno expandido	8,7	1	0,12	0,2%	2,7%
Otros plásticos	39,4	22,7	0,58	4,7%	13,3%
Celulósicos				10,4%	19,6%
Papel blanco	98,0	3,4	0,03	0,7%	0,8%
Papel de segunda	85,4	25,9	0,30	5,4%	7,0%
Cartón	42,2	17	0,40	3,6%	9,3%
Tetra-pack	33,0	3,5	0,11	0,7%	2,5%
Metales				1,4%	1,8%
Ferrosos	83,9	6,1	0,07	1,3%	1,7%
Cobre y Aluminio	137,3	0,6	0,00	0,1%	0,1%
Vidrios	340,6	22,6	0,07	4,7%	1,5%
Restos de comida	437,7	217,4	0,50	45,4%	11,5%
Textiles	119,4	42,6	0,36	8,9%	8,3%
Sanitarios	305,0	60,1	0,20	12,6%	4,6%
Peligrosos				1,1%	1,1%
Patógenos	21,9	0,4	0,02	0,1%	0,4%
Residuos electrónicos	2083,3	2	0,00	0,4%	0,0%
Otros peligrosos	113,5	3	0,03	0,6%	0,6%
Otros	92,4	9	0,10	1,9%	2,3%
TOTAL		478,6	4,31	100,0%	100,0%

Durante toda la semana anterior al primer estudio de caracterización (entre el lunes 7 y el sábado 12 de mayo de 2012), se pesaron todos los residuos domiciliarios provenientes de la recolección común y diferenciada. Este estudio arrojó que la generación diaria promedio de residuos en Unquillo es de aproximadamente 8.404 kg/día, de los cuales un promedio de 660 kg/día de residuos provienen de la recolección diferenciada y 7.744 kg/día de la recolección común no diferenciada. Esto arroja una tasa de desvío de residuos cercana al 8%.

Haciendo una proyección lineal con la tasa de crecimiento poblacional entre los Censos Nacionales de 2001 y 2010, la población estimada de Unquillo en el año 2012 ascendería a 18.725 habitantes. Esto arrojaría una tasa de generación de residuos domiciliarios cercana a los 0,450 kg/habitante.día. Cabe destacar que acá no se están computando los residuos de poda, escombros y voluminosos.

DISCUSION

Los resultados de la tabla 1 muestran que por lo general las categorías de residuos mantienen un porcentaje en peso comparable durante los tres estudios de caracterización en la mayoría de las categorías de residuos. Teniendo en cuenta que estos estudios se realizaron entre el 12 de mayo y el 29 de septiembre, se puede inferir que no deberían reflejar impactos de la estacionalidad significativos, ya que los estudios estarían reflejando conductas de consumo entre invernales y de media estación. No se puede apreciar diferencias muy significativas respecto al nivel socioeconómico, salvo por el menor porcentaje de orgánicos en la caracterización realizada en el recorrido por barrios de mayor poder adquisitivo. Sin embargo, esto puede estar afectado por el mayor aporte de restos de jardinería en el primer estudio de caracterización. Se puede apreciar que el recorrido del segundo estudio presenta un porcentaje significativamente más elevado de restos de comida. Otra categoría que presenta una diferencia significativa es la de sanitarios, que incluye pañales descartables, toallas sanitarias y residuos del baño². El recorrido de los barrios de mayor poder adquisitivo presenta una incidencia mayor de esta categoría.

Si consideramos el promedio ponderado de las categorías agrupadas por su potencial de aprovechamiento, se observa que el 24% de los residuos son fácilmente comercializables con un 12% de variación, principalmente celulósicos y metálicos. El 50% de los residuos son potencialmente aprovechables con un 20% de variación, estos son principalmente residuos orgánicos. Solo el 24% de los residuos, con un 18% de variación, irían directamente a disposición final. En las caracterizaciones realizadas el 12 de mayo y el 25 de agosto, el 60% de los residuos son plásticos y orgánicos. En septiembre estos residuos representaron el 50%.

Teniendo en cuenta los datos revelados en estos estudios, se puede inferir que Unquillo está actualmente aprovechando menos del 8% de sus residuos con un techo de la tasa potencial de desvío del 76%. En la práctica son pocos los países que han logrado superar tasas de desvío del 60% mediante fuertes campañas de comunicación que han logrado cambiar significativamente los hábitos de consumo y la gestión domiciliar de residuos incorporando el compostaje domiciliario y la separación en origen de los residuos que generan. Si asumimos este techo cultural del 60%, podemos deducir que Unquillo tiene el potencial para aumentar su tasa de desvío del actual 8%, a poco más del 45%.

Respecto a la densidad de los residuos y su impacto en los volúmenes de las categorías de residuos estudiadas, se puede apreciar que si bien los plásticos representan alrededor del 10% en peso del total de la masa de residuos generados, esta fracción

² Unquillo no cuenta con un sistema de tratamiento de efluentes por lo que se estila arrojar los residuos sanitarios al cesto de residuos.

contribuye cerca del 50% del volumen total de la masa de residuos. En contraposición, los restos de comida representan alrededor del 40% del peso total de los residuos que se generan en Unquillo, pero contribuyen menos del 12% al volumen total de los residuos generados.

CONCLUSIONES

La generación de residuos en tipo y cantidad es variable según la época del año y la condición socio-económica de la población que la genera. El peso con que impactan estos y otros parámetros sobre la generación de residuos será objeto de otros estudios.

La relativamente escasa dispersión de los aportes de cada categoría entre los tres estudios de caracterización realizados permite utilizar los valores promedio obtenidos para diseñar las estrategias de intervención necesarias para mejorar la gestión actual de los residuos sólidos urbanos en esta localidad.

En los costos de transporte y disposición final de los residuos no diferenciados al relleno sanitario de Piedras Blancas en Córdoba, el volumen de los residuos incide en los costos de transporte y el peso en los costos de disposición final por lo que tanto las categorías de plásticos como la de restos de comida son de vital importancia para mejorar la ecuación económica del sistema integral de gestión de residuos.

El municipio actualmente gasta una cifra de aproximadamente \$ 900.000 anuales en el transporte y disposición final de los residuos no diferenciados al relleno sanitario de la ciudad de Córdoba distante 55 km. Si la tasa de desvío se incrementara del actual 8% al 45%, el ahorro por transporte y disposición final más los ingresos generados por la comercialización de algunas fracciones de residuos podrían mejorar significativamente la ecuación económica de la gestión de los residuos, reducir significativamente el impacto ambiental y generar fuentes de trabajo genuinas.

REFERENCIAS

CEPIS 2005. Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de los residuos sólidos. Hoja de divulgación técnica ISSN: 1018/5119 HDT/ N° 97.

DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS DEL MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. Censo Provincial 2008.

INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). Censo 2001 y Censo 2010.

NORMAS IRAM 29.523:2003 2010. Calidad ambiental - Calidad del suelo: Determinación de la composición de residuos sólidos urbanos sin tratamiento previo.

TCHOBANOGLIOUS G., THEISEN H., VIGIL S. 1998. Gestión Integral de Residuos Sólidos .Editorial Mc Graw – Hill.

CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMICILIARIOS DE PUEBLO GENERAL BELGRANO, ENTRE RÍOS, ARGENTINA - AÑO 2010/2011

Chaves, Eduardo¹; Chesini, Francisco²; Borro, Esteban³

¹Universidad Autónoma de Entre Ríos. Facultad de Ciencia y Tecnología. Cátedra Tratamiento de Residuos Sólidos.

²Departamento de Salud Ambiental. Dirección de Determinantes de la Salud e Investigación. Ministerio de Salud de la Nación.

³Universidad Autónoma de Entre Ríos. Facultad de Ciencia y Tecnología.
chaveslalo@yahoo.com.ar

RESUMEN

Esta investigación buscó caracterizar los residuos de Pueblo General Belgrano, pequeña localidad (2.179 habitantes según censo 2010) de la provincia de Entre Ríos, con la finalidad de generar una línea de base para planificar un sistema de gestión integrada de residuos sólidos urbanos.

La metodología de muestro fue elaborada ad hoc para este estudio, basándose en: Tchobanoglous (1994); Kunitoshi Sakurai (1983) (Cepis/OPS), el concepto “basura viva” y la Norma IRAM 29253:2003. Se realizaron muestreos entre enero y junio de 2010, procurando representar las variaciones de volúmenes y composición de los residuos producto de los hábitos estacionales y de la actividad turística. Las muestras de 1m³/día se tomaron en acera, previo a la recolección, de contenedores que se encuentran en la vía pública. Posteriormente, se seleccionaron 100 kg al azar según lo postulado por Tchobanoglous, para ser clasificada en ocho categorías: orgánicos; plásticos; papel y cartón; vidrios; metales; telas y gomas; peligrosos/patogénicos; otros.

Como resultados se obtuvo que la fracción orgánica representa un 45 % en promedio de los RSU, para los seis meses analizados. Por otro lado, CEPIS considera para las localidades menores a 15.000 habitantes un valor de 0,56 kg/habitante.día como media de la generación per cápita, lo cual se asemeja con el valor obtenido para Pueblo General Belgrano de 0,53 kg/habitante.día.

En conclusión, ninguna metodología de caracterización es de aplicación universal, debiendo ser adaptada a cada comunidad. En este caso, debido a la baja frecuencia de recolección y variación de población por actividad turística, los muestreos debieron prolongarse. Se constató la carencia de información y datos para la caracterización en pequeñas localidad como la estudiada.

Palabras clave: caracterización; pequeñas localidades; residuos sólidos urbanos

INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos urbanos (RSU) representan uno de los principales problemas ambientales para los gobiernos locales. Según indicadores elaborados por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, para el año 2004 el 72% de las localidades con menos de 10.000 habitantes disponían sus residuos en basurales a cielo abierto, mientras que el 28% restante lo hacía en vertederos semi-controlados (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2005).

En relación a la gestión integral de los residuos sólidos urbanos (GIRSU) la Agenda 21, emanada de la Cumbre de Río expresa: “La gestión ecológicamente racional de los desechos debe ir más allá de la simple eliminación o el aprovechamiento por métodos seguros de los desechos producidos y procurar resolver la causa fundamental del problema intentando cambiar las pautas no sostenibles de producción y consumo. Ello entraña la aplicación del concepto de gestión integrada del ciclo vital que representa una oportunidad única de conciliar el desarrollo con la protección del medio ambiente.” (Agenda 21 ,1992).

La caracterización de los RSU de una localidad es una etapa fundamental para definir la línea de base que será posteriormente aplicada en el diseño de una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, se observa que no hay una metodología de caracterización general o estándar, sino que se cuenta con diversos criterios de muestreo y precisión, que hacen que no se disponga de un patrón de referencia a nivel local, regional e internacional. (Runfola y Gallardo, 2009).

En este trabajo se procura definir una metodología de muestreo y caracterización que pueda ser aplicada en poblaciones pequeñas y medianas.

OBJETIVOS

- Determinar las características y composición de residuos domiciliarios en función de la variación poblacional en Pueblo General Belgrano.
- Determinar la producción de residuos domiciliarios.
- Describir la variación estacional en la composición de diferentes tipos de residuos domiciliarios.
- Establecer la producción Per cápita (PPC) y total, durante el período de muestreo.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Área de estudio

El área de estudio es el Municipio de Pueblo General Belgrano (2.179 habitantes según censo 2010), situado en el departamento Gualeguaychú y a solo 5 kilómetros de la ciudad del mismo nombre, en el sudeste de la Provincia de Entre Ríos. Véase Figura 1.

En esta localidad el turismo es una actividad económica muy importante, por lo que se debió definir la población fija y flotante; esta característica de la localidad no invalida la metodología propuesta para ser aplicada en poblaciones sin actividad turística.

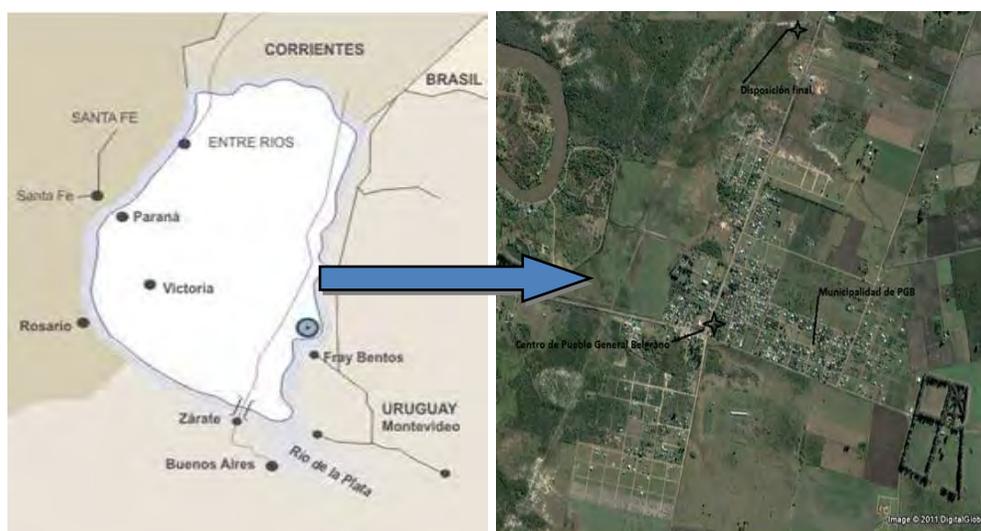


Figura 1. Ubicación del Área de Estudio

Población

Para el presente trabajo se clasificó a la población según la permanencia en la localidad, de acuerdo a los siguientes conceptos:

- “Población estable” es la que reside en forma permanente,
- “Población flotante” al grupo de personas que permanecen en la localidad en condición de turista,
- “Población total” es la resultante de la sumatoria de los dos tipos de población definidos anteriormente.

La “Población estable” se estima aproximadamente en 2.900 habitantes. Este valor se obtuvo utilizando el “Método de Proyección Demográfica por Tasa Decreciente” propuesto

por el Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA), los datos utilizados para este cálculo fueron; el número de habitantes extraído del Censo 2001 del INDEC³.

$$P_n = P_0 (1 + i)^n$$

P_n = La estimación de población al año “n”.

P_0 = La población base, que por lo general corresponde al último censo.

i = Tasa media anual de proyección.

n = Número de años transcurridos entre la población base y el año de proyección.

Los datos de “Población flotante” se obtuvieron mediante una encuesta realizada a los encargados o propietarios de establecimientos turísticos: complejos de bungalows, cabañas, hoteles y camping, como también a los propietarios de casas que brindan alojamiento.

En la encuesta se consideraron dos bloques o períodos de ocupación, uno para los días lunes, martes, miércoles y jueves y otro para los días viernes, sábados y domingos; se arribó al resultado final promediando dichos bloques o períodos de tiempo. Se realizó la distinción entre períodos de ocupación, dado que la actividad turística del municipio está muy ligada al Carnaval de Gualeguaychú.

Caracterización de los residuos generados en la localidad

La metodología de muestro fue elaborada ad hoc para este estudio, basándose en los criterios propuestos por Tchobanoglous (1994); Sakurai (1983), CEPIS/OPS, aplicando el concepto de “basura viva” (tipo de residuo generado y recolectado sin la previa intervención de los recolectores informales) definido por la Dirección General de Limpieza – Subsecretaría de Higiene Urbana de Medio Ambiente de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, y la Norma IRAM 29.523:2003.

Para este caso de estudio se consideró “orgánico” a los residuos de alimentos o desechos alimenticios, mientras que “inorgánico” es el conjunto de los otros tipos de residuos (Plásticos, papel y cartón, metales, peligrosos y patogénicos, telas y goma, vidrios y varios). Este concepto no es coincidente con el que se emplea en la ciencia química, en la cual cuando se refiere a “inorgánico” significa que no posee átomos carbono en su composición.

³ Los muestreos y caracterización de los residuos presentados en este trabajo se realizaron entre los meses de enero y junio de 2010, no contado al momento de su redacción con datos del Censo Nacional realizado en el año 2010. Por tal motivo se debió realizar una proyección demográfica.

El criterio utilizado para la selección de las fechas de muestreo tuvo por finalidad que se vean representadas las variaciones de volúmenes y composición de los residuos, reflejadas en los cambios de hábitos de consumo en los diferentes periodos del año, como así también por la influencia de la actividad turística desarrollada en el municipio en la temporada estival y procurando que la muestra no se vea afectada por un momento del mes en particular.

Las muestras se recolectaron en tres oportunidades (días lunes, miércoles y viernes) durante las semanas seleccionadas, en concordancia con la frecuencia utilizada por el servicio municipal de recolección, buscando que los datos obtenidos se encuentren en correspondencia con los residuos recolectados por dicho servicio. (Tabla 1).

Tabla 1. Cronograma de Muestreos de residuos para estudio de composición.

AÑO	2009		2010				
MES	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
SEMANA	4ta	4ta	3ra	2da	2da	2da	3ra
FECHA	28	25,27 29	15, 17 19	08, 10 12	05,07 09	10,12 14	25, 28 30

Metodología de Muestreo

Se contó con 5 recipientes de 0,2 m³ (tambores de 200 litros) cada uno, los cuales fueron transportados por una camioneta que realizó en cada una de las salidas una ruta diferente. Esta fue seleccionada al azar, siguiendo dos criterios: evitar superponer rutas y buscar que se vea representada la mayor diversidad de población.

Cada muestra de residuos se obtuvo de los contenedores que se encuentran en la vía pública (previo al paso del servicio de recolección) los cuales tienen capacidad para alojar a los residuos producidos por tres viviendas aproximadamente. La cantidad de contenedores visitados varió entre 20 y 30 por jornada de muestreo. Cada muestreo se dio por terminado cuando se completó el volumen preestablecido de 1 m³ en función de lo postulado por Kunitoshi Sakurai (1983)

Algunas ventajas del muestreo propuesto son las que se expresan a continuación:

- Al tratarse de una comunidad pequeña, por motivos socio-culturales la población podría no enviar todos sus residuos para ser analizados, generando un dato erróneo (en contraposición de lo propuesto por Sakurai, 1983).
- La población no se encuentra estratificada socio-económicamente en base a la dimensión territorial, por lo que no fue necesario zonificar la ciudad, dadas las peculiaridades del caso en relación a la escala de la investigación.
- El servicio de recolección tiene frecuencia 3 (tres veces por semana), por lo que no sería representativo muestrear durante ocho días consecutivos (modo de muestreo postulado por Sakurai, 1983).

Una vez obtenida la muestra se trasladó al corralón municipal, donde se realizaron las tareas de pesada y clasificación. Primeramente se realizó el pesaje del contenido de cada uno de los recipientes, así se obtuvo el peso volumétrico (kg/m³). El pesaje se realizó con una balanza mecánica, marca DOLZ, con una capacidad máxima de 50,00 kg con una sensibilidad de 20 gramos. Posteriormente, se seleccionó una muestra de 100 kg al azar (método de cuarteos) según lo postulado por Tchobanoglous (1994) y en congruencia con la Norma IRAM 29.523:2003.

Dicha muestra fue clasificada en ocho categorías a saber: desechos alimenticios; patogénicos y peligrosos; plásticos (donde se consideran a todos los tipos); telas y gomas; papel y cartón (incluye a los envases denominados “tetrabrik”); vidrios (en lámina y envases de cualquier forma y color); metales (ferrosos y no ferrosos); otros (en este tipo se incluyen a los residuos que por sus características no se ajustan a los siete tipos anteriores).

Cálculo del Peso volumétrico

Para este trabajo se determinó el peso volumétrico de dos maneras. Entendemos por peso volumétrico el valor que surge de la división del peso sobre el volumen ocupado por la muestra. Una metodología fue determinar el peso volumétrico total de cada una de las muestras obtenidas para la caracterización. El segundo método se realizó calculando el volumen de carga del vehículo recolector y su pesaje vacío y cargado de residuos.

Cálculo de la Producción total

Para obtener el peso de la producción total de residuos se procedió a calcular el peso del camión recolector vacío, el volumen de la caja y peso del camión cargado con residuos. Para ello se definieron tres tipos de carga: camión con exceso de carga, consideramos al camión cuya carga excede la altura de baranda; camión con carga completa, es aquel donde la carga se encuentra a la altura de baranda y camión con media carga, es aquel cuya carga se encuentra a mitad de altura de baranda. Este procedimiento se realizó en tres oportunidades a fin de obtener un valor promedio para confeccionar los datos de producción.

Con los datos obtenidos se confeccionó una planilla donde se registraron la cantidad de viajes realizados por el camión y los tipos de carga correspondiente a cada uno de ellos, por día de recolección durante cada mes de muestreo. El registro estuvo a cargo de personal municipal.

Contando con el registro de cantidad de viajes por tipo de carga, efectuados en el mes, se realizó la sumatoria y se obtuvo la producción total de residuos (en peso).

Cálculo de la Producción de residuos por habitante

Para obtener la producción de residuos por habitante (producción per cápita o ppc) se tomó la producción total de residuos generados en los meses considerados en el trabajo y se la dividió por la población total estimada, de acuerdo a lo propuesto por Tchobanoglous G., Theisen H., Vigil S. (1998). Además se realizó una estimación promedio para los seis meses considerados en el trabajo.

Metodología de Análisis de Datos

Para el cálculo del número de muestras a recolectar para la caracterización se utilizó la metodología establecida por la norma Argentina IRAM 29.523 Primera edición 2003-03-10, Calidad ambiental – Calidad del suelo, “Determinación de la composición de residuos sólidos urbanos sin tratamiento previo”. Obteniendo un total de 18 muestras a recolectar. Los datos fueron analizados con las funciones promedio y desvío estándar de Microsoft Office Excel 2007.

RESULTADOS

Población Estable, Flotante, Total

Según las proyecciones de población estable efectuadas y en base a los datos obtenidos de turismo, puede observarse en la Figura 2 que los meses de enero y febrero son los de mayor importancia en esta actividad, la que tiene una repercusión directa sobre la generación de residuos.

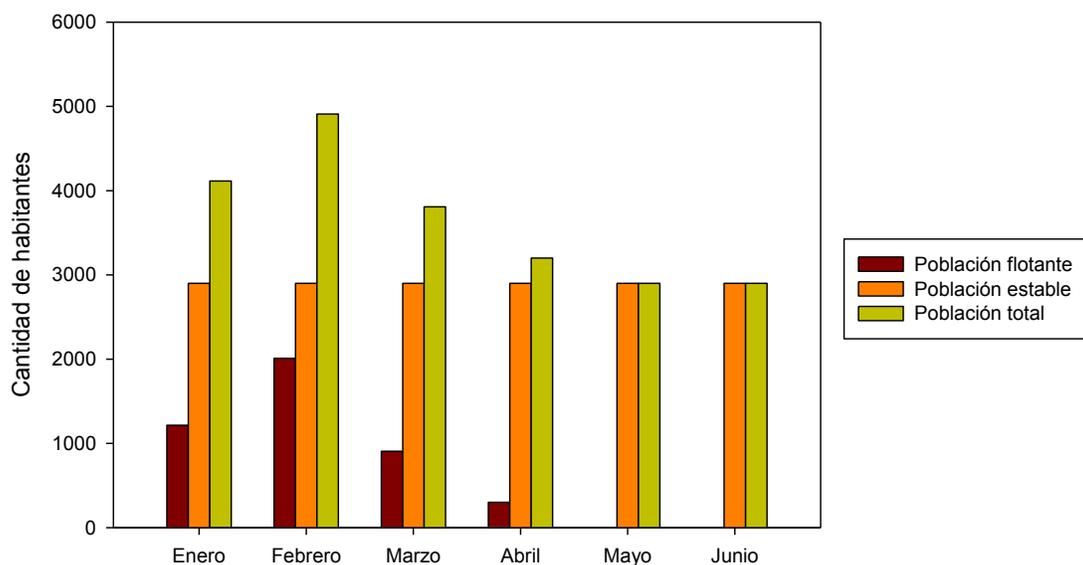


Figura 2. Tipos de Población y variaciones en las cantidades mensuales del período considerado para la investigación

Peso volumétrico

Se obtuvo un peso volumétrico de 176,89 kg/m³ con un desvío estándar de $\pm 24,52$ kg/m³ correspondiente a la media de las dieciocho muestras de 1 m³ realizadas. También se calculó el peso volumétrico a partir de la determinación del volumen de transporte del vehículo recolector (camión con caja abierta) y del pesado del mismo vacío y cargado, repitiendo esta última medición en diferentes oportunidades. El peso volumétrico transportado por los camiones es de 159,01 kg/m³, con un desvío estándar $\pm 12,11$ kg/m³ para los meses de estudio.

Caracterización

En la Figura 3 se presentan los resultados promedio de la composición de los residuos en los seis meses de estudio.

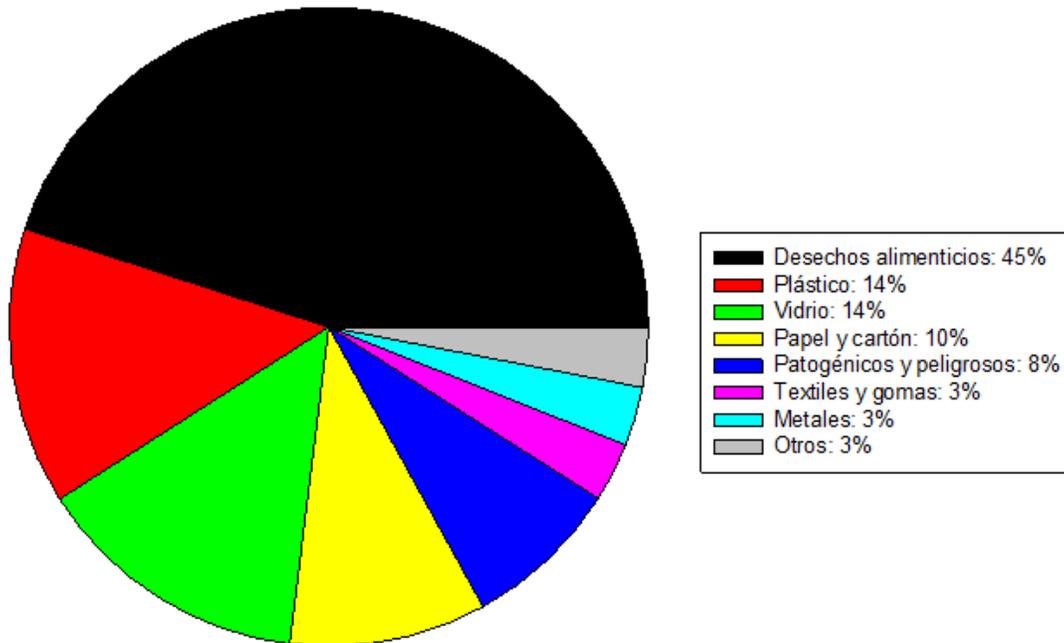


Figura 3. Promedio de la composición de residuos.

Producción de residuos

El peso de cada modalidad de carga del vehículo arrojó los siguientes datos: exceso de carga se obtuvo 1.555 kg \pm 133,5 kg, carga completa: 1.392 kg \pm 89,1 kg y para media carga: 696 kg \pm 57,4 kg. Es necesario aclarar que el vehículo es un camión con caja volcadora (sin compactación).

Para obtener la producción total de residuos por mes, se consideró la cantidad de viajes realizados por el camión en cada uno de los meses. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 4.

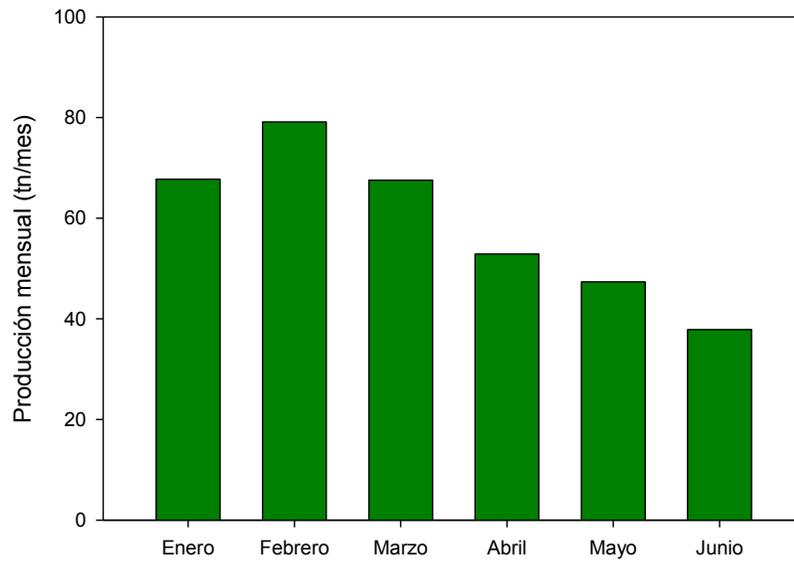


Figura 4. Producción mensual de residuos en toneladas.

Producción por habitante

Con los valores de la población total y los de producción total de residuos por mes se procedió a calcular la producción per cápita (tasa de generación de residuos) correspondiente a cada mes muestreado; los resultados obtenidos son mostrados en la Figura 5.

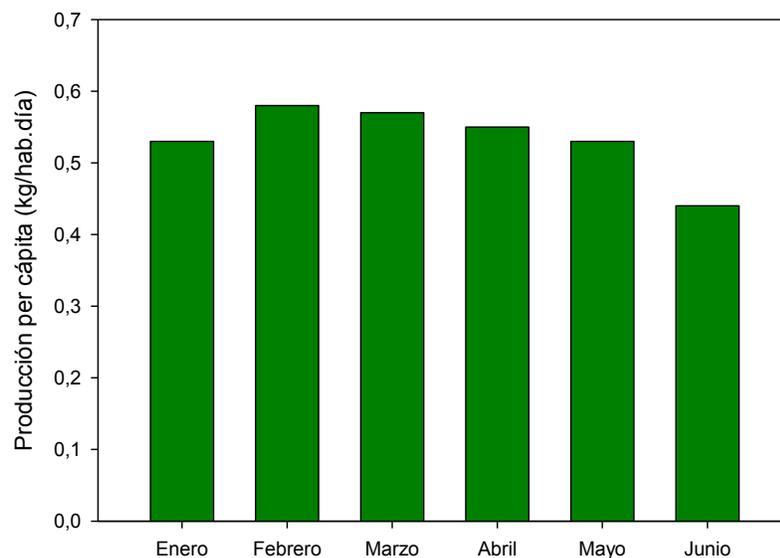


Figura 5. Producción per cápita mensual.

DISCUSIÓN

Variación en la composición de residuos domiciliarios en distintos meses del año

De acuerdo a lo observado en las distintas muestras, surge que en la composición total de los residuos, los más representativos tomados en conjunto (desechos alimenticios, plásticos, papel y cartón, vidrios), alcanzan más del 83% de la composición. En esta composición los tipos de residuos considerados tienden a mantener los mismos porcentajes en cada muestra individualmente.

En el caso particular del vidrio presenta un incremento en los meses de febrero (ver Figura 6) y marzo, observándose en las tomas de las muestras un aumento en la cantidad de envases de bebida, esta situación podría ser atribuida a la influencia de la población flotante presente en la localidad. También se detectó en este periodo la disminución en la muestra de la proporción de desechos alimenticios aumentando la presencia de inorgánicos, en contraposición en el mes de junio (ver Figura 7) se ve una porción de desechos alimenticios del 53%, concordante con la estimación de la mayoría de la bibliografía consultada.

Asimismo se aprecia una variación en “Papel y cartón”, en el mes enero con una participación del 8%, contrastado con el resto de los meses muestreados que oscilan entre el 16% y 22%, no pudiendo determinar las causas de estas variaciones.

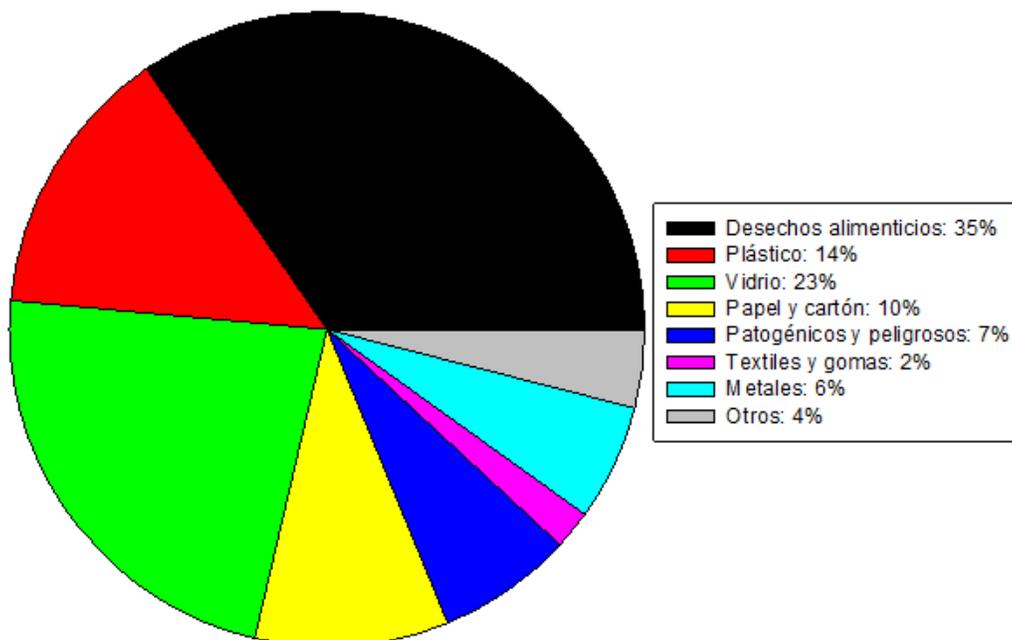


Figura 6. Composición de residuos en el mes de febrero

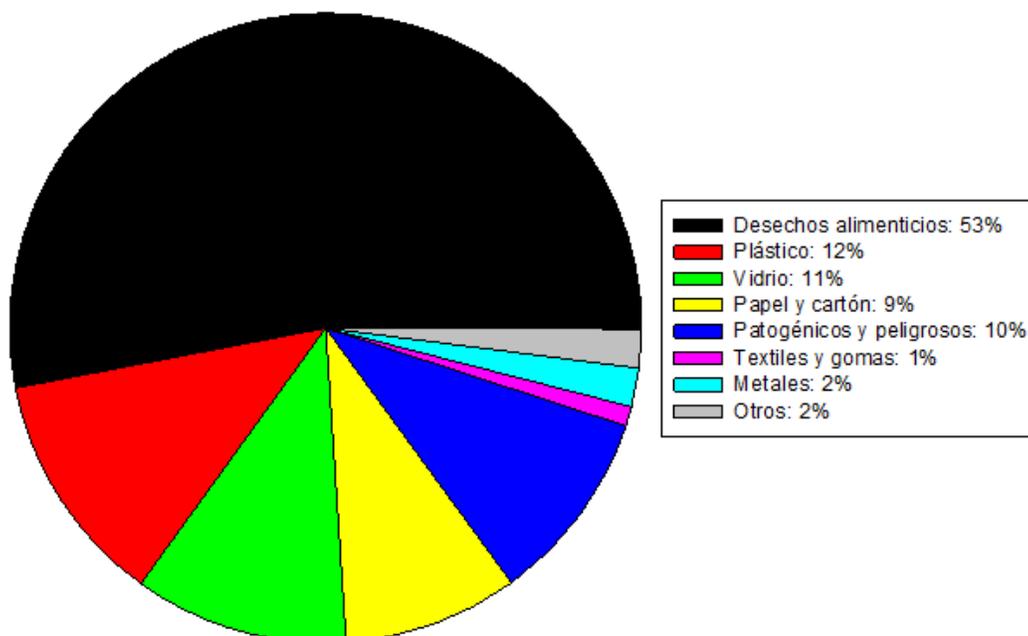


Figura 7. Composición de residuos en el mes de junio

La localidad se ajusta a los estándares de residuos fijados por CEPIS para Latinoamérica

Tomando como parámetro comparativo las publicaciones de CEPIS para América Latina y el Caribe (ALC), observamos una diferencia en el comportamiento de la composición. Encontramos que la fracción orgánica para la localidad representa un 45% en promedio de los RSU, para los seis meses analizados, no coincidiendo este porcentaje con lo estimado por la CEPIS (50 al 70%)

Otra discrepancia con la información aportada por CEPIS, es que para este organismo los residuos orgánicos ocupan el primer lugar y en el segundo lugar se encuentra papel y cartón, mientras que el tercer lugar es ocupado por los plásticos. Para el caso estudiado el primer lugar coincide pero el segundo corresponde a los plásticos y en el tercer lugar es ocupado por el papel y cartón.

En cuanto a la generación *per cápita* de residuos, CEPIS considera para las localidades menores a 15.000 habitantes un valor de 0,56 kg/habitante.día. Esto se asemeja con el valor obtenido para Pueblo General Belgrano que es de 0,53 kg/habitante.día (ver Figura 4).

En el estudio realizado se obtuvieron dos valores para el peso volumétrico valor se obtuvo promediando las dieciocho muestras efectuadas para establecer la composición de los residuos (Ver Figura 8), lo cual arrojó un valor de 176,78 kg/m³, correspondiendo

140,50 kg/m³ a la muestra de menor valor y 222,60 kg/m³ a la muestra de máximo valor. Se concluye que estos valores coinciden con el rango estimados por CEPIS.

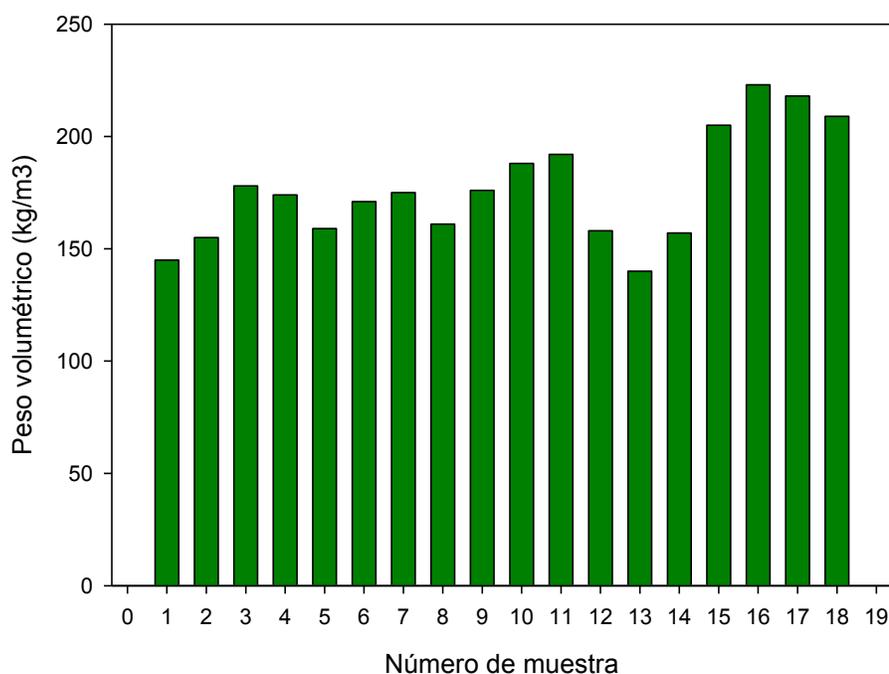


Figura 8. Peso volumétrico por muestra.

La presencia de turismo incrementa la fracción de residuos inorgánicos.

Una diferencia notable encontrada se presenta en los meses de febrero y marzo. Ésta se debe probablemente a la incidencia de la población flotante en estos meses, comparados con los meses de abril, mayo y junio en los cuales la afluencia del turismo es menor. Resulta así que para el mes de febrero los desechos alimenticios representan el 34,37% y los Inorgánicos un 64,67 %, mientras que en el mes de marzo los desechos alimenticios representan un 39,64 % y los inorgánicos 59,97 %. No se refleja esta diferencia durante el mes de enero donde el 53 % corresponde a los desechos alimenticios y 47 % a los inorgánicos.

Esta diferencia podría justificarse teniendo en cuenta dos parámetros: el primero relacionado con la población flotante, ya que los datos la Comisión Mixta de Turismo de Gualguaychú de los años 2005 al 2009, nos indican que la afluencia turística del mes de enero desarrolla un menor consumo económico que la de los meses de febrero y marzo; el segundo parámetro está vinculado con las características de los residuos, en donde se observó una considerable presencia de frutas de estación, como el caso de la sandía (*Citrullus lanatus*) en las muestras del mes de enero.

CONCLUSIÓN

La metodología de muestreo pareciera no poder ser universalizada, se observó que la propuesta por Sakurai (1983) no es aplicable en comunidades pequeñas, siendo necesario elaborar otras metodologías de muestreo considerando las particularidades de cada comunidad. Al desarrollar un sistema ad hoc para este trabajo se tomó en cuenta las peculiaridades de la localidad de estudio, por lo cual se concluye que para cada caso particular es necesario y conveniente un análisis de las variables a utilizar y un posterior diseño de una metodología que se ajuste a la realidad del sitio. Cada localidad presenta situaciones distintas relacionadas a sus aspectos socio-económicos, culturales, territoriales, climáticos, topográficos.

La composición de los residuos presenta variaciones estacionales, siendo destacable el incremento de la fracción inorgánica de los residuos en los meses de alta actividad turística, el vidrio es la fracción de mayor importancia relacionada con esta actividad. El incremento de la población provocada por el turismo es notorio, esto se ve acentuado en el volumen de la producción total de residuos. Se observa que los hábitos de consumo de la población flotante influyen en la composición de los residuos, en particular por el notorio incremento de inorgánicos en los meses de febrero y marzo.

La realización de un estudio de generación y caracterización de los residuos debe ser un componente fundamental en un diagnóstico de situación de residuos, orientado a diseñar e implementar una nueva gestión integral de los residuos sólidos urbanos, en la localidad u otras de similares características.

REFERENCIAS

- Cálculos de Población – Normas de la ENOHSA. Fundamentación - Cap. II – Estudios preliminares para el diseño de las obras.
- CEPIS 2005. Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de los residuos sólidos. Hoja de divulgación técnica ISSN: 1018/5119 HDT/ N° 97.
- CONTANHEDE, A., MONGE, G. 2006. Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos – Revista AIDIS, Volumen 1, número 1 –ISS0718 – 378X
- CORTADA DE KOHAN N. 1994. Diseño estadístico. Editorial Eudeba.
- DE LUCA M., GIORGI N. Y GUARESTI, M. 2002. Evaluación y análisis del desvío informal de material recuperado desarrollado por los recuperadores urbanos en la ciudad de buenos aires.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). Censo Nacional de Población 2010. Instituto de Ingeniería Sanitaria Facultad de ingeniería Universidad de Buenos Aires y el CEAMSE Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado.” ESTUDIO DE CALIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS 2009 “. Febrero 2010. “Basura viva”.
- NORMAS IRAM 29.523:2003 – (2010). (www.iram.org.ar)
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA) 1992 Agenda 21.
- RUNFOLA J., GALLARDO A. 2009. Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas. Redisa (Red de ingeniería en saneamiento ambiental – Universidad del Norte).
- SAKURAI K. 1983. Manual de Instrucción de Análisis de Residuos Sólidos Programa Regional de la OPS/EHP/CEPIS de mejoramiento de la recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos.

SAyDS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable) 2005. Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos – ENGIRSU.

SAyDS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable). Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible. Generación de residuos sólidos urbanos. Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar/default.asp?IdArticulo=3910>

TCHOBANOGLIOUS G., THEISEN H., VIGIL S. 1998. Gestión Integral de Residuos Sólidos .Editorial Mc Graw – Hill.

ZEPEDA, F., ACURIO G., ROSSIN A., TEIXEIRA P. 1997. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Publicación del Banco Interamericano de Desarrollo y la O.P.S.

PROPUESTA Y RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LOMBRICOMPUESTO UTILIZANDO RESIDUOS DOMICILIARIOS, EN BASE A ENSAYO PRACTICADO A ESCALA FAMILIAR

Vallés, Mariana¹

¹Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Trelew,
Argentina
lic.marianavalles@gmail.com

RESUMEN

Las diversas actividades realizadas por el hombre en las ciudades generan en algún momento materiales de descarte de heterogénea composición, denominados en conjunto residuos sólidos urbanos (RSU), que constituyen un problema debido al volumen y a los impactos ambientales negativos que ocasionan. El presente trabajo se realizó con diez familias de la ciudad de Trelew durante el año 2005, con el fin de ensayar y formular recomendaciones sobre un método práctico de compostaje y lombricultura, utilizando lombrices californianas (*Eisenia foetida*). Esto permite transformar la fracción orgánica de los residuos domiciliarios, en un producto aprovechable como mejorador de suelos y así contribuir a la disminución de la cantidad de residuos a ser dispuestos finalmente. Se realizaron determinaciones químicas y se controlaron las variables pH, temperatura y humedad en la fracción orgánica de los residuos, el compost y el lombricompuesto para determinar el grado de estabilización de cada uno. La metodología fue útil para determinar que el proceso de separación en origen y posterior lombricompostaje es un medio económico y sencillo de reducir y aprovechar los residuos rápidamente putrescibles. Si cada familia reconvirtiera los desperdicios orgánicos generados en sus hogares, disminuiría cerca de un 40% en peso del total de residuos que genera y obtendría un 23% del peso total de RSU en lombricompuesto. Esta actividad sumada a la clasificación en origen de residuos húmedos y secos, incrementaría la vida útil del relleno sanitario Intermunicipal VIRCH-Valdés. Por lo expuesto, el objetivo general del trabajo fue ensayar y formular recomendaciones sobre un método práctico de compostaje y lombricultura para transformar la fracción orgánica de los residuos domiciliarios en un producto aprovechable como mejorador de suelos para uso agrícola, contribuyendo a disminuir la cantidad de basura a ser dispuesta finalmente.

Palabras clave: lombricompuesto - compostaje - residuos orgánicos.

INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos urbanos (RSU) que se producen en las ciudades del mundo constituyen un problema desde su generación hasta su disposición final debido a los volúmenes importantes que alcanzan y a los impactos ambientales negativos que pueden ocasionar por su disposición incorrecta (Puerta Echeverri, 2003). Todas las actividades realizadas por el hombre generan en algún momento materiales de descarte heterogéneos. En diversas ciudades esto sirvió de motivación para buscar otros sistemas de tratamiento complementarios que contemplen la recuperación y reutilización de los materiales contenidos en los residuos a partir de la separación en origen. El reciclaje de los residuos sólidos transformándolos nuevamente en materia prima y el proceso de compostaje de la fracción orgánica como mejorador de suelos, son usados como alternativas viables para disminuir el volumen que va a ser dispuesto finalmente. La transformación de los RSU implica la alteración física, química y biológica que puede ser utilizada para recuperar productos de conversión como compost y energía (Tchobanoglous et. al, 1998).

El compostaje es la degradación de los residuos orgánicos por acción de los microorganismos aeróbicos, alterando la estructura molecular de los compuestos orgánicos. El producto final obtenido llamado compost consta de minerales y humus (material orgánico complejo) (Kiely, 1999).

Al utilizar el compost como alimento para las lombrices californianas (*Eisenia foetida*) se obtiene un producto útil con valor agregado denominado lombricompuesto. Este es ventajoso frente al compost aeróbico tradicional, por mantener una flora microbiana más balanceada y numerosa, y una mayor cantidad de nutrientes asimilables debido a que el compost se enriquece al atravesar el sistema digestivo de las lombrices (Schuldt, 2004).

El objetivo general del trabajo fue ensayar y formular recomendaciones sobre un método práctico de compostaje y lombricultura para transformar la fracción orgánica de los residuos domiciliarios en un producto aprovechable como mejorador de suelos para uso agrícola, contribuyendo a disminuir la cantidad de basura a ser dispuesta finalmente. Se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Ensayar a escala doméstica la estabilización de la fracción orgánica que compone la basura domiciliaria.
2. Determinar qué componentes de la basura son fácil y rápidamente biodegradables en el compostaje utilizando lombrices y cuáles no conviene incorporar a la masa.
3. Establecer las condiciones locales (humedad, frecuencia de rotación, temperatura, diseño de las composteras, etc.) para desarrollar un método práctico a pequeña escala (familiar o barrial).

4. Relacionar el tratamiento de los componentes orgánicos de los RSU por medio de la lombricultura, con la reducción de la cantidad de residuos destinados a disposición final.
5. Describir una metodología accesible para ser usada a escala familiar o barrial en las ciudades, transformando la materia prima residuo en productos reutilizables.
6. Extrapolar los datos a toda la ciudad de Trelew con este sistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la obtención de los residuos, se seleccionó a diez familias al azar que se comprometieron a separar la fracción orgánica rápidamente putrescible del resto de la basura que generaban en su domicilio. Se brindó una charla introductoria a cada familia acerca de la separación en origen, qué se disponía en el recipiente de residuos orgánicos para compostaje y qué en el de residuos remanentes y los beneficios de realizar compostaje y lombricompostaje con la fracción orgánica. Se acompañó con un folleto instructivo donde se ejemplificaba en una tabla los componentes orgánicos (excluyendo carne y huesos) más comunes que se generan en un domicilio y que debían colocarse en un recipiente provisto para tal fin, el resto debía colocarse en otro recipiente y disponerlo para que sea recogido por el camión recolector. Se acordó la frecuencia y horario de recolección de la fracción orgánica. Si surgían dudas o inquietudes a lo largo del trabajo se aclaraban en el momento.

El ensayo se realizó entre los meses de diciembre 2004 y junio del 2005 en la zona sur de Trelew. Para la localización de las pilas se eligió un sector de un predio privado debajo de los pinos, al abrigo de la luz solar y al reparo de los vientos predominantes. El promedio de temperatura media registrada en este período fue de 13.7°C, con temperaturas máxima y mínima absolutas de 37°C y -6.8°C respectivamente (datos de la estación agrometeorológica del INTA Chubut).

Folleto instructivo entregado a los vecinos participantes

<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué son los residuos sólidos urbanos (RSU)? • ¿Cómo se puede reducir la cantidad que va a disponerse? • ¿Qué es el compostaje? • ¿Cómo vamos a separar nuestros residuos? 	<ul style="list-style-type: none"> • Son aquellas sustancias generadas en las actividades domiciliarias que se desechaban por no tener ningún valor económico. La mala disposición final de estos residuos (por ej. basural a cielo abierto) puede originar riesgos potenciales para el hombre y el ambiente. • Separando en nuestra casa la parte orgánica para compostarla y sólo disponer en el cesto de la basura aquello que no se puede compostar. • Es un proceso en el cual se produce compost a través de transformaciones biológicas en presencia de oxígeno. Si ese compost se lo damos como alimento a las lombrices rojas californianas, se obtiene lombricompost que se puede utilizar para enriquecer el suelo del jardín y de las plantas ornamentales. • Lo que vamos a compostar, en el recipiente blanco. El resto en el recipiente de basura que usan diariamente.
---	--

Separación de los residuos sólidos en el domicilio

Parte ORGÁNICA (recipiente BLANCO)	Parte inorgánica (tacho de basura)	
Guardo para compostar	Al cesto de la basura	
Frutas crudas o cocidas	Carne	Plásticos
Verduras crudas o cocidas	Huesos	Latas
Papel blanco tipo rotisería y/o panadería	Grasa	Vidrios
Cartón	Pilas	Nylon
	Pañales	Medicamentos
Ante cualquier duda, incorporar el residuos al recipiente inorgánico, NO al que se va a compostar.		

Paso 1: forrar un cajón de manzanas o de pescado (previo realizar orificios para el drenaje) con papel mojado o con polietileno negro. Colocarlo en el patio con una leve inclinación, al reparo del sol y vientos fuertes.

Paso 2: colocar diariamente la parte orgánica de los residuos (recipiente blanco entregado a tal fin), remover una o dos veces por semana o cuando haya olor y regar en forma de lluvia cada 2 o 3 días, sin inundar, tratando de que no llegue a secarse.

Paso 3: tapar el cajón con alambre de pajarera para evitar la entrada de animales.

Paso 4: al cabo de aproximadamente 60-90 días (dependiendo de la cantidad de material introducido) finaliza el proceso de compostaje. Nos damos cuenta porque no se reconocen los materiales iniciales).

Paso 5: se realiza la prueba de supervivencia (P20) para comprobar que los materiales están listos para recibir a las lombrices. Esta prueba consiste en introducir 20 lombrices adultas en una muestra de compost húmedo, contenido en una bandeja perforada mediana y comprobar que todas sobrevivan transcurridas 24 hrs.

Paso 6: se introducen las lombrices rojas californianas, preferentemente durante el día para que la presencia de luz las incentive a introducirse en el alimento rápidamente. Regar en forma de lluvia cuidando de no inundar, cada 2 o 3 días, manteniendo siempre el material muy húmedo.

Paso 7: cubrir la superficie con pasto seco u hojas mojadas para repararlas del calor y los vientos. Tapar el cajón con alambre de pajarera.

Paso 8: transcurridos entre 30-60 días se obtiene el lombricompuesto (con aspecto a borra de café).

Paso 9: para separar las lombrices se puede utilizar una zaranda o colocar una capa de cinco centímetros de material compostado sobre el lombricompuesto, y al cabo de tres días separar manualmente las lombrices que estén comiendo allí. Introducir las en el nuevo material compostado.

Paso 10: el lombricompuesto puede utilizarse de inmediato o guardado húmedo en bolsas de polietileno. Utilizarlo para plantas ornamentales y no comestibles.

Selección del método empleado

Luego de que los residuos orgánicos se separaran en origen en forma correcta por las diez familias participantes y se recolectaran, se procesaron en un triturador realizado en forma artesanal siguiendo la matriz de los modelos comerciales, equipado con un motor de $\frac{3}{4}$ HP, con una cuchilla de doble filo realizada en hierro de 4 mm de espesor. El material obtenido era mezclado con horquilla para obtener una masa homogénea. Por el método de

cuarteo se separó una muestra para analizar en laboratorio. Una vez triturados los residuos en fracciones de 2-3 centímetros, fueron dispuestos en recipientes aptos para que comience el proceso de compostaje. Este es un proceso aerobio en que los microorganismos, en medio oxigenado, descomponen los residuos orgánicos alimenticios. La elaboración del compost se realizó mediante el sistema “pilas volteadas” (material a compostar colocado en hileras, el cual es mezclado o volteado regularmente para permitir el ingreso del aire), en el cual la aireación es por rotación manual del material. Es uno de los métodos más económicos y apropiados para países en desarrollo por su bajo costo, adaptabilidad para instalaciones a pequeña y gran escala y puede realizarse en la mayoría de los climas (Tchobanoglous, 1998).

Los recipientes se realizaron con estructura de malla sima de hierro 4.2 mm y cuadrícula de 15 x 15 cm, recubiertos con polietileno negro de 100 micrones y con tapa de malla media sombra para evitar el ingreso de animales y permitir la aireación. Otros recipientes utilizados a menor escala fueron cajones de madera o de pesca cubiertos con alambre galvanizado romboidal tipo pajarera. Ambos recipientes se ubicaron al reparo del sol y vientos fuertes. Los lixiviados generados eran recogidos en una canaleta, se diluía con agua hasta alcanzar un pH neutro y luego eran desechados al sistema cloacal.

Monitoreo y controles

Las variables de control intervinientes en el proceso tenidas en cuenta fueron: el pH, la temperatura y la humedad.

La medición de pH se realizó con cinta de rango 1 a 14, la temperatura se midió a 20-25 cm de profundidad en tres lugares distintos del sustrato, utilizando termómetro de rango 0° a 60°C con precisión de 0.5°C.

Para medir la humedad en forma práctica, se tomaba con la mano una muestra del material y se apretaba fuertemente, si salía un hilo de agua continuo entonces se establecía que contenía más de un 40% de humedad. Si el material no goteaba y cuando se abría la mano permanecía moldeado, se estimaba una humedad entre 20-30%. Si al abrir la mano el material se disgregaba, contenía menos del 20% (Sztern et al., 1999).

Generación del lombricompuesto

Con el material ya compostado, se realizó la prueba de supervivencia (P20) de las lombrices como medida precautoria para comprobar la aptitud del sustrato para recibir las. Esta prueba consiste en introducir 20 lombrices adultas en una muestra el sustrato contenido en una bandeja mediana y comprobar que todas sobrevivan transcurridas 24 horas (Schuldt, 1994). Cuando la prueba dio como apto el material, se lo humedeció y

agregaron las lombrices californianas. Los parámetros mencionados se mantuvieron estables hasta obtener el lombricompuesto.

Participación de los vecinos

Finalizado el trabajo se realizó una encuesta sencilla a las familias participantes para conocer su opinión sobre el ensayo realizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Recolección de RSU

Los residuos se clasificaban y separaban en origen, la fracción orgánica era colocada en un recipiente entregado a tal fin y se recolectaban diariamente en horarios predeterminados. Luego se trituraban, se mezclaban y se procedía a tomar una muestra para enviarla a analizar al laboratorio. El material mezclado se colocaba en las composteras hasta completarlas, encima del material que ya estaba compostándose de las recolecciones anteriores. Las cantidades obtenidas por familia variaban entre 0.8 y 1.2 Kg/día.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la humedad inicial era elevada debido a la naturaleza del sustrato. Según la bibliografía consultada, los valores de los parámetros tenidos en cuenta son muy amplios porque la composición y la proporción de los componentes de los RSU son tan variables como la distribución geográfica y el poder adquisitivo de las personas. Era necesario realizar frecuentes volteos para disminuir la humedad y aproximarla a un valor óptimo de 60%.

El valor obtenido en la relación C/N fue de 17.9. La misma puede variar entre 11-30/1 (Schuldt, 2004) o entre 15-35/1 (INTA) en este tipo de material, considerándose una adecuada relación en el material fresco a compostar de 20 a 30/1 (Sztern, 1999). Una relación baja puede hacer que se pierda nitrógeno por falta de estructuras de carbono que permitan su retención y que el tiempo de compostaje se dilate ya que los microorganismos no tienen la suficiente cantidad de carbono y se retrasa el crecimiento de la población.

El material a compostar era ácido, por debajo del rango aceptable de 5.5 a 9 (Soto et al., 2002).

Compostaje de los RSU

Al iniciarse el compostaje se intensificó la acidez hasta un pH 3 debido posiblemente a la formación de ácidos orgánicos. El ascenso de valores de pH registrados en los días sucesivos se pudo deber a que los microorganismos consumen los ácidos formados, llegando al máximo pH de 9 y estabilizándose en un valor de pH 7.5. Esta variación se muestra en el Figura 1.

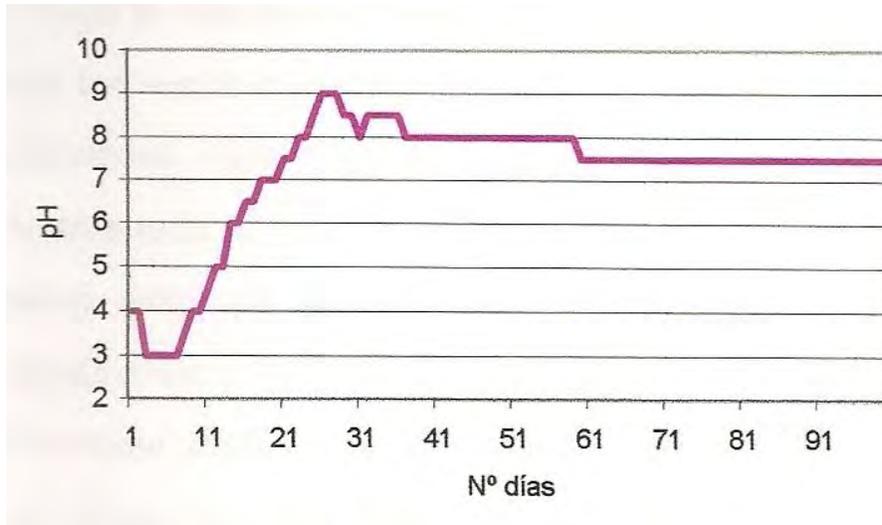


Figura 1. Evolución del pH en el proceso de compostaje de los residuos

Otro parámetro importante tenido en cuenta fue la temperatura. El compostaje es un proceso exotérmico y sufre variaciones durante su desarrollo. En la primera etapa, hubo un pronunciado ascenso de la temperatura hasta mantenerse en la región mesofílica (30 a 40°C). Los descensos pronunciados que se observan en el Figura 2 pueden originarse por el riego realizado para mantener la humedad en valores normales (35-60%), el agregado de materia triturada y a los volteos para favorecer la aireación y disminuir así el mal olor generado por procesos anaeróbicos (en zonas donde el volteo y la aireación fueron insuficientes). En el momento de mezclar, la temperatura puede caer hasta 10°C para luego retomar el nivel anterior en pocas horas. Al finalizar el compostaje la temperatura interna se estabilizó en valores cercanos a los 20°C.

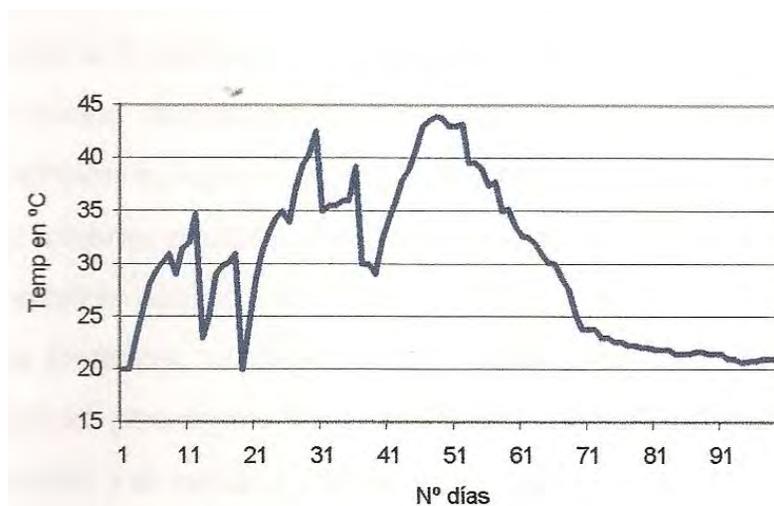


Figura 2: Evolución de la temperatura en el proceso de compostaje de los RSU.

El riego se realizaba en forma de lluvia evitando la formación de charcos para que el agua no llene los vacíos que existen entre las partículas y desplace al aire. Se medía en forma práctica la humedad, regando en forma moderada y repitiendo el riego al cabo de unas horas.

Durante todo el proceso de compostaje se observó la proliferación de moscas. Su control se realizó cubriendo la superficie con un manto de restos de corte de césped de jardín, que además ayuda a disminuir la pérdida de humedad del sustrato.

El proceso terminó cuando los valores de temperatura y de pH se estabilizaron, los materiales que componían el sustrato no se identificaban fácilmente y no había olores desagradables. Esto ocurrió aproximadamente a los 95 días de comenzado el proceso.

Luego se mezcló el sustrato para homogeneizarlo y por el método de cuarteo se seleccionó una muestra para realizarle determinaciones químicas, cuyos resultados se exhiben en la Tabla 1.

Tabla 1: Determinaciones químicas realizadas a muestras de la fracción orgánica separada de los RSU, los residuos compostados y el lombricompostado generado.

Determinación	Valor			Unidad
	Fracción orgánica RSU	RS compostados	Lombricompostado	
Humedad	81,8	64,4	54,8	%
pH	4,1	7,5	7,1	Unidades de pH
Fosfato	0,1	0,1	0,01	g PO ₄ /100g muestra seca
M. O.	90,5	74,1	42,5	g /100g muestra seca
Cenizas	9,5	25,9	57,5	g /100g muestra seca
Carbono	50,3	41,1	23,6	g C /100g muestra seca
Nitrógeno Total	2,8	1,5	1,1	g N /100g muestra seca
Relación C/N	17,9	26,9	21,1	

Producción de lombricompostado

El material compostado era trasladado a cajones cubiertos por alambre de pajarera para evitar la entrada de animales. Se realizó la prueba de supervivencia P20 de las lombrices como medida precautoria para comprobar la aptitud del sustrato para recibir las. Luego se lo humedeció e introdujeron las lombrices. Durante todo el proceso se mantuvo el sustrato, mediante riego, con un valor de humedad cercano al 80%, necesario para desarrollar el ciclo biológico de *Eisenia foetida*. El pH inicial medido con cinta tuvo un valor de 8 unidades. Con el transcurso de los días se pudo observar que el espesor del

sustrato dispuesto inicialmente iba descendiendo por compactación y consumo, a la vez que las lombrices se reproducían (aparición de los cocones).

El lombricomposto estuvo listo cuando el material adquirió el aspecto de borra de café, las lombrices estaban cerca de la superficie y el pH se estabilizó en 7. A partir de allí se retiraron las lombrices, se mezcló para homogeneizar el producto obtenido y tamizó utilizando una zaranda para separar los materiales que no se desintegraron totalmente con una apertura de 1 cm, se cuarteó y se mandó a analizar una muestra (Tabla 1).

Reducción de residuos a ser dispuestos

En la ciudad de Trelew se generan aproximadamente 70 toneladas/día de residuos que se disponen en el basural a cielo abierto (Tappari, comunicación personal), a razón de 0.7 Kg/habitante/día y de ellos el 42.5% corresponden a la fracción orgánica putrescible (Tappari, 2000).

Si cada familia reconvirtiera los desperdicios orgánicos generados, calculados en una familia tipo de la ciudad en 1.2 Kg/día, podría obtener cerca de 240 Kg anuales de lombricomposto, que puede utilizarse en la huerta y/o en el jardín, suponiendo que se realiza en un lecho con una población de lombrices próxima a la capacidad de porte y con un rendimiento del 55% (Schuldt, 2004). Esto significa que, si toda la fracción orgánica de los residuos generados en la ciudad de Trelew se sometiera al proceso de compostaje, disminuiría aproximadamente a 40 toneladas/día los residuos sólidos de la ciudad a disponer en el basural a cielo abierto, esto sin tener en cuenta la reutilización que además podría hacerse de materiales de la fracción inorgánica (aluminio, vidrio, cartón, etc.).

Participación de los vecinos

La encuesta realizada a las diez familias participantes al final del trabajo no es representativa de la ciudad de Trelew. Reveló que al 90% de las familias no le resultó molesto separar los residuos generados en dos recipientes y al 10% sólo a veces; el 100% de los integrantes de la familia cooperaron en la separación y la realizaban todos los días. Todas las familias (100%) observaron una disminución del volumen de residuos que disponían en el cesto. El 100% nunca había realizado la separación de los residuos en origen pese a estar informados sobre la posibilidad de darles un valor agregado (compostaje, reciclaje) y todos los encuestados estarían dispuestos a cooperar si se realizara este trabajo a nivel barrial o municipal.

Proceso de compostaje y lombricultura llevado a escala en la ciudad de Trelew

Datos:

Producción per cápita: 0,7 Kg/habitante/día (Tappari, comunicación personal)

Número de habitantes: 100.000

Total de RSU generados en Trelew: 70 toneladas/día

Porcentaje en peso de la fracción orgánica putrescible: 42,5%

Peso específico (P.e.) de esa fracción: 291 Kg/m³ (Tchobanoglous)

Volumen inicial de esa fracción orgánica putrescible (Peso (Kg) fracción orgánica/ P.e.): 102m³

Cálculo para la reducción en peso y en volumen a transportar hasta el sitio de disposición final: $(P_i - P_f) = 29.750$ Kg se reducirían los RSU por día.

Peso específico (P.e.) de los RSU: 300 Kg/m³ (Tchobanoglous)

RSU Vi: $\text{Peso total (Kg/día)} / \text{P.e. RSU} = 233$ m³

Con el dato del rendimiento se calcula el % transformado en lombricompost: 23% del total de los RSU (con un rendimiento del 55%).

CONCLUSIONES

- El proceso de separación en origen y posterior lombricompostaje de la fracción orgánica es un medio económico y relativamente sencillo de reducir los residuos rápidamente putrescibles que se disponen finalmente.
- No resulta difícil concientizar a los vecinos de la cantidad de basura que se genera por familia y que podría disminuir si se realizara la separación en origen y compostaje de esa parte orgánica.
- Realizando la separación en origen de la fracción orgánica, se elimina alrededor del 40% en peso de los RSU que actualmente se disponen y se obtendría un 23 % del peso total de RSU en lombricompost.
- Se generó interés en las familias participantes por darle un valor agregado a la fracción inorgánica de los RSU generados (botellas, latas) y gran preocupación por el destino de las pilas que se disponen con la basura mezcla y de los medicamentos desechados (que se incluyen actualmente en la basura). Faltaría brindarle información al vecino sobre este tipo de residuos especiales.
- La producción de lombricompost generado a partir de la fracción orgánica de los RSU evita su disposición final, disminuyendo la cantidad de residuos a

disponer en el relleno sanitario y constituyendo de por sí un excelente mejorador de suelos para macetas, jardines, plazas, etc.

- Es importante destacar la necesidad de la mejora de la técnica para poder lograr una etapa termófila alta y sostenida, además realizarle otros análisis como, por ejemplo, índices de germinación y/o supervivencia.
- Es imprescindible el acompañamiento a las familias que realizan la separación de la fracción orgánica para que tomen conciencia de la importancia de su gestión en la disminución del material que se dispone finalmente.
- En una gestión de residuos se debe evitar la degradación anaeróbica que produce la liberación de metano (gas de efecto invernadero), para ello es importante reducir la cantidad de materia orgánica que es volcada en los basurales.
- En los municipios que realizan la separación de RSU, los productos obtenidos del compostaje y del lombricompostaje no deben aplicarse en el circuito fruti-hortícola, sí en cambio, en parques, jardines, forestaciones por poder presentar restos de contaminantes. Si el compostaje se realiza en cada domicilio podría utilizarse el producto en la huerta por ser de procedencia conocida y carecer de material potencialmente contaminante (pilas, restos de medicamentos, etc.).
- Se recomienda como una alternativa en la gestión de residuos realizar la separación y compostaje de los RSU en localidades pequeñas, comenzando con una concientización en los chicos para que transmitan la importancia de este procedimiento a sus familias.
- La implementación de este sistema de separación en origen evita que la recolección movilice grandes cantidades de residuos y disminuya drásticamente los que son dispuestos finalmente.
- Si el compost o lombricompostado es realizado a nivel municipal y se lo reparte entre los vecinos que realizaron la separación en origen, es prioritario regular el etiquetado para asegurar que ninguna familia lo utilizará en su huerta.
- En la toma de la temperatura, se recomienda el uso de termómetros de alcohol o digital para evitar que un golpe rompa la columna de mercurio y contamine el sustrato.

REFERENCIAS

- CERRANO, O. 1994. Experiencia de utilización de lombrices rojas en el reciclaje de residuos orgánicos domiciliarios. V Jornadas Nacionales de Lombricultura, Córdoba.
- COMPAGNONI, L., PUTZOLU, G. 1998. Cría moderna de lombrices y utilización rentable del humus. (1° edición). Barcelona: De Vecchi S.A.
- FERRUZZI, C. 1986. Manual de lombricultura (2° edición) Madrid: Ed. Mundi Prensa.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (1999). Curso de capacitación a distancia sobre lombricultura.
- KIELY, G. 1999. Ingeniería Ambiental. Capítulo 14 Compostaje, México: Mc Graw Hill.
- PUERTA ECHEVERRI, S. 2003. Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. Revista Lasallista de Investigación N°6 Vol. 1, 56-65.
- SCHULDT, M. 2004. Lombricultura y residuos domiciliarios. CIEFAP Patagonia Forestal N°1 Año IX, 17-18.
- SCHULDT, M. 1994. Lombricultura práctica (1° edición) Buenos Aires: Ed. Sur.
- SOTO, G Y MUÑOZ, C. 2002. Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost y su empleo en la agricultura orgánica. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología Costa Rica N°65, 123-129.
- SZETERN, D. Y PRAVIA, M. 1999. Manual para la elaboración de compost: bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud.
- TAPPARI, F. 2000. Relevamiento del uso de la basura por animales y descripción del rol del hombre en el basural de Trelew. Tesina de la Tecnicatura en Protección y Saneamiento Ambiental, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
- TCHOBANOGLIOUS, G., THEISEN, H. Y VIGIL, S. 1998. Gestión integral de residuos sólidos. (2° edición, Vol. I, II). México: Mc Graw Hill.

Comunidad y GIRSU

PROGRAMA PERMANENTE DE SEPARACIÓN EN ORIGEN Y RECICLADO

Lemos, Marina¹; Capodoglio, Graciela¹; Murga, Marta¹

¹Asociación Patrimonio Natural del Pilar, Provincia de Buenos Aires, Argentina

ingmarinalemos@gmail.com

RESUMEN

El Partido del Pilar, Buenos Aires, en el año 1980 contaba con 84.000 habitantes (INDEC, 2006), por un gran cambio demográfico llegó a los 300.000 habitantes en el año 2010 (INDEC, 2010). De la mitigación de impactos de este crecimiento, la Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) es un tema pendiente. Se registra una generación superior a las 400 toneladas/día de residuos sólidos urbanos (RSU), importantes basurales clandestinos, contaminación de arroyos y del río Luján, muy afectado además por endicamientos de basura.

La Provincia de Buenos Aires, reglamentó la Ley 13.592/10 de GIRSU. Según esta norma los municipios bonaerenses deben elaborar planes que apunten a incorporar paulatinamente la separación en origen y la valorización, la reutilización y el reciclaje, estableciendo, entre otros, metas progresivas de reducción en la disposición final de los RSU. Pilar aún no lo ha cumplido y aunque existen algunas iniciativas, no alcanzan a dar solución a tan gran problemática.

La Asociación Patrimonio Natural comenzó a gestarse en el año 2002 con el objetivo de aumentar los espacios verdes públicos y trabaja en convenio con el Municipio del Pilar, gestionando la Reserva Natural Municipal del Pilar. La Institución lleva adelante, un vivero de plantas nativas e implementa un programa permanente de separación en origen y reciclado. Los elementos que los participantes del Programa llevan a la Institución y puntos de acopio son acondicionados por voluntarios en la Sede. Posteriormente son trasladados a los centros de reciclado. Los actores involucrados y la cantidad de materiales recibidos aumentaron considerablemente en el tiempo y se logró articular con una Cooperativa, complementado lo ambiental con lo social

El objetivo del trabajo es documentar la experiencia de la Asociación, dejar constancia que ha resultado una alternativa exitosa en cuanto a los aspectos educativos y de gestión y que puede ser replicable.

Palabras clave: RSU, comunidad, programa, reciclado

INTRODUCCION

El Partido del Pilar, Provincia de Buenos Aires, en el año 1980 contaba con 84.000 habitantes (INDEC, 2006), ha sufrido un gran cambio demográfico llegando a los 300.000 habitantes para el año 2010 (INDEC, 2010). De la mitigación de impactos de este crecimiento, la Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) es un tema pendiente. Se registra una generación superior a las 400 toneladas/día de residuos sólidos urbanos (RSU), existen importantes basurales clandestinos, contaminación de arroyos y del río Luján, también muy afectado por endicamientos de basura que obstruyen el libre flujo del agua.

La Provincia de Buenos Aires, en agosto de 2010 reglamentó la Ley 13.592 de GIRSU, sancionada en diciembre de 2006. Según esta norma los municipios bonaerenses deben elaborar planes de GIRSU que apunten a incorporar paulatinamente en la disposición inicial la separación en origen y en la gestión municipal la valorización, la reutilización y el reciclaje, estableciendo, entre otros, metas progresivas de reducción en la disposición final de los RSU. Pilar aún no lo ha cumplido y aunque desde la Secretaria de Educación se realizan campañas de recolección de pilas y la campaña “Tu Manzana Recicla” desde el área de Salud Ambiental, no alcanzan a dar solución a tan gran problemática.

La Asociación para la Protección del Patrimonio Natural del Partido del Pilar (en adelante Asociación Patrimonio Natural) comenzó a gestarse en el año 2002 con el objetivo de aumentar los espacios verdes públicos y trabaja en convenio con el Municipio del Pilar, gestionando la Reserva Natural Municipal del Pilar. La Institución lleva adelante, un vivero de plantas nativas del noreste bonaerense, denominado “El Cachafaz”. E implementa un programa permanente de separación en origen y reciclado (denominado “Centro de Reciclado 737”) para concientizar sobre la necesidad de gestionar los residuos, educa en la separación de trece categorías de materiales en: barrios, escuelas, comercios e industrias. Los elementos que los participantes del Programa llevan a la Institución y puntos de acopio son acondicionados por voluntarios y acumulados en la Sede. Posteriormente son trasladados a los centros de reciclado.

Los actores involucrados y la cantidad de materiales recibidos aumentaron considerablemente en el tiempo. Ejemplo de comunidades de Pilar que replicaron el modelo, ha sido el caso de Barrio Robles del Monarca y de Los Cerrillos entre otros. Se logró articular con una Cooperativa de Recicladores Urbanos, complementado lo ambiental con lo social.

El objetivo del trabajo es documentar la experiencia de la Asociación, dejar constancia que ha resultado una alternativa exitosa en cuanto a los aspectos educativos y de gestión y que puede ser replicable.

METODOLOGÍA

Dado que el presente trabajo, no es un riguroso estudio científico, sino una experiencia real dada por combinación de los saberes de profesionales y ciudadanos comprometidos de distintas áreas, con el agregado de la pasión de personas preocupadas por el futuro de nuestro ambiente y nuestra sociedad, el esquema del presente apartado tendrá una estructura particular. Se han establecido, en base al desarrollo del programa las siguientes etapas:

1. Antecedentes:
2. Nacimiento del programa:
3. Crecimiento del programa:
4. Articulación ONG-ESTADO:
5. Actualidad del programa:

Antecedentes

Como se verifica en los artículos periodísticos del año 2002 (Zapiola, C., 2002) y 2003 (Resumen, 2003), la zona de ingreso a la Reserva Natural Municipal del Pilar, constaba de un basural a cielo abierto, que originalmente había sido autorizado por la Municipalidad, como sitio de disposición de residuos de poda y demolición.

Ya en el artículo del diario nacional (Zapiola, C., 2002), se deja de manifiesto la necesidad de una estrategia para la gestión de los residuos sólidos iniciativa que sigue a la espera luego de once años. En el diario local, puede apreciarse el énfasis en las acciones de la ONG (Resumen, 2003).

Con el compromiso de la comunidad, el reclamo a autoridades y a la empresa recolectora de residuos contratista del Municipio, se lograron erradicar del lugar, más de 20 contenedores de 20m³ de basura. Esto se realizó principalmente en jornadas de limpieza, en el marco de la campaña mundial a limpiar el mundo, llevadas a cabo en el mes de septiembre de cada año, además del trabajo voluntario realizado todos los días sábados desde la declaración de reserva natural en agosto de 2003 y cada día desde la presencia constante de guardaparques desde el año 2008.

Fuera de las jornadas, las bolsas de residuos recolectadas por los guardaparques, voluntarios y visitantes, son derivadas en los vehículos de los voluntarios a la base de operación de la empresa transportista de residuos al servicio de la Municipalidad.

Este punto de partida, marca un hito educativo sumamente importante, el cual es incluido dentro del relato de la visita guiada en el predio del área protegida.

Nacimiento del Programa

Además de la inclusión del tema de remediación del basural dentro de la visita guiada educativa en la Reserva Natural del Pilar, se remarcan fuertemente a partir de problemáticas locales, las 4 Rs (rechazar, reducir, reutilizar y reciclar). Se toma la primera como la más importante de todas, dado que es la única que llevará a solucionar el problema de los residuos desde el origen, porque las restantes son solo formas de mitigar lo ya generado. Detectando la necesidad de ofrecer una alternativa a los visitantes y la comunidad para las otras tres, nace el “Programa Permanente de Reciclado”.

La gestión de los materiales reciclables, se tomó además en los primeros años de la ONG como una posibilidad de fuente de financiamiento. Las importantes donaciones de papel blanco procedentes de Aerolíneas Argentinas, gestionada por una de las fundadoras y otros materiales aportados por particulares, empresas o escuelas, sentaron las bases de lo que luego se conformaría en un programa educativo permanente. Al cabo del tercer año se comenzó a recibir también cartón, vidrio y metal. Y posteriormente variados plásticos.

En esta primera instancia, hasta el año 2009 los materiales reciclables se recibían en forma mezclada, siendo una tarea de los voluntarios, y principalmente de la responsable del centro de acopio, Marta Murga, su separación y posterior despacho.

Crecimiento del programa

En muy pocos años, las cantidades materiales acopiados y derivados a reciclado comenzaron a crecer, a la par del compromiso de la comunidad. Esto hizo necesario formalizar el programa en el año 2010, bajo un instructivo de separación en origen (Cuadro 1), con el objetivo principal de: educar y concientizar; alivianar el trabajo de los voluntarios; comprometer aún más a la comunidad; optimizar y mejorar el orden del espacio involucrado.

El Proyecto Permanente de Reciclado ha resultado exitoso en cuanto a la cantidad de materiales recibidos

;;;GRACIAS A TODOS!!!!

El principal objetivo de la Asociación Patrimonio Natural es la **Educación Ambiental**, por ello hemos decidido solicitar a los participantes entregar sólo residuos clasificados. Para facilitar la tarea les recomendamos elegir pocos materiales al principio, por ejemplo 3 o 4 del listado siguiente:

- PET cristal: botellas transparentes sin color (Ej.: Coca Cola) sin tapita y aplastadas
- PET color: botellas de color verde, azul o celeste (Ej.: Agua Mineral o Sprite) sin tapita y aplastadas
- Vidrio: sin requerimientos especiales
- Diarios: atados, sin revistas
- Revistas: atadas, sin diarios
- Papel blanco: Impresiones de computadora
- Tetabrik: enjuagado, aplastado y sin tapa plástica
- Cartón: sólo corrugado SIN cajas de remedio , cereales o similares
- Plástico soplado limpio amarillo: envases amarillos de lavandina, sin etiqueta ni tapa y aplastados
- Plástico soplado limpio blanco: envases de yogurt para beber (Ej.: Actimel o similar), enjuagados y sin etiqueta, envases blancos de Shampoo, lavandina o detergente sin etiqueta y aplastados
- Latas de aluminio
- Aerosoles de aluminio
- Latas de conserva , enjuagados

Cada material en bolsa aparte.

RECUERDE QUE LOS RESIDUOS SIN CLASIFICAR, CON RESTOS DE COMIDA, PAÑALES, BARRIDO, ETC, SE CONVIERTEN EN BASURA y los llevará Transur. Si tiene dudas consúltenos antes de traerlos.

EN LO POSIBLE ROTULAR LA BOLSA CON EL NOMBRE DEL GENERADOR Y EL TIPO DE MATERIAL QUE CONTIENE

Para los que se inician:

;;;Compostando en casa los residuos orgánicos y separando solamente las botellas de PET por color y los residuos de vidrio, disminuirá MAS DE LA MITAD tu bolsa de basura!!!!

Durante esta etapa los 13 materiales segregados y acondicionados eran entregados a distintos depósitos especializados en cada elemento reciclable:

- Papel, revista, diario, cartón: METALES RUTA 25, COOPERATIVA DE TIGRE.
- Hierro, Aluminio, Tetrabrik, Vidrio: DEPOSITO RICARDO, DEPOSITO PEROLA
- PET transparente, verde, celeste: RECICLADO LEO
- Tapitas: PLÁSTICOS ATLANTA, RECICLADO MTP
- Soplado y bazar: RECICLADO SÁNCHEZ
- Film polietileno: RECICLADO CESAR Y RECICLADO SANCHEZ

Este último material así como el denominado “bazar”, a pesar de no estar incluido en el listado, es separado por las personas y empresas que participan del programa, obligando a su gestión.

Al crecer la cantidad de materiales, se presentó el inconveniente de la disponibilidad de vehículos para la entrega. Además por ubicarse el centro de reciclado en un barrio alejado del centro de Pilar y sobre calle de tierra, se hizo complicada la logística para el retiro. Ya que no podían ingresar camiones de porte mediano a grande, por lo cual se empezaron a analizar opciones de cambio.

En junio de 2011, se traslada el centro de acopio a la ubicación actual, en la Sede de la ONG, sobre la ex Ruta 8. Al tratarse de un espacio más reducido, transforma considerablemente la logística de entrega. Con el cambio de lugar de acopio, se optimiza el retiro de los materiales por parte de una empresa acopiadora que adquiere 8 de las 13 categorías clasificadas. Queda a cargo de los voluntarios, la entrega del vidrio, chapa, tapitas, aluminio y film. Por otro lado, debido a la diferencia considerable de distancia del primer centro de acopio de la ONG con el actual, la recepción de materiales de algunas instituciones se discontinuó, pero esto no afectó considerablemente el volumen recibido.

Articulación ONG-Estado

En virtud de la experiencia desarrollada en los ocho primeros años, el conocimiento adquirido es presentado tanto a representantes del Estado municipal, como al nacional, esto último en las reuniones de Estrategia Nacional GIRSU, realizadas en la Secretaría de Ambiente de Nación durante el año 2011.

Se realizaron varias gestiones a nivel municipal para interesar a la recientemente creada Secretaría de Salud Ambiental, en la posibilidad de trabajo conjunto para optimizar y fomentar la separación en origen. Se gestionó una propuesta de coordinación de un Taller con Dirección de Medio Ambiente, Secretaría de Educación, Higiene Urbana, Espacios Verdes y otras áreas de interés. Lamentablemente la propuesta de Taller en una mesa

conjunta de debate con las distintas áreas municipales y la empresa transportista de los residuos se transformó en una charla de representantes de Patrimonio Natural a empleados del área de Salud Ambiental, sin mayor trascendencia en la gestión institucional.

A nivel provincial, también se trabajó en el año 2010, en la capacitación de agentes de difusión ambiental, por parte de Graciela Capodoglio, Educadora Ambiental. La iniciativa no tuvo continuidad.

Actualidad del programa

El año 2013, décimo aniversario de la organización, implicó muchos avances. Algunos fueron programados; como el acondicionamiento de la infraestructura de la Reserva Natural Municipal del Pilar, motivado sobre todo por un crecimiento de los fondos generados por la producción de plantas del vivero de especies nativas y otros que debieron resolverse sobre la marcha.

Esto motivó el análisis de la situación de ocupación de voluntarios, de esfuerzo y recursos en ambos proyectos. Representando según el balance del primer semestre del 2013 los aportes del Programa de Reciclado, simplemente un 10% de los ingresos totales. Es entonces que se comienzan a buscar alternativas para optimizar su gestión, teniendo en claro que por definición el programa permanente no podía discontinuarse pero sí necesitaba en primera instancia la derivación de materiales a una institución que contara con recursos humanos para hacerse cargo de ello.

Luego de analizar varias iniciativas locales de Cooperativas y de Higiene Urbana de la localidad más cercana, se afianzan los vínculos con la Cooperativa Reciclado del Norte, una entidad de la localidad de Derqui que agrupa aproximadamente a 200 recuperadores urbanos. Los materiales que las escuelas, empresas, familias y comercios, acercan a la ONG, en este momento son sólo acopiados en materiales celulósicos, que quedan en un depósito cubierto y el resto al que se asignó otro sector, siendo semanalmente retirados por la Cooperativa. Esto ha agilizado enormemente el trabajo de los voluntarios y a la vez, ha podido destinar mayor tiempo de ellos para el desarrollo de tareas en el vivero. Además de requerir mínimo espacio de acopio. A la par, que se beneficia una segunda organización que dignifica el trabajo de los recuperadores urbanos de la Ciudad de Derqui, aportándoles fuente de trabajo.

Como iniciativa reciente, la ONG decidió replicar una experiencia de varios municipios de la Provincia de Buenos Aires, denominado ECO CANJE. La propuesta se difundió en primera instancia vía redes sociales y gacetilla de medio periodístico, para acompañarse después con programas de TV y radio locales. La respuesta de la comunidad fue contundente, en 4 horas (convocatoria viernes 20 de septiembre de 11 a 15hs en la plaza central de la ciudad) se recibieron materiales de 120 personas, a las cuales se entregó un

plantín nativo de sen del campo (*Senna corymbosa*). Se recolectó un volumen de reciclables equivalente a una semana de recepción en el centro de reciclado.

También paralelamente desde el año 2011 se han desarrollado otros proyectos como el de la sociedad de fomento del Barrio Robles del Monarca, quienes luego de una serie de charlas de capacitación y motivación, implementaron un sector de acopio de PET cristal y verde, que se encargan de gestionar. Un caso similar lo constituye el Barrio los Cerrillos, donde los jóvenes de la comunidad se encargan de llevar adelante un programa de separación replicando el de la Asociación y derivan a la sede los materiales.

RESULTADOS

En la Tabla y Figura 1 se muestra la cantidad de materiales separados y gestionados para reciclado desde el año 2003. Puede observarse que la cantidad de materiales recuperados ha aumentado notablemente a lo largo del tiempo. Lo que indica que las campañas realizadas han tenido un efecto positivo en la participación de la comunidad.

Tabla 1. Reciclado de materiales entre los años 2003 y 2012

Año	Kilos	Materiales
2003	200	Papel
2004	300	Papel
2005	725	Papel, Cartón, Vidrio, Metal
2006	975	Papel, Cartón, Vidrio, Metal
2007	4320	Papel, Cartón, Vidrio, Metal, Plásticos
2008	7000	Papel, Cartón, Vidrio, Metal, Plásticos
2009	14000	Papel, Cartón, Vidrio, Metal, Plásticos
2010	19000	Papel, Cartón, Vidrio, Metal, Plásticos
2011	24000	Papel, Cartón, Vidrio, Metal, Plásticos
2012	28000	Papel, Cartón, Vidrio, Metal, Plásticos

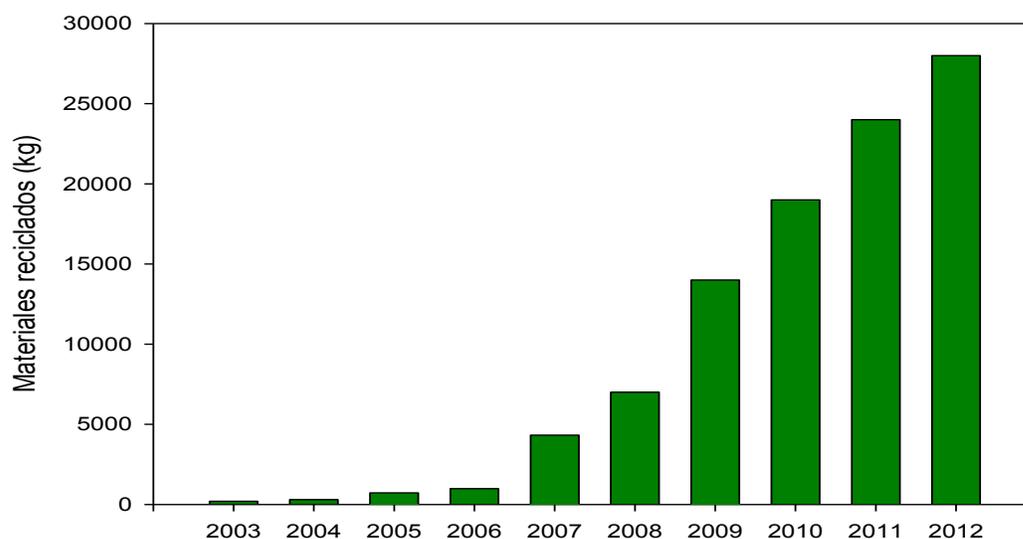


Figura 1. Reciclado de materiales entre los años 2003 y 2012.

En el Balance 2012 de la Asociación Patrimonio Natural, el ingreso por materiales reciclables representó 20% del total. En el año 2013 afianzando acciones con otra ONG dedicada a proyectos de Responsabilidad Social Empresaria, el ingreso de fondos por plantaciones de especies nativas se incrementó, resultando que durante el primer semestre del año, el valor de ingresos por reciclado cayó a un 10%, situación que motivó a la Comisión Directiva de la ONG, a buscar alternativas, a la gestión del programa con la idea de focalizar el esfuerzo de los voluntarios en las actividades del vivero.

En Agosto de 2013, se comienza el trabajo conjunto con la Cooperativa Reciclado del Norte, contándose con un retiro semanal de materiales, lo que ha resultado en una mayor eficiencia en las tareas desarrolladas y en el orden del espacio destinado al reciclado además de su notable reducción. Cabe destacar que para realizar los despachos de PET y el resto de los materiales con la logística anterior, debía destinarse una zona de acopio de 20m³ para garantizar que el flete a realizar por la empresa recicladora, resultara óptimo económicamente.

Dentro de los trabajos previstos en conjunto con la Cooperativa, se espera presentar una nueva propuesta a la Secretaría de Salud Ambiental, potenciando el trabajo de ambas Instituciones y el Estado.

DISCUSIÓN

Desde el ámbito de la educación ambiental, la Institución apunta principalmente a lograr nuevamente la conexión del hombre con la naturaleza y a bregar por personas comprometidas con el respeto de sus ritmos. En lo que respecta específicamente a GIRSU, el accionar de la organización enfatiza en la necesidad de lograr que la población aplique el consumo responsable. Por esa razón, se hace hincapié en rechazar, lo que implica cuestionarse la real necesidad de lo que se adquiere, analizar el origen del producto y su impacto sobre la comunidad y el ambiente, pensar que pasará con el producto en su totalidad una vez que se haya consumido y así apuntar a la reducción del consumo. Luego se trabajará sobre las demás Rs como parte de nuestro compromiso con la comunidad y el ambiente. Haciendo énfasis en el reciclado como un compromiso ético de hacerse cargo del residuo generado y ofreciendo a la comunidad una solución a esa inquietud.

La Asociación cuenta con un fuerte apoyo de los voluntarios que se suman día a día en este trabajo. Entre ellos se incluyen Voluntarios Alemanes, que se establecen por un año en la Sede, a raíz de un convenio con la Organización Alemana IN VIA, parte del Programa Weltwärts del gobierno Alemán.

Se entiende que se transita una gran crisis de valores, donde solo la Escuela no podrá hacer frente a los cambios necesarios, sino que se debe trabajar con los adultos, para que se modifiquen conductas y principalmente para que desde el seno del hogar, se trabaje la ética. Sin dejar de lado la tan necesaria capacitación docente y reformulación de ella en algunos aspectos, por ello se trabaja con variadas instituciones.

La crisis también se encuentra instalada en el sistema político, donde se hace difícil contar con políticas de Estado que encaucen los temas ambientales que se padecen desde décadas atrás. Como un simple ejemplo, en los diez años que lleva la Institución, han pasado ocho funcionarios en el área de ambiente local, los cuales han tenido que ser notificados oportunamente de los problemas ambientales, al inicio de su gestión. Es llamativo que mientras los funcionarios técnicos van cambiando, la empresa que realiza la recolección de los residuos sigue siendo la misma, y trabajando de la misma manera desde sus inicios, sin incorporar hasta el momento ningún cambio favorable en la Gestión de los Residuos Sólidos. Participando en la discusión de agenda pública la institución está representada en diferentes comisiones y mesas intersectoriales, entre otras: comité de Cuenca del Río Luján y Municipio Saludable.

Otro punto a tener en cuenta es la coherencia entre el discurso y la acción, en un Municipio que tiene una impronta de Verde, el déficit de áreas verdes públicas por habitante está entre los más críticos del AMBA, menos de 0,5m² por habitante, sin existir hasta el momento un plan estratégico que lo revierta/remedie/restaure y en muchos casos

desestimando reclamos de la comunidad al respecto. Siendo este el disparador para la creación de la Reserva Natural.

Cabe destacar también, otra situación que conspira contra una efectiva GIRSU, como sucede en otras jurisdicciones del ámbito estatal, el trabajo interdisciplinario y entre áreas, es casi inexistente, agravando aún más la situación y llevando en muchos casos al derroche de recursos económicos y humanos, entre otras cosas por realización simultánea de proyectos similares.

CONCLUSIONES

La experiencia desarrollada durante estos diez años permite concluir que:

1. Mediante la educación ambiental, es posible lograr un cambio en la comunidad que permita incorporar la práctica de la separación en origen.
2. Se pueden llevar adelante proyectos de segregación y gestión de materiales reciclables en pequeña a mediana escala en barrios, escuelas, comercios e industrias.
3. Es posible la articulación entre distintos actores de la sociedad civil.
4. La GIRSU no pasa exclusivamente por un tema de recursos económicos sino por decisión política que lleve a lograr desarrollar un grupo de personas comprometidas al trabajo en equipo y en garantizar la continuidad de los proyectos, permitiendo y promoviendo el compromiso comunitario.

Por todo lo anterior, como ya fuera desarrollado por Capodoglio, G. (2009) el trabajo de la Asociación Patrimonio Natural se desarrolla dentro de una perspectiva de sustentabilidad súper-fuerte, teniendo en cuenta la clasificación de Gudynas, E., 2011. La situación de crisis y la variedad de interrogantes son los que ha permitido el avance del proyecto. Esta no es sólo una propuesta técnica ni una buena propuesta gubernamental es un fuerte compromiso de amplios sectores sociales que ocupan un escenario social que está vacío y se debe conquistar.

AGRADECIMIENTOS:

A todos los voluntarios y colaboradores que trabajan haciendo realidad los proyectos.

A las instituciones educativas que confían en nuestra Organización.

A nuestras familias que nos apoyan en este trabajo voluntario.

REFERENCIAS

- CAPODOGLIO, G. 2009 La participación ciudadana y el ambiente. Congreso Latinoamericano de Educación Ambiental, Buenos Aires
- Ecología Urbana: Limpieza en la reserva. Diario Resumen, 23 setiembre 2003.
- GARAY, D. Y FERNÁNDEZ, L. 2013. Biodiversidad Urbana: Apuntes para un sistema de áreas verdes en la región metropolitana de Buenos Aires. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento
- GUDYNAS, E. 2011. Debates sobre cooperación y modelos de desarrollo: Perspectivas desde la sociedad civil en el Ecuador. Quito: Centro de Investigaciones CIUDAD y Observatorio de la Cooperación al Desarrollo.
- INDEC, 2010. Censo Nacional de Población.
- SCHMBER, P. Y SUAREZ, F. 2007. Recicloscopio: Miradas sobre recuperadores urbanos de residuos de América Latina. Buenos Aires: Prometeo.
- SHAMMAH, C. 2009. El circuito informal de los residuos: Los basurales a cielo abierto. Buenos Aires: Espacio.
- ZAPIOLA, C. 2002. El distrito busca una solución para los residuos hogareños: Los camiones evitan a la CEAMSE y tiran los residuos en descampados. La Nación, 23 junio 2002.

GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE SELVA-SANTIAGO DEL ESTERO

Sánchez de Pinto, M. Inés¹, Jorge de Cuba, Emilse¹, Rodriguez, Gabriela Vanesa¹
Ferreira Grassi, M. Florencia¹, Roman, Soledad², Polo, Alfredo³

¹Instituto de Ciencias Químicas.

²Área de comunicación-Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

³Instituto de Ciencias Agrarias-CSIC-Madrid-España.

inesdep@unse.edu.ar

RESUMEN

Los residuos residenciales de la municipalidad de Selva eran recolectados dos veces por semana y depositados en un basural a cielo abierto, con las consecuencias ambientales y sociales de dicha gestión. Desde marzo de 2011 se comenzó con la implementación de un Programa de Educación Ambiental con la colaboración de los docentes y empleados municipales y docentes y estudiantes de la FAyA-UNSE. Se logró un cambio en la actitud de los vecinos: de indiferentes hacia el destino de los residuos que generan a comprometidos y responsables, clasificando y separando sus residuos en tres bolsas. Desde julio 2013 se realiza la recolección diferenciada a toda la población, recolectando lunes, miércoles y viernes los residuos biodegradables y enterrables, mientras que martes y jueves los reciclables secos. El 65% de la población considera agradable la tarea de separación y 75 % considera que no es complicada. Se diseñó y construyó un nuevo sitio de disposición final con tres grandes zonas. La zona de enterramiento con 2 celdas donde se depositan los no reciclables, se compactan y cubren con suelo, la zona de separación y acopio constituida por un galpón con 8 boxes para acopio de los diferentes reciclables secos (cartón, botellas y envoltorios plásticos, botellas de vidrio, latas) y lugar de pesada y enfardado para su posterior comercialización, y la zona de compostaje con 1 bases de cemento de 8mx10m en la que se ubican los residuos húmedos o biodegradables son tratados mediante la biotecnología del compostaje durante 120-180 días. Los compost obtenidos son utilizados como mejoradores de suelos en espacios verdes municipales. Los residuos recolectados durante agosto 2013 contenían 44% biodegradables, 23% reciclables secos, enterrando solamente un 33%. Separar en origen, optimizó el reciclaje y la comercialización, generando ingresos económicos extras y permitiendo en un futuro cercano aumentar el trabajo formal.

Palabras clave: gestión Integral, clasificar, compostaje, comercializar

INTRODUCCION

La Argentina cuenta con legislación tanto a nivel Nacional y como provincial relacionada con la Gestión Integral de los Residuos Domiciliarios (GIRD). La ley Nacional 25.916 sobre Gestión de Residuos Domiciliarios, en su artículo N°3 define a la GIRD como *“el conjunto de actividades interdependientes y complementarias entre sí, que conforman un proceso de acciones para el manejo de residuos domiciliarios, con el objeto de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población, comprendiendo las siguientes etapas: generación, disposición inicial, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final.”*

En la provincia de Santiago del Estero (28°S-64°W-Argentina), la gestión de todo residuo urbano que no esté incluido como peligroso, patogénico o radioactivo, es de incumbencia y responsabilidad municipal. Los municipios locales son encargados del manejo de los residuos domiciliarios y deben implementar los mecanismos tendientes a lograr: la clasificación y separación de los residuos en la fuente, la recuperación de la materia y/o energía mediante su reciclaje y la minimización en su generación (Ley provincial n° 6.321, art. n°71). Este marco legal les asegura un margen de autonomía y la capacidad de definir una estructura administrativa para la gestión de los servicios públicos, incluyendo la gestión ambiental Municipal.

La gestión integrada de los residuos sólidos urbanos (RSU) debe incluir la segregación domiciliaria y la recolección diferenciada de los RSU, como modo de mejorar la calidad y cantidad de los residuos utilizados como insumos en los procesos de aprovechamiento - reciclado y reuso- y, al mismo tiempo, presentar la especificidad necesaria para facilitar los distintos procesos de tratamiento de los RSU. La separación en origen es un prerrequisito para el compostaje. (Zurbrügg et al, 2004, García-Gil et al, 2008). La separación en origen aumenta la calidad del compost y reciclables y optimiza la incineración (Zhuang et al, 2008). Desde el punto de vista económico, la minimización de residuos genera un ahorro monetario a la sociedad al extender la vida útil del sitio de disposición final de los RSU. (Suttibak et al, 2008).

La Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU), diseñada por la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS, 2005), dependiente de la Jefatura de Gabinete de Ministros de la Nación, plantea soluciones tendientes a la implementación de una gestión integral adecuada de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), mediante propuestas de acciones futuras que pueden acordarse con los niveles provinciales y municipales, sin dejar de dar participación a las ONG y otras organizaciones sociales, instituciones científicas, académicas y profesionales, entre otras. Propone su focalización en cinco objetivos específicos: 1.-Reducción y valorización de los RSU: promueve la minimización de las cantidades de residuos a generar y también a

disponer, como asimismo alienta la maximización de su aprovechamiento y valorización. 2.- Implementación de las etapas de la GIRSU 3.-Clausura de basurales a cielo abierto. 4.- Recopilación, procesamiento y difusión de información. 5.-Comunicación y participación ciudadana.

Escasas Municipalidades de nuestro país (La Plata y Laprida) han logrado resolver en parte la separación en origen y el destino de sus residuos (Ferrazzuolo, 2009; La Plata; Laprida). En su inmensa mayoría, se opta por depositarlos en un pozo (vertedero incontrolado) o a campo abierto (vertedero a cielo abierto) en un lugar lo más alejado posible, para que se vuelvan invisibles a los pobladores o en terrenos que debido al gran crecimiento de la población quedaron próximos al ejido municipal.

Casi la totalidad de los municipios de la provincia de Santiago del Estero, sólo se limitan a retirar las bolsas de los domicilios y trasladarlas a un predio no muy alejado de la zona urbana, donde la quema y la acción de los factores naturales (viento, agua, microorganismos y animales) colaboran con la degradación de los residuos (Sánchez de Pinto et al., 2009).

La educación ambiental dirigida a desarrollar una población consiente y preocupada por los problemas que generan sus hábitos, no debe ser sólo teórica, sino fundamentalmente práctico y motivadora para promover en los individuos los cambios necesarios para solucionar los problemas presentes y prevenir los futuros.

La Universidad debe jugar un papel importante en la generación del conocimiento, en las metodologías de análisis de los problemas y colaborar en la búsqueda de soluciones. (Estatuto UNSE, 1997)

La municipalidad de Selva con una población de 3.500 habitantes (935 familias), se encuentra ubicada en el Departamento Rivadavia de la provincia de Santiago del Estero. Los residuos residenciales eran recolectados dos veces por semana y depositados en un basural a cielo abierto, con las consecuencias ambientales y sociales de dicha gestión

OBJETIVO

Describir la implementación en forma progresiva y sostenible de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) aplicada en el Municipio de Selva, que permitió, reducir el volumen destinado a disposición final, aplicando procesos de minimización y valorización, mediante la Reducción por separación en origen, el Rehúso, el Reciclado y la Recompra de los materiales procesados que aporten a la economía social sustentable, e incrementando la concientización y la activa participación ciudadana.

METODOLOGIA

Educación Ambiental

Estrategia educacional a capacitadores: directores y docentes de establecimientos educativos

Los capacitadores fueron formados mediante:

- Charlas informativas y cursos de actualización en Educación Ambiental dictados por Docentes del Instituto de Ciencias Químicas de la Facultad de Agronomía y Agroindustrias: “fase de conceptualización teórica”.
- Reuniones de trabajo, como “fase de formalización”. En ellas se identificó claramente lo que se quería realizar, por qué y para qué. Se impartieron instrucciones para realizar las visitas a los hogares en forma personalizada, distribución del material de divulgación, realización de encuestas, entrega de bolsas, etc.

Estrategia Educacional en la comunidad

Los capacitadores realizaron por lo menos tres visitas personalizadas en cada uno de los hogares. La primera visita tuvo como objetivo determinar el conocimiento de los moradores acerca de los problemas ambientales producidos por los residuos, investigar acerca de sus percepciones afectivas y mentales acerca de los residuos que generan. Se les entregó una encuesta que en algunos hogares fue contestada durante la visita y en otros hogares se la dejó y fue retirada a los dos días. La tabulación de la encuesta, permitió conocer: los diferentes componentes de los residuos generados en cada uno de los hogares y su predisposición a colaborar como protagonistas co-responsables en un programa de reciclaje. En una segunda visita se les entregó folletos explicativos y un sticker adhesivo en el que se detalla que tipo de residuos se deben colocar en cada una de las diferentes bolsas y los días de recolección de las bolsas con los diferentes materiales. Una posterior visita se realizó luego de cuatro semanas de implementada la recolección diferenciada, se realizó un cuestionario a fin de identificar a los seleccionadores de los residuos en el hogar, determinar si el espacio destinado en el hogar para la ubicación de los residuos implicó incomodidades, si el horario de recolección fue el óptimo y su predisposición a continuar participando activamente.

Sitio de disposición final

Diagnóstico, evaluación del sitio de disposición final utilizado por el municipio

La metodología utilizada para diagnosticar la situación de los basurales existentes fue la EPA/ATSDR (USA) y la OPS/OMS (Iberoamericana). Elaborado por el consultor ambiental y geólogo Fernando López.

Selección y preparación del nuevo sitio de disposición final

Planos y memorias elaborados por el Consultor Ambiental. Limpieza del terreno y construcción progresiva de las instalaciones proyectadas: celda de enterramiento con membrana para evitar percolación de lixiviados, bases de cemento para planta de compostaje, galpón con boxes para el acopio de materiales reciclables y zona para separación y prensado.

Recolección diferenciada

Diagramación de los circuitos, días y horarios de recolección diferenciada. Adaptar los camiones recolectores para la ubicación diferenciada de las bolsas recogidas de los hogares que realizan la segregación en origen.

Planta de Compostaje

Se construyó una base de cemento de 8mx12m con pendiente hacia una canaleta. En la base de cemento, los RSUBH son triturados manualmente con un machete y colocados en pilas, al aire libre y tratados mediante la biotecnología del compostaje (sistema abierto, con volteos periódicos). Se controla la aireación (con volteos periódicos), la humedad mantenida con riego (40-50%) y la temperatura (55-70`C durante 15 días con 5 volteos).

RESULTADOS Y DISCUSION

Educación ambiental-Campaña de Concientización

Planificación inicio de actividades. Designación de coordinadores municipales

Con el intendente y el coordinador de la UNSE, se convino la forma y tiempo en que se realizarán las acciones programadas y las responsabilidades de cada uno de los actores.

Se designó un coordinador municipal, que actuó de nexo entre el personal de la UNSE y los distintos delegados de los grupos participantes: colegios, escuelas, entidades vecinales, organizaciones comerciales, comunitarias etc.

Presentación del proyecto. Capacitación y Concientización. Propuestas de colaboración

Inicialmente, el Intendente convocó a los 11 directores de los Establecimientos Educativos (EE) de los diferentes niveles. En la reunión se presentaron los objetivos del proyecto.

Se dictó una charla de capacitación en las diferentes temáticas ambientales que abarcaba el proyecto: residuos, gestión de residuos y sus etapas, reciclaje, compostaje, separación en origen, etc. (Figuras 1 y 2).



Figura 1. Directores de establecimientos educativos



Figura 2. Docente UNSE capacitando

Los directores propusieron afectar a dos docentes de cada EE para que colabore en actividades de concientización a la comunidad.

Además, los directores eligieron una de las seis zonas en las que se dividió la ciudad (Figura 3), donde los docentes y algunos alumnos afectados realizarán las visitas personalizadas (casa por casa) para conversar con el vecino sobre los objetivos del proyecto que se implementará en la ciudad y realizar la *toma de una encuesta diagnóstico con su posterior tabulación*.

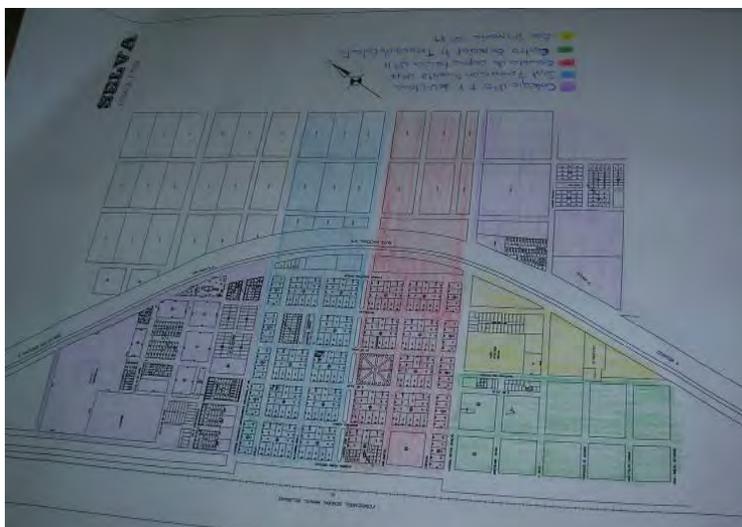


Figura 3. Plano de la ciudad dividido en seis zonas

Presentación de objetivos y etapas: a los docentes designados para colaborar, en la campaña educativa y comunidad interesada en general

Para los docentes y estudiantes de los EE afectados a colaborar con las actividades del proyecto, se realizó una Jornada de Información y Capacitación, en la que se presentaron los objetivos y etapas del proyecto a fin de lograr su participación activa en las actividades relacionadas con la Campaña Educativa (Figura 4).



Figura 4. Jornada Información y Capacitación

Al final de la presentación, se advirtió sobre la necesidad de lograr el protagonismo, compromiso y participación activa de todos los ciudadanos, a fin de que las metas fijadas en el proyecto se alcancen con éxito.

Elaboración del material didáctico de apoyo

Elaboración de encuestas diagnóstico para entregar a cada domicilio y determinar: los diferentes materiales que coloca cada familia en la bolsa de residuos y su actitud a colaborar como protagonistas co-responsables en un Programa de reciclaje.

Diagramación de etiqueta informativa (Figura 5).

 Biodegradables (húmedos)	yerba cáscaras restos de té y café restos de comida verduras y frutas	deposiciones animales cabellos y uñas servilletas usadas semillas; pastos
 Inertes (secos)	papeles secos latas envases plásticos botellas de vidrios	teles; bolsas cartón matales envases tetrabrik
 Sanitarias Obras	vidrios rotos pilas/baterías solventes/pinturas termómetros insecticidas tubos fluorescentes	medicamentos curitas; vendas preservativos toallitas femeninas pañales

Figura 5. Sticker

Concientización casa por casa. Toma de encuestas diagnóstico. Tabulación

Los seis grupos de docentes con o sin ayuda de estudiantes visitaron y tomaron encuestas a 665 familias (aproximadamente el 80% de los domicilios).

De la Tabulación de la encuesta diagnóstico se pudo determinar que:

- El 79% de los vecinos visitados coloca la basura toda junta en una bolsa mientras que un 18% la clasifica y separa y un 3% la quema. El 82% conoce el horario y la frecuencia de recolección de los residuos.
- La mayoría demostró conocer cuáles son los materiales que contaminan nuestro ambiente, destacando como más contaminantes a las pilas (92,0%), plásticos (70%), aerosoles (74%), remedios vencidos (55%), pañales (55%).
- Sobre la recuperación y reutilización de los materiales que colocan en la bolsa de residuos, 82% señaló plásticos, 79% el papel, 61% diarios y revistas, 61% vidrios, 53% latas de gaseosa, 52% maderas, 47% metales. Sólo un 27% señaló

como reciclables los restos de alimentos y un 19% restos de jardinería, lo que indicaría que los conceptos impartidos durante la visita personalizada sobre su separación y reciclaje en “compost”, fueron asimilados parcialmente o no reflejados en la respuesta, ya sea porque el encuestado no entendió el mensaje o fue otro integrante de la familia el que contestó la encuesta diagnóstica.

- Al 99% le pareció importante que sus residuos tengan un destino final amigable con el ambiente.
- El 97% aceptó clasificar y separar sus residuos en tres recipientes diferentes.
- Sugerencias dadas por la población encuestada:
- Colocación de canastos contenedores en las esquinas en cada barrio.
- Difusión en los medios de comunicación, enseñar sobre los tratamientos de los residuos.
- Control de los perros callejeros, que rompen las bolsas de basura y que podrían entorpecer lo propuesto en el proyecto.
- Las bolsas deberían ser sin costo
- Basural más alejado del pueblo
- Que los supermercados entreguen bolsas de colores
- Que se realice el proyecto: en esta sugerencia se evidencia una preocupación y duda sobre su ejecución (la que está bien fundamentada ya que es la tercera vez que se promete la realización de la recolección diferenciada de los residuos que se clasifique en origen).

Participación activa de los vecinos. Encuesta Opinión-Tabulación

Se aplicó una segunda encuesta luego de 30 días de realizar la clasificación y separación y recolección diferenciada. Se determinó que:

- El 82,2 % realizaban la separación y clasificación todos los días mientras que, un 11,5 % algunos días.
- El 96% consideró “claras” las instrucciones impartidas.
- Al 98% le pareció importante la tarea que estaba realizando
- Al 79,3% le resultó agradable, al 6% complicada y al 4 % incómoda la tarea de clasificar y separa los residuos en tres bolsas
- El 89% de la población continuaría separando indefinidamente.

Separación en origen-Recolección diferenciada-Ubicación en sitio de disposición final.

Luego de las sucesivas Campañas Educativas realizada en los distintos barrios de la ciudad se logró, que los vecinos clasifiquen y separen sus residuos en tres bolsas y los depositen en la vereda en forma diferenciada según los días programados. Inicialmente, la recolección diferenciada, se realizó los días lunes, miércoles y viernes, recolectando las tres bolsas de residuos en el mismo día.

La caja del camión recolector fue dividida en dos partes, en una parte se ubicaban las bolsas con residuos reciclable secos y en la otra parte los no reciclables o enterrables y en un tráiler enganchado atrás del camión, se ubicaban las bolsas conteniendo los biodegradables (Figura6).



Figura 6. camión recolector y tráiler

A fin de optimizar la recolección diferenciada, ya que a los recolectores se les complicaba la tarea de observar que materiales contenía cada bolsa y ubicarlos en el lugar del camión o tráiler, a partir de julio del 2013, se aumentó de tres a cinco días semanales la recolección a toda la población. Los RSUBH (restos de comidas y jardines) y los enterrables (no valorizables) se recolectan lunes, miércoles y viernes, y los reciclables secos (botellas de plástico y vidrio, bolsas plásticas, papeles, cartones, Telgopor, etc.) se recolectan los martes y viernes. Se cambió de un horario matinal a un horario nocturno, a partir de las 21hs.

El mayor costo de los cambios realizados en la recolección diferenciada es asumido por el municipio, ya que los ciudadanos, no están lo suficientemente concienciados respecto a los costos que demanda el manejo de los residuos sólidos, por lo tanto no quieren pagar por este servicio, consideran que es responsabilidad exclusiva de las municipalidades.

Construcción del nuevo sitio de disposición final-Clausura del basural a cielo abierto-Capacitación de operarios

Diagnóstico y evaluación del sitio utilizado para la disposición final (BCA) de los residuos recolectados

El resultado de la evaluación del basural a cielo abierto utilizado como depósito de los residuos municipales (Figura 7) fue:

- Basural con riesgo ambiental y de salud pública MODERADO.
- Riesgo/impacto ambiental general: de medio a alto (7,9).
- Recomendación. Clausurar BCA



Figura 7. Basural a cielo abierto

Selección y preparación del nuevo sitio de disposición final

El nuevo sitio para Separación, Acopio y enterramiento se construyó sobre un predio de 2,6 ha en un terreno municipal, alejado más de 2 Km. de núcleos poblacionales (Figura 8).

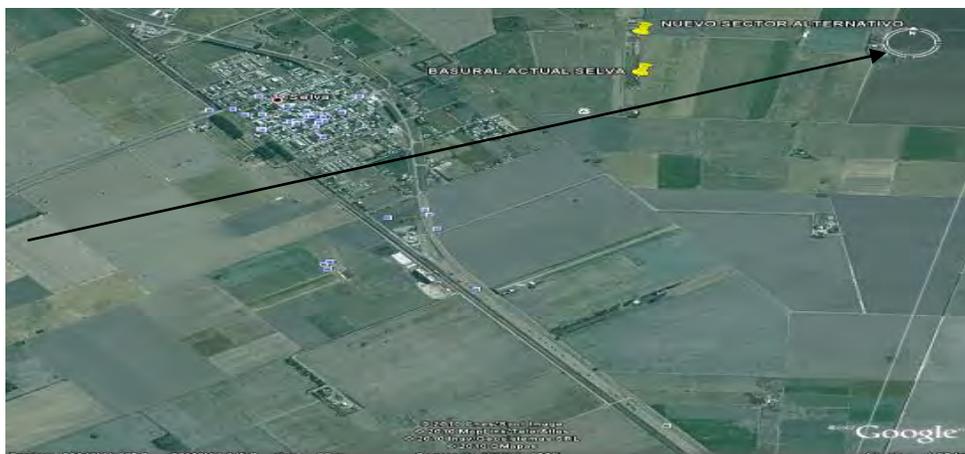


Figura 8. plano de la ciudad. Ubicación del nuevo sitio disposición final

En mayo 2011 se comenzó con la delimitación del nuevo terreno. Se realizó el desmalezamiento y la zonificación: separación, clasificación y acopio (Zona 1), Planta de compostaje (zona 2), cavas para enterramiento (zona 3) y ubicación de residuos peligrosos (zona 4).

Minimización y reciclaje

El 01/07/12 fue habilitada la Planta de Reciclaje de Residuos Urbanos y Sitio de Disposición Final (PRRUSDF). (El Liberal, 2012).

En el predio se construyó: un galpón para el acondicionamiento de los reciclables secos, una base de cemento de 8mx12m para el compostaje de los reciclables húmedos y una cava para el enterramiento de los reciclables.

El galpón posee una parte para el tratamiento de los residuos reciclables secos (portón grande (Figura 9) con 8 boxes en sus paredes laterales internas (Figura10) donde se depositan las bolsas que contienen los reciclables secos (botellas de vidrio y plástico, papeles, cartones, envoltorios plásticos, etc.), se separan según tipo de material, se prensan y los fardos se acopian en los boxes respectivos para su posterior comercialización. La otra parte del galpón está destinada al personal que trabaja en la planta con baño y cocina.

Lograr la comercialización de los materiales no resultó una tarea fácil, debido a las distancias que se encuentra la ciudad de los centros de compra. Ya se realizó la comercialización de 500Kg de papeles y cartones, lo que permitió vaciar los boxes que acopiaban dichos materiales generando un ingreso económico al municipio. La continuidad y aumento en la comercialización permitirá en un futuro muy próximo generar puesto de trabajo formal para la realización de dichas tareas, favoreciendo la sustentabilidad de la gestión.



Figura 9. Galpón



Figura 10. Interior del galpón con boxes a los costados y la prensa en el centro

En la base de cemento (Figura 11) se realiza el tratamiento de los residuos biodegradables húmedos mediante el compostaje. Los residuos son triturados manualmente con machete y son colocados en pilas al aire libre. En el centro de la pila se coloca un caño plástico perforado para favorecer la aireación.



Figura 11. Planta de compostaje. Galpón al fondo

Durante el proceso se controla la aireación (con volteos periódicos), la humedad mantenida con riego (40-50%) y la temperatura (55-70°C durante 15 días con 5 volteos). Durante 60 días iniciales los volteos se realizan dos veces por semana, y entre los 61-180 días los volteos se realizan cada 15 días.

La aptitud agrícola de los compost obtenidos se determinó mediante parámetros fisicoquímicos y biológicos en los Laboratorios del ICQ-FAyA-UNSE (Sánchez de Pinto et al, 2012). Los parámetros fisicoquímicos cuantificados (pH, conductividad eléctrica, %Materia orgánica, relación carbono/nitrógeno, %Carbono hidrosoluble, % nitratos y amonios, contenidos de metales pesados, coliformes totales y fecales) del compost,

cumplen con los valores de estabilidad y madurez para los compost de RSU exigidos por las normativas de la Comunidad Europea para su utilización en agricultura y como mejorador de los suelos de los espacios verdes municipales. Los primeros compost obtenidos fueron agregados a los suelos de los espacios verdes para mejorar su calidad.

Para el enterramiento de los residuos no reciclables se construyó una celda o cava de 50mx20m (Figura12), que ha sido previamente cubierta con una membrana impermeabilizante para evitar la infiltración de los lixiviados.

Las bolsas conteniendo los materiales no reciclables son depositadas, compactadas y tapadas con tierra



Figura 12: cava o celda donde se depositan los residuos enterrables

Clausura del basural a cielo abierto

Una vez habilitada la cava para el depósito de los materiales no valorizables, en junio 2012, se clausuró el basural a cielo abierto (BCA) y se está tratando de recuperar dicha zona que ha sido impactada negativamente.

Capacitación de operarios

Se realizó la capacitación de 11 operarios: tres en tecnología de compostaje, cuatro en clasificación y acopio de materiales reciclables (Figura 13) y cuatro encargados de recolección diferenciada (Figura 14).



Figura 13. Capacitación compostaje



Figura 14. Capacitación personal recolección residuos

El volumen y características de los residuos sólidos generados depende de varios factores, tales como: cantidad y nivel de vida de la población, hábitos alimenticios, clima, nivel socio-económico, estilo de vida. (Wertz, 1976; Costas et al, 1991; Pattnalk y Raddy, 2010).

De la totalidad de los residuos residenciales recolectados durante el mes de agosto del 2013, el 44% contenían materiales reciclables húmedos biodegradables, el 23% de reciclables secos y el resto, 33% materiales no reciclables que fueron depositados en la cava para su enterramiento. El alto contenido de residuos húmedos es un factor limitante para recuperar los materiales reciclables. Con la separación en origen y recolección diferenciada se logró maximizar su reciclaje y comercialización, disminuyendo la cantidad de residuos a enterrar.

CONCLUSIONES

El alto porcentaje de ciudadanos que desean continuar indefinidamente clasificando y separando sus residuos, es un indicio de que se logró generar un cambio en la población respecto a los residuos que produce: de indiferencia a una actitud responsable y comprometida.

La recolección diferenciada de los residuos separados en origen permitió maximizar el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos para su reciclaje y comercialización y disminuir la cantidad de residuos a enterrar en la cava aumentando su vida útil. De la totalidad de los residuos residenciales recolectados durante el mes de agosto del 2013, el 44% contenían materiales reciclables húmedos biodegradables, el 23% de reciclables secos y el resto, 33% materiales no reciclables que fueron depositados en la cava para su enterramiento.

Mediante el compostaje se consiguió transformar los residuos biodegradables húmedos en compost para ser utilizado como mejorador de los suelos de los espacios verdes y de la planta. Con el inicio de la comercialización de los papeles, cartones y plásticos se logró ingresos económicos extras que en un futuro se verán reflejados en el crecimiento de puestos de trabajo formal.

En las distintas actividades vinculadas con la GIRSU, se realizó la formación y capacitación de recursos humanos. Es destacable la integración de docentes y estudiantes de la UNSE con la comunidad de Selva.

REFERENCIA

COSTAS, F., GARCÍA, C., HERNÁNDEZ, T., POLO, A. 1991. Residuos orgánicos urbanos. Manejo y utilización. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. Murcia. España.

El Liberal 2012. Vicegobernador encabezó los actos por el aniversario de Selva. 02/07/2012 Disponible en <http://www.elliberal.com.ar/ampliada.php?ID=49096>

Estatuto de la Universidad Nacional de Santiago del Estero Argentina.1997 Disponible en: <http://academia.unse.edu.ar/04resol/hcs/EstatutoUnse.pdf>

FERRAZZUOLO, D. 2009. Campañas de comunicación vinculadas a la gestión de residuos sólidos urbanos en Argentina. Observatorio Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

GARCÍA-GIL, J. C., POLO SÁNCHEZ, A. 2008. Legislación aplicable en abonos y fertilizantes. En: Compostaje. (Pp229-241) Editores Moreno Casco, J. y Moral Herrero, R. Ediciones Mundi-Prensa Madrid-España.

Ley 6.321 provincia de Santiago del Estero. Normas generales y metodología de aplicación para la defensa, conservación y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales. Disponible en: www2.medioambiente.gov.ar/sian/sestero/ley6321.htm

Ley Nacional 25.916 Residuos domiciliarios -Presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios. Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar/?aplicacion=normativa&IdNorma=117&IdSeccion=0>

PATTNAIK, S., REDDY, M. V. 2010. Assessment of Municipal Solid Waste management in Puducherry (Pondicherry), India. Resources, Conservation and Recycling 54, 512-520.

SÁNCHEZ DE PINTO, M. I., JORGE DE CUBA, E. 2009: Educación ambiental desde la universidad a la comunidad. En el libro: Cambios y problemas ambientales. Perspectivas para la acción. (pp 391-416) Ed. UNSE ISBN 978-987-22475-8-4

SÁNCHEZ DE PINTO, M. I., UMBIDES, R., DOMINGUEZ, P., ALBANESI, A., POLO,

- A. 2012: Compostaje y lombricompostaje de residuos biodegradables de diferentes orígenes Cap.9. En: Compostaje en la Argentina: experiencias de producción, calidad y uso. (pp 125-140) Editoras: Mazzarino, M. J. y Satti, P. Primera edición. Universidad Nacional de Río Negro-Orientación Gráfica Editora ISBN 978-987-9260-93-7.
- SAyDS (Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable-Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación) 2005. ENGIRSU Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos-ISBN-10:987-9471-34-2. ISBN- 13:978-987-9471-34-0.
- SUTTIBAK, S., NITIVATTANANON, V. 2008. Assessment of factors influencing the performance of solid waste recycling programs. Resources, conservation and recycling 53, 45-56
- WERTZ, K. L. 1976. Economic factors influencing households' reproduction of refuse. Journal of Environmental Economics and Management 2,263-272.
- ZHUANG, Y., WU, S-W, WANG, Y-L, WU, W-X, CHEN, Y-X. 2008. Source separation of household waste: A case study in China. Waste Management 28, 2022-2030.

FINANCIAMIENTO

Proyecto MINCyT-DETEM 2008: Tratamiento de Residuos con Impacto Socio-Ambiental en Municipios de la Micro Región del Sudeste Santiagueño

Proyecto CICyT-UNSE: Biotecnología aplicada al tratamiento de residuos urbanos biodegradables de diferentes orígenes

GESTIÓN INTEGRAL DE RSU EN VILLA EL CHOCÓN (PROVINCIA DE NEUQUÉN)

Henriquez, Valeria¹; Scagliotti, Verónica¹; Lucero, Andrea²; Ohaco Patricia¹

¹Instituto Nacional de Tecnología Industrial Neuquén, Neuquén, Argentina.

²Municipalidad Villa El Chocón, Neuquén, Argentina.

sandrah@inti.gob.ar

RESUMEN

Villa El Chocón, ubicada a 80 km de Neuquén, capital de la provincia homónima, cuenta con una población fija de 1.000 habitantes y por su ubicación cumple un rol importante como lugar de paso para el turismo, con el consecuente aumento estacional de población que esto implica. Desde hace dos años el INTI está trabajando junto al Municipio con el objetivo de llevar adelante la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. Como primer paso se realizó un diagnóstico para establecer la situación inicial, a partir del cual se propusieron una serie de actividades dirigidas a promover la separación de residuos reciclables mediante charlas y capacitaciones sobre la temática. A partir de esto se pusieron en marcha las campañas de separación de plásticos y papel en contenedores públicos. Actualmente, se inició una etapa que apunta a la separación y recolección diferenciada de orgánicos y su consecuente campaña de promoción mediante la implementación de promotores ambientales como herramienta para la información y concientización directa de la población. Se realizaron jornadas de capacitación de los promotores, incluyendo no sólo conocimientos relativos a la problemática ambiental sino también herramientas que permitan una mejor interacción con la gente. Se pretende compostar los residuos orgánicos colectados en el predio del Vivero Municipal de la Villa y utilizar el producto como enmienda para las distintas plantaciones que allí se realizan, para los espacios verdes de la ciudad o entregarlo a las familias participantes para su utilización. Para la recolección diferenciada se propuso iniciar con uno de los barrios e incorporar los restantes progresivamente hasta su totalidad. También se proyecta incluir y fomentar actividades conjuntas con las instituciones educativas del lugar como parte de las campañas de promoción de las nuevas políticas de gestión de residuos, considerándolas de gran importancia para lograr los objetivos propuestos.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos, gestión, promotores, compost

INTRODUCCIÓN

La problemática de los RSU en nuestro país es muy importante y tiene impacto en todas sus regiones. En el documento ENGIRSU (SAyDS, 2005) se realizó una estimación considerando solamente la tendencia del crecimiento poblacional y su relación directa con la producción de RSU, según la cual para el año 2025 la generación de RSU en la Argentina se incrementaría en un 29%, alcanzando las 15.997 tn/año. La marcada tendencia de aumento de la cantidad de RSU generados año a año, hace que este tema sea primordial para todos los municipios en especial porque son ellos quienes tienen la patria potestad de los residuos y sobre estos gobiernos recae la responsabilidad de su gestión (Ley Nacional 25.916). En general, el manejo que las autoridades realizan implica la recolección domiciliaria e higiene urbana y de la disposición final de los residuos efectuada, en muchos casos, en basurales a cielo abierto (BCA) con escasos controles ambientales y técnicos, y los consiguientes riesgos derivados para la salud y ambiente (SAyDS, 2005)

Como respuesta a esta problemática surge la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU), cuya filosofía se basa en la reducción de la producción de residuos, mediante la reutilización y el reciclaje, desde el triple punto de vista del respeto ambiental, la máxima recuperación y el menor impacto socio-económico.

Villa El Chocón, ubicada a 80 km de la ciudad de Neuquén, cuenta con una población fija de aproximadamente 1.000 habitantes y por su ubicación y características cumple un rol importante como lugar de paso para el turismo. Esto implica un aumento estacional en la población, alcanzando aproximadamente 4.000 personas en los meses de verano, que componen la temporada alta.

En esta localidad se estima que se generan 790 kg/día de RSU, constituyendo el mayor porcentaje (57%) a la fracción orgánica. Su disposición final se realiza en un BCA ubicado en un predio que no pertenece al Municipio. Desde el 2010 el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) trabaja en conjunto con el Municipio de Villa El Chocón, Provincia de Neuquén, para llevar adelante la GIRSU en la localidad.

El objetivo de este artículo es analizar la intervención del Municipio respecto a la GIRSU y las posibles alternativas para mejorar el sistema considerando las características propias de esta localidad.

METODOLOGÍA

El trabajo sobre la Gestión de los RSU en el Municipio de El Chocón se ha realiza en varias etapas.

Etapas

Diagnóstico

La intervención en la localidad de Villa El Chocón, inició con un diagnóstico para determinar: población, cantidad de residuos generados, estado del BCA, acciones y políticas municipales respecto a la gestión de los residuos.

En función de los datos oficiales censales (INDEC, 1991; INDEC 2001) se estimó estadísticamente la población promedio para los años siguientes y así obtener una aproximación de los residuos a generarse en un período de 30 años. En la tabla 1se presentan los datos para la temporada baja.

Los datos con los que se cuentan en relación a las variaciones intra-anales debidas al incremento de población a causa de la afluencia turística en la época de verano son estimaciones otorgadas por el Municipio. Esta información no es suficiente para poder evaluar la generación de residuos en la temporada alta, ya que los datos no explicitan la permanencia mínima y máxima promedio, por lo que se considera importante en algún momento analizar la situación en particular durante dicha estación. Otro factor que se debe tener en cuenta es que, por no tratarse de población estable, sus hábitos no son semejantes a la comunidad de Villa el Chocón, por lo que no puede considerarse que generen residuos de características similares a los producidos normalmente en la localidad en cuanto a su composición. No se considera viable entonces realizar un promedio de la población en las dos temporadas.

Para estimar la generación y composición de los residuos, se tomó como base un estudio realizado por el INTI (Henríquez et al, 2010), en la localidad de Senillosa, provincia de Neuquén. Ésta localidad cuenta con una población de aproximadamente 7.000 habitantes y posee características socioeconómicas similares a Villa El Chocón. El análisis de la composición de los RSU realizado en ese trabajo partió de un método de muestreo bietapico y aleatorio de los barrios, tomando como muestras las bolsas de residuos depositadas en la vereda, determinando luego la composición de los residuos por peso discriminando las distintas fracciones: plásticos, vidrios, papel, materia orgánica, etc. (Tchobanoglous, 1994).

Capacitación

Para reformar las campañas de recolección diferenciada de residuos que el Municipio había comenzado, se realizaron talleres dirigidos a la población en general. Estos trataron las siguientes temáticas: papel hecho a mano y compostaje. El primero tuvo como objetivo enseñar técnicas de reciclado de papel y también la elaboración papel a partir de las plantas que se encuentran en el lugar. Su duración fue de tres semanas con un encuentro por semana de cinco horas cada uno. El segundo taller, de elaboración de compost, estuvo

dirigido a personal municipal que trabaja en el Vivero Municipal y al público en general interesado en elaborar compost en su domicilio.

A su vez, para fortalecer la campaña de concientización y promoción de la recuperación y separación de los residuos (orgánicos e inorgánicos) se conformó el grupo de promotores ambientales, quienes trabajan en el Municipio. En el marco de esta etapa se realizaron jornadas de capacitación de los promotores, incluyendo no sólo conocimientos relativos a las problemáticas y protección ambiental, sino también a gestión de RSU y herramientas de comunicación para una mejor interacción con la población local. Entre las tareas encomendadas a los promotores se plantea que realicen una encuesta, la cual permitirá extraer palabras claves para la comunicación, conocimiento de la temática, horarios de recolección apropiados, posibles mejoras e intercambio directo entre la comunidad y el municipio.

Propuesta de implementación

Luego de realizada la capacitación se plantea realizar la separación en origen de la fracción orgánica para su posterior compostaje en el Vivero Municipal. Para que la implementación sea viable se plantea iniciar el proyecto en el perímetro aledaño al Vivero. En función de los resultados obtenidos se planificará expandir la recolección diferenciada al resto de la comunidad.

Para iniciar con la implementación de la separación diferenciada se tomaron dos manzanas del barrio próximo al vivero. La propuesta implica que los residuos orgánicos generados por la población de esas manzanas sean recolectados en cestos de 10l distribuidos por el Municipio a cada familia. Estos luego se vaciaran en el camión recolector y se trasladaran al predio del vivero municipal. Allí se compostarán y una vez tratados se los utilizará como enmienda orgánica en las distintas plantaciones, en los espacios verdes de la ciudad o se entregaran a las familias que participan de la separación en origen. Por otro lado el Municipio tiene en marcha campañas de recolección de plásticos y papel en distintos puntos de la localidad, denominados “puntos verdes”.

RESULTADOS

Diagnóstico

El diagnóstico permitió estimar que en el 2010, la localidad alcanzaría los 1.146 habitantes y que para el 2041 ésta se incrementaría en un 78%, alcanzando los 2.046,8 habitantes.

Como se menciona anteriormente esta información se obtuvo basándose en los resultados del trabajo de diagnóstico realizado en la localidad de Senillosa, del cual surge para este tipo de localidades una tasa de generación de residuos per cápita de 0,69 kg/hab.día. A partir de este dato permite calcular que la generación de residuos tendría un aumento del 78,6% en un período de 30 años (Tabla 1).

Tabla 1: Generación de RSU en función de la población

	Población (hab)	Residuos Generados (kg/día)
Tasa Generación (kg/hab día)	0,69	-----
Temporada baja 2010	1146	790,7
Temporada baja 2041	2046,8	1412,3

Elaboración propia a partir de datos censales (INDEC, 1991; INDEC, 2001)

En el estudio de composición de los RSU de la localidad de Senillosa, se extrajo que el 56,8% corresponde a la fracción orgánica, un 10,5% a pañales, un 10,4% a papel, un 6,1% a plástico reciclable, un 5,7% a plástico no reciclable y un 5,2% a vidrio. Utilizando estos datos se estimó la composición de los RSU para El Chocón (Tabla 2; Figura 1).

Tabla 2: Composición estimada de los RSU

Categoría	Residuos (kg/día)
Orgánicos	449,1
Pañales	82,2
Papel	83,0
Plásticos Reciclables	48,2
Plásticos no reciclable	45,1
Vidrio	41,1
Otros	42
Total	790,7

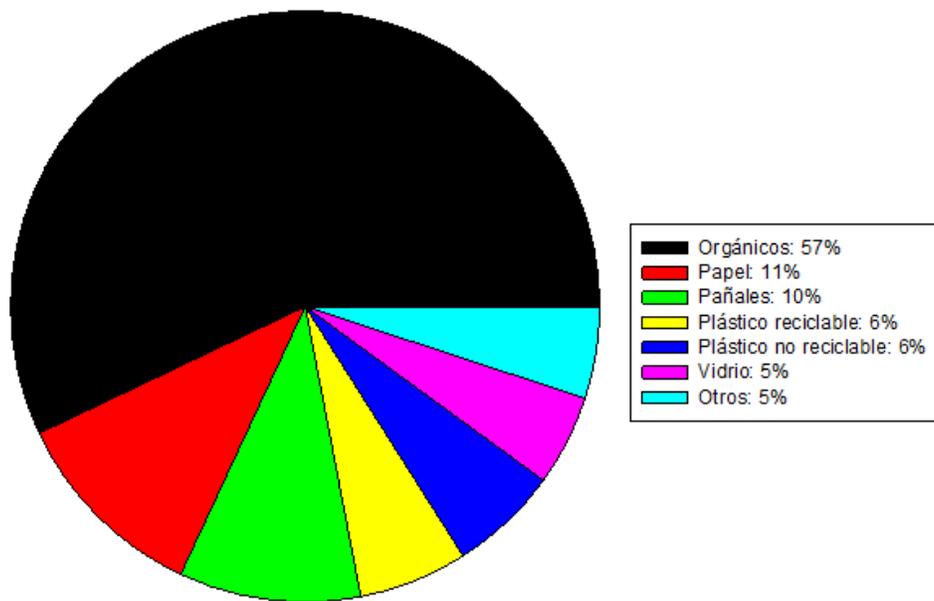


Figura 1: Composición de los residuos generados en Villa el Chocón.

El diagnóstico de la Villa respecto a su gestión de RSU, arrojó que:

- Es primordial iniciar con campañas de concientización con la población, recuperar residuos para evitar que lleguen al basural a cielo abierto, mejorar el sistema de transporte y recolección de los residuos y resolver su disposición.
- Dadas las características socio-económicas del lugar, los residuos generados, son principalmente orgánicos.
- El municipio tiene en marcha campañas de separación de plásticos y papel en puntos estratégicos de la localidad, denominados “puntos verdes”. Sin embargo, no cuentan con espacios adecuados para el almacenamiento transitorio de los materiales recuperados.
- Poseen una limitada capacidad financiera para inversiones en la gestión de los RSU.
- En lo que respecta al sitio de disposición final, se realiza en un basural a cielo abierto ubicado en un terreno alquilado, ubicado sobre la Ruta Nacional N° 237, a 2 km de la Villa. El acceso desde la ruta se encuentra cubierto con residuos que han sido arrojados sin control, y llegando al predio, no se encuentra cerco perimetral ni portón de ingreso. Los residuos se depositan en trincheras de hasta 1 m de profundidad, y luego son incinerados para reducir el volumen de los mismos. En el mismo no se realiza la separación ni recuperación de ningún material.
- No cuentan con un terreno disponible propio para la disposición de los RSU

- La asociación con otros municipios para una GIRSU conjunta es imposible debido a las distancias existentes.
- Las características geográficas del lugar dificultan las operaciones para la construcción de fosas para la disposición de los RSU dentro del predio del basural.
- Imposibilidad de presentar proyectos para obtener financiamiento, debido a compromisos del municipio con proyectos anteriores.

Capacitación

Se realizaron dos talleres, uno por temática, dirigidos a la población en general

Tabla 3: Participación en los talleres.

	Nombre del curso	
	Papel hecho a mano	Compost
Cantidad de asistentes	17	15

Se capacitaron un total de 10 promotores ambientales.

Implementación

Pese a la dificultades ocasionadas por el hecho de no disponer de un espacio acorde para almacenar transitoriamente a los residuos y de fondos para la GIRSU, así como aquellas presentadas en cuanto a la logística por no contar con vehículos para trasladarlos, el municipio continuó y planea seguir haciéndolo con las campañas de separación de plásticos y papel en puntos estratégicos de la localidad, con alta y creciente participación de la comunidad.

Los “puntos verdes” planteados por el municipio, lograron afianzarse en un corto plazo, esto se evidencia en la necesidad actual de aumentar la frecuencia de recolección e incluso se está considerando aumentar los puntos verdes de la Villa

En lo que respecta al plástico, se firmó un convenio con una empresa de Plottier que realiza su reciclado, entregando a cambio del material, cestos de residuos, bancos para los espacios verdes o juegos para niños (Figuras 2 y 3). Para el caso del papel se lo entregan a una empresa recicladora de la localidad de Cipolletti.



Figuras 2 y 3: Cestos de recolección de residuos

DISCUSIÓN

El diagnóstico realizado prevé un aumento poblacional del 78% y un consecuente aumento en los residuos generados de igual magnitud. Es importante destacar que, dada la complejidad que implica la obtención de datos certeros par la temporada alta, estos no fueron tenidos en cuenta para realizar el estudio. Si se tuvieran en cuenta estos datos la cantidad de residuos generados aumentaría notablemente y su composición cambiaría.

Ante la complejidad de la situación que surge del diagnóstico y del aumento previsto en la generación de residuos en los futuros 30 años, se evidencia la necesidad de iniciar las mejoras para recuperar las distintas fracciones. Se consideró que lo prioritario era reforzar las campañas de recuperación de plásticos y papel en puntos fijos de la localidad que lleva adelante el municipio.

Vista la buena participación y excelente predisposición frente a las propuestas realizadas, así como la gran aceptación que tuvieron los puntos verdes localizados por la municipalidad se determinó la necesidad de realizar la recolección con mayor frecuencia y considerar la necesidad de sumar más puntos en la Villa. Todo esto permitió aumentar la cantidad de materiales valorizables recuperados, lo que redundaría en una disminución de la cantidad de residuos que tienen como destino el basural a cielo abierto y minimizar las problemáticas asociadas a éste, así como reducir el consumo de recursos no renovables.

La mayor cantidad de material segregado en origen mediante esas campañas permitió lograr la firma de un convenio con una empresa de Plottier que realiza su reciclado. A cambio de los materiales entregados a esta compañía el municipio obtiene cestos de residuos, bancos para los espacios verdes o juegos para niños que son incorporados en los espacios verdes de la localidad.

En este proyecto se dio mucha importancia a las capacitaciones a la comunidad y a la formación de promotores ambientales. Se prevé en un futuro continuar con estas

actividades e incrementar el número de promotores. Como se comentó los promotores iniciarán con una encuesta a los vecinos con la intención de sensibilizarlos. Por cuestiones operativas tales como costos, traslado, disponibilidad de espacios, entre otros, sólo se optó por iniciar con una campaña de concientización e iniciar de manera paulatina, con la separación en origen y recuperación de la fracción orgánica mediante compostaje.

Se espera ver los avances de esta propuesta y los resultados de la encuesta realizada para definir la estrategia conveniente para implementar sobre el resto del territorio de la Villa.

Se proyecta incluir y fomentar actividades conjuntas con las instituciones educativas de la localidad, como parte de las campañas de promoción de la política de gestión de residuos, considerándolas de gran importancia para lograr los objetivos propuestos.

CONCLUSIÓN

La implementación de una GIRSU en la Villa El Chocón es un paso muy importante ya que permite organizar este tema dentro de la localidad. Esta última tiene una complejidad distinta que en otros lugares del país, dada la convergencia estacional de turistas, con el consecuente aumento de los residuos generados y el cambio en su composición en la época estival.

Hasta el momento se ha iniciado con la conformación de un grupo de promotores, luego de que puedan iniciar el trabajo encomendado en el sector definido se podrá paulatinamente incorporar a toda la comunidad de Villa El chocón. Para lograr la separación de los residuos orgánicos en origen, es fundamental el trabajo del equipo de promotores con las áreas competentes del Municipio. El equipo podrá reflejar las necesidades y problemas encontrados en la gestión para dar solución desde el gobierno local. Se espera poder en marcha el proyecto y que se mantenga a lo largo del tiempo mediante el compromiso de toda la población y especialmente el de gestión del Municipio.

REFERENCIAS

- HENRIQUEZ, S. V; OHACO, P; BERNANRDIS, A; NAVARRO, C. 2010. Caracterización de los RSU asociándolo con la situación socio-económica de la población en una localidad pequeña de menos de 10.000 habitantes, 17° AIDIS.
- INDEC, 1991. Censo Nacional de Población.
- INDEC, 2001. Censo Nacional de Población.
- Ley Nacional 25.916. Ley de Presupuestos Mínimos para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.
- SAyDS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable) 2005. Estrategia nacional para la gestión integral de residuos sólidos urbanos – ENGIRSU. Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/ENGIRSU/File/Resmen%20Ejecutivo%20de%20la%20ENGIRSU.pdf>
- TCHOBANOGLIOUS, H. THEISEN, S. VIGIL. "Gestión Integral de Residuos Sólidos". Editorial McGraw-Hill. Vols. 1 y 2. Madrid, España. 1994

LA ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN DE GIRSU VIRCH – VALDÉS DESDE UN ENFOQUE PARTICIPATIVO

Esteves Ivanissevich María José¹; Humphreys Carolina¹; Gigena Mariana¹

¹Dirección de Educación y Comunicación Ambiental. Dirección General de Gestión Ambiental. Subsecretaría de Gestión y Desarrollo Sustentable. Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable. Provincia del Chubut. Argentina.

estevemariajose@gmail.com / comunicacion.ambiente@chubut.gov.ar

RESUMEN

Los conceptos guía son: que la gestión de residuos es un sistema complejo, que exige compromiso y responsabilidad de todos; que la educación ambiental es un proceso que tiene su propia dinámica, posee fortalezas y debilidades; que es necesaria la construcción de redes interinstitucionales y que los municipios son actores claves y protagónicos.

El objetivo de este artículo es mostrar el trabajo realizado desde la Dirección de Educación y Comunicación Ambiental, en lo referente a educación y comunicación del Plan GIRSU en la comarca VIRCh-Valdés. Son diversas las acciones que se llevaron adelante desde octubre de 2012. En cuanto a educación formal: jornadas de sensibilización con alumnos, charlas con docentes, presentación del manual para el docente “Pará, Pensá, Separá”, charlas con alumnos de diferentes niveles educativos, con directores y supervisores de nivel primario; capacitaciones docentes. En el ámbito no formal, se desarrollaron diferentes programas como el de promotores ambientales municipales, el plan provincial de limpieza urbana, el programa de compostaje en pequeñas comunas rurales. Respecto al componente comunicacional, se trabajó permanentemente con la web, spots radiales y televisivos, campañas en medios gráficos y materiales impresos, se participó y se organizaron eventos relacionados con la temática.

Pará, Pensá, Separá cada palabra en una ficha de rompecabezas referencia el acto de que la separación de los RSU no se dará en forma automática sino que requerirá de un momento previo de atención y reflexión; y remite la idea de que la GIRSU tenemos que armarla entre todos y que cada pieza tiene que encastrar y ocupar su lugar para que el sistema funcione como un todo.

Se logró tener una imagen única para la comunicación compartida entre los municipios que integran el proyecto fortaleciendo la figura de la gestión comarcal de residuos y el rol del consorcio intermunicipal.

Palabras clave: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, Comunicación Ambiental, Educación Ambiental

INTRODUCCIÓN

Chubut es la tercera provincia de la Argentina en superficie del sector continental, sólo superada por Buenos Aires y Santa Cruz (MAyCDS 2007/2008). Está dividida políticamente en 15 departamentos, los que incluyen siete municipios de primera categoría, 16 de segunda categoría, 4 comisiones de fomento y 20 comunas rurales o villas, quedando extensos territorios fuera de toda jurisdicción municipal. La provincia reconoce la autonomía de sus municipios. (Gigena et al., 2012)

Desde el punto de vista demográfico, el censo nacional 2010 estableció que Chubut poseía una población de 506.668 habitantes (censo Nacional 2010) y una relativa baja densidad de población comparada con las del resto de las provincias del país. La mayoría de sus habitantes se han ubicado en la zona marítima del Este y en los valles cordilleranos del Oeste, donde el clima es más benigno. (Gigena et al., 2012)

Los principales núcleos urbanos y centros de actividad económica se localizan sobre el litoral atlántico, donde se concentra casi el 70% de la población. En segundo lugar, existen otras ciudades que suman el 20,5% y en tercer orden, se encuentran pueblos significativos que rondan o superan escasamente los 5.000 habitantes y finalmente pueblos menores y establecimientos rurales. En la zona más árida de la meseta central y otras regiones existen pequeñas localidades rurales, contando entre 100 y 1.000 habitantes cada una. Las estancias, parajes menores y caseríos aislados conforman poblaciones dispersas. (Gigena et al., 2012)

La disposición final de los residuos sólidos urbanos a cielo abierto y con quema es habitual y se realiza en todas las ciudades y comunas de la Provincia y de la Argentina, este método dista mucho de ser el ideal y es lo que se busca eliminar. La erradicación de los basurales a cielo abierto y la correcta gestión de los residuos son acciones prioritarias, más allá de la cantidad de habitantes que tenga cada localidad (MAyCDS 2007/2008).

En Octubre de 2005 desde la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) se lanza la Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. Chubut junto a la Provincia de Tucumán, son seleccionadas como provincias piloto para la implementación de la estrategia de erradicación de basurales a cielo abierto (BCA). En diciembre de 2006 se realiza el convenio de préstamo entre la SAyDS y Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), entidad que otorga el crédito de 40 millones de dólares a Nación. A raíz de ello en febrero del 2007 en la Provincia del Chubut se conforma la Unidad Técnica Provincial para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (UTP-GIRSU). De allí en más la UTP-GIRSU inicia las gestiones para la confección de un pliego licitatorio para construir un relleno sanitario en el Valle Inferior del Río Chubut y Península Valdés (VIRCh-Valdés).

A medida que la GIRSU avanzaba sobre los distintos proyectos, otros temas relacionados con los residuos sólidos urbanos (RSU) tomaban importancia en la Provincia del Chubut. Algunos de ellos surgieron desde el mismo Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable (MAyCDS) de la provincia y otros desde municipios comprometidos con la política ambiental del MAyCDS. Entre esos temas es de destacar la conformación de cooperativas de ex-trabajadores informales de la basura, el Plan Provincial de Limpieza Urbana en Espacios Públicos, la minimización del uso de polietileno, el ordenamiento de basurales, el asesoramiento de proyectos particulares sobre RSU, las capacitaciones sobre RSU a distintos organismos de la provincia y público en general (MAyCDS, 2011).

La GIRSU propone la regionalización como método para la gestión mancomunada de las etapas de separación domiciliarias, transporte, separación de materiales recuperables, tratamiento, transferencia y disposición final en rellenos sanitarios, en aquellas zonas de la Provincia donde sea viable en razón de la cercanía (MAyCDS, 2009).

El proyecto GIRSU de la comarca VIRCh – Valdés abarca dentro de la regionalización a las localidades de Puerto Pirámides, Puerto Madryn, Trelew, Rawson, Gaiman, Dolavon y 28 de Julio. Incluye aproximadamente 200.000 habitantes (MAyCDS 2007/2008).

El Plan de comunicación y Educación Ambiental planificado para la Comarca VIRCh–Valdés tiene entre sus objetivos generales: la concientización de la sociedad para una gestión sostenible de los RSU de la región; la promoción de la participación pública que incorpore la visión de los residuos como elementos susceptible de valor y de los BCA como un problema compartido, brindando información clara y pertinente sobre el Proyecto; la difusión a nivel masivo de los beneficios ambientales y sociales de la GIRSU y el rol imprescindible del ciudadano en la estrategia convocándolos para la acción como actores principales. El objetivo de este artículo es mostrar el trabajo realizado desde la Dirección de Educación y Comunicación Ambiental, en lo referente a educación y comunicación del Plan GIRSU en la comarca VIRCh-Valdés.

METODOLOGÍA

Al ser este un trabajo descriptivo que recopila información acerca de la planificación e implementación de un plan de educación ambiental y manejo de residuos, el formato de la metodología no coincidirá con el tipo de los trabajos científicos. Se dividió esta sección según las etapas del plan: 1) Planificación 2) Desarrollo o implementación

Planificación

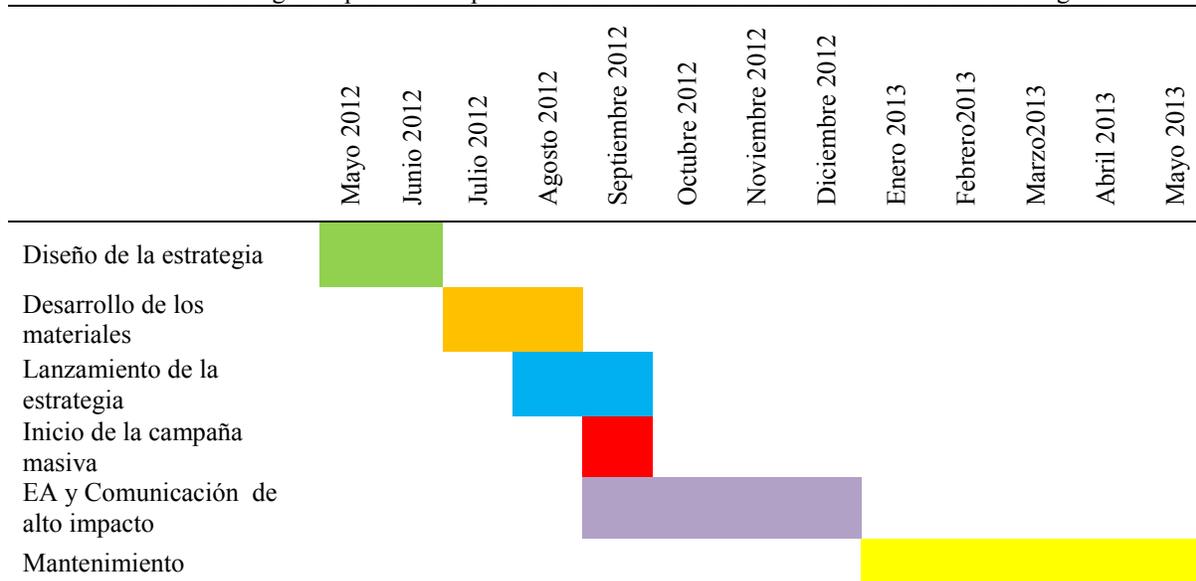
Para lograr los objetivos generales, se plantearon como objetivos específicos:

- Promover una activa participación de la comunidad para el logro de los objetivos estratégicos de la GIRSU en la Comarca.
- Incorporar hábitos de separación en origen de los residuos en ámbitos públicos y privados en todos los sectores sociales.
- Implicar a todos los actores involucrados (Estado Provincial, municipios, medios masivos, ciudadanía en general) en las acciones a desarrollar.
- Implementar una campaña de comunicación y una estrategia de educación ambiental eficiente y sostenida.

La metodología del diseño y de la implementación de las acciones del plan de comunicación se plantea de forma participativa y abierta. De esta manera se acuerdan los contenidos, el mensaje y la estética de la campaña, con los principales actores gubernamentales que lo deberán llevarla a cabo, ya que no es posible desvincular las acciones de comunicación de la gestión ambiental y viceversa. Han trabajado en ella, los referentes ambientales de los Municipios involucrados en el Proyecto (que son los responsables de la Educación Ambiental No Formal en cada una de sus localidades) y el Consorcio Intermunicipal VIRCH-Valdés. Participaron con sus aportes, otros organismos provinciales como el Ministerio de Educación (para la Estrategia de Educación Ambiental Formal) y el Ministerio de la Familia (destacando el aspecto social de la GIRSU).

Debido a la complejidad de la estrategia, por la multiplicidad de actores, la densidad poblacional de la comarca, la diversidad cultural y la cobertura geográfica, el trabajo se planteó en dos escalas espaciales distintas. A nivel comarcal, fue articulado desde el Estado Provincial, a través de la Dirección de Educación y Comunicación Ambiental (DEyCA) del Ministerio de Ambiente, pensando en un mensaje unificado para toda la comarca a fin de fortalecer la gestión de residuos como un sistema integral y regional. A nivel local, las acciones fueron coordinadas por cada municipio, considerando no solo la autonomía municipal sino también las particularidades de cada ejido. A pesar de estas diferencias espaciales, la escala temporal planificada fue la misma, por lo que se propuso un lanzamiento simultáneo de las diferentes estrategias para lograr la instalación del tema y un alto impacto en la comarca (Tabla 1).

Tabla 1: Cronograma planificado para el lanzamiento simultáneo de las diferentes estrategias.



La Estrategia planteada se desarrolló en diferentes ámbitos educativos:

- Educación Ambiental Formal (sistema educativo provincial, público y privado)
 - Acciones acordadas con el Ministerio de Educación de la Provincia.
 - Elaboración, en conjunto con la Fundación Patagonia Natural, de material bibliográfico de consulta para los docentes con fichas didácticas para alumnos de los diferentes niveles (Cuadernillo GIRSU: “Pará, Pensá, Separá”).
 - Dispositivo de Capacitación Docente en el tema para los diferentes niveles educativos (Nivel Inicial, Primario y Secundario).
 - Jornadas de sensibilización en escuelas de las diferentes localidades implicadas en la comarca.
- Educación Ambiental No Formal (vecinos, comercios, clubes deportivos, vecinales, empresas, organismos públicos, Organizaciones de la Sociedad Civil, etc.)
 - Diseño e implementación en conjunto con municipios.
 - Campaña puerta a puerta con distribución de folletería e imanes para heladera.
 - Talleres de capacitación para periodistas e instituciones intermedias.
 - Actividades comunitarias a nivel local.
 - Capacitación a personal municipal, recolectores y sectores involucrados en la actual gestión de residuos.

La implementación de una estrategia de comunicación integral se realizó a través de una campaña escalonada en medios (radio, TV, diarios). Esta constó de una etapa inicial de difusión del proyecto GIRSU y una posterior sobre la separación origen sostenida durante seis meses; una campaña en vía pública utilizando diferentes soportes y el uso de Internet y las nuevas tecnologías para que el material quede a disposición de quien lo requiera.

Desarrollo o implementación

Desde mayo del año 2012, en forma conjunta con los municipios, se trabajó en la definición de los mensajes y la gráfica para realizar la difusión en forma unificada para toda la comarca. Para ello se realizaron seis reuniones coordinadas por la Dirección de Educación y Comunicación Ambiental de la provincia, convocando a los referentes ambientales de los municipios involucrados. A partir de ello se conformó un equipo técnico de trabajo intermunicipal, que se reunió en forma periódica, para gestionar y coordinar las diferentes actividades.

En la primera reunión se definió la propuesta de separación de residuos en secos y húmedos. Esta nomenclatura, se definió considerando que los residuos secos, son aquellos que se pueden recuperar, a través del reuso y del reciclado. Mientras que los húmedos son los que no se pueden aprovechar ya que en las condiciones en las que se encuentran no pueden ser recuperados.

- Seco: papel, cartón, vidrio, PET, tetrabrik, polietileno, metales, cuero, madera, pilas, envoltorios pequeños limpios, plásticos, lámparas, textiles, telgopor, piezas pequeñas de caucho, CD y DVD.
- Húmedo: restos de comida, saquito de té, café, yerba, pañales, algodones usados, pañuelos desechables, elementos de higiene personal, restos de jardín, envoltorios sucios de alimentos.

Durante la segunda reunión se definió la necesidad de realizar una capacitación desde el Ministerio de Ambiente para los recolectores de residuos y para los promotores ambientales municipales, que son las personas que desde el municipio hacen el recorrido puerta a puerta. Además se trabajó sobre la definición del material a repartir en los municipios: imanes para heladera con la separación de los RSU en secos y húmedos y que residuo va en cada fracción y una cartilla con el dato de porqué se hace, para qué se hace, y con datos base sobre GIRSU. Todo esto consistiría en etapas de educación ambiental no formal.

Respecto a los espacios públicos, se los acondicionó, definiendo los colores para seco y para húmedo (inicialmente color blanco para secos y negro para húmedos). Para la separación en origen, en los domicilios, se definió no trabajar con bolsas de colores, sino en la recolección diferenciada, en días diferentes.

La campaña en el ámbito formal que se planeó es principalmente educativa, apuntando al cambio de conciencia de la población. Se trabajó desde una mirada transversal. A tal efecto, se entregó un cuadernillo educativo con información sobre el tema y fichas didácticas para los diferentes niveles del sistema educativo, que se elaboró desde el MAyCDS.

Durante la tercera reunión, se trabajó en la socialización de los sistemas de recolección de residuos existentes en cada localidad con el objetivo de poder organizar la unificación y el trabajo conjunto para el cambio a la nueva gestión de RSU que se aproxima.

En la cuarta reunión, ya transcurriendo la mitad del año 2012, se propone la gráfica de la campaña: iniciar con un mensaje de separación (tres momentos: pará, pensá y separá). La idea es ubicar cada una de las tres palabras en una pieza de rompecabezas, que encastran de manera de indicar que entre todos (VIRCh) debemos lograr que funcione la campaña. Se trabajó sobre la definición de los dibujos que acompañarían el texto para alcanzar a las personas que no sepan leer. Se definió que los colores para los cestos de los residuos secos y húmedos de la campaña debían continuar siendo blanco y negro respectivamente.

Durante la quinta reunión, la DEyCA presentó la gráfica. Se informó sobre la realización de la capacitación a los promotores ambientales municipales, a través de la plataforma educativa de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Provincia. Durante ella, se trabajó sobre el marco teórico de los residuos y su relación con la situación social que involucra, trabajando sobre los beneficios tanto sociales como ambientales del proyecto. Por último se realizó una visita a las obras (planta de separación y relleno sanitario) y a los basurales. La meta de esta actividad fue fortalecer y comunicar los beneficios del proyecto, ya que en las encuestas realizadas al inicio del proceso, se detectó que la población pensaba que el Plan no tendría efectos considerables. Eso es lo que se buscó cambiar desde los programas y proyectos en Educación Ambiental.

Entre las actividades que se desarrollaron desde la DEyCA en forma conjunta con los municipios, para lograr el impacto deseado en la comunidad, se encuentran: charlas y talleres informativos a operarios de plantas, funcionarios públicos, concejales, alumnos, etc.. En las escuelas, se trabajó con la dirección de los niveles y supervisiones del Ministerio de Educación, para informar los cambios que las escuelas deberán realizar en función del proyecto GIRSU y poder organizar las etapas necesarias.

En octubre, se realizó la última reunión en la que se dio cierre a todo lo trabajado, mostrando los spot radiales y televisivos armados, el material gráfico y el cuadernillo para docentes que se armó en forma conjunta con el Ministerio de Educación de la provincia y la Fundación Patagonia Natural.

A partir de principios de noviembre, se lanzó la estrategia de comunicación en medios masivos. Al mismo tiempo, a nivel escolar y en función de la época del año, se

realizó una Jornada de sensibilización ambiental, en las seis ciudades que integran el consorcio VIRCh-Valdés. El objetivo de esta acción fue promocionar el Plan Provincial de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos e incentivar la conservación y mejoramiento del ambiente a partir de la acción de los ciudadanos en el proceso de separación en origen de los residuos domiciliarios.

La propuesta de sensibilización ambiental, implicó una jornada de dos horas durante el turno mañana en el SUM de una escuela (definida por el Ministerio de Educación) de cada ciudad y contó con la participación de los promotores ambientales municipales capacitados. Allí los alumnos de los diferentes años realizaron actividades relacionadas con la GIRSU en diferentes postas educativas y los docentes adquirieron una copia del cuadernillo y recibieron una charla sobre su objetivo, modo de uso y diagramación.

Durante el ciclo lectivo 2013, se realizaron charlas en las escuelas que lo solicitaron, para introducir a los más pequeños en la separación correcta de los residuos en seco y húmedo. Con los más grandes no sólo se trabaja en la separación sino también sobre los procesos y actores involucrados en la GIRSU.

RESULTADOS

El trabajo desarrollado en forma mancomunada entre diferentes entidades que comparten un mismo objetivo (organismos provinciales involucrados: Ministerio de Ambiente, Ministerio de Educación, Ministerio de Familia; municipios de la comarca: Puerto Pirámides, Puerto Madryn, Trelew, Rawson, Gaiman, Dolavon y 28 de Julio; ONG Fundación Patagonia Natural) fue muy ventajoso, lográndose acuerdos y una sinergia de trabajo muy positiva para la concreción de los objetivos planteados.

El material gráfico diseñado implicó un imán para heladera (Figura 1), folletos dípticos (Figuras 2 y 3), afiches A3 (Figura 4) y cuadernillo docente (Figura 5).



Figura 1: Imán para heladera. Destaca la separación



Figura 2. Folleto Dúptico. Diseño exterior destaca beneficios sociales y ambientales.



Figura 3. Folleto dúptico. Interior. Detalla Proceso de Gestión.



Figura 4. Afiche A3. Detalla beneficios sociales y ambientales.

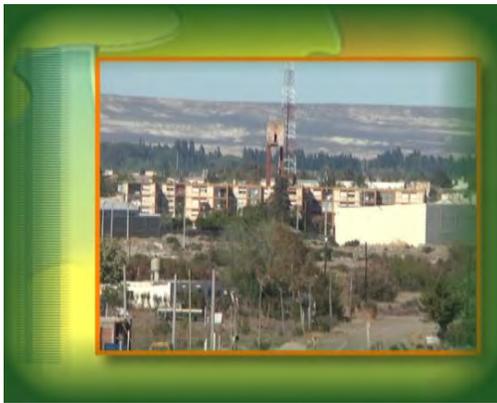


Figura 5. Cuadernillo Educativo para docentes.

Para los medios masivos de comunicación, en gráfica, avisos en diferentes diarios de la región (Figura 6), se presentó un video durante la inauguración de la GIRSU VIRCh-Valdés (<http://www.youtube.com/watch?v=Hot4XLQK3IQ>), en TV y radios se armaron dos spots (Figura 7 y 8) y se mantiene actualizada la información en la web (Figura 9 y 10) como apoyo a la gestión.



Figura 6. Gráfica del gobierno provincial para diferentes diarios



<http://www.youtube.com/watch?v=xBuLzRzm0uQ> <http://www.youtube.com/watch?v=5FYw2PrbxTA>
Figuras 7 y 8: Spot de radio y TV.



Figuras 9 y 10. Uso de la página web del ministerio de ambiente provincial como apoyo a la gestión de la GIRSU (www.chubut.gov.ar/ambiente)

En lo que respecta a educación, en el ámbito no formal, se capacitaron a 55 promotores ambientales municipales de las 6 localidades (34 de Gaiman - Trelew - Dolavon – Rawson y 21 de Puerto Madryn y Puerto Pirámides).

Respecto al entorno formal, durante las jornadas de sensibilización desarrolladas en el año 2012 (Figura 11), se alcanzaron 1060 alumnos y 60 docentes.

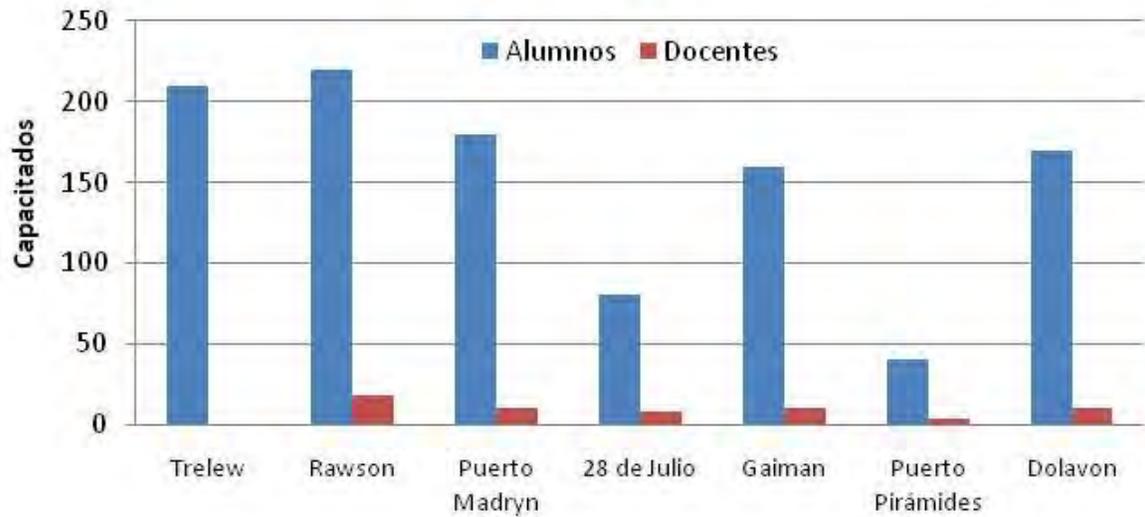


Figura 11. Cantidad de alumnos y docentes que participaron en las jornadas de sensibilización.

Hasta julio del año 2013 a través de las charlas y talleres que se desarrollan periódicamente en las escuelas (Figuras 12 y 13), se efectuaron un total de 53 charlas o talleres, capacitando a 4.446 alumnos. Cabe aclarar que la cantidad alcanzada en la localidad de Puerto Madryn, se debe a un trabajo en forma mancomunada con el personal de Educación Ambiental Municipal.

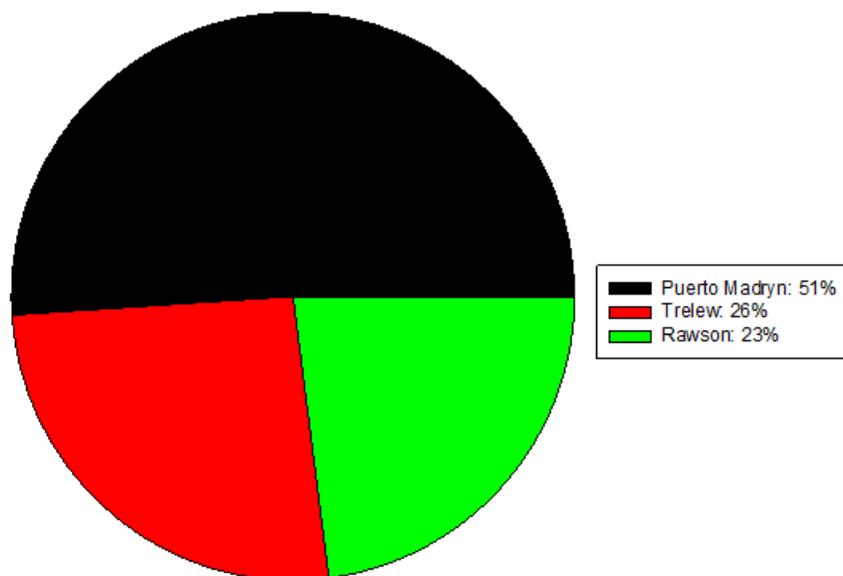


Figura 12. Cantidad de alumnos y docentes que participaron en las charlas y talleres realizados discriminados por ciudad.

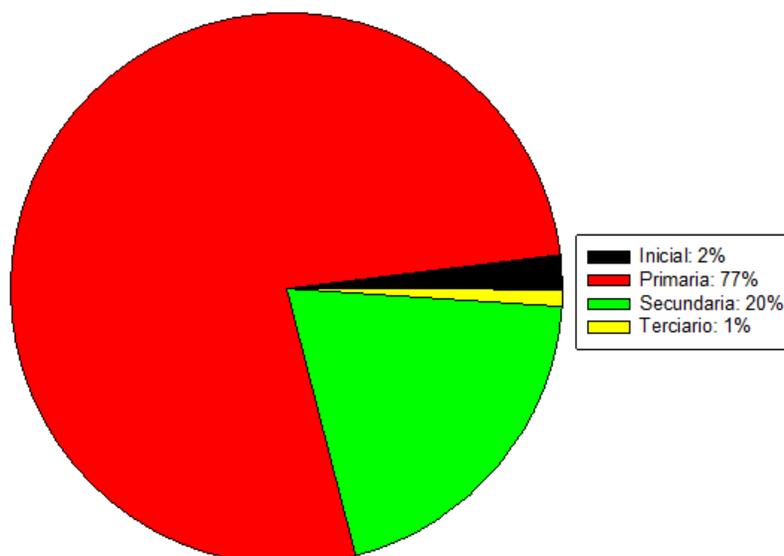


Figura 13. Cantidad de alumnos y docentes que participaron en las charlas y talleres realizados discriminados por nivel educativo.

CONCLUSIONES

Luego de un año de trabajo en forma mancomunada entre municipios, provincia, ONG's, y otros actores involucrados, en el mes de mayo de 2013, se pudo implementar el sistema GIRSU en las ciudades de Trelew y Puerto Madryn. Se están sumando las ciudades de Rawson, Gaiman y Dolavon.

El cambio no es sencillo. La sola puesta en marcha de los nuevos sistemas de gestión presentan desafíos importantes a nivel político-institucional y presupuestario y la continuidad y fortalecimiento de las estrategias de comunicación pública y educación ambiental no escapan a esta realidad. Aun así, consideramos que el trabajo realizado ha sido importante en la búsqueda de los consensos y acuerdos institucionales previos, conformado una mirada compartida por varias ciudades que si bien ocupan un espacio geográfico compartido (la comarca VIRCh-Valdés), están en el momento inicial de un abordaje compartido de problemáticas comunes

Lo importante es que el trabajo previo a esta etapa en la que nos encontramos hoy y la campaña de comunicación y educación realizada por el equipo armado, en forma unificada, programada, organizada ha sumado su aporte en la implementación del sistema.

Hoy se encuentra en una etapa de cambio profundo, del paso de un sistema de manejo de residuos a otro nuevo y sustentable. Lograrlo requiere de una transformación profunda, que las personas tomen conciencia de la importancia del cambio y que se mantenga el sistema y se fomente y promocióne su implementación durante un tiempo. Para ello se deben destinar los recursos presupuestarios que el proyecto requiere.

REFERENCIAS

- FREIRE, P. 1985. ¿Extensión o Comunicación? La concientización en el medio rural. Editorial Siglo XXI. Uruguay.
- GIGENA, M & COL. 2012. Programa de Promotores Ambientales Regionales – Chubut. 2das Jornadas Latinoamericanas GIRSU SALTA 2012. Salta
- GUTIÉRREZ, F. 2000. Seminario de Comunicación y Educación Popular. Maestría PLANGESCO. UNLP. La Plata.
- MAyCDS (Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la Provincia del Chubut) Informe Ambiental 2010.
- MAyCDS (Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la Provincia del Chubut) Informe Ambiental 2007/2008.
- PASCUALI, A. 1972. Comunicación y Cultura de masas. Teoría de la Comunicación: las implicaciones sociológicas entre información y cultura de masas. Definiciones. Editorial Monteavila. Planeta De Agostini
- SAyCDS 2005. Cooprogetti Plan Provincial de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos – Provincia del Chubut.
- SAyDS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible) 2005. Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU). Ministerio de Salud y Ambiente. Buenos Aires.
- TCHOBANOGLIOUS, G. 1994. Gestión integral de residuos sólidos. McGraw Hill. México.

TALLER INTERDISCIPLINAR EDUCARSE EN LA NATURALEZA

González, Miguel; Jaures, Marcelo; Pierobón, Néstor¹

¹CEM N° 35, Cipolletti, Río Negro
profemiguel2008@gmail.com

RESUMEN

La ciudad de Cipolletti no cuenta con un sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y, entre los servicios disponibles desde el Municipio para abastecer la disposición de residuos, sólo se dispone de la recolección domiciliaria y su traslado a un vertedero a cielo abierto en la zona rural de la localidad (a 4,5km del centro de la ciudad). Lo que causa un gran foco de contaminación sobre el ambiente.

El Centro de Educación Media (CEM) N° 35 de la ciudad de Cipolletti, provincia de Río Negro desarrolla en el marco del Diseño Curricular de la Transformación de la Escuela Secundaria Talleres Interdisciplinarios para estudiantes de 2° y 3° año.

En el marco del abordaje de sus actividades surgen tres Programas de Reciclado, cada uno de ellos con determinadas acciones. El primero está relacionado con la recolección de plásticos, proponiendo la recuperación de todo tipo de plásticos excepto botellas de aceite comestible, que se inicia en la escuela y se hace extensivo a toda la comunidad; buscando tomar conciencia del consumo de plásticos en nuestras vidas y reducir su volumen en el basural. El segundo programa está relacionado con la recolección de tapitas plásticas para colaborar activamente con la Fundación del Hospital Juan Pedro Garrahan, en tanto que el tercer programa consiste en recolección de papeles para colaborar con la misma Fundación. Los últimos dos programas conllevan acciones solidarias (ayudar a los niños que necesitan el Hospital y la Casa Garrahan) y ambientales (reducir el volumen de plásticos y de papel en el basural de Cipolletti).

El objetivo de este trabajo es describir los procesos de enseñanza, aprendizaje y participación ciudadana aplicados en los talleres interdisciplinarios “Educar en la naturaleza”, así como los resultados obtenidos a partir de su implementación.

Palabras clave: participación ciudadana, ambiente, educación ambiental, reciclaje

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Cipolletti no cuenta con un sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y, entre los servicios disponibles desde el Municipio para abastecer la disposición de residuos, sólo se dispone de la recolección domiciliaria y su traslado a un vertedero a cielo abierto en la zona rural de la localidad (a 4,5 km del centro de la ciudad) causando un gran foco de contaminación sobre el ambiente. Además, este espacio se encuentra muy próximo a un canal de riego que abastece a gran parte de las chacras aledañas a la ciudad, perjudicando directamente a su producción.

El circuito de recolección domiciliaria de residuos por parte del Municipio de la ciudad de Cipolletti se realiza con camiones, de domingos a viernes e intenta, en algunos barrios, ser periódico en tiempo y lugar, pero no logra comprender a toda la ciudad lo que causa que en sectores periféricos abiertos se acumule basura. Si bien, durante el 2012 y 2013, se plantearon algunos puntos estratégicos en la ciudad para que los vecinos depositen las botellas plásticas y se realiza periódicamente la recolección de residuos de la línea blanca (electrodomésticos) por los distintos barrios, aún no se lleva a cabo un programa de separación en origen de todos los materiales potencialmente recuperables.

El Centro de Educación Media (CEM) N° 35 de la ciudad de Cipolletti, provincia de Río Negro desarrolla en el marco del Diseño Curricular de la Transformación de la Escuela Secundaria Talleres Interdisciplinarios para estudiantes de 2° y 3° año. En este contexto y con el objetivo de plantear una actividad que integre el trabajo disciplinar y busque soluciones prácticas a la problemática de los residuos que existe en la localidad, se presentó el proyecto educativo de Taller “Educar en la Naturaleza”. La propuesta de Educar en la Naturaleza está relacionada con el abordaje de temáticas vinculadas con la vida en la naturaleza, el ser humano en relación a su entorno natural y las concepciones de naturaleza y ambiente que se han desarrollado a través del tiempo, haciéndose principal hincapié en la problemática de los residuos sólidos urbanos.

En el taller se trabaja sobre la reducción del volumen de papel y plásticos en el basural de la localidad. En el marco del abordaje de estas actividades surgen tres Programas de Reciclado, cada uno de ellos con determinadas acciones. El primero está relacionado con la recolección de plásticos, proponiendo la recuperación de todo tipo de plásticos, exceptuando botellas de aceite comestible, que se inicia en la escuela y se hace extensivo a toda la comunidad; buscando tomar conciencia del consumo de plásticos en nuestras vidas y reducir su volumen en el basural. Este material se usa para la fabricación de mobiliario (bancos, mesas) realizado por una empresa recicladora de la ciudad de Plottier, provincia de Neuquén. Estos muebles luego se utilizan en el CEM. El segundo programa está relacionado con la recolección de tapitas plásticas para colaborar activamente con la Fundación del Hospital Juan Pedro Garrahan, en tanto que el tercer programa consiste en

recolección de papeles para colaborar con la misma Fundación. Los últimos dos programas conllevan acciones solidarias (ayudar a los niños que necesitan el Hospital y la Casa Garrahan) y ambientales (reducir el volumen de plásticos y de papel en el basural de Cipolletti)⁴.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es describir los procesos de enseñanza, aprendizaje y participación ciudadana aplicados en los talleres interdisciplinarios “Educar en la naturaleza”, así como los resultados obtenidos a partir de su implementación.

METODOLOGÍA

En el colegio contamos para la recuperación del plástico, con un canasto de 8m³ (construido por los estudiantes) ubicado estratégicamente sobre una de las veredas que rodea el colegio, de fácil acceso para el resto de la comunidad. Y dentro del establecimiento se encuentran distribuidos, diferentes recipientes señalizados para depositar el plástico, las tapitas y el papel, que estudiantes y profesores se encargan de reponer.

Con respecto a la acción directa fuera de la institución, se pretende instalar progresivamente conciencia en la población por medio de diferentes actividades. Algunas de ellas son: campañas de información y concientización en los barrios, recorriendo programas de radio para compartir las ideas, participando activamente de eventos en la ciudad (día del niño, día del ambiente, aniversario de la ciudad, etc.), recorriendo e invitando a sumarse a través de charlas a todas las instituciones educativas de la ciudad, coordinado e integrando a esta iniciativa a distintas instituciones de la ciudad (Club de Leones, Cipoleños Unidos por el Ambiente).

Para evaluar la relevancia de realizar un proyecto de estas características y planificar un plan de acción acorde a las necesidades de la localidad y al trabajo de las instituciones que hoy intervienen, fue prioritario tener una estimación de las cantidades de plástico y papel que se generaban. De acuerdo a los datos vigentes de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación y el documento presentado por la Asociación de

⁴ El presidente de la Fundación Garrahan, Dr. Fernando Matera, asegura que en la actualidad el 25% de las enfermedades que sufre la población están relacionadas con situaciones de riesgo ambiental que podrían prevenirse. El 40% de ese 25% corresponden a niños menores de 5 años.

Municipios del Alto Valle⁵, se realizó una aproximación del porcentaje de los residuos generados en la localidad (Tabla 1). Mediante este análisis se obtuvo que la fracción más importante es la orgánica (57%), seguida por los pañales y otros residuos (19%), los papeles (11%) y el plástico (6%).

Tabla 1. Caracterización de los residuos sólidos urbanos generados en el Municipio de Cipolletti. Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Residuos	Porcentaje estimado	Peso Estimado (tn/año)
Orgánicos	57	12.804,48
Plástico	6	1.347,84
Papel	11	2.471,04
Vidrio	5	1.123,2
Metales	2	449,28
Pañales y otros	19	4.268,16
TOTAL	100	22.464

Luego de recopilados estos datos y teniendo en cuenta que los plásticos y papeles corresponden a los residuos reciclables generados en mayor cuantía, se decidió dar comienzo al taller en el año 2011. En un primer momento estudiantes y docentes involucrados en esta propuesta curricular recuperaron el proyecto de reciclado de plásticos que ya existía en la institución pero que no tenía recursos humanos interesados en darle continuidad e incorporaron el reciclado de tapitas para la Fundación del Hospital Garrahan.

En 2012 la propuesta fue lograr que toda la comunidad participe del proyecto entendiendo que el cuidado del ambiente es también un acto solidario y que esto implica fortalecer la conciencia ambiental. Para ello se organizó la campaña “Cipo va por los pibes”, para recuperar tapitas en una jornada multitudinaria. El objetivo fue más que alcanzado, juntando 5tn de tapitas con la participación activa de más de 33 instituciones educativas, diversas ONGs, el Municipio de la ciudad de Cipolletti y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

⁵ Plan de Contingencia de GIRSU, Comisión Regional de Medio Ambiente, 2009. Disponible en: [http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/interes/File/ENGIRSU%20\(2MB\)\(1\).pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/interes/File/ENGIRSU%20(2MB)(1).pdf)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Proyecto de Reciclado de Plásticos

El Proyecto de Reciclado de Plásticos durante los años 2010, 2011 y 2012 se recuperaron un total de aproximadamente 70tn de material que, indudablemente, ayuda a sanear el impacto sobre el basural a cielo abierto de nuestra ciudad (Tabla 2). La cantidad de materiales recuperados ha aumentado a lo largo del tiempo, tanto es así que en el 2010 y 2011 se recuperaron 20 bolsones de plástico cada año, volumen que se triplicó durante el transcurso de 2012. Durante el primer semestre de 2013 se recuperó la misma cantidad que en todo el año 2012 (Figura 1), lo que demuestra la importancia que ha adquirido el Programa dentro de la Institución. A este proyecto se sumaron otras escuelas tanto primarias como secundarias, jardines de infantes, la Facultad de Ciencias de la Educación dependiente de la Universidad Nacional del Comahue y la comunidad en general que separa sus residuos y los deposita en los lugares establecidos por el gobierno municipal para que luego sean trasladados con un camión municipal y en su defecto con transportes de personas voluntarias, al centro de reciclado de la ciudad de Plottier.

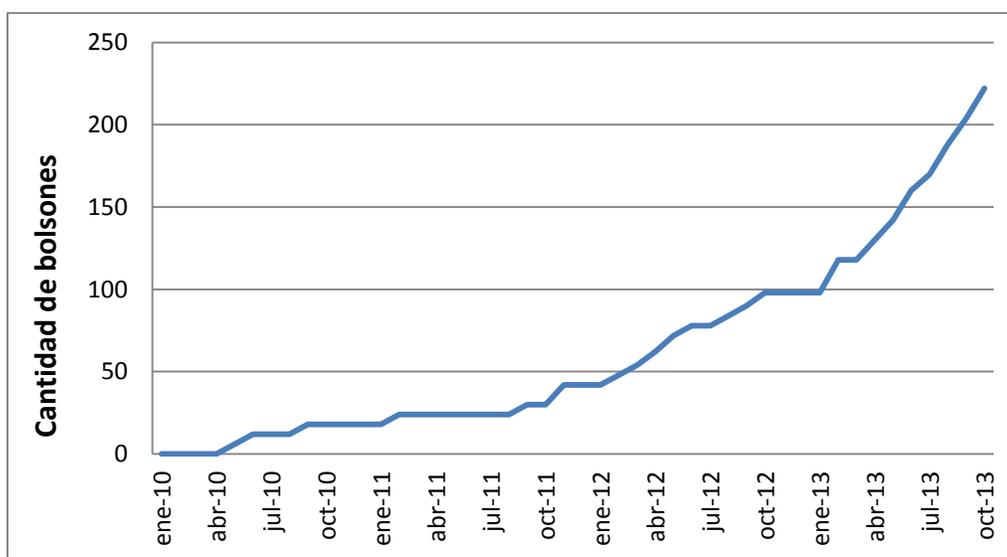


Figura 1. Cantidad de bolsones entregados por el CEM 35 para ser reciclados durante el periodo Abril de 2010 - Junio del 2013

Tabla 2. Cantidad de residuos recuperados en el CEM 35 por año en cantidad de bolsones, volumen (m³) y peso (tn). Las equivalencias entre cada unidad son las siguientes: 160 bolsones= 270 m³ de plástico= 8 tn de plástico.

Plástico				
Período	Bolsones	Volumen (m ³ , sin compactar)	Peso (tn)	% del total generado en Cipolletti
2010	120	180	6	0,45
2011	334	501	16,7	1,24
2012	909	1363,5	45,45	3,4
2013 (1° semestre)	760	1140	38	2,8

Analizando la Figura 1 y la Tabla 2, se advierte que durante los tres primeros años (2010-2011-2012) sólo en el CEM 35 se logró recuperar el 3,4% del total de plásticos que se produce en la ciudad de Cipolletti y en el primer semestre de 2013 alcanzó el 2,8% del total. Si se sumaran las instituciones que actualmente llevan adelante proyectos de recuperación (las instituciones educativas que en la actualidad recuperan plásticos en la ciudad de Cipolletti son: CEM N° 35, CEM N°12, CEM N° 5, Jardín Tomasito, Colegio Crear, Jardín Maternal N°5 seccional UNTER, Padre J. M. Brentana, Facultad de Ciencias de la Educación, Escuela Especial N°4, Escuela N°111, Escuela N°234), se obtendrían tres toneladas por mes o 40 toneladas anuales. Esta información se estimó a través de la comunicación con la empresa transportadora que periódicamente recolecta el material generado.

Como resultado del interés demostrado por estas instituciones en incorporar el Proyecto de Reciclado de Plástico, en el mes de agosto 2013 el Taller Educarse en la Naturaleza en conjunto con el laboratorio de Ambiente de INTI Cipolletti presentó ante la comunidad, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Río Negro y el Municipio de la ciudad de Cipolletti un Proyecto de Recuperación de Material Plástico. En éste se intenta involucrar a 15 nuevas instituciones dentro del proyecto, previendo recuperar más de 80 toneladas anuales de plásticos que actualmente tienen como destino final el basural.

Con los materiales recuperadores actualmente se reduce notablemente la cantidad de residuos que tienen como destino final el basural a cielo abierto, convirtiéndose en objetos de utilidad para las instituciones participantes. Algunos de estos elementos son: bancos de plaza, mesas con banquetas incluidas, juegos para jardines de infantes, lomos de burros, carteles, etc..

Campaña de Recuperación de Papel

La Campaña de Recuperación de Papel ha presentado algunas dificultades puesto que es un material muy pesado, que ocupa mucho volumen y necesita de más atención respecto de la higiene y el lugar donde se realiza el acopio. Educarse en la Naturaleza ha solicitado

al Municipio de la Ciudad de Cipolletti que garantice un centro de acopio para poder involucrar a toda la comunidad cipoleña en el proyecto, pero aún no se han obtenido respuestas en este sentido. Sin embargo, de acuerdo a los registros de las empresas que reciben el papel (Cruz del Sur y FERROSUR Roca), se calcula que a lo largo del primer semestre de 2013 se han enviado a la Fundación del Hospital Garrahan casi 3tn de este material.

Campaña de Recuperación de Tapitas

Hasta el momento teniendo en cuenta las tapitas que están acopiadas en el CEM 35, hay aproximadamente 600 mil tapitas que equivalen a 1,5tn. Teniendo en cuenta todas las instituciones y ciudades que están juntando este material, se tiene previsto recuperar para finales de 2013 más de 10tn de tapitas plásticas (4 millones de tapitas aproximadamente) con la campaña “Un puente de Tapitas” que incluye además la participación de la vecina ciudad de Neuquén, capital de la provincia aledaña. De esta forma se propaga la idea de reducir el volumen de plásticos que tienen como destino final el vertedero y se promueve la importancia del cuidado del ambiente y de la solidaridad como valores fundamentales de la construcción de la ciudadanía.

CONCLUSIONES

Este artículo narra la experiencia de un grupo de estudiantes y docentes que, en base al trabajo desde los saberes curriculares y acciones concretas en la escuela, han comenzado a instalar en la comunidad la necesidad y la importancia del proceso de separación en origen de los residuos sólidos urbanos. El Proyecto tiene como resultado final, la propuesta por parte de los alumnos y la Institución Educativa de políticas municipales para resolver la problemática de los residuos a nivel local. Esto demuestra la importancia que tiene este tipo de instituciones en promover la participación ciudadana desde edades tempranas y en la resolución de conflictos ambientales. Además, permite la posibilidad real y concreta de que una acción realizada desde la escuela se traduzca en un acto solidario relacionado con la salud de los niños que necesitan de la complejidad en la atención del Hospital Garrahan.

Se comenzó con una parte muy importante del camino, la de concientizar a la población en la separación de residuos. Pero el sostén de estas acciones en el tiempo tienen que producir resultados que cambien el entorno inmediato; una propuesta que se basa en la educación, la concientización y el amor por el ambiente. Por ello, la intención de la propuesta y de las acciones realizadas por Educarse en la Naturaleza promueve el diseño de una Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos con la utopía de instalar en algún momento una Planta de Reciclado en la ciudad de Cipolletti.

REFERENCIAS

Plan de Contingencia de GIRSU, Comisión Regional de Medio Ambiente, 2009.

Disponible

en:

[http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/interes/File/ENGIRSU%20\(2MB\)\(1\).pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/interes/File/ENGIRSU%20(2MB)(1).pdf)

***Experiencias de aplicación de
normativa específica para la
GIRSU***

DIAGNÓSTICO Y CRITERIOS HIDROGEOLÓGICOS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL NORESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Trovatto, María Marta¹; Álvarez, María del Pilar¹; Solero, Claudia¹; Hernández, Mario Alberto¹; González, Nilda¹

¹Cátedra de Hidrogeología. (Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina)

m.trovatto@hotmail.com

RESUMEN

En esta contribución se presentan el diagnóstico y criterios hidrogeológicos definidos y aplicados en un ámbito regional conformado por los municipios de La Plata, Berisso, Ensenada, Brandsen y Punta Indio, con el objetivo de seleccionar un sitio de disposición final, en el marco del Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. El área cubre una superficie de 3900km², en un ambiente de llanura con clima húmedo mesotermal, precipitaciones modulares comprendidas entre 930mm y 1013mm, según los registros de tres estaciones meteorológicas, y cursos superficiales ganadores que drenan tanto hacia el río de La Plata como al río Samborombón. El sistema geohidrológico se compone del subsistema activo, con la Zona No-Saturada (ZNS), un acuífero freático y otro semilibre (Pampeano), un acuitardo y el acuífero principal (Puelche) de características semiconfinadas; el subsistema pasivo o profundo, con dos acuíferos confinados (Paraná y Olivos), limitados por sendos acuicludos y el basamento acuífugo, soporte del conjunto. A partir de información antecedente a escala regional, fue posible establecer la caracterización climática y del recurso hídrico (subterráneo y superficial) complementada por medición en campo de la profundidad del agua subterránea, de parámetros físico-químicos “in situ”, muestreo y análisis en laboratorio. Para el diagnóstico se elaboraron mapas del acuífero freático y semilibre, de espesor de la ZNS o profundidad del agua subterránea, red de flujo, total de sólidos disueltos, calidad y vulnerabilidad (método GOD). Teniendo en cuenta la normativa vigente nacional, provincial y municipal y los resultados del diagnóstico, se establecieron criterios hidrogeológicos de carácter excluyente y no excluyente, aplicables en el marco de planes de gestión de RSU con enfoque regional.

Palabras clave: hidrogeología ambiental-criterios hidrogeológicos-residuos urbanos-escala regional

INTRODUCCIÓN

La presente contribución surge como resultado de las tareas llevadas a cabo por la Cátedra de Hidrogeología de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) en el marco del convenio establecido entre el Consorcio Región Capital (municipios de La Plata, Berisso, Ensenada, Brandsen y Punta Indio), según se muestra en la Figura 1, y las universidades UNLP y Tecnológica Nacional Regional La Plata. El objetivo general de ese proyecto fue formular un Plan para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) de la denominada Región Capital (RC).

En su momento se conformó un equipo interdisciplinario, que aportó elementos de diagnóstico (físico, ecológico, territorial, socioeconómico, institucional, normativo y ambiental) y fijó restricciones, desde las distintas áreas, a la localización de un sitio de disposición final (SDF) de residuos sólidos urbanos (RSU).

El objetivo de este artículo es analizar los elementos de diagnóstico del medio físico subterráneo y, en función de ellos y el marco normativo, los criterios hidrogeológicos definidos para la posterior delimitación de zonas de exclusión y finalmente, de sitios de intervención potencial.

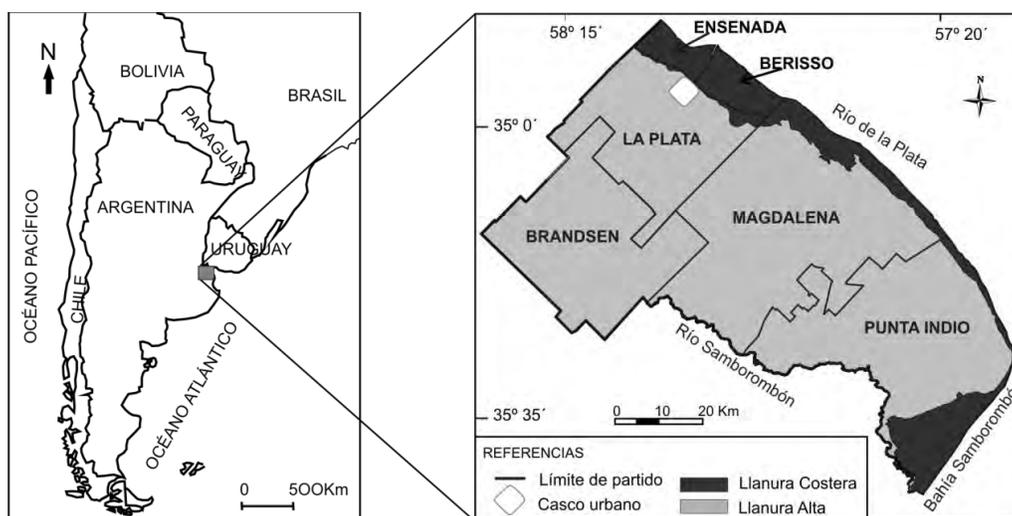


Figura 1: Mapa de ubicación y unidades geomorfológicas mayores

METODOLOGÍA

Durante el año 2008 se realizó la caracterización hidrometeorológica, geológica, geomorfológica, e hidrogeológica regional, mediante análisis de antecedentes, relevamientos de campo, muestreos y análisis químicos en agua subterránea y superficial, y la correspondiente elaboración de gabinete.

De acuerdo con el alcance del estudio, para el enfoque regional se empleó la escala de trabajo 1:250.000, utilizándose para el manejo de datos y generación de cartografía el software ARCGIS.

Los mapas se realizaron en base a 22 posiciones de campo en el caso de los de isoprofundidad e isofreático y a 44 para el de isosalinidad. La información se contrastó y referenció con valiosos datos antecedentes (Auge, 1995, EASNE, 1972, González et al., 2003, Hernández et al., 2007, Laurencena et al., 2002; Martínez et al., 2000). Es importante aclarar que, los diferentes mapas se realizaron bajo la imposición del Consorcio Región Capital (CRC) de suprimir de la cartografía un amplio sector (Municipio de Magdalena), dificultando la visualización de los resultados del diagnóstico.

Para estimar la vulnerabilidad del acuífero freático, se utilizó el método GOD, cuyos parámetros de entrada son: tipo de acuífero (Groundwater occurrence), litología de la Zona No Saturada o cobertura del acuífero (Overall acuífer class), y profundidad del agua subterránea (Depth) siguiendo a Foster & Hirata (1987).

En cuanto a la fijación de los criterios hidrogeológicos, se tuvieron en cuenta por un lado las limitaciones establecidas en la normativa vigente (Artículo 13 de la Ley Provincial N° 13592/06, Resolución de la Secretaría de Política Ambiental (Res. SPA) N° 1143/02, Ley Nacional N° 25916/04) y por el otro, aquellas características del medio físico (geológicas, geohidrológicas e hidrográficas) consideradas condicionantes en la localización de un SDF. Se generó así una clasificación de los mismos, en Excluyentes y No excluyentes, diferenciando dentro de ellos distintas categorías.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características generales del área

El área de estudio, ubicada entre latitud 34°46'S y 35°43'S, y longitud 57°08'W y 58°27'W, abarca 3900km² en un ambiente de llanura al noreste de la Provincia de Buenos Aires, con límites naturales dados por el río de la Plata al N-NE, Bahía Samborombón al SE y el río Samborombón al S-SW, mientras que al W y NW son políticos.

De la población de 830 mil habitantes, el 96% se localiza en La Plata, Berisso y Ensenada, y el 4 % restante en Brandsen y Punta Indio. La Plata, como capital provincial, se caracteriza por su actividad administrativa y universitaria, seguida de las productivas primarias y secundarias. La actividad industrial se concentra en Ensenada y la agropecuaria en los partidos de Brandsen y Punta Indio. La generación de Residuos Sólidos Urbanos en la RC es del orden de 780 ton/día, y el actual sitio de disposición final, ubicado en el partido de Ensenada, ha alcanzado su límite receptivo.

Bajo un clima húmedo mesotermal, las precipitaciones modulares anuales (1941-1980, 1961-1990 y 1941-1990) registradas en las estaciones La Plata Observatorio, La Plata Aeródromo y Punta Indio, están comprendidas entre 930mm y 1013mm. Los valores de evapotranspiración real de 799 mm/año, y excesos hídricos del orden de 243 mm anuales se obtuvieron para la Estación La Plata Observatorio, que cuenta con registro centenario.

Las unidades geomorfológicas más relevantes son la Llanura Costera del río de la Plata y la Llanura Alta (Cavallotto, 1995), Figura 1. La primera ocupa una franja litoral en los partidos de Ensenada, Berisso y Punta Indio, extendiéndose entre la cota de 5 m snm y la costa del río de la Plata. Presenta relieve plano a plano-cóncavo, con pendientes inferiores a 0,03 %, y sectores deprimidos con diseño de drenaje anárquico. Se vincula a la Llanura Alta a través de un “escalón” o antigua terraza, cuya pendiente oscila entre 1 y 2 %, disimulado en parte por la erosión y la actividad antrópica (UNLP-UTN, 2009).

La Llanura Alta comprende la mayor parte del área de estudio, donde se destaca un interfluvio principal, con rumbo aproximado NW-SE, descendiendo desde una altura máxima de 30 m snm. De relieve plano, actúa como divisoria de aguas entre las dos vertientes principales de la región: río de la Plata hacia el N, y margen izquierda del río Samborombón, hacia el S. Los arroyos presentan un rumbo general de escurrimiento SW-NE, drenando al río de la Plata. La vertiente del río Samborombón presenta numerosos cursos que drenan por su margen izquierda hacia la bahía homónima (Figura 2).

Existe otra geoforma (Cordones conchiles), asociada al margen litoral del río de la Plata y de la bahía, que si bien es de distribución restringida, resulta relevante al momento de evaluar la vulnerabilidad, por su alta permeabilidad.

Dentro de los suelos, se reconoce el predominio de Argiudoles vérticos y acuérticos a nivel regional, de Natracuoles y Natracuertes en la planicie aluvial, y de Rendoles en coincidencia con los cordones conchiles que marcan la interfase entre las geoformas mayores (Hurtado et al., 2006).

Con respecto a la geología y su comportamiento hidrológico, puede discretizarse el sistema geohidrológico en tres componentes: el subsistema activo, el más importante en relación al SDF, por su directa vinculación con el ciclo exógeno, el subsistema pasivo o profundo y el basamento o soporte del conjunto (Tabla 1). El primero de ellos está compuesto por la Zona No-Saturada (ZNS), un acuífero freático y otro semilibre (Pampeano) que funcionan como una única unidad desde el punto de vista hidráulico, un acuitardo y el acuífero principal (Puelche) de características semiconfinadas. El pasivo está compuesto por dos acuíferos confinados (Paraná y Olivos), limitados por sendos acuícludos, mientras que el basamento, de comportamiento acuífugo, está conformado por rocas ígneas y metamórficas del *Complejo Martín García*.

Tabla 1: Sistema Geohidrológico (González, 2005)

Unidad geológica	Litología	Comportamiento Hidrolítico
Pospampeano + Pampeano	Limos, arenas, limos arcillosos, Conchillas	Zona No-Saturada Acuífero (freático)
Pampeano	Limos loessoides, limos finamente arenosos, calcáreos	Acuífero (freático) Acuífero (semilibre)
Pampeano (inferior)	Limos arcillosos, Arcillas limosas	Acuitardo
F. Arenas Puelches	Arenas medianas a finas, ocasionalmente gruesas	Acuífero (semiconfinado)
F. Paraná (superior)	Arcillas verdes, verdes azuladas	Acuícludo
F. Paraná (inferior)	Arenas medianas a finas, marinas	Acuífero (confinado)
F. Olivos (superior)	Arcillas rojizas	Acuícludo
F. Olivos (inferior)	Arenas medianas, gravas basales	Acuífero (confinado)
Basamento hidrogeológico	Basaltos Granitos y gneises	Acuífugo

Diagnóstico del acuífero freático

Los mayores espesores de la ZNS se corresponden en la Figura 2 con las divisorias superficiales, especialmente la que separa el tributo fluvial al río de la Plata de la que concurre al río Samborombón, mientras que, las menores profundidades se relacionan con las planicies aluviales del río Samborombón y sus tributarios, y de los cursos que desaguan en el río de la Plata, y en su llanura aluvial. Las profundidades máximas, en los rangos 10 m – 15 m y > 15 m, coinciden con el ápice del cono de depresión del acuífero Puelche y su entorno.

En la Figura 3 se muestra la red de flujo del acuífero freático, observándose una divisoria marcada por la curva de 10 m. snm, a la cual acompañan en su definición las curvas de 15 m snm y 20 m snm, esta última sobre el borde noroccidental del mapa.

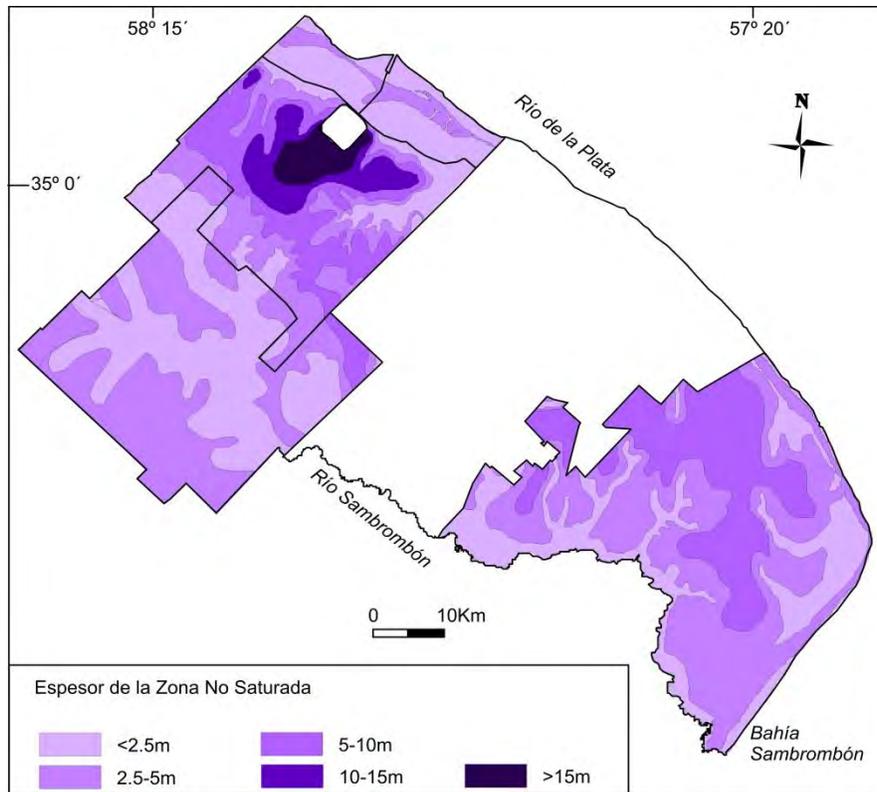


Figura 2. Profundidad o espesor de ZNS

Configura la zona de recarga principal (dentro de un panorama de recarga regional autóctona y directa), desde donde el flujo se dirige hacia los ríos de la Plata y Samborombón (de comportamiento efluente). Cabe aclarar que existe una recarga local asociada a los cordones de conchillas localizados sobre el borde litoral (no diferenciable a la escala de mapeo).

El fenómeno de descarga se produce de modo regional hacia los mencionados ríos y localmente hacia los otros cursos menores, además de una local antrópica, reflejada en la curva equipotencial de 0 m, producto de la influencia del cono de depresión del acuífero Puelche subyacente, generado por la extracción para el servicio público en la ciudad de La Plata.

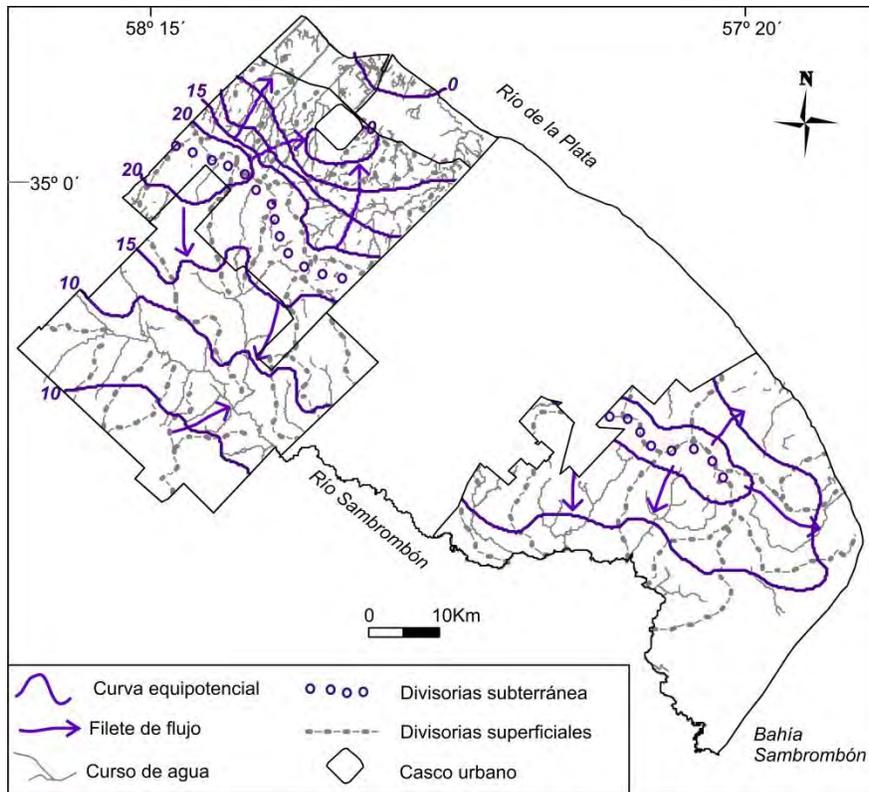


Figura 3. Red de Flujo - Acuífero Freático

La morfología de la capa freática obedece a un patrón netamente radial, divergente del eje hipotético de la hidroforma positiva de rumbo Noroeste-Sudeste y convergente hacia los fluvios. Los gradientes hídricos son relativamente regulares, con un valor medio del orden de 5.10-3 y un incremento en las vecindades del casco urbano de La Plata.

Respecto a la hidroquímica, fue analizada a través de los valores de Sólidos Totales Disueltos (TSD) y teniendo en cuenta el límite fijado para agua potable por el Código Alimentario Argentino (CAA, 2007), se pudo identificar una zona lindante al río de la Plata (Llanura Costera) y de la bahía Samborombón, con tenores >1500 mg/l, y otra sobre el resto del área (Llanura Alta) con concentraciones < 1500 mg/l. Se muestra su distribución en la Figura 4.

En el cálculo de los índices de vulnerabilidad GOD se asignó para el sustrato litológico (G), un valor de 0,5 a los sedimentos loésicos, y 0,7 a los cordones conchiles; para la ocurrencia de agua subterránea (O), en toda el área calificada como “No Confinado”, se optó por un valor de 0,75 para la Llanura Alta y de 0,6 – 1 para la Llanura Costera. Con respecto a la profundidad del agua subterránea (D) se asignaron valores entre 0,7 y 1.

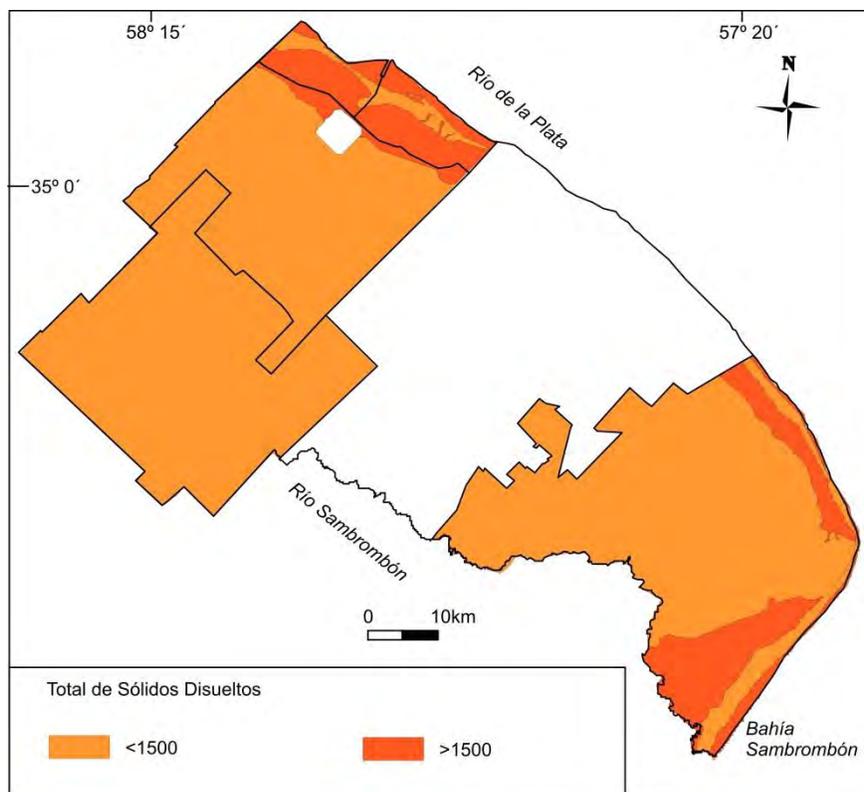


Figura 4. Mapa de Total de Sólidos Disueltos-Acuífero Freático

Los Índices GOD (IG) resultantes se representan en la Figura 5, con las calificaciones de Vulnerabilidad Baja hasta Moderada - Alta, valores mínimos de 0,24 y máximos de 0,5. Predominan regionalmente áreas calificadas con Vulnerabilidad Baja-Moderada y Moderada-Baja ($IG = 0.25 - 0.30$ y $0.30 - 0.35$) y con Vulnerabilidad Moderada ($IG = 0.35 - 0.4$) en la Llanura Costera del río de la Plata, áreas aledañas al río Samborombón y planicies de inundación de arroyos. El extremo Vulnerabilidad Moderada - Alta ($IG = > 0.4$) se localiza en sectores coincidentes con los bañados y los cordones de conchilla paralelos a la costa, y el extremo Vulnerabilidad Baja ($IG = 0.2 - 0.25$) lo hace en una zona donde la influencia decisiva es el abatimiento del nivel de agua subterránea, por efecto de la extracción para abastecimiento público dentro del partido de La Plata.

De todos los atributos introducidos, la profundidad del agua subterránea es el de mayor influencia, señalándose que los índices deberían ser actualizados con cierta periodicidad ante cambios importantes en el régimen, por ejemplo efectos antropogénicos o de carácter climático.

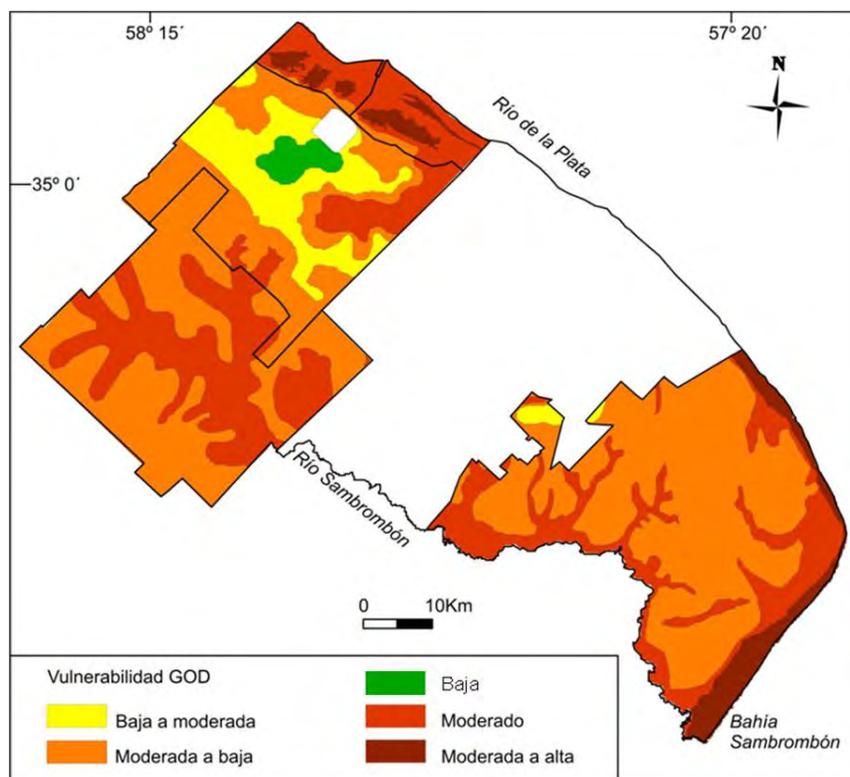


Figura 5. Mapa Vulnerabilidad GOD - Acuífero Freático

La metodología aplicada permite una primera aproximación en la calificación de la vulnerabilidad. El método tiende a minimizar el grado de vulnerabilidad en comparación con otros donde se emplean mayor número de insumos en su definición.

Criterios hidrogeológicos

A partir de los resultados del diagnóstico del medio físico subterráneo y teniendo en cuenta la normativa vigente, se seleccionaron una serie de criterios geohidrológicos, para ser considerados al momento de integrarse con los procedentes de otras áreas temáticas. Considerando esto último, se generó una jerarquización en Excluyentes y No Excluyentes y una asignación de aptitud alta, media o baja a cada categoría de modo de ofrecer alternativas espaciales (Tabla 2).

Dentro de los de carácter excluyente se involucraron las áreas de recarga preferencial (cordones de conchilla) y las distancias a los pozos de abastecimiento público e hidroformas asociadas (conos de depresión). Las primeras, por representar zonas de muy alta permeabilidad y constituir los únicos depósitos de agua dulce en las zonas costeras. Los segundos, por estar señalados en la normativa y ser la principal fuente de provisión de agua potable a nivel regional. Los límites establecidos para la distancia al cono de abatimiento y a los pozos de bombeo, surgen de la interpretación del Artículo 13 de la Ley 13592/06.

Entre los de carácter No Excluyente se consideran: el Número de cuencas superficiales afectadas, las Áreas con predominio de recarga, circulación y descarga, la Profundidad del nivel freático, la Distancia a pozos particulares y la Calidad de agua del acuífero freático.

Tabla 2. Criterios geohidrológicos

	Criterio	Categorías	Aptitud	Normativa	
Excluyente	Área de recarga preferencial (cordones de conchilla)				
	Distancia al borde del cono de depresión regional actual	< 100 m		Art.13. Ley 13592/06	
	Distancia a pozos abastecimiento público	<1.000m			
No excluyente	Nº de cuencas superficiales afectadas	1	alta		
		2	media		
		>2	baja		
	Áreas con predominio de Recarga-Conducción-Descarga	Conducción		media	Art.13. Ley 13592/06
		Descarga		alta	
		Recarga		baja	
	Profundidad nivel freático	> 5m		alta	Res. SPA 1143/02 y Ley 25.916/04
		entre 0,5 y 5 m		media	
	Distancia a pozos particulares	<0,5m		baja	Art.13. Ley 13592/06
		>1.000m		media / alta	
Calidad de agua del acuífero freático	<1.000m		baja		
	> 1500 mg/l		alta		
	< 1500 mg/l		baja		

Se fijó el criterio “Nº de cuencas superficiales afectadas”, con el objeto de limitar el alcance de una eventual filtración al medio subterráneo, estableciéndose tres categorías, ya que la afectación de (1) una sola cuenca ofrecerá menor riesgo y por lo tanto mayor aptitud para la localización de un SDF.

El Art.13 de la Ley 13592/06 limita la disposición de un SDF en áreas de recarga de acuíferos donde se localice aguas abajo un sistema de captación para uso humano. Dado que en la zona de estudio el fenómeno de recarga se manifiesta prácticamente sobre todo el área, hubo que considerar una jerarquización (nivel local) diferenciando la aptitud en relación al predominio de uno u otro fenómeno (recarga – circulación - descarga). Por su parte, la Ley 25916/04 y la Res. SPA 1143/02 limitan las zonas inundables, que para la Región Capital coinciden con áreas de descarga natural, equivalentes a la Llanura Costera, y a las planicies de inundación de los arroyos efluentes, motivo por el cual se aplica la terminología de descarga para el criterio limitante.

Con respecto a “Profundidad del nivel freático”, la Res. SPA N° 1143/02 señala la distancia vertical de 0,5 m por encima del nivel freático como límite para la instalación de un SDF. Se consideró este valor para limitar las zonas de baja aptitud. Complementariamente y sobre la base del mapa de vulnerabilidad y la influencia del espesor de la ZNS, se seleccionó el área con índice GOD “Bajo a Moderado” (coincidente con la zona de espesores de ZNS entre 5 -10 m) para establecer en > 5m la profundidad a la cual se consideró de aptitud alta.

En “Distancia a pozos particulares” se reconocen dos categorías, definidas en base al límite de 1000 m, fijado por el Artículo 13 Ley 13592/06.

Para la definición de “Calidad de agua del acuífero”, se utilizó el resultado del diagnóstico de hidroquímica, con dos categorías basadas en el TSD (1500 mg/l) normado en el Código Alimentario Argentino.

CONCLUSIONES

La caracterización del medio subterráneo a escala regional y a nivel del acuífero freático, (hidrodinámica, calidad química en función del TSD y vulnerabilidad GOD), permitió la identificación de dos sectores de características geohidrológicas diferenciables relacionados directamente con las unidades geomorfológicas mayores. Por un lado la Llanura Costera con gradientes hídricos muy bajos, tenores de TSD > a 1500 mg/l, profundidad del nivel freático somera y cuya vulnerabilidad es Moderada y Moderada - Alta. Por otro, el área asociada a la Llanura Alta con gradientes hídricos bajos, TSD < 1500 mg/l, profundidades variables y vulnerabilidades entre Baja y Moderada – Baja.

En el ámbito de la Llanura Alta, el atributo más variable y a partir del cual fue posible hacer una zonificación, es la profundidad del agua subterránea, quedando reflejado en el mapa de vulnerabilidad GOD.

La definición de los elementos diagnósticos, su representación gráfica y las limitantes establecidas por la normativa vigente, permitieron fijar una serie de criterios, de carácter espacializable, para ser posteriormente cruzados con aquellos emergentes de las restantes disciplinas. La jerarquización en Excluyentes y No Excluyentes posibilitó ofrecer sitios alternativos de potencial intervención. El común denominador de los Excluyentes está vinculado directamente con las áreas afectadas para abastecimiento público.

Los criterios presentados fueron establecidos en el marco de un estudio de características regionales, considerándose los aplicables en una fase inicial. En una etapa de mayor detalle (luego de seleccionar el sitio, producto del primer cruzamiento con las diferentes disciplinas) será necesaria una profundización en el estudio de los elementos diagnósticos, así como una revisión general a nivel local.

REFERENCIAS

- AUGE, M. 1995. Manejo del agua subterránea en La Plata, Argentina. Inédito. La Plata. 3 T: 1-149.
- CAVALLOTTO, J.L. 1995. Evolución geomorfológica de la llanura costera ubicada en el margen sur del río de la Plata. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. Inédito. La Plata
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO 2007. Capítulo XII, Bebidas Hídricas, Agua, y Agua Gasificada, Art. 982 AGUA POTABLE”. Resol. Conjunta 68/2007 SPRRS y 196/2007.
- EASNE. 1972. Contribución al estudio geohidrológico del noreste de la provincia de Buenos Aires. EASNE-CFI. Serie Téc.24, Tomo I y II. La Plata.
- FOSTER, S. Y HIRATA R. 1987. Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas. Centro Panam. Ing. Sanit y Cs. Ambiente. CEPIS. Lima.
- GONZÁLEZ, N., TROVATTO, M. M. Y HERNÁNDEZ, M. A. 2003. Modelo conceptual hidrodinámico en una cuenca tributaria del río de la Plata (Buenos Aires, Argentina). Revista Latino-Americana de Hidrogeología, (3): 85-92.
- GONZÁLEZ, N. 2005. Los ambientes hidrogeológicos de la provincia de Buenos Aires. En: R.E. de Barrio, R. O. Etcheverry, M.F. Caballé y E. Llambías (edit.) Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congr. Geológ. Argentino. Cap. XXII: 359–374. La Plata.
- HURTADO, M. A., GIMÉNEZ, J. E. Y CABRAL, M. 2006. Análisis ambiental del partido de La Plata. Aportes al ordenamiento territorial. M.A. Hurtado (ed.), CFI. La Plata. 134 pág.
- LAURENCENA, P., VARELA, L., KRUSE, E., ROJO, A. Y DELUCHI, M. 2002. Características de las variaciones freáticas en un área del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. Groundwater and Human Development. XXXII IAH & VI ALSHUD Congress 2002. Actas: 1334–1340. Mar del Plata.

Ley Nacional 25.916. Gestión de residuos domiciliarios. (BO Sep/2004).

Ley Provincial 13.592. Gestión integral de residuos sólidos urbanos. (BO 20/Dic/2006).

MARTÍNEZ, O., HURTADO, M. A., CABRAL, M., GIMÉNEZ J. E., DA SILVA, M.
2000. Geología, geomorfología y suelos de la planicie costera en los partidos de
Ensenada y Berisso (Provincia de Buenos Aires). XVII Congreso Argentino de la
Ciencia del Suelo. Resúmenes, pp.299. Mar del Plata.

Secretaría de Política Ambiental. Res. N° 1.143. Disposición de residuos sólidos urbanos
en rellenos sanitarios. Anexo I. 13/08/2002.

UNLP-UTN. 2009. Plan de gestión integral de residuos sólidos urbanos (RSU) para el
Consortio Región Capital. Informe Dimensión Medio Natural. Convenio UNLP-
UTN-MLP. Inédito.

***Innovación tecnológica en la
GIRSU***

DIGESTIÓN MIXTA DE RESIDUOS ORGÁNICOS URBANOS E INDUSTRIALES

Bianchi, Marianela¹, Gregoret, Nilce¹

¹Municipalidad de Avellaneda (Santa Fe, Argentina)

oficina_proyectos@avellaneda.gov.ar

RESUMEN

En el proyecto se plantea un sistema de digestión conjunta de residuos húmedos urbanos e industriales, acotando la proveniencia de los urbanos a los de la ciudad de Avellaneda (Santa Fe) de 25.000 habitantes y los industriales a los producidos por una cooperativa agrícola de dicha localidad. Este sistema tiene como objetivo el cumplimiento de la normativa aplicable a la temática respecto de la cantidad de residuos urbanos llevados a disposición final y el tratamiento de los residuos industriales, mediante la generación de biogás y compost. La industria generadora es una cooperativa agrícola cuyos residuos a digerir provienen de su planta procesadora de aves, de la planta desmotadora de algodón y del almacenamiento de granos.

El procedimiento consiste en mezclar inicialmente los residuos provenientes de la planta procesadora de aves con los urbanos, luego pasarlos por un filtro prensa; allí el proceso toma se divide en fase líquida por un lado, que ingresará en un proceso de biodigestión, dando como resultado biogás y efluente clarificado; por otro la fase sólida a la cual se le añadirá polvo de grano y restos de algodón provenientes de la planta desmotadora para airear y se llevará a un proceso de compost. Asimismo aquí también se incorporarán los sólidos que sedimenten en el biodigestor y el líquido clarificado en cantidad necesaria para mantener la humedad de la pila de compost.

El beneficio del trabajo conjunto entre el sector público y privado en esta materia, además de ampliar las opciones de financiamiento para la instalación de la planta, está en la seguridad de tener un mercado inmediato: socios y clientes de la cooperativa agrícola donde ubicar el compost producido; y una actividad industrial: la planta procesadora de aves que demande constantemente el biogás generado, evitando así el costo que implicaría comprimirlo para almacenarlo y transportarlo.

Palabras clave: residuos húmedos, biodigestión, biogás, compost.

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Santa Fe en el año 2008 se sancionó la Ley 13.055, conocida como Ley de Basura Cero. En ésta se plantea una reducción progresiva del enterramiento de residuos susceptibles de ser reutilizados, recuperados o reciclados. Por otra parte la Ley Nacional N° 25.612 sancionada en el año 2002 establece la obligación de las industrias de tratar sus residuos para garantizar que su actividad no genere impactos negativos en el ambiente.

Tomando el particular sistema de digestión de residuos urbanos de la cooperativa Ideal Service (Italia). Como modelo en este trabajo se propone un sistema de digestión conjunta de residuos orgánicos urbanos e industriales con el principal objetivo de dar cumplimiento a la normativa aplicable pero también teniendo en cuenta la posibilidad de genera recursos a partir de algo hasta el momento sin valor, como son los residuos.

El estudio es de tipo experimental y está en su fase de planeamiento (no ha sido ejecutado aún) es por eso que se incluye un apartado de resultados esperados. Si bien el modelo tomado en cuenta se encarga de digerir residuos urbanos de un consorcio integrado por varias ciudades no se han encontrado experiencias a tomar en cuenta de digestión mixta de residuos orgánicos como la que se plantea en el presente proyecto.

Si bien no son muchos los municipios que aplican un sistema de gestión de estos residuos, los que si lo hacen, se orientan particularmente a una sola corriente que es en general el compostaje. En el ámbito industrial en general se opta por un tratamiento biológico de las corrientes líquidas aunque no siempre se persigue el objetivo de captar los gases generados a partir de este para darle aprovechamiento energético de algún modo.

Por todo lo expuesto anteriormente, el objetivo general de esta investigación es validar la digestión conjunta de residuos orgánicos industriales y municipales como tratamiento para lograr el cumplimiento de la Ley Provincial N° 13.055 respecto de la reducción de los residuos domiciliarios llevados a disposición final y la Ley Nacional N° 25.612 respecto del tratamiento de residuos industriales. Hablamos particularmente de industria alimenticia que es la que produce mayor cantidad de residuos susceptibles de ser digeridos biológicamente.

METODOLOGÍA

Se analizaron metodologías de digestión de residuos orgánicos a nivel municipal e industrial en escalas pequeñas, medianas y grandes; siempre teniendo particular atención en la escala pequeña que es en la que encuadra nuestro municipio de interés. Se estudió en detalle el método de digestión de residuos orgánicos domiciliarios adoptado por la

cooperativa Ideal Service (Italia). Esta metodología, a diferencia de la generalidad, incluye una diferenciación por corrientes líquidas y sólidas dentro de los residuos húmedos tal como se muestra en la Figura 1. De esta manera la digestión de cada corriente es más eficiente ya que se acondicionan todos los factores críticos (particularmente pH, relación C/N, temperatura y agitación o volteo) para que cada proceso así lo sea.

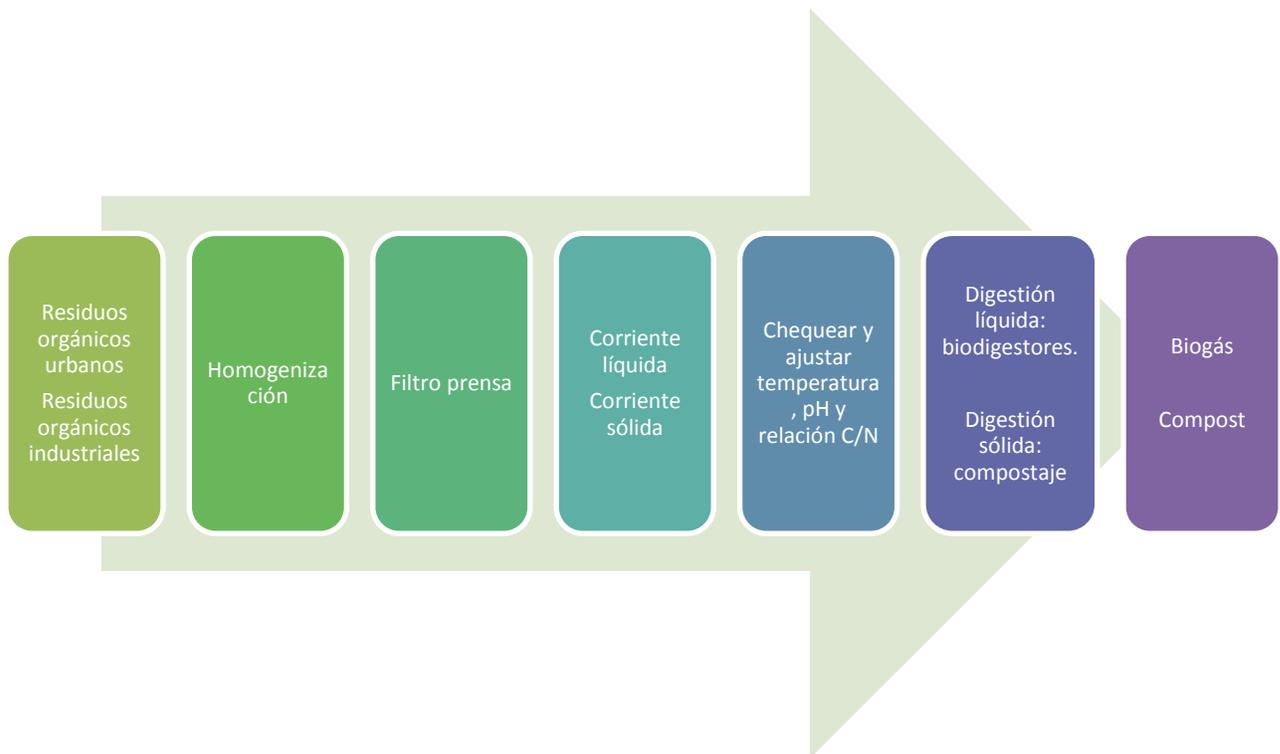


Figura 1: Diagrama general del proceso de digestión propuesto

El proceso propuesto se enmarcó en una ciudad de 25.000 habitantes suponiendo que cuenta con un sistema de recolección diferenciada de residuos secos, húmedos e indiferenciados. La línea de secos es dirigida a un proceso de clasificación y venta. La línea de indiferenciado compuesta básicamente por secos no recuperables (restos de tela, goma, cuero, etc.) y húmedos no digeribles (pañales, plásticos y cartones con restos de comidas, etc.) es enterrada en el sitio de disposición final. De esta forma la línea de recolección de residuos húmedos, compuesta básicamente por restos de comida, deberá pasar de igual manera por una etapa de clasificación y control posterior que dé como resultado una composición y calidad adecuadas antes de ingresar al tratamiento. Es importante garantizar ausencia de cualquier tipo de residuo no digerible pero por sobre todas las cosas de los que puedan tornarse tóxicos para los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica en cada proceso particular; estos son los metales y todos aquellos materiales que contengan trazas de ellos. Por otra parte, como actividad industrial se

consideró una cooperativa agrícola de gran importancia situada en la misma ciudad. Se tomaron en consideración los residuos provenientes de la planta procesadora de aves, del almacenamiento de granos y la desmotadora de algodón.

De esta manera el proceso de selección final de los residuos orgánicos urbanos puede llevarse a cabo en una cinta instalada en la misma planta industrial, en la cual también se realice una última selección de los residuos provenientes de la planta procesadora de aves. Luego de ser homogeneizados, los residuos pasarán por un filtro prensa donde se dividirán las corrientes es importante ajustar parámetros como temperatura, pH y relación C/N, no sólo para que no sean tóxicos para los microorganismos que realizan la fermentación anaeróbica de los residuos orgánicos, sino también para que sean óptimos para su desarrollo. Todos los procesos exhaustivos previos de la materia prima del tiene como objetivo en primer lugar garantizar que el proceso no se vea interrumpido por mortandad o fallas en la adaptación de los microorganismos, pero también para garantizar en el caso del compost es particularmente importante lograr ciertos parámetros establecidos por SENASA para poder ser utilizado luego en los cultivos o simplemente ser comercializado libremente por parte de la cooperativa agrícola.

Si bien el sitio donde se emplace el proceso de compostaje es indistinto, es fundamental que el proceso de biodigestión se instale en la zona industrial y que las instalaciones estén adecuadas para utilizar el gas que se produce en lo inmediato; de esta manera se evitarán los costos de almacenamiento y transporte que serían decididamente factores susceptibles de tornar inviable el proyecto.

Los pasos a seguir consisten en los análisis de rendimiento a escala laboratorio de la compatibilidad de estos residuos. Estos análisis consisten en realizar el proceso de biodigestión en un biodigestor de laboratorio con muestras tomadas de los residuos a digerir y determinar relaciones de conversión Materia Orgánica/Biogás en distintos puntos de pH y temperatura; además de añadir muestras de otros residuos susceptibles de ser incorporados en el proceso como rastrojo o residuos agropecuarios para determinar si mejora la relación de conversión o no.

RESULTADOS

Los resultados esperados consisten en la obtención de un compost susceptible de ser utilizado por los productores agrícolas asociados a la cooperativa en cuestión así como cantidades significativas de biogás para alimentar al menos una línea completa de procesos de la cooperativa agrícola. De esta manera se estará disminuyendo la cantidad de residuos llevados a disposición final por parte del municipio en un 30% en el momento de mayor eficiencia según el último análisis de composición de los RSU realizado en octubre de 2013 en el municipio, transformándolos además en un recurso; esta transformación de residuo a

recurso es de vital importancia además en el concepto de tratamiento de los residuos industriales.

Se cuenta con la posibilidad de que las cantidades de residuos disponibles de una y otra característica (urbanos e industriales) no sean las necesarias para encarar este proceso de biodigestión. De todas maneras hay en la ciudad otras industrias y en la región otros municipios, con lo cual es un factor que puede ser solucionado.

Será un parámetro crítico a tener en cuenta el dimensionamiento de los equipos para procesar tal cantidad de materia orgánica; eso influirá decisivamente en el sitio destinado a instalar cada proceso. Sin dejar de tener en cuenta el alto costo del almacenamiento y transporte del biogás se considera prioritaria la instalación del proceso de biodigestión en el sitio de uso de este combustible.

DISCUSIÓN

De los resultados esperados se desprende que la digestión conjunta de residuos urbanos e industriales sea una alternativa válida para el cumplimiento del marco legal correspondiente para ambas partes. La generación de energía y abono es un aspecto secundario, pero es asimismo un punto a tener en cuenta al momento de ver los residuos como un recurso o como una oportunidad de generar valor. Con este nuevo proceso se estará generando un producto que se debe insertar en el mercado y eso conllevará los estudios y diseños de estrategias correspondientes.

Es posible y queda pendiente de analizar, la viabilidad de combinar estos residuos con otros que hagan más eficiente el proceso. El hecho de haber trabajado en esta instancia con una cooperativa agrícola es, en primer lugar por ser los interesados en el abordaje y cumplimiento del marco legal y, en segundo lugar por la naturaleza de su actividad, que le permite estar en condiciones de dar salida directa al producto que se genera en este nuevo proceso.

En términos de ejecución del proyecto, el hecho de contar con intereses públicos y privados persiguiendo un mismo objetivo, que es el cumplimiento legal destinado a la protección del ambiente, es de esperar que amplíe las alternativas válidas de financiamiento y/o las partes interesadas en participar, así como también contribuye a la obligatoriedad de dar continuidad al proyecto a pesar de eventuales cambios de autoridades en ambas partes.

CONCLUSIONES

En el planteo de este innovador sistema de digestión, se posiciona a los actuales residuos como potenciales fuentes de energía, en el caso del proceso de biodigestión y de nutrientes, en el caso del proceso de compostaje. Si bien aún restan realizar los análisis detallados en el desarrollo del informe, cabe destacar que cuanto mayor sea la cantidad de residuos disponibles para alimentar el proceso, probablemente este sea más rentable o se vuelva más justificada la inversión necesaria. Contar con una experiencia de estas características puede y quiere servir de modelo para replicarse en otras ciudades del país que estén interesadas en dar solución a la problemática que actualmente significan los Residuos Sólidos Urbanos para los gobiernos municipales y los riesgos potenciales que traen aparejados para las personas.

AGRADECIMIENTOS

Daniele Casotto, Cooperativa de servicios Ideal Service, Friuli VG, Italia.

REFERENCIAS

METCALF, E. (1995). Ingeniería de aguas residuales. Madrid: Mc. Graw Hill.

SENASA, 2013. Reglamento para el registro de fertilizantes, enmiendas, sustratos, acondicionadores, protectores y materias primas en la república Argentina. Consulta: Septiembre de 2013. Disponible en <
<http://www.senasa.gov.ar/Archivos/File/File3445-anexos.pdf>>

RELEVAMIENTO, RECOLECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE ACEITES VEGETALES USADOS (AVU)

Gabiani, M. C.¹; Allasia, Marcos R.²; Campana, C.³; Jurado, A.⁴; Lisa, M.⁵; Marionsini, M.⁶; Meinardi, D. R.⁷; Pérez, A.⁸; Rodríguez, J. A.⁹; Silvestroni, D.¹⁰; Vogt, M. D.⁵

¹Municipalidad de Sunchales. ²INTI Rafaela. ³Comuna de Suardi. ⁴Municipalidad de Rafaela; ⁵Municipalidad de Esperanza; ⁶Municipalidad de San Jorge; ⁷Comuna de Felicia; ⁸Comuna de Humberto Primo; ⁹Municipalidades de Ceres; ¹⁰Comuna de Ataliva

RESUMEN

Dentro de las actividades, programas y proyectos puestos en marcha por el Foro Ambiental Regional, surgido del Programa BID ABDICAR para el Desarrollo Territorial en el año 2010, uno de los temas abordados fue la problemática generada por la incorrecta disposición de los aceites vegetales usados que en su mayoría son vertidos al sistema cloacal, provocando además un impacto considerable en el ambiente. Cada municipio y comuna, relevó su realidad concluyendo que gran parte de las obstrucciones de la red, responden a conductas inadecuadas de los usuarios al momento de utilizarla.

En este sentido, las localidades miembro realizaron un relevamiento entre los generadores de aceites vegetales usados (principalmente comercios y empresas del rubro gastronómico) obteniéndose resultados sorprendentes en cuanto al volumen producido. Las acciones en los diferentes municipios también contemplan la colocación de contenedores apropiados en “puntos limpios”, para que los vecinos dispongan sus aceites vegetales usados. Sabiendo de los usos que se le puede dar a este subproducto, incorporándolo como materia prima recuperada en procesos productivos, se contactaron empresas que los utilicen. Hoy las localidades miembro recolectan selectivamente los aceites vegetales usados, los acopian bajo condiciones impuestas por las empresas que luego los reciben y los introducen como materia prima en la producción de artículos de limpieza, cosmética y de biodiesel.

Por otra parte, se consultaron los reclamos recibidos en las distintas dependencias a través de los que se concluyó que gran parte de las obstrucciones y roturas se encontraban vinculadas con actividades gastronómicas cercanas a ellas. Esto no sólo afecta a esos comercios sino que también dificultan el normal drenaje de los efluentes líquidos de las viviendas particulares.

El principal objetivo de esta publicación es guiar a otros municipios y comunas para que puedan encarar situaciones similares con acciones sencillas y que fueron satisfactorias en localidades con características similares.

Palabras clave: aceite vegetal usado, recuperación, reciclado, ambiente.

INTRODUCCIÓN

Frente a la necesidad de comenzar a buscar soluciones a problemáticas comunes, no sólo en la generación de información y conocimiento, sino también aquellas de “volumen” o de escala que presentan las oportunidades de negocios que resuelven problemas ambientales surge en el año 2008 el Foro Ambiental Regional (Municipios de Ceres, Esperanza, Rafaela, San Jorge, Sunchales, y Comunas de Ataliva, Felicia, Humberto Primo, Suardi). En respuesta a la propuesta del PROGRAMA BID – ABDICAR el Foro comenzó a trabajar bajo el Programa de Competitividad de los “Clúster de la Región Central de Santa Fe”.

Los objetivos del Foro son constituir un espacio de coordinación regional autónomo y horizontal y desarrollar desde este lugar acciones de cooperación y asistencia técnica, capacitación y formación, búsqueda de recursos económicos y financieros, sociabilización de buenas prácticas, implementación conjunta de planes, proyectos, programas o políticas públicas y público-privadas. La intención fue construir una región como una red de pueblos y ciudades, territorialmente conectadas, con aspectos sociales y culturales similares y ambientalmente sostenible, en un espacio compartido por el bienestar, la convivencia y la igualdad de oportunidades. Una región entendida como una red de municipalidades y comunas, que mantenga y potencie su modelo de gestión específico fundamentado en el respeto de las identidades de los diferentes miembros y que permita optimizar las estrategias y los objetivos comunes.

Desde el planteo de una búsqueda de soluciones y fomento de la valorización de los residuos, el Foro plantea el abordaje de las problemáticas locales con un esquema que permita compartir e intercambiar información sobre gestión integral, reducción, reutilización y reciclado de residuos industriales y residuos sólidos urbanos. También, la posibilidad de incrementar el poder de negociación y la capacidad técnica que tienen las comunas o municipios de menor estructura.

Se decidió comenzar a trabajar con aceites vegetales usados (AVU), por considerarlos una temática con mayor probabilidad de éxito y de interés para el ciudadano, pretendiendo que los vecinos entiendan que con estos residuos se produce energía. Se entiende por AVU al proveniente en forma continua o discontinua, de todo establecimiento que genere, produzca, suministre, fabrique y / o venda aceite comestible que ha sufrido un tratamiento térmico de desnaturalización en su utilización, cambiando así las características fisicoquímicas del producto de origen. Estos generadores suelen ser llamados “Gran Generador” y, en los municipios que componen el Foro, son todos aquellos vinculados con actividades gastronómicas que generan volúmenes importantes de AVU.

Se trata de una problemática que genera inconvenientes desde el momento en que los AVU pierden las condiciones y propiedades de uso, transformándose en un efluente común

a todas las actividades gastronómicas. Por los cambios sufridos, no pueden ser utilizados para consumo humano, dado que no se adecuan a lo que establece el Código Alimentario Argentino. Una vez usados, los AVU poseen acrilamidas y radicales libres que son elementos altamente cancerígenos. Dentro del alcance de esta definición, se incluyen los aceites hidrogenados, las grasas animales puras o mezcladas utilizadas para fritura y los residuos que éstos generen.

Por estas razones, los AVU deben ser desechados de manera apropiada para evitar la contaminación hídrica, la afectación del suelo y las redes cloacales. Se sabe que un litro de AVU puede contaminar hasta 1.000 litros de agua, lo que representa la cantidad de agua que toma una persona promedio durante un año, según el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI, 2012). Asimismo, la gestión y reciclaje de este tipo de residuos permite su reutilización en productos como: Biocombustibles, jabones, ceras, detergentes, perfumes, cosméticos en general, velas, pinturas, grasas multiusos (para chasis, rodajes), espumas de poliuretano y aceites epoxidizados.

Dentro de los municipios y comunas que conforman el Foro Ambiental Regional se observaron problemáticas recurrentes en los sistemas cloacales como: taponamiento y obstrucciones de la red cloacal y conflictos con vecinos, dado que las molestias por atascamientos trascienden los límites de los generadores. Se determinó que la incorrecta disposición de los AVU por parte de aquellos que los generan era en parte causa de estos problemas. Frente a ello surgió la necesidad de encontrar alternativas para resolver estas situaciones conflictivas que se presentaban por su incorrecta, disposición.

El principal objetivo de esta publicación es guiar a otros municipios y comunas para que puedan encarar situaciones similares con acciones sencillas y que fueron satisfactorias en localidades con características parecidas.

METODOLOGÍA

Sitio de estudio

El proyecto se llevó a cabo en la región centro norte de la provincia de Santa Fe, en las localidades miembro del Foro Ambiental Regional. Esta región comprende una población de 206.154 habitantes (según Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas – Año 2010), distribuidos heterogéneamente en el espacio (Tabla 1).

Tabla1: Distribución de la población en los municipios y comunas que conforman el Foro Ambiental Regional.

LOCALIDAD	POBLACIÓN
ATALIVA	2065
CERES	15291
ESPERANZA	42082
FELICIA	2294
HUMBERTO PRIMO	5184
RAFAELA	92945
SAN JORGE	18056
SUARDI	6933
SUNCHALES	21304

Relevamiento de la situación en cada localidad:

A los fines de evaluar la situación en cada municipio y comuna miembro, se inició un trabajo de relevamiento tendiente a definir cantidades aproximadas de AVU generado por cada gastronómico. Éste fue realizado por el personal municipal que recorrió, de acuerdo a los padrones de Derecho de Registro e Inspección, a aquellos comercios gastronómicos que por las características de su actividad se constituían en potenciales generadores de AVU.

RESULTADOS

A partir del relevamiento realizado se adoptaron distintas modalidades de implementación de un sistema de recolección y tratamiento de AVU. Cada localidad empleó el método más conveniente para lograr la adhesión de los generadores, respondiendo a la disponibilidad presupuestaria, recursos humanos y estrategia de comunicación propia. A continuación se presentan las distintas instancias a las que llegó cada integrante del Foro:

Ataliva

- Se realizó la difusión del Programa AVU.
- Por el momento los vecinos acopian en su domicilio y en breve está prevista la implementación de puntos limpios de acopio.

Humberto Primo

- En la localidad los vecinos pueden acercar sus AVU a 3 (tres) puntos limpios ubicados en los supermercados.
- Desde Julio de 2013 se realiza la recolección a grandes generadores.

Felicia

- Los generadores reciben de la comuna los bidones de 20 litros para disponer el AVU.
- Para los vecinos, se estableció que sean retirados al mismo tiempo que se hace la recolección de RSU, dado que al ser colocados en botellas plásticas, son perfectamente identificables.
- Con el objeto de difundir este Programa, se enviaron folletos a los domicilios y se colocaron afiches en lugares públicos que permitan a todos conocer sus alcances.

Suardi

- Se estableció un programa de adhesión voluntaria. Sin embargo, es importante destacar que a pesar de ello todos los generadores han definido incorporarse al sistema.
- Para captar los AVU generados en las casas de familia, se han dispuesto dos puntos limpios denominados ecopuntos distribuidos en la localidad y uno en el corralón comunal, a los que los vecinos acercan las botellas descartables con el aceite recuperado.
- Con el objeto de promover la recuperación de AVU, la comuna de Suardi planteó una capacitación en buenas prácticas de fritura, dictada por profesionales del INTI Rafaela de la que participaron 50 personas relacionados con la actividad gastronómica.

Ceres

- Se encuentran trabajando en la implementación del sistema.

Esperanza

- A los fines de identificar al programa, se realizó un concurso de logotipo entre alumnos de las escuelas primarias de la ciudad. Cuenta con cinco puntos limpios distribuidos estratégicamente en la ciudad.
- En el mes de setiembre se completó la capacitación de 2.300 alumnos D.E. 5º, 6º Y 7º en lo que refiere a los alcances del Programa AVU.
- Los responsables del área medioambiental de la Municipalidad expusieron el Programa AVU en noviembre de 2011 en el ámbito del Congreso Nacional de Municipios Saludables, siendo uno de los programas más novedosos en dicho evento.

Rafaela

- La Ciudad de Rafaela dentro del programa Rafaela+Sustentable incluyó a la recuperación de AVU.

- Existen 14 puntos limpios de recolección (Campanas) en supermercados de la ciudad, donde los vecinos pueden acercar sus AVU. También se pueden llevar a la estación clasificadora o depositarlos en el punto verde móvil.
- La recolección la realiza un tercero contratado a tal fin.
- El aceite se almacena en la planta de acopio de AVU que se encuentra ubicada en el relleno sanitario de la ciudad.
- Están elaborando un proyecto para abordar el procesamiento del AVU en la Ciudad de Rafaela, aunque aún no se definió que procesos se realizarán y que productos se obtendrán.

San Jorge

- La ciudad cuenta con un punto limpio ubicado en el Palacio Municipal.
- Para el mes de octubre está prevista una capacitación en buenas prácticas de frituras dictada por el INTI Rafaela.

Sunchales

- Los inconvenientes presentados en la red cloacal de Sunchales, motivaron al Concejo Municipal a sancionar la Ordenanza N° 1836 / 08, que regula las medidas de atenuación del impacto de los residuos grasos sobre la red cloacal, obligando a los comercios y servicios del rubro gastronómico a la construcción de cámaras decantadoras.
- Con personal de la Subsecretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, se realizó un relevamiento a los fines de registrar la cantidad aproximada de AVU que generaba cada establecimiento gastronómico
- Acopio: luego de la recolección semanal, a cargo del municipio, el AVU se lleva al corralón municipal donde es filtrado y acopiado en tanques tipo bin (Figura 1).



Figura 1: Tanques tipo bin utilizados por el municipio de Sunchales para el acopio de los AVU.

A su vez, en aquellos municipios en donde el Programa AVU se ha aplicado durante mayor cantidad de tiempo se han podido establecer resultados cuantitativos obtenidos de su implementación (Tabla 2).

Tabla 2: Resultados obtenidos de la implementación del Programa AVU.

Localidad	Inicio de recuperación	Litros recuperados	Cantidad de generadores	Puntos limpios	Destino
Ataliva	01/04/2013	400	10	-	Wohr química
Ceres	En proceso				
Esperanza	01/10/2011	72.000	45	5	Biassoni Wohr química
Felicia	01/01/2007	2.500	8	-	Wohr química
Humberto primo	01/11/2012	500	-	3	Wohr química
Rafaela	31/08/2011	108.649	123	14	Producción de biodiesel
San Jorge	01/02/2010	20.000	19	1	Biassoni Wohr química
Suardi	01/05/2011	10.000	19		Wohr química
Sunchales	01/02/2012	15.000	25	-	Biassoni Wohr química
Totales		229.049	249	23	

DISCUSIÓN

Según el registro, dentro del marco del Foro Ambiental Regional se han recuperado 229.049 litros de AVU, que de otra manera hubieran terminado en las colectoras cloacales, pozos absorbentes, en los suelos o los cursos de agua superficiales que recorren la región. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede afirmar que una gestión integral de los residuos, involucrando no solamente a los residuos sólidos urbanos, permite arribar a soluciones que benefician a la sociedad en su conjunto.

Por un lado, se trabajó desde el punto de vista ambiental, pensando en que lo que era un residuo se constituye en materia prima para un proceso productivo. Por otra parte, recuperando los AVU y generando consciencia en los generadores, se protegen las redes de desagüe cloacal, disminuyendo sus costos de mantenimiento.

Cabe destacar que cada localidad, de acuerdo su realidad y recursos, implementó el programa AVU adaptándolo para que sea exitoso sin regirse por un determinado esquema que podría haberlo hecho fracasar. De acuerdo a los avances de cada uno, se continuará trabajando para lograr aumentar el porcentaje de recuperación, pensando en su reutilización por caminos viables y sustentables con las políticas ambientales; disminuir la generación,

recuperar y reutilizar todo aquello que así lo permita, fomentando micro-emprendimientos productivos que así lo entiendan y definan trabajar de la mano de los municipios y comunas de la región

CONCLUSIÓN

El Foro Ambiental Regional si bien propone acciones en direcciones comunes, permite la total libertad al momento de la toma de decisiones y las estrategias a aplicar, ya que responde a intereses globales en escenarios similares pero totalmente particulares según la idiosincrasia de cada una de las localidades que lo integran. Este espacio abre el camino para diseñar nuevos negocios, innovando a través de los problemas ambientales que surgen frente a cada nuevo emprendimiento y aprovechando las oportunidades que se presentan para arribar a una solución conjunta, amigable con el ambiente y sostenible en el tiempo. Dentro de la agenda del Foro Ambiental Regional, están pendientes temas como el manejo de agroquímicos, el tratamiento y disposición final de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, el ordenamiento territorial, que serán tratados en breve en vistas de los importantes avances realizados en la temática AVU.

En esta instancia de participación activa de todos los miembros del foro y habiéndose relevado la realidad de cada localidad, concluimos que los AVU pasaron de ser un residuo que terminaba generando serios inconvenientes en los sistemas cloacales, a constituirse en materia prima de procesos productivos que aportan a los principios promovidos dentro del ámbito de discusión: reducir la generación, promoviendo el consumo responsable, reciclar lo que sea factible y reutilizar los desechos como materia prima recuperada de acuerdo con la tecnología disponible y con una visión ambientalmente sustentable y sostenible en el tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Intendentes, presidentes comunales, gabinetes políticos, por la confianza depositada en cada uno de nosotros para sostener en el tiempo el foro ambiental regional.

Senadores departamentales CPN Alcides Calvo (Dpto. Castellanos), Cristina Berra (Dpto. General San Martín)

Biassoni.

Wöhr Química.

Ing. Nadia Engler.

ALTERNATIVAS PARA LA REDUCCIÓN DEL VOLUMEN Y MASA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DESTINADOS A ENTERRAMIENTO EN LA CIUDAD DE UNQUILLO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE TRATAMIENTO MECÁNICO BIOLÓGICO (TMB)

Antonini, Sebastián¹, Pettigiani, Eugenio², Silva, Federico³, Cravero, Leandro³, Reynafé, Lautaro³; Cuffia, Carolina³

¹Cátedra de procesos y organización industrial (Ingeniería Química/FCEFyN, UNC, Argentina)

²INTI (Unidad de Extensión, INTI-Córdoba, Argentina)

³Estudiante (Ingeniería Química/FCEFyN, UNC, Argentina)

santonini@efn.uncor.edu

RESUMEN

Luego de 20 años de mejoras graduales en la gestión de residuos, comenzando por el cierre del basural en 2002, el Municipio de Unquillo (18.000 habitantes, Provincia de Córdoba) se encuentra con desafíos como disminuir la cantidad de residuos a transferir al relleno sanitario de la ciudad de Córdoba, distante a 55 km. Para reducir los costos de transporte y disposición final de los residuos no captados por la recolección diferenciada, se están implementando medidas para disminuirla generación y aumentar el reciclaje. Aun así, la fracción húmeda contiene una importante cantidad de materiales reciclables.

En el presente trabajo se desarrolla una prueba piloto de tratamiento mecánico biológico (TMB) de esta fracción de residuos sólidos urbanos (RSU). El TMB combina la clasificación y procesamiento mecánico con el tratamiento biológico, con el objetivo de reducir la masa y volumen y estabilizar los RSU. Se realizaron dos pruebas, en verano y en invierno, que procesaron más de dos toneladas de RSU.

El presente trabajo tiene como objetivo valorar el potencial que el TMB tiene como alternativa tecnológica de tratamiento de los RSU antes de derivarlos a disposición final.

Los resultados muestran que es posible recuperar un 27% en peso de materiales reciclables y derivar a compostaje un 44% con lo que sólo se debería enviar a disposición menos de 30% de la masa recibida. Además, se estimó que el rendimiento de cada operario en la separación es de unos 70 kg/hora. En términos económicos, el costo del personal adicional 1.117 mil pesos al año, se compensa por los ahorros de transporte y disposición final, 749 mil pesos y los ingresos por venta de materiales, 789 mil pesos. Se pudo concluir que la aplicación de TMB a los RSU de Unquillo genera beneficios ambientales sin incurrir costos adicionales y generando trabajo en el Municipio.

Palabras clave: tratamiento mecánico biológico, Unquillo, residuos orgánicos

INTRODUCCIÓN

Unquillo es una ciudad del Gran Córdoba, en el departamento Colón, provincia de Córdoba, Argentina, con 18.086 habitantes (INDEC, 2010) y se encuentra situada a 24 km de la ciudad de Córdoba. La Municipalidad de Unquillo, desde hace ya 20 años, ha generado una serie de acciones para desarrollar una gestión integral de los residuos sólidos urbanos (RSU) con múltiples esfuerzos en términos de reducción y reciclaje promocionando la separación en origen.

El municipio cuenta con un predio de 8 hectáreas en las que se encuentra una planta que cuenta con: una zona de depósito de restos de poda; una zona para chatarra y neumáticos sin uso; una zona de compostaje donde se trabaja la materia orgánica proveniente de verdulerías o establecimientos del rubro alimenticio y un galpón de 100 m², donde se trata el material reciclable de la recolección diferenciada.

Esta planta recibe diariamente más de 8,5 t de RSU de la recolección mixta, 600 kg de residuos reutilizables de recolección diferenciada y unos 60 m³ de residuos provenientes de la poda. Todos los residuos provenientes de la recolección mixta son cargados en contenedores y trasladados al enterramiento sanitario de la ciudad de Córdoba que se encuentra a 55 km de la planta (Vázquez, 2013).

A pesar de los esfuerzos para fomentar la diferenciación en origen, la corriente de residuos sin diferenciar aún contiene cantidades importantes de materiales potencialmente reciclables que actualmente se está enviando al enterramiento.

Frente a esta situación, una tecnología que permita recuperar parte del material potencialmente reciclable y a la vez reduzca la masa y el volumen a transportar el predio de disposición final podría ser atractiva para el municipio.

Una de las alternativas de tratamiento de RSU, ya probadas en algunos países de Latinoamérica (Aguilera, 2009), que permite importantes reducciones de masa y volumen de los RSU destinados a disposición final, con una fuerte disminución del el impacto ambiental y con niveles de inversión y costos operativos relativamente bajos es el Tratamiento Mecánico Biológico (TMB).

El TMB es un proceso de conversión de RSU, a través de una combinación de procesos mecánicos y biológicos. El principal objetivo de esta tecnología es estabilizar la materia orgánica contenida en los RSU para reducir la posterior generación de gas metano y lixiviados, al mismo tiempo que se logran reducciones importantes en el volumen y masa que deben ser enterrados.

El proceso comienza con un tratamiento mecánico, para recuperar materiales reciclables o voluminosos y perturbadores para luego pasar a una etapa de tratamiento biológico en la que se produce la descomposición de la materia orgánica llevada a cabo por

microorganismos aerobios y/o anaerobios, con lo que se consigue una fracción orgánica microbiológicamente inactiva. Luego las fracciones que no son utilizables son depositadas en un relleno sanitario en capas finas, altamente compactadas, y de esa manera se logra que el relleno sanitario presente un potencial ínfimo de producción de gas.

El objetivo general de este trabajo fue valorar alternativas para reducir el volumen y la masa de RSU destinados a disposición final, mediante distintas operaciones de tratamiento mecánico biológico. Esto implicó los siguientes objetivos particulares: analizar las posibles tasas de recuperación de materiales reciclables y el peso de la fracción compostable en el total de RSU; definir los tiempos requeridos para las distintas operaciones tratamiento mecánico; evaluar y valorar el proceso de compostaje de la fracción compostable; y valorar económicamente una posible implementación del proceso de TMB para la ciudad de Unquillo.

METODOLOGÍA

Tratamiento mecánico

El proceso de tratamiento y separación mecánica constó de la separación de los RSU en siete fracciones: celulósicos; polietileno film (PE film); tereftalato de polietileno y polietileno de alta densidad (PET-PEAD); vidrio; sanitarios (principalmente pañales); fracción húmeda o compostable y resto.

Se procesaron 2.090 kg provenientes de dos rutas de recolección, en tres pasadas de aproximadamente una hora cada una. Para realizar las tareas del proceso se contó con el siguiente equipamiento:

- Tolva de alimentación acoplada a cinta transportadora de 7,5 m
- Recipientes contenedores adecuadamente etiquetados para almacenar y pesar cada fracción
- Balanza pilón electrónica con una capacidad de 500 kg
- Tráiler contenedor de 1m³ para recibir la fracción compostable
- Y otros equipamientos menores como cuchillas, palas, rastrillos y guantes de seguridad

Alimentación

De forma manual se alimentó la tolva para la carga de los RSU en la cinta transportadora sobre la cual se realizó su selección.

Apertura de bolsas

La apertura de bolsas se hizo de forma manual. Una dificultad importante fue la generada por la cantidad de bolsas “anidadas” una dentro de otra, aproximadamente entre 3 a 5 bolsas por bolsa exterior lo que demoró considerablemente la apertura.



Figura 1 Apertura de bolsas

Separación

Para la separación de los RSU en las siete fracciones definidas, se ubicaron nueve operadores a cada lado de la cinta tal como se muestra en las Figuras 2 y 3. Una vez puesta en marcha la cinta, se fijó una velocidad de 0,123 metro/s que permitiera extraer de la cinta todos los residuos de cada categoría mientras que la fracción compostable se descargaba directamente sobre el contenedor al final de la cinta.



Figura 2: Separación

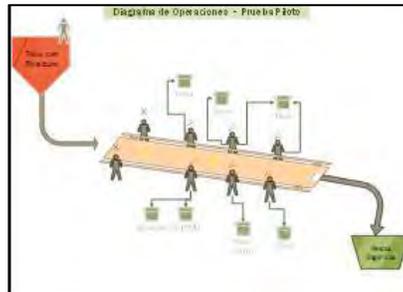


Figura 3 Disposición de los operadores



Figura 4 Descarga de material compostable

Actividades y tiempos de operación

Respecto a los tiempos requeridos para realizar las operaciones del tratamiento mecánico, se analizaron los kilogramos procesados por hora y por persona según la siguiente fórmula:

$$R = m_t / (N_p \times N_h)$$

Donde R es el rendimiento del tratamiento mecánico [$\text{kg h}^{-1} \text{ persona}^{-1}$], m_t se refiere a la masa total tratada en la prueba piloto [kg], N_p indica el número de personas involucradas [personas] y N_h indica la cantidad de horas transcurridas en la prueba piloto [horas].

Productos del tratamiento mecánico

Se realizó un balance de masa de las distintas fracciones procesadas en la separación mecánica y se estimó la tasa de recuperación de cada material reciclable y la cantidad de material a compostar.

Tratamiento biológico

El tratamiento biológico, consta de una serie de procesos que producen la reducción de masa y volumen de la fracción compostable por acción de microorganismos.

Para el tratamiento biológico se decidió armar dos pilas: una de ellas con material compostable, como base y chips de madera como biofiltro (pila 1), y otra con base de material compostable mezclado con los chips de madera (pila 2).

El equipamiento utilizado en la prueba piloto:

- Trailer de 1 m^3 de volumen para el transporte material compostable
- Chipeadora Deisa CH 600
- Plástico de alta densidad de 20 m^2 captar los lixiviados
- 12 tarimas de $1,2 \text{ m}^2$ para soporte de camas de compostaje.
- Malla plástica de 20 mm^2 de luz para la etapa de armado de camas
- Criba de 10 mm^2 de luz y 60 mm^2 de luz
- Balanza pilón electrónica con una capacidad de 500 kg
- Termocupla para la medición de temperaturas de las pilas
- Estufa de hasta $120 \text{ }^\circ\text{C}$ y mufla de hasta 800°C
- Balanza Ohaus con capacidad de 150 g hasta 5000 g con sensibilidad de 0,01 g a 1g
- Balanza System con capacidad de 15 kg con una precisión de 0,5 g
- Y otras herramientas menores como: palas, rastrillos, horquillas y material de vidrio

Actividades de soporte para el tratamiento biológico (chipiado y armado de camas)

Se prepararon chips de madera, para aumentar la porosidad de la pila, provocando una mayor eficiencia en la respiración de la pila y así mejorar los tiempos de reducción de

la materia orgánica. También se utilizó parte de los chips como biofiltro, colocándolo en la parte superior de la pila, para evitar la acción directa de insectos y animales y contribuir a mantener la humedad interior por más tiempo. Los chips de madera se obtuvieron de los restos de poda depositados en el predio.

Para el armado de las camas de compostaje, fue necesario: un espacio abierto, que permitió una buena circulación de aire y el suelo tuvo una leve inclinación, que facilitó el escurrimiento de los lixiviados. Para confeccionar las bases de las pilas, se estiró un plástico de alta densidad sobre el suelo. Sobre el plástico se colocaron las tarimas de madera, con un ordenamiento de 3x2 tarimas por cama. Se obtuvieron así camas con una superficie de aproximadamente 9 m² cada una y por último, sobre estos se colocó la malla plástica para evitar la pérdida de material.



Figura 5 Chipeado de restos de poda



Figura 6 Bases de pila de compostaje



Figura 7 Detalle de base de pila de compostaje

Proceso de tratamiento Biológico (compostaje, volteado y cribado)

A los 40 días se procedió a un mezclado o “volteo” de la pila 2 para homogeneizar y airear la pila. Esto provocó un aumento en la oxigenación, permitiendo una reactivación de la actividad de los microorganismos y aumentando la velocidad de descomposición. Transcurrido los 120 días de compostaje y verificando que todos los indicadores de seguimiento resultaron con valores cercanos a lo esperado, se procedió al corte o separación de las pilas. Una vez realizado el corte, se tamizó todo el material compostado y se lo separó en fracciones con partículas de tamaño menor a 10 mm² de luz, entre 10 mm² y 60 mm² y otra de partículas mayores a 60 mm².

Parámetros de control de proceso de compostaje y producto

Para el control y seguimiento del proceso de compostaje, se monitorearon una serie de indicadores, que permitieron obtener información sobre el estado de degradación de la pila y el momento de realización del corte del proceso (Capitelli, 2010). Los indicadores monitoreados fueron: temperatura (tomada a 10 cm de profundidad, todos los días a las 10 am en tres lugares fijos en cada pila), granulometría (se tomaron dos muestras, una a los 44 días y otra a los 120 días, con tamices de 60 mm y 10 mm), humedad (medida cada 30 días

sobre tres muestras de cada pila), carbono orgánico total (medido cada mes sobre tres muestras de cada pila), relación carbono/nitrógeno, pH y conductividad.

Los resultados fueron comparados con la legislación chilena (Nch 2280/04), ya que ésta es la única en los países de la región que trata sobre parámetros de control de un compost a base de residuos sólidos urbanos sin previo tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tratamiento mecánico

Balance de masa del tratamiento mecánico

Se observa en la Figura 8 que del total ingresado sólo el 30% en masa no sería aprovechable y/o compostable, mientras que el 26 % es transferido a acondicionamiento de materiales reciclables y un 44% a tratamiento biológico. En relación al volumen, la mayor parte corresponde a la fracción reutilizable seguida de la no reutilizable.

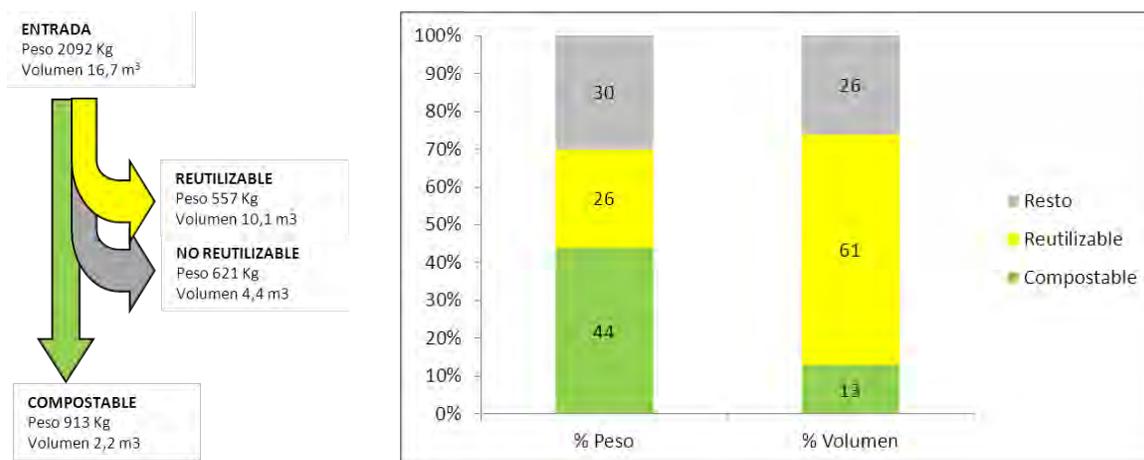


Figura 8: Balance de masa y % en masa y volumen de los productos del proceso de separación Fuente: elaboración propia

Dentro del material reutilizable, los materiales plásticos son los que más abundan con un 43% en peso seguidos del material celulósico que representa 30%.

Por lo expuesto, se observa que la primera fase de la prueba piloto, la etapa de tratamiento mecánico, mostró resultados positivos en cuanto al potencial de recuperación de materiales demostrando que más de un cuarto de la masa recibida corresponde a materiales potencialmente reciclables y que el 45% en masa es compostable.

Actividades y tiempos de operación

Respecto a los tiempos operativos, se estimó que la productividad mínima que se puede considerar a la hora de realizar la implementación en la etapa de separación es de 69 kg/hora por operador. Este valor se obtuvo en base a la masa total tratada es de 2.092kg y que nueve personas trabajaron un lapso de 3,5 horas.

Tratamiento biológico

Reducción de masa y volumen

En el primer día la pila de compostaje contaba con una masa de 1.136 kg y un volumen de 5,1 m³ (Figura 10), mientras que en el día 120, luego de alrededor de cuatro meses, las pilas presentaron una masa de 587 kg y un volumen de 1 m³ (Figura 11). La reducción de masa en ese lapso de tiempo fue de un 48% (549 kg), mientras que la de volumen fue de un 77% (4 m³). Esta disminución de masa se debe a la degradación del material orgánico a CO² y vapor de agua.



Figura 10: Pilas de compostaje en el día 1



Figura 11: Pilas de compostaje en el día 120

Parámetros de control de proceso y producto

En la fase de compostaje, se observa en base a la evolución de los distintos parámetros de control que tuvo lugar una importante actividad microbiana que permitió reducir un 48% la masa y un 77% el volumen de la fracción compostable.

Temperatura

La temperatura llega en los primeros días de descomposición a 70°C aproximadamente, temperatura ideal para la degradación de la materia orgánica. Con el transcurrir de los días, la temperatura disminuye indicando un bajo nivel de actividad

microbiológica. A los 40 días, se le realizó un volteo a la pila 2, donde subió su temperatura de 20 hasta 40 °C, ayudando a reactivar la descomposición de la pila. Por lo tanto, es perceptible una diferencia de temperaturas entre pilas a partir del día 40.

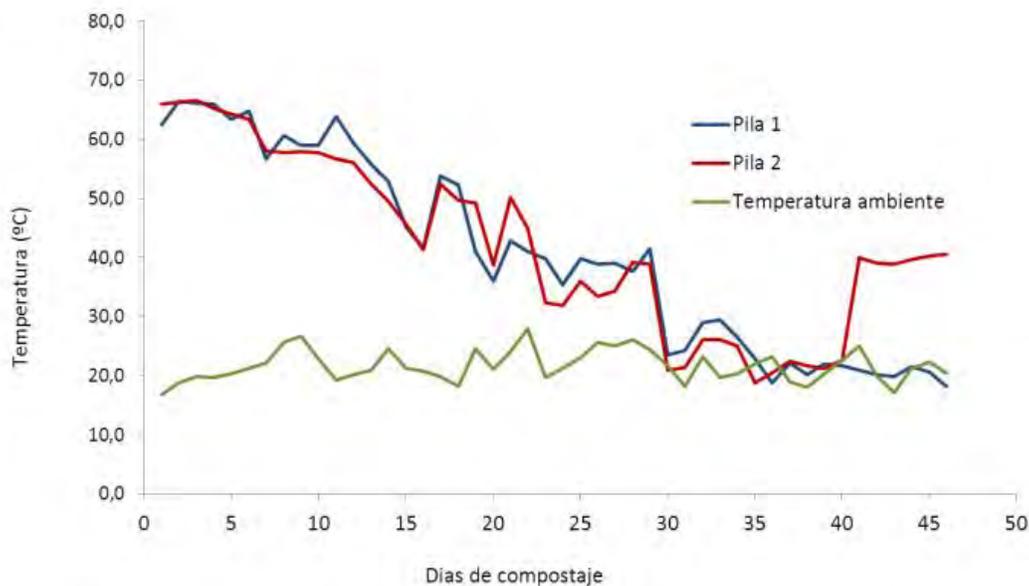


Figura 12 Evolución de la temperatura diaria

Granulometría

Se observó que la fracción mayor a 60 mm se mantiene en el tiempo y esto se debe a que la mayoría es material no compostable remanente de la separación de residuos (PE film y PEAD). La fracción intermedia disminuye con el tiempo y esto es debido a la acción de los microorganismos dejando como consecuencia un aumento en la fracción menor a 10 mm.

Se observa además que existe una gran diferencia en la cantidad de fracción mayor a 10 mm (reducida en la pila 2), ya que en la primera pila se reduce alrededor de un 15% en peso y en la segunda se reduce un 45% en peso. Esto se puede atribuir a que a la pila 2 se le agregó el chipiado y se le realizó el volteo, lo que facilitó la acción microbiana y la descomposición de esta fracción.

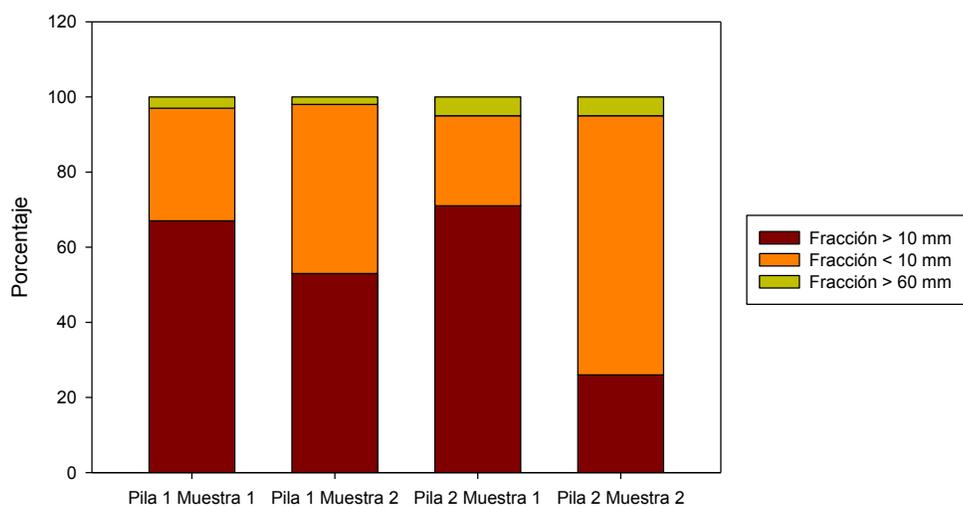


Figura: 13 Evolución en el tiempo del peso de cada fracción según su granulometría

Humedad

La humedad final en las pilas es un factor variable que depende de las situaciones climáticas, como lluvias y días con elevadas temperatura. La humedad de los dos primeros meses fue la correcta, 64% y 53% para la pila 1 y 56% y 54% para la pila 2, según la legislación chilena Nch 2280/04 y se estima que la humedad del tercer mes disminuye más de lo aconsejable, 44% para la pila 1 y 18% para la pila 2, debido a que la mayor parte de la descomposición ya fue realizada y que no hubo precipitaciones importantes como en los dos primeros meses.

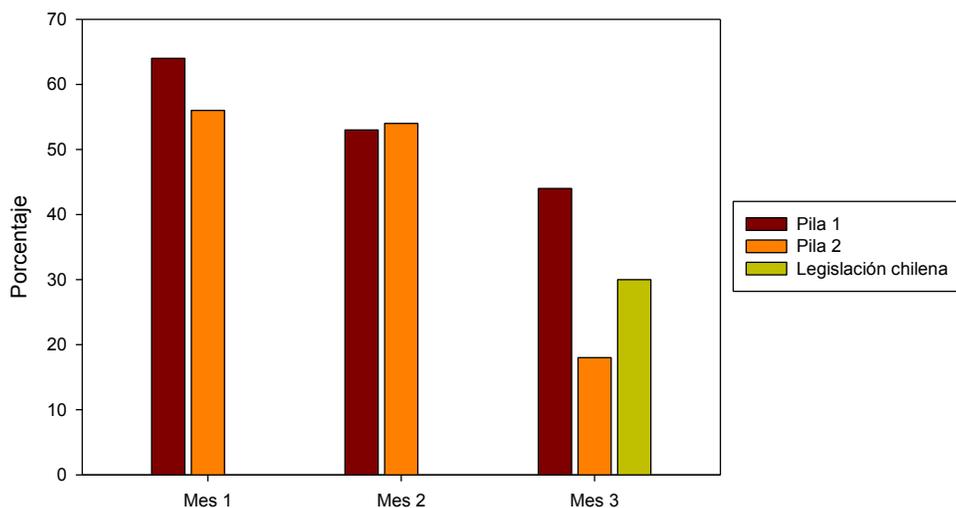


Figura 13: Evolución de la humedad (% en peso) a lo largo del tiempo.

Carbono orgánico total

En la prueba piloto, las tres primeras mediciones dieron valores relativamente cercanos, manteniéndose entre los 60-70% y en el último mes cercano al corte, bajó a un 50%. Se estima que estos valores no se han reducido al límite mencionado por la legislación chilena, debido a la alta cantidad de material de biofiltro que se agregó. Este material tiene un alto porcentaje de material orgánico difícil de degradar en los 4 meses de descomposición de la pila.

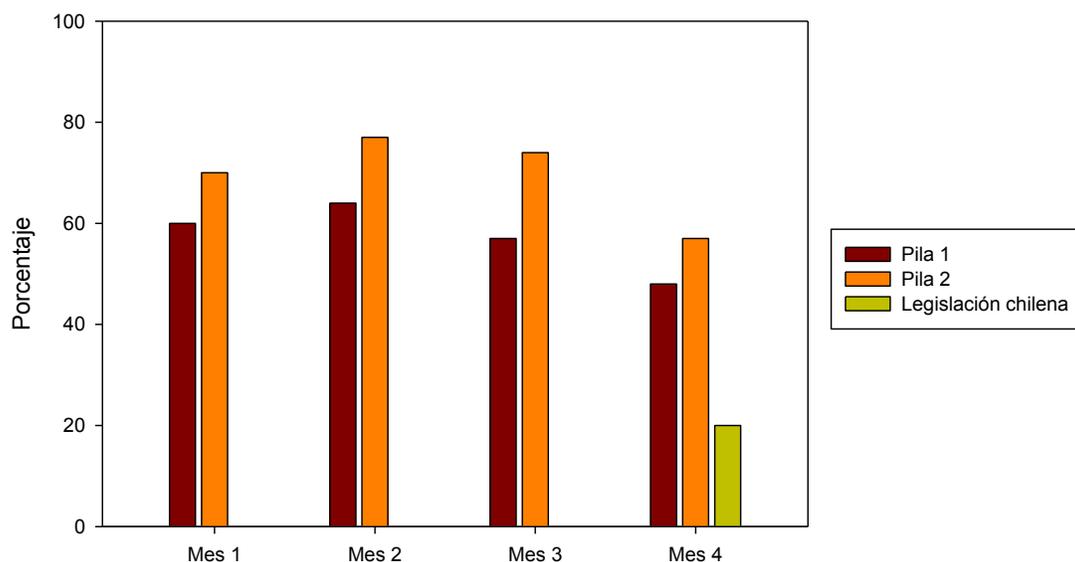


Figura 14 Evolución del Carbono Orgánico total (% en peso) a lo largo del tiempo comparado con los valores estipulados en la legislación chilena Nch 2280/04.

Relación carbono/nitrógeno

Se obtuvo como valor final 23,9 para la pila 1 y 26,8 para la pila 2. Como este compost no será utilizado como enmienda y se encuentra la relación carbono/nitrógeno se encuentra por debajo de 30, que es el umbral permitido por la normativa, los resultados de ambas pilas son aceptables para un proceso de compostaje que tiene como objetivo reducir y estabilizar la masa destinada a enterramiento sanitario.

pH y conductividad eléctrica

El pH obtenido fue de 8,72 para la pila 1 y de 8,41 para la pila 2 (dentro del rango). Si bien la pila 2 cumple con la legislación de referencia (menor a 8,5) es probable que ambos

valores sean elevados debido a un exceso de sales, producido por la gran variedad de residuos que se encuentra en la etapa previa a la separación.

Con respecto a la conductividad, ésta fue 1,91 dS/m en la pila 1 y 2,22dS/m en la pila 2. Ambos valores se encuentran dentro de lo que establece la norma Nch 2280/04.

Propuesta de implementación para la ciudad de Unquillo

Teniendo en cuenta los resultados del tratamiento mecánico y biológico, se proyectó un balance de masa anual para el total de RSU generados en la ciudad de Unquillo.

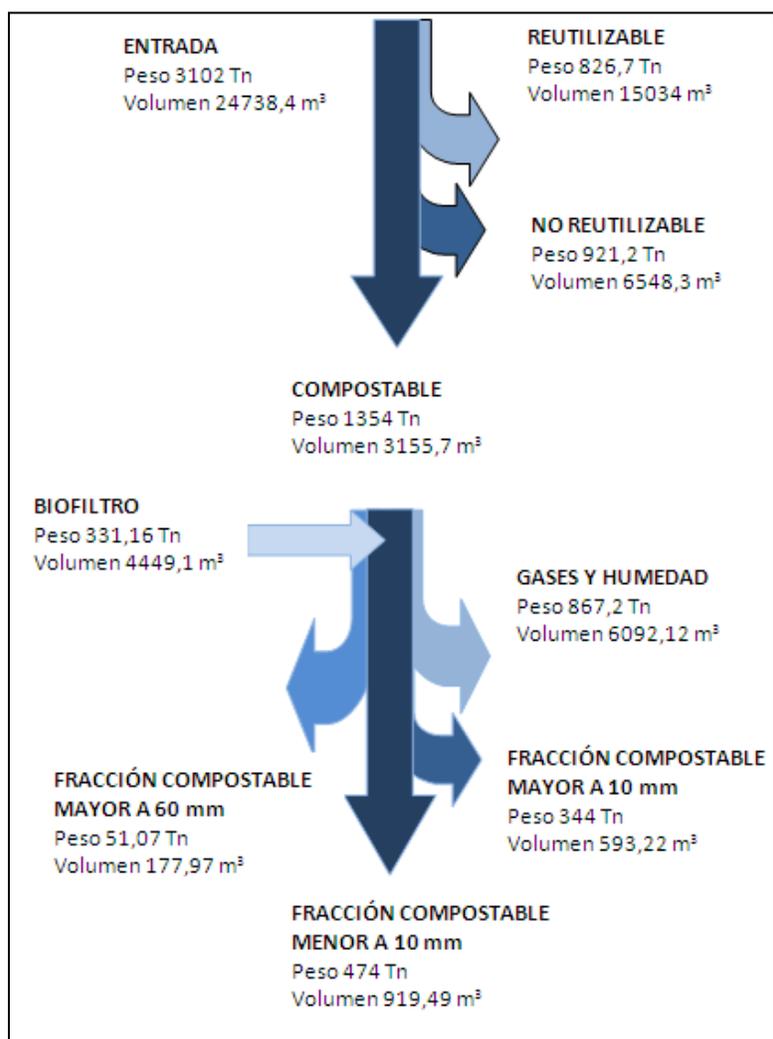


Figura 15 Balance de masa total para un año. Fuente: Elaboración propia

En base a la ingeniería básica desarrollada con los datos de las pruebas pilotos, se estimó la inversión necesaria en equipamientos.

Tabla 1 Inversión requerida para la implementación de TMB

Equipamiento	Inversión (miles de pesos)
Prensa	\$213
Chipeadora	\$335
Bentonita (t)	\$49
Tamiz vibratorio	\$250
Tolva con cinta	\$100
Rompedor de bolsa	\$309
Trommel	\$350
Separador magnético	\$90
Trituradora de vidrio	\$238
Maquina volteadora	\$236
Total	\$2.169

Los costos operativos considerados fueron aquellos relacionados a los costos de las 15 personas adicionales requeridas para realizar el proceso de separación, acondicionamiento de materiales y compostaje.

Tabla 2 Costos adicionales de personal para la implementación de TMB

Puesto de trabajo	Cantidad de personas	Costo unitario anual	Costo total anual
Operario de tratamiento mecánico	5	\$ 79.040	\$ 395.200
Operario en acond. de reutilizables	5	\$ 79.040	\$ 395.200
Operario en tratamiento biológico	2	\$ 79.040	\$ 158.080
Operario reemplazante	1	\$ 79.040	\$ 79.040
Supervisor de turno	2	\$97.500	\$ 97.500
Total	15		\$ 1.125.020

Los ingresos potenciales, estimados en base a la composición del material recuperable y los precios pagados por la industria del reciclaje de cada material, se estimaron en \$ 788.851. Considerando estos ingresos, los costos adicionales y los potenciales ahorros se puede prever que el municipio de Unquillo podría implementar el TMB sin incurrir en costos adicionales.

Tabla 3 Variación total de costos con la implementación de TMB

Concepto	Importe
Ingresos previstos	\$ 788.851
Costos adicionales de personal	- \$1.117.116
Potenciales ahorros	\$749.070
Variación total	\$420.805

CONCLUSIONES

La aplicación del TMB a los residuos generados en el municipio de Unquillo implica una importante reducción de masa y volumen en la cantidad de residuos que son enviados a disposición final. A esto se suma el consecuente ahorro de costos, junto con los potenciales ingresos derivados de las ventas de material reciclable. Por ello se propone la implementación del TMB sobre las 3.500 toneladas recibidas por año sin incurrir en sobrecostos considerables, generando trabajo de formal local y disminuyendo el impacto ambiental ocasionado por los residuos de la ciudad.

Al analizar la composición de los residuos, se obtuvo que el porcentaje de material compostable y de material reciclable son suficientemente elevados para que sea factible la implementación del TMB. El proceso de tratamiento mecánico mostró que se puede recuperar un volumen importante de material reciclable con una productividad de 70 kg/hora por operario, mientras que el tratamiento biológico demostró que es posible una reducción del orden del 50% de la masa compostable destinando menos de 30% del total a disposición final. Las alternativas que se llevaron a cabo fueron intensivas en mano de obra por lo que se recomienda realizar pruebas piloto a mayor escala con la incorporación de equipamiento como rompedora de bolsas y volteadoras de bolsas para ajustar los tiempos operativos y la productividad esperada.

REFERENCIAS

- AGUILERA, K. 2009. Primera experiencia chilena de tratamiento mecánico biológico para la gestión integral de residuos sólidos urbanos. II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, Barranquilla, Colombia.
- CAMPITELLI, P. 2010. Selección de indicadores para para determinar los efectos del uso y prácticas agrícolas en un área piloto de la región central de Córdoba. Ciencia del suelo 28 (2): 223-231.
- Censo Nacional de Población 2010, Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, Argentina. Consultado el 12-03-2013. Disponible en <http://www.censo2010.indec.gov.ar/>
- RODRIGUEZ SALINA, M. y CORDOVA y VAZQUEZ, A. 2006. Manual de compostaje municipal. México.
- Sistema nacional de información ambiental, Ministerio de medio ambiente, Chile. Consultado el 12-02-2013. Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articles-32296_Norma.pdf
- VAZQUEZ, J. I. 2013. Responsable de Higiene Urbana de Unquillo. Entrevista personal. Unquillo.2013.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN PROGRESIVA DE UNA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN UN FEEDLOT VACUNO

Sánchez de Pinto, M. Inés¹, Rodríguez, Gabriela V.¹, Ferreyra Grassi, M. Florencia¹, Paz, Martín², Polo, Alfredo³

¹Instituto de Ciencias Químicas- Facultad de Agronomía y Agroindustrias.

²Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías- Universidad Nacional de Santiago del Estero.

³Instituto de Ciencias Agrarias-CSIC-Madrid-España,

inesdep@unse.edu.ar

RESUMEN

Los habitantes de la ciudad de Beltrán sufren las consecuencias de la ineficiente Gestión Ambiental que realizan los 3 feedlots ubicados en la zona rural del ejido municipal. Don Corral NOA es uno de los feedlot, con una cantidad de animales que varía entre 2.500 a 6.000 vacunos, lo que implica una producción de excretas diarias entre 40.000 a 140.000Kg. En épocas de lluvias intensas (de octubre a marzo) las excretas junto al agua de lluvia, fluyen por los drenajes desbordando la represa natural. El afluyente que emerge de la represa, con altos contenidos de materia orgánica, nutrientes y patógenos, es volcado directamente a un canal exterior al predio. Los objetivos del trabajo fueron, diseñar un proyecto de gestión integral de los residuos sólidos que se generan en los corrales, proponiendo su tratamiento mediante la biotecnología del compostaje con el aprovechamiento de los compost obtenidos en los suelos de los espacios verdes municipales a fin de, reducir los problemas ambientales y sociales que generan estos residuos cuando no reciben un tratamiento adecuado, cumplir con la reglamentación vigente y replicar en un futuro la gestión en otros feedlots vecinos e implementar la primera etapa del proyecto.

A partir del diagnóstico de la situación, se realizó un plano con las mejoras que se deberían ir realizando. Se construyó (la primera etapa) una planta de compostaje para el tratamiento de los residuos extraídos de los corrales y se mejoraron las pendientes de los canales de drenaje. Se comenzó con el compostaje (en pilas al aire libre con volteos manuales periódicos) de los residuos provenientes de la limpieza de un corral (14tn). A los compost obtenidos luego de 7-9 meses de compostaje, se le cuantificaron los parámetros fisicoquímicos de estabilidad y madurez, determinando que están aptos para su utilización agrícola.

Palabras clave: feedlot, excremento, compostaje, compost

INTRODUCCION

La ciudad de Beltrán se encuentra ubicada en el Departamento Robles de la provincia de Santiago del Estero, es un municipio de tercera categoría, con 5.321 habitantes (INDEC, 2001). Los habitantes de la ciudad de Beltrán sufren las consecuencias de la ineficiente Gestión Ambiental que realizan los tres feedlots (registrados) y los varios no registrados, ubicados en la zona rural del ejido municipal.

Los días de viento, el olor que llega a la ciudad -producto de la descomposición de alimentos y de las heces- es insoportable, y las moscas no permiten disfrutar de los jardines o veredas. Muchos habitantes padecen problemas respiratorios y jaquecas, no sólo por el olor sino además por el polvo suspendido en el aire, producto de la voladura de los excrementos secos, de la alimentación molida en polvo, del suelo arenoso, etc. Existe, a nivel de la población municipal, una gran preocupación por los numerosos feedlots que se estarían por instalar en la región.

El municipio de Beltrán, cuenta con numerosos espacios verdes: dos plazas importantes, tres plazoletas y varias cuadras de boulevares. Anualmente se realizan compras de fertilizantes químicos para mantener el crecimiento de las plantas en los suelos de dichos espacios verdes.

El sistema feedlot es un sistema de engorde intensivo de animales confinados en un corral. Estas explotaciones se caracterizan por presentar una muy alta concentración de animales en reducidas superficies y alimentados con dietas de alta concentración energética y digestibilidad (Domingo et al., 2013). Un animal en su estadía en un *feedlot* ingiere una tonelada o más de alimentos, de los cuales una parte se convierten en tejido corporal y otra en estiércol húmedo. Un vacuno de 450kg, elimina alrededor de 23kg de estiércol húmedo (heces y orina) por día, ricos en materia orgánica, nitrógeno y fósforo (Pordomingo, 2003). Con el desecado y el pisoteo de los animales, el material pierde el volumen, se concentra y va perdiendo los elementos móviles como el nitrógeno y potasio, incrementando las emisiones de potenciales contaminantes del aire, del suelo y del agua, y el riesgo de deterioro de patas y enfermedades infecciosas en los animales. Cuando la acumulación de estiércol es muy grande, debido al alto contenido de energía y nutrientes que posee, podría descender el nivel de oxígeno del aire por la liberación de amoníaco (NH_3), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) (Domingo et al., 2013), provocando lógicos trastornos adversos no sólo sobre la sanidad animal sino también sobre el ambiente y la salud pública de la población involucrada. Esta actividad también contribuye a la contaminación atmosférica por los gases de efecto invernadero, a través de la emisión de metano y óxidos nitrosos, asociada a la dieta de los animales y al manejo del estiércol en sistemas intensivos, cuya degradación anaeróbica provoca olores desagradables. (Gil, 2006). Las enfermedades respiratorias de los animales en corral, son el principal problema

sanitario; le siguen las alteraciones digestivas y por último, diferentes causas de morbilidad o mortandad (Costa, 2003).

Las grandes cantidades diarias de residuos orgánicos biodegradables, con alto contenido de nitrógeno y fósforo, al ser vehiculizados por el agua pueden producir enfermedades en las personas, a su vez, constituyen un peligro potencial de contaminación del suelo, de los cursos de agua superficiales y subterráneos por escorrentías y filtraciones y de la baja atmósfera por los gases como el amoníaco (Gil, 2006). El Ministerio de Producción, Recursos Naturales, Forestación y Tierras de la provincia, mediante la Resolución N°629/12 reglamentó las condiciones de habilitación y funcionamiento de los sistemas de engorde a corral o feedlots, dentro de las que se incluyen: contar con un certificado de habilitación, guardar una distancia de por lo menos 2.000m de rutas o caminos, instituciones públicas y zonas urbanas. En dicha Resolución se incluye que “los establecimientos estarán sujetos a monitoreos sanitarios, documentales, alimenticios, ambientales y cualquier otro que la autoridad de aplicación estime conveniente, con un amplio derecho de inspección”. A los establecimientos que están funcionando en la provincia para que se adecuen a estas nuevas disposiciones, se les otorgó un año de plazo, a partir del 26 de abril del 2012 (Ministerio de Producción, 2012).

Para lograr una producción más limpia y sustentable, varios autores proponen al compostaje como biotecnología para el tratamiento de los residuos sólidos biodegradables vacunos, por ser una tecnología económicamente viable y eficiente para reducir la cantidad de residuos, los problemas ambientales y sanitarios asociados con el deficiente manejo de los mismos y lograr la producción de materia orgánica estabilizada (compost) y apta para su uso agrícola (Larney et al., 2000, Liu et al., 2011, Sánchez de Pinto et al, 2013).

El compostaje es un proceso biooxidativo controlado. Requiere una humedad adecuada y sustratos heterogéneos en estado sólido. Implica el paso por una etapa termofílica y una producción temporal de fitotoxinas. Los productos del proceso de degradación son: CO₂, H₂O, minerales, materia orgánica estabilizada (compost), libre de fitotoxinas y lista para ser usada en la agricultura sin que provoque efectos adversos (Costas et al, 1990; Soliva et al, 2008, Sánchez de Pinto et al, 2012). Durante el compostaje se destruyen la mayoría de los patógenos y las semillas de malezas. La mayor ventaja del compostaje es la producción de un producto estable que puede ser conservado y transportado sin tener que soportar olores desagradables ni mover un material difícil de manejar y atrayente a las moscas (Pordomingo, 2003).

Varios parámetros físicos, químicos y biológicos han sido sugeridos como indicadores de la estabilidad y madurez del compost. Debido a la diversidad del origen de los residuos así como del desarrollo del proceso, es que se recomienda establecer la madurez y estabilidad del compost en base a más de un parámetro (Lazcano et al., 2008). Dentro de los valores máximos recomendados que deberían presentar los parámetros

fisicoquímicos indicadores de la estabilidad del compost (degradabilidad de la materia orgánica remanente), se destacan: liberación de CO₂ (<120-200 mg C-CO₂/kg/h), %carbono hidrosoluble (CSA)(<4-17 g/kg), la relación CSA/Ntotal (<0,3-0,7), relación CAH/CAF>1, y dentro de los valores mínimos recomendados que deberían presentar los indicadores de la *madurez del compost* (grado de estabilización de la materia orgánica alcanzado), se encuentran: contenido de amonio (<400-500mg N-NH₄/kg), relación amonio/nitrato (<0,10-0,3) (Garcia Gil et al.,2003, Mazzarino et al.,2012).

La calidad del compost obtenido, dependerá de las características fisicoquímicas y biológicas del residuo, del proceso de maduración y eliminación de compuestos fitotóxicos (Lazcano et al., 2008). Cumpliendo con los valores límites de elementos y orgánicos traza, patógenos, semillas viables de maleza, estabilidad de la materia orgánica y ausencia de sustancias fitotóxicas (madurez), el concepto de calidad del compost se debe centrar en su valor como fertilizante (mejorar el rendimiento vegetal) o como enmienda (incrementar la calidad del suelo) (Mazzarino et al., 2012).

El concepto de “producción agrícola sustentable” se basa en el mantenimiento de la capacidad productiva de los suelos, a través del aporte externo de materia orgánica y nutrientes, y de prácticas de manejo que disminuyan el riesgo de erosión hídrica y eólica (Mazzarino, 2013). La “producción sustentable” está íntimamente ligada a la utilización de abonos orgánicos (compost o lombricompost) que no sólo mejoran la estructura y la capacidad de retención de agua del suelo sino que aportan materia orgánica y minerales, a los cultivos. (Olivares-Campos et al., 2012).

El municipio de Beltrán, cuenta con varios espacios verdes: 2 plazas importantes, 3 plazoletas y varias cuadras de boulevares. Los suelos de dichos espacios verdes contiene bajo contenido de materia orgánica y nutrientes, por lo que anualmente se deben realizar compras de fertilizantes químicos poder mantener el crecimiento de las plantas.

OBJETIVOS

Diseñar un proyecto de gestión integral de los residuos sólidos que se generan en los corrales de Hotelería en Feedlot Don Corral, proponiendo su tratamiento mediante la biotecnología del compostaje con el aprovechamiento de los compost obtenidos en los suelos de los espacios verdes municipales a fin de, reducir los problemas ambientales y sociales que generan estos residuos cuando no reciben un tratamiento adecuado, cumplir con la reglamentación vigente y replicar en un futuro la gestión en otros feedlots vecinos e implementar la primera etapa del proyecto

METODOLOGIA

Lugar de estudio

Hotelería en Feedlot Don Corral NOA (Figura 1) es uno de los feedlot de la zona rural del ejido municipal de la ciudad de Beltrán, departamento Robles de la provincia de Santiago del Estero (Km 700 de la ruta Nacional 34) que cuenta con 50 corrales de engorde a cielo abierto, un corral de recepción, otro de enfermería y cuatro corrales de adaptación y distribución de animales.



Figura 1. entrada oficinas

La cantidad de animales de engorde varía entre 2500 a 6000 vacunos, lo que implica una producción de 40.000 a 140.000kg de excretas húmedas diarias.

Etapas del proyecto diseñado

1. Formación de un equipo multidisciplinario de profesionales. Formado por un Ingeniero Civil (Ing Martín Paz), un especialista en gestión de residuos y compostaje (Dra M Inés Sánchez de Pinto) un asesor internacional en compostaje (Dra Alfredo Polo), estudiantes y becarios colaboradores en el laboratorio (ICQ-FAyA-UNSE) en las determinaciones de parámetros fisicoquímicos de calidad (Gabriela V. Rodriguez y Florencia Ferreyra Grassi)
2. Diagnóstico de la gestión de los residuos sólidos que se generan en el feedlot y del funcionamiento de los efluentes: visita ocular, y cuestionario al personal que administra y a los encargados de la limpieza de los corrales y alimentación del ganado.
3. Diseño de un proyecto para optimizar la Gestión Integral de los Residuos, los que se generan en los corrales y los que drenan por los canales.
4. Ejecución de las actividades proyectadas en la primera etapa, se comenzó setiembre 2011

Variables metodológicas

El pH y conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en relación 1:2,5 y 1:10 (sólido: líquido), respectivamente; nitrógeno total (NT) por Kjeldhal; materia orgánica (MO) calcinación a 550°C, carbono orgánico total (COT) y carbono hidrosoluble (CHS) (solución acuosa 1:10) método de Walkley & Black (oxidación con dicromato de potasio), Nitrato y amonio por método colorimétrico. El carbono extraíble (CSHT) con $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 0,1M a pH=9,8, con posterior separación del carbono precipitado (CAH) de dicho extracto a pH=2, y del soluble a pH=2 (CAF). Respiración edáfica (RE), por incubación durante 24hs determinando el CO_2 capturado en NaOH 0,1M, titulando con HCl 0,1M (Weaver et al, 1994). Coliformes totales fueron aislados con Eosina azul de metileno agar (Levine) y la *Salmonella* con Salmonella Shigella agar de Laboratorios Britania, ambos incubados en aerobiosis a 35 °C, durante 24hs.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico de la gestión de los residuos sólidos que se generan en el feedlot y del funcionamiento de los efluentes

En el establecimiento Don Corral, la cantidad de animales ubicados en los 50 corrales de engorde varía entre 2.500 a 6.000 vacunos, lo que indica una producción de excretas diarias entre 40.000 a 120.000 kg. El piso de la mayoría de los corrales se compactó por el tiempo de uso (Figura 2).

Algunos corrales poseen escasa pendiente y problemas de drenaje. En épocas de intensa lluvia (de octubre a marzo), en la mayoría de los corrales se acumula el barro, especialmente en la zona de los comederos (Figura 3).



Figura 2: corrales



Figura 3: comederos en época de lluvia

En período seco, ante la falta de humedad y lluvia, el mayor de los problemas ambientales observados, es la presencia de nubes de polvo sobre los corrales y el predio, llegando en algunos casos hasta la ruta y las afueras de la ciudad. La nube de polvo está formada principalmente por partículas de suelo fino, partículas más finas de las excretas secas de los corrales y de los alimentos, que en muchos casos son portadoras de gérmenes patógenos, perjudicando la calidad de vida de las personas involucradas (Gil, 2006).

La mayor parte de los corrales cuentan con un sistema de recolección de los líquidos en escurrimiento superficial a través de una estructura de drenajes primarios (canales escavados en el suelo del lugar particularmente arenosos, sin revestimiento) (Figura 4).



Figura 4: drenajes primario en el centro del camino



Figura 5: represa natural de sedimentación y almacenamiento

Los drenajes primarios desembocan en un canal secundario (colector) y éste en una represa natural que actúa como laguna de sedimentación y evaporación (Figura 5). Los caudales entrantes, una vez superada la capacidad de acumulación de la represa natural, la desbordan, encauzándose (con altos contenidos de materia orgánica, nutrientes y patógenos) por una acequia hasta un zanjón conformado por un antiguo paleocauce que atraviesa la propiedad en forma paralela al alambrado oeste de los corrales y separado de él unos 20m aproximadamente

De la observación visual del destino final de los residuos sólidos y líquidos, se afirma que no se realiza un tratamiento adecuado de los efluentes ni de los residuos volcados en la represa, afectando la calidad ambiental y la calidad de vida de la población próxima al establecimiento.

Don Corral, no cuenta con personal capacitado en biotecnologías para tratamiento y aprovechamiento de los residuos que genera.

Elaboración de un proyecto para optimizar la gestión integral de los residuos, los que se generan en los corrales y los que drenan por los canales.

A partir del diagnóstico realizado y con la finalidad de optimizar la gestión integral (tratamiento y aprovechamiento) de los residuos sólidos (excrementos en corral, sedimentos en laguna) y el destino final de los efluentes y su vuelco en el paleocauce, se elaboró un proyecto titulado "Tecnologías aplicadas al tratamiento de los residuos de un feedlot" y fue presentado en julio 2010 a la convocatoria del Mincyt-DETEM 2009 y fue aprobado con financiamiento.

La implementación de las actividades del proyecto se dividió en tres grandes etapas:

Etapa 1: Mejorar pendientes al 50% de los corrales y canales de drenajes, Construcción del 70% de la planta de compostaje. Comenzar con la evaluación del tratamiento de los residuos extraídos de los corrales mediante la biotecnología del compostaje. Caracterizar fisicoquímicamente los compost obtenidos a fin de determinar su aptitud agrícola.

Etapa 2: mejorar pendientes al 25% de los corrales y al resto de los canales de drenaje. Construcción de laguna primaria o sedimentación. Optimizar la profundidad de la laguna secundaria o de almacenamiento (recepción de canales de drenaje) para depuración del efluente previo a su vertido en las acequias exteriores al establecimiento. Finalizar construcción planta de compostaje. Compostaje de los residuos extraídos de la limpieza de los corrales y su caracterización fisicoquímica para determinar su aptitud agrícola. Utilización del compost en espacios verdes municipales y producción de plantines en vivero municipal

Etapa 3: finalizar las mejoras de pendiente de los corrales. Evaluar las mejoras en la calidad de agua del efluente vertido en la acequia. Optimizar actividades de compostaje.

Se incorporó al proyecto un plano del terreno, localizando el sitio seleccionado para la construcción de las instalaciones para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos biodegradables y de los líquidos que se generen en el establecimiento, con el diseño de cada una de las obras que se debían construir.

Ejecución de la primera etapa del proyecto

Construcción Del 60% De Las Instalaciones De La Planta De Compostaje

Construcción de terraplén: consistió en el relleno y compactación con suelo del sitio seleccionado para la construcción de las instalaciones, hasta la altura de 1m sobre la cota del terreno natural cubriendo un área de 43m x 28m necesaria para fundar: el decantador con su rampa de acceso, el playón de secado, las dos canchas de compostaje y el tinglado

Construcción del tinglado metálico: éste se proyectó para responder a la necesidad de contar con una eficaz protección contra las lluvias durante la primera fase del proceso de elaboración del compost. Se lo ubicó cubriendo el terreno que ocuparán las dos canchas de compostaje y disponiendo en el sector norte del mismo, un cuarto del área destinada a depósito del material compostado. Posee un largo de 17m, un ancho de 10.5m y una altura de 4,5m considerada suficiente para la operación de las máquinas a utilizar para el trabajo de vuelco del material a compostar (pilas de aproximadamente 2,0m de altura).

Construcción cancha de compostaje: para el tratamiento de los residuos sólidos biodegradables producidos por la hacienda encerrada en los corrales del feedlot, se proyectaron 2 canchas de compostaje (bases de hormigón) construidas bajo un tinglado. En febrero 2012 se finalizó la construcción de una de las bases de hormigón con una longitud de 12m por un ancho de 4,2m y un espesor de 0,15m. (Figura 6).



Figura 6: cancha de compostaje con tinglado

A los fines de asegurar el drenaje de los lixiviados (del material en proceso de compostaje) al canal recolector, el piso de la cancha posee una doble pendiente, una en sentido transversal y la otra en sentido longitudinal.

Capacitación a dos empleados en la recolección de los residuos sólidos del corral y su posterior tratamiento en planta de compostaje: volteos, control de humedad y temperatura, tamizado, etc.

Se capacitó a 2 (dos) empleados en el manejo de los residuos biodegradables para su compostaje: ubicación de los residuos extraídos de los corrales en pilas de 2,0m de altura sobre cancha de compostaje, control de aireación con volteos periódicos, control de la humedad y temperatura, toma de muestra para su posterior análisis físico-químico, etc.

Tratamiento de los residuos sólidos biodegradables mediante el compostaje

Las experiencias piloto de compostaje de los residuos extraídos de los corrales comenzaron el 15/02/2012. Los residuos sólidos extraídos se colocaron sobre la cancha de compostaje formando dos pilas, de casi 2m de altura. La cantidad de residuos contenidos en cada pila fue de 7,7tn (P1) y 7,9tn (P2). Se optimizó la aireación de las pilas con la colocación de un caño plástico perforado en el centro de ellas y los volteos periódicos.

Posteriormente, en mayo 2012 se agregó una tercera pila (Figura 7). Durante los 266 días de proceso de compostaje-estabilización, en las tres pilas se observó un cambio gradual del color que fue cambiando de marrón claro a marrón oscuro casi negro. La pérdida total de peso fue de 33-35% en los primeros 3 meses y del 52-58% en los casi 9 meses.



Figura 7: pilas de residuos en proceso de compostaje

El impacto de esta disminución es importante en la reducción de residuos a transportar y en la disminución de la contaminación ambiental. (Parkinson et al, 2004).

Tabla 1: Evolución de la temperatura (parte superior y media de la pila 1) con el tiempo de compostaje

Tiempo(días)	1	14	34	39	49	52	68	83
T superior (°C)	45,3	71,9	68,5	68,0	61,7	52,2	37,5	31,9
T medio (°C)	50,9	60,3	64,9	63,0	53,6	49,2	32,6	31,2

En la Tabla 1 se observa que entre los días 14 y 49 (etapa termofílica) la temperatura en ambas partes de la pila ascendió a valores superiores a los 55°C con valores máximos alcanzados entre 64,9- 68,0°C, cumpliendo con los requerimientos de temperatura para el compostaje de residuos orgánicos en sistemas abiertos (Mazzarino, 2012). La temperatura máxima alcanzada en las Pila 2 y Pila 3 fue de 71,8°C y 69,5°C respectivamente. Después de los 52 días, la temperatura de la Pila 1 comenzó a descender hasta alcanzar valores similares a la temperatura ambiente, indicando disminución de la actividad microbiana y del avance de la madurez-estabilización del producto final (Sánchez de Pinto et al 2013).

Durante los 266 días de compostaje se observa (Tablas 2 y Tabla 3) una reducción de los contenidos de COT, MO, CSHT CAF, CSA, C-CO₂, NT, N-NH₄⁺, y un aumento en los contenidos de N-NO₃⁻ y CAH, indicando un aumento en la madurez y estabilidad del residuo y potenciando su calidad agronómica como fertilizante y abono.

Tabla 2: Variación del contenido de materia orgánica y las distintas fracciones de Carbono con el tiempo de compostaje y la estabilización de los residuos tratados(Pila 1)

Tiempo (días)	COT (%)	M.O. (%)	C.SHT (%)	C.AF (%)	C.AH (%)	C.AH/C.AF (%)	CSA (g/kg)	CSA/NT	C-CO ₂ (mgCO ₂ /kg/h)
0	26,9	57	3,51	2,04	1,47	0,72	8,9	0,52	522,5
45	17,2	33	1,69	1,19	0,5	0,42	4,6	0,35	357,2
95	18,7	36	2,20	1,42	0,78	0,55	2,5	0,19	311,8
173	15,0	30	2,67	0,86	1,81	2,10	2,2	0,17	255,2
196	14,9	30	2,56	0,69	1,87	2,71	1,4	0,11	156,3
266	15,1	32	2,58	0,65	1,93	2,97	1,7	0,09	110,0

COT:carbono orgánico total, MO: materia orgánica, CSHT: carbono de sustancias húmicas totales
CAF:carbono de ácidos fúlvicos CAH: carbono sustancias húmicas CSA: carbono soluble en agua

De los valores mostrados en la Tabla 2 a los 196 días de compostaje, para %CSA=1,4, CSA/Nt =0,11, C-CO₂ =156 mgCO₂/kg/h, se podría afirmar que el compost posee bajo contenido de materia orgánica biodegradable, alcanzando alto grado de estabilidad.

Tabla 3: Evolución de nitrógeno total NT, nitrógeno inorgánico (N-NH₄⁺ y N-NO₃⁻), COT/NT durante el compostaje

Tiempo(días)	0	45	95	173	196	266
NT (%)	1,7	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
N-NH ₄ ⁺ (mgNH ₄ ⁺ /kg)	4687,5	2519,5	2187,5	1835,9	1642,3	1328,2
N-NO ₃ ⁻ (mgNO ₃ ⁻ /kg)	191,9	416,0	621,1	1256,3	3238,8	6157,7
N-NH ₄ ⁺ /N-NO ₃ ⁻	24,4	6,1	3,5	1,5	0,5	0,2
COT/NT	15,8	13,2	14,4	11,5	11,4	11,6

NT. Nitrógeno total, N-NH₄⁺ amonio N-NO₃⁻ : nitratos

De los valores mostrados en la Tabla 3 se observa que, a medida que el residuo se ha ido estabilizando, el contenido de N-NH₄⁺ fue disminuyendo y el N-NO₃⁻ aumentado alcanzando a los 266 días un valor de 0,2 para la relación N-NH₄⁺/N-NO₃⁻ indicando que el compost alcanzó la madurez.

La destrucción de microorganismos patógenos durante el proceso de compostaje fue evaluada sobre la base al contenido de Coliformes totales y la ausencia de *Salmonella*. De los datos de la Tabla 5 se puede observar la minimización del contenido de coliformes totales a los 40 días de compostaje y ausencia de *Salmonella*. (Lung et al, 2001).

Tabla 5: contenido de coliformes totales y presencia o ausencia de *Salmonella* en diferentes materiales

Materiales	Coliformes totales (u.f.c.g -1)	<i>Salmonella</i>
Excremento vacuno fresco	1,8x10 ⁴	Ausencia
Material extraído del corral para compostar	7,5x10 ³	Ausencia
Compost fresco a (40 días de compostaje)	20	Ausencia
Compost maduro (196) días de compostaje)	0	Ausencia

Si bien los compost obtenidos en esta primera etapa de implementación del proyecto cumplen con los requisitos de estabilidad y madurez, no se determinó aún el contenido de PTEs.

Valoración agrícola de los compost obtenidos en suelos de los espacios verdes municipales

En setiembre 2013 se comenzó con la extracción de muestras de los suelos de los espacios verdes y el posterior agregado de compost a los suelos de las plazas. En los suelos del boulevard se logró un aumento del contenido de materia orgánica del suelo (2,06 a 2,4%) que favorecerá la producción de césped y crecimiento de vegetación y flores ornamentales. (Figura 8).



Figura 8: Boulevard en el centro de la ciudad de Beltrán

CONCLUSIONES

La elaboración y presentación del proyecto sobre la gestión integral de los residuos sólidos del feedlot permitió lograr parte del financiamiento para su implementación progresiva (en etapas), lo que favorecerá la minimización de los problemas ambientales y sociales que generan estos residuos cuando no reciben un tratamiento adecuado, el cumplimiento con la reglamentación vigente y replicar en un futuro la gestión en otros feedlots vecinos.

La implementación de la primera etapa del proyecto, abarcó el compostaje de los residuos sólidos extraídos de la limpieza de los corrales, logrando no sólo la disminución del volumen, sino que permitió transformarlos en materia orgánica estabilizada y libre de sustancias fitotóxicas (compost) para su utilización en los suelos de los espacios verdes municipales.

REFERENCIAS

- COSTA, F., GARCÍA, C., HERNÁNDEZ, M. T., POLO, A. 1990. Residuos orgánicos urbanos. Manejo y utilización. CSIC-CEBAS, Murcia.181pp
- COSTA E.F.; GIULIODORI M.J.; DEZZILIO M.; ROMERO J. 2003. Mortalidad en un feedlot de La Plata (Buenos Aires – Argentina): causas, distribución, mensual e impacto económico. *Analecta Veterinaria* 23, 1: 13-19.
- DOMINGO, M. N., PICONE, L. I., VIDELA, C. C., MACEIRA, N. 2013. Volatilización de amoníaco y emisiones de dióxido de carbono a partir de un sistema intensivo de producción de carne. *Ciencias del Suelo*, 31 (1) 107-118.
- EL LIBERAL 2012. Reglamentaron cómo deberán funcionar los establecimientos de feed lot en Santiago. Publicado el 07/05/2012. Disponible en: <http://www.elliberal.com.ar/ampliada.php?ID=41307>
- GARCÍA-GIL J.C. SÁNCHEZ DE PINTO, M. I., POLO A. 2003. Métodos de determinación del grado de madurez y estabilidad en compost de residuos urbanos. En el libro: “Microbiología Agrícola. Un aporte de la investigación Argentina” (ISBN 987-99083-X. Editado por UNSE
- GIL, S. 2006. Engorde intensivo (Feedlot), elementos que intervienen y posibles impactos en el medioambiente. http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/08-feedlot.pdf
- LAZCANO, C., GÓMEZ-BRANDÓN, M., DOMÍNGUEZ, J. 2008. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere* 72, 1013-1019.
- LARNEY, F.J., OLSON, A.F., CARCOMO, A. A., CHANG, C. 2000. Physical changes during active and passive composting of beef feedlot manure in winter and summer. *Bioresource Technology*, 75,139-148.
- LIU,J., XU, X-H, LI, H-T, XU, Y. 2011. Effect of microbiological inocula on chemical and physical properties and microbial community of cow manure compost. *Bionass and*

- bioenergy, 35, 3433-3439.
- LUNG, A. J., LIN, C. M., KIM, J. M., MARSHALL, M. R., NORDSTEDT, R., THOMPSON, N. P., WEI, C. I. 2001. Destruction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enteritidis* in cow manure composting. Journal of food protection 64, 1309-1314
- MAZZARINO, M. J., SATTI, P., ROSELLI, L. 2012. Indicadores de estabilidad, madurez y calidad de compost. Pp13-28. En: Compostaje en la Argentina: experiencias de producción, calidad y uso. Editoras: Mazzarino, M. J. y Satti, P. Primera edición. Universidad Nacional de Río Negro-Orientación Gráfica Editora. Pp 349. ISBN 978-987-9260-93-7
- MAZZARINO, M. J. 2013. De residuos a recursos: el otro camino de los desechos orgánicos urbanos. Estudio de caso: compostaje de lodos cloacales en Bariloche, Argentina. <http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=3261>
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, RECURSOS NATURALES, FORESTACIÓN Y TIERRAS 2012, Resolución N°629/12 del 26 de abril del 2012
- OLIVARES-CAMPOS, M. A., HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, A., VENCES-CONTRERAS, C., JÁQUEZ-BALDERRAMA, J. L., OJEDA-BARRIOS, D. 2012. Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo 28 (1), 27-37.
- PARKINSON, R., GIBBS, P., BURCHETT, S., MISSELBROOK, T. 2004. Effect of turning regime and seasonal weather conditions on nitrogen and phosphorus losses during aerobic composting of cattle manure. Bioresource Technology 91,171–178
- PORDOMINGO, A. J., 2003. Gestión ambiental en el Feed Lot, Guía de las buenas prácticas. INTA Anguil.
- SÁNCHEZ DE PINTO, M. I., UMBIDES, R., DOMINGUEZ, P., ALBANESI, A., POLO, A. 2012: Compostaje y lombricompostaje de residuos biodegradables de diferentes orígenes Cap.9. En: Compostaje en la Argentina: experiencias de producción, calidad y uso. Editoras: Mazzarino, M. J. y Satti, P. Primera edición. Universidad Nacional

de Río Negro-Orientación Gráfica Editora. Pp 349. ISBN 978-987-9260-93-7.

SÁNCHEZ DE PINTO, M. I., RODRIGUEZ, G. V, FERREYRA GRASSI, M. F., UMBIDES, R., POLO, A. 2013. Cambios físico-químicos y biológicos durante el compostaje de residuos biodegradables de un feedlot vacuno. 475-489pp. En: Microbiología agrícola. Un aporte a la investigación en Argentina. Editor: Albanesi Ada. Segunda edición. Ediciones Magma. Tucumán. Argentina, 500pp ISBN 978-987-1726-17-2

SENASA 2011 Resolución 264/11 y Anexo I (Manual de Procedimientos)
<http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1501&io=16573>

SOLIVA TORRENTÓ, M., LÓPEZ MARTINEZ, M., HUERTA PUJOL, O. 2008: Antecedentes y fundamentos del proceso de compostaje. Pp 75-92 En: Compostaje. Editores: Moreno Casco, J., Moral Herrero, R. Ediciones Mundi-Prensa. 570 pp

WEAVER R.W., ANGLE J.S., BOTTOMLEY P.S. (ed). 1994. Methods of soil analysis. Part 2: Microbiological and Biochemical Properties. SSSA Book Serie5, Madison, USA

PROPUESTA DE GESTIÓN DE ACEITES VEGETALES USADOS EN LA CIUDAD DE SALTA

Plaza, Gloria^{1,2}; Cabrera, Daniel¹; Pacheco, Osvaldo¹

¹Universidad Nacional de Salta, ¹Facultad de Ingeniería.

²CONICET

gplaza507@gmail.com

RESUMEN

El afán actual por la búsqueda de nuevas alternativas de fuentes combustibles que se caractericen por no contribuir al deterioro del ambiente y ser sostenibles, dio lugar al estudio de biocombustibles. El biodiesel presenta muchas ventajas comparativas con respecto al diésel obtenido del petróleo, entre las que se encuentran: alta degradabilidad, reducción de emisiones de gases GEI, fácil uso, bajo costo de producción.

En muchos países se ha implementado la producción de biodiesel como fuente de energía alternativa, ya que este es un combustible sustituto del gasoil para motores diésel, el cual puede ser producido partiendo de materias primas agrícolas (aceites vegetales y grasas animales) o aceites usados de cocina y metanol o etanol (Larosa 2001). En Argentina se ha impulsado un marco regulatorio sobre la producción y manejo de Biodiesel a través de la ley N° 26093 de Biocombustibles. En dicha ley se establece la promoción y control de la producción y uso sustentables de biocombustibles como así también normas de calidad a las que deben ajustarse los biocombustibles.

El objetivo del trabajo es la evaluación de aceites vegetales usados en la ciudad de Salta cuya disposición final no se encuentra actualmente legislada, plantear la logística adecuada y el aprovechamiento integral de los mismos mediante la producción de biodiesel.

Se realizaron pruebas a escala de laboratorio y planta piloto, alcanzando un rendimiento del 87,78% de biodiesel con metanol como reactivo. En base a ello se plantearon diferentes alternativas tecnológicas de producción de biodiesel a partir de diferentes calidades de aceites usados, como la adecuada logística para la ciudad de Salta-Capital, para recolectar un promedio de 5.000 litros/día de aceite vegetal usado, provenientes de tres circuitos estratégicos de recolección. Se analiza el marco reglamentario vigente, la cadena de valor y una propuesta de ordenanza para la implementación tecnológica regional.

Palabras clave: biodiesel, aceites vegetales usados, aprovechamiento, gestión

INTRODUCCIÓN

Los aceites comestibles en Argentina son de origen vegetal, la producción comprende a partir de la actividad agrícola de cultivos de girasol, cártamo, soja, maíz y oliva. Luego de los procesos de elaboración, distribución y venta llega a hogares y establecimientos gastronómicos para ser utilizados en la cocina, principalmente en frituras.

Los aceites vegetales usados (AVUs) fueron mal dispuestos por años en nuestras comunidades generando impactos en el ecosistema. Se entiende por AVUs a los provenientes, en forma continua o discontinua, de todo establecimiento que genere, produzca, suministre, fabrique y/o venda aceites comestibles que han sufrido un tratamiento térmico de desnaturalización en su utilización, cambiando así las características fisicoquímicas del producto de origen y transformando a su poseedor en generador de residuos peligrosos domiciliarios.

Cuando se trata de resolver el problema de residuos, sea cual sea su naturaleza, es preciso considerar la jerarquía de gestión por lo cual en primera instancia se debe reducir la generación de AVUs, lo que implica estudiar el proceso de fritura. Los AVUs deben ser desechados de manera apropiada para evitar la contaminación del ecosistema especialmente la fase hídrica a nivel de primera napa, como así también la afectación del suelo y los conductos subterráneos de la Ciudad. El usuario del aceite vegetal vierte sus residuos normalmente por los desagües domiciliarios dando lugar en una primera instancia a que se adhiera a los conductos de desagüe, complicando luego la recuperación de aguas residuales en las depuradoras aguas abajo.

Por los cambios sufridos en su composición, los AVUs no pueden ser reutilizados para consumo humano dado que no se adecuan a lo que establece el Código Alimentario Argentino. Dentro del alcance de esta definición se incluyen los aceites hidrogenados, las grasas animales puras o mezcladas utilizadas para fritura y los residuos que estos generen.

El interés de nuevas fuentes de energía alternativas dio lugar al desarrollo de diversas tecnologías, entre ellas se encuentra la producción de biocombustibles, y específicamente la obtención de biodiesel a partir de aceites usados de cocina (Rojas et al., 2009)

El proceso para realizar biodiesel a partir de AVUs es un proceso simple y técnicamente muy conocido. La materia prima para este proceso comprende los aceites vegetales u otros materiales que contiene triglicéridos en su composición. Este proceso disminuye la contaminación por utilizar residuos de procesos de fritura como por la reducción de gases tóxicos y gases efecto invernadero al reducir el consumo de combustible fósil (Fernández, 2006). Para propiciar la producción de biodiesel a partir de AVUs se debe trabajar en la elaboración de un “marco legal” específico sobre el tema prohibiendo el vertido de aceite usado en las cañerías que conduzca el efluente a colectoras, cloacas máximas como así también conductos pluviales y sumideros.

El Biodiesel es un biocombustible que puede ser usado en los motores diésel sin mayores cambios (mangueras de goma por mangueras de teflón, y cambiar los mecanismos de bronce de algunas viejas bombas inyectoras por acero u otro material que no sea afectado por lo corrosivo del biodiesel).

El uso del biodiesel disminuye la generación de gases efecto invernadero por lo que su uso en el transporte comprende una solución a la problemática global del cambio climático

El objetivo del trabajo es la evaluación de aceites vegetales usados en la ciudad de Salta cuya disposición final no se encuentra actualmente legislada, plantear la logística adecuada y el aprovechamiento integral de los mismos mediante la producción de biodiesel.

METODOLOGÍA

Se evaluó la materia prima disponible en la ciudad de Salta, con el fin de determinar la generación de AVUs Para ello, se realizaron encuestas y entrevistas a los grandes generadores y una muestra al azar de domicilios. Los datos obtenidos se generalizaron a la población declarada en censo de población 2010 (ciudad de Salta 860.000 habitantes) (INDEC, 2010) para estimar la generación total por persona.

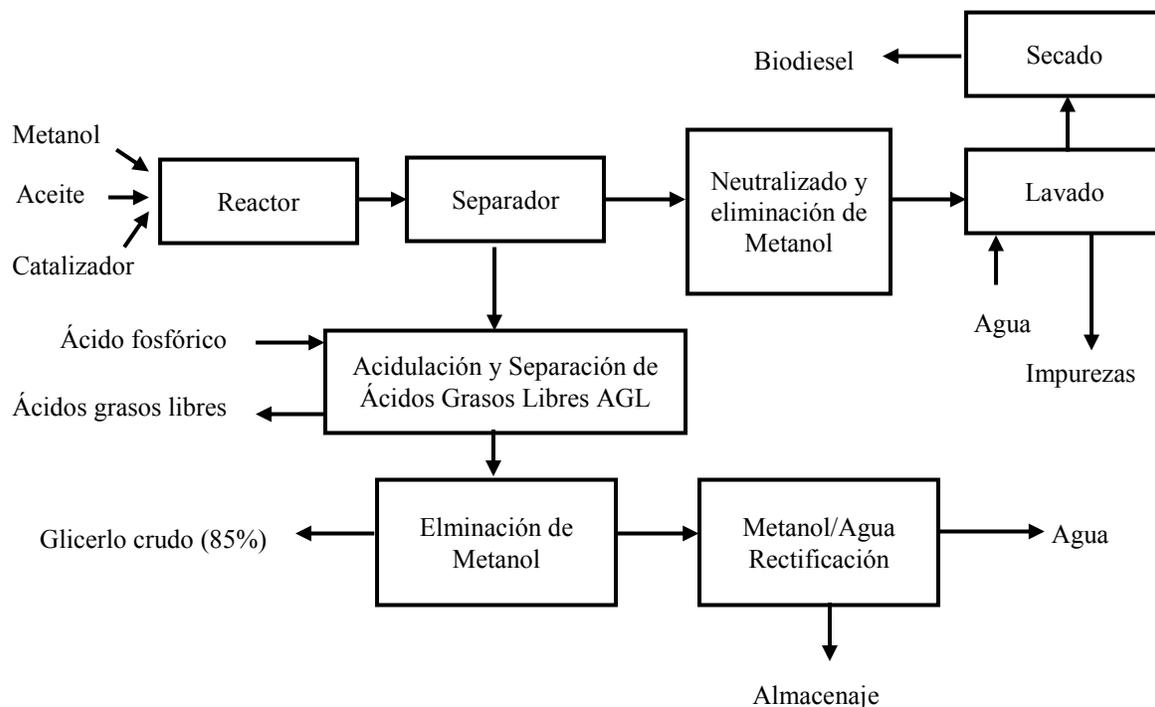


Figura 1: Producción de Biodiesel

A partir de AVUs, se analizó el proceso de producción de biodiesel a escala laboratorio y piloto siguiendo el siguiente procedimiento (Figura1):

Se mezcló 20% p/p de metanol o etanol con 2% p/p hidróxido de potasio en laboratorio para obtener un volumen total de 1 litro. Para la escala piloto se cuenta con un reactor de 150 litros construido con chapa de acero inoxidable y en la escala completa, se propone referir al aceite que se tratará por día.

El aceite usado utilizado en laboratorio y piloto fue un aceite vencido mezcla. Se ensayaron a nivel laboratorio los alcoholes metanol y etanol como reactivo e hidróxido de potasio como catalizador. El reactor se agitó por aproximadamente 1 hora a 62°C, obteniendo como consecuencia de la reacción, biodiesel como producto principal y glicerol como subproducto. Estos se separaron automáticamente en dos fases debido a la inmiscibilidad del glicerol con el biodiesel.

En la reacción de transesterificación el hidróxido de potasio rompe los enlaces de los triglicéridos, liberando el alcohol pesado (glicerol), quedando libres unas cadenas de ácido grasos que se unen al metanol formando el metil éster.

Es importante usar la menor cantidad posible de catalizador ya que el exceso puede seguir rompiendo los enlaces de los ésteres, incluso los del metil éster. Asimismo, estos pueden unirse al catalizador y formar jabón, u otras moléculas unirse a las moléculas de agua formando nuevos ácidos grasos libres que quedan disueltos en el biodiesel.

En realidad el proceso nunca se completa al 100% porque antes de completarse alcanza el equilibrio; siempre queda cierta cantidad de glicéridos sin reaccionar (los distintos estándares para el biodiesel estipulan las cantidades máximas de glicéridos permitidas). Terminada la reacción de transesterificación, la corriente pasa a decantación donde la fase liviana (biodiesel) es separada de la fase densa (glicerol). Dado que las impurezas son solubles o parcialmente solubles en ambas fases, las impurezas y pequeñas cantidades de los productos principales se reparten entre ambas, por este motivo la purificación de la fase liviana (biodiesel crudo) debe ser exhaustiva por se realizaron repetidos lavados con ácido fosfórico al 5% y así también con agua limpia, para eliminar cada una de las impurezas presentes.

El exceso de metanol o etanol utilizado en la reacción tiende a actuar como solubilizador y puede retardar la reacción. Este exceso no es usualmente removido de la corriente de reacción, sino después que el glicerol y el metil éster sean separados, debido a la reversibilidad de la reacción de transesterificación.

La mezcla producto de la reacción de transesterificación neutralizada reposa 16 horas para que se produzca la separación de la fase liviana (producto) y la fase pesada (sub-producto) glicerina. El metil éster formado es nuevamente neutralizado del catalizador residual y se separa cualquier jabón que pueda ser formado durante la reacción. Los jabones reaccionan con el ácido para formar sales solubles en agua y ácidos grasos libres.

La purificación final se realiza por lavados sucesivos con agua para eliminar los jabones, alcohol y restos de glicerina que acompañan al biodiesel. Es importante separar la mayor cantidad posible de agua de lavado por medio de decantación, para proceder al secado final, en caso contrario las impurezas que contenga el agua de lavado quedarán en el biodiesel.

La neutralización antes del lavado reduce la cantidad de agua requerida y minimiza el potencial de emulsiones formadas cuando el agua es agregada al biodiesel. En la escala piloto, dado el tamaño del reactor (175 l), la agitación se hizo de forma manual, por carecer de un sistema mecánico para tal fin, lo que tornó dificultosa, y en cierta forma riesgosa esta operación, que se vio reflejada en su bajo rendimiento del 80% de producción de biodiesel, frente al 86% del reactor de laboratorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aceites vegetales usados en el marco del ciclo de vida de los aceites vegetales

En la ciudad de Salta los aceites generalmente utilizados para fritura comprenden el de girasol y cártamo. Este procedimiento tiene un límite de uso según el caso. En domicilios se cambia el aceite, siendo el mejor indicador de recambio la producción de humo. Sin embargo, en restaurantes y otros establecimientos operan en forma continua agregando el aceite nuevo a medida que transcurre la fritura, práctica que debería modificarse principalmente por protección a la salud de las personas (facilita la una primera instancia a que se adhiera a los conductos de desagüe, complicando luego la recuperación de aguas residuales en las depuradoras aguas abajo. Asimismo en última instancia la red de abastecimiento resulta de mala calidad. Si llega a los ríos, crea una capa superficial que reduce el contenido de oxígeno en el agua y puede provocar la muerte de los peces, dado que se produce una contaminación de casi 1.000 litros de agua, por cada litro de aceite usado que se tira. Si el receptor final es un pozo absorbente, el aceite facilita su impermeabilización, es decir se tapan los poros y deja de funcionar (Tabla 1).

Tabla 1: Acciones frente a los residuos de aceites usados generados y efectos provocados

Acciones	Efectos
Vertido en desagües domiciliarios	Daño a la red de abastecimiento
Vertido en ríos	Reduce el intercambio de oxígeno y puede provocar la muerte de la fauna ictícola.
Vertido en pozos	Impermeabilización de las paredes del pozo imposibilidad de uso por colmatación del sistema.
Combustión en ladrilleras	Emisiones de HC (inquemados y productos de combustión incompleta).

Se puede aprovechar este tipo de residuo produciendo biocombustibles, jabones y perfumes.

Obtención de biocombustibles (laboratorio y piloto)

En las Figuras 2 y 3, se muestran las experiencias de laboratorio y piloto respectivamente. En Tabla 2 los rendimientos de producción de biodiesel obtenido para ambas escalas.



Figura 2: Escala laboratorio



Figura 3: Escala Piloto

Tabla 2: Rendimiento de obtención de biodiesel, escala laboratorio con metanol y etanol, escala piloto con metanol.

Escala	Alcohol	Rendimiento en biodiesel
Laboratorio	Metanol	87,78 %
Laboratorio	Etanol	86,08 %
Piloto	Metanol	80,01 %

En laboratorio, los rendimientos están ajustados con un buen margen de seguridad. En escala piloto, no se cuenta aún con un sistema mecánico o semiautomático de agitación lo que dificultó su normal desempeño con un rendimiento del 80% frente al 87,78% de rendimiento que se obtendría con este tipo de sistemas. Este sistema automatizado deberá ser implementado en forma gradual.

El rendimiento de obtención de biodiesel en el nivel estudiado es de 87,78% con metanol como reactivo dando lugar a un producto apropiado sustitutivo del diésel (combustible fósil). Los subproductos generados pueden ser totalmente aprovechados.

Gestión adecuada de AVUs

Teniendo en cuenta los principales actores para la gestión integral y con el interés de fortalecer la participación ciudadana se pueden analizar cuatro etapas principales:

- Proceso de fritura
- Almacenamiento, Recolección y Transporte del aceite
- Producción del combustible (biodiesel)
- Uso del combustible

Proceso de fritura

La fritura es un proceso culinario que consiste en introducir un alimento en un baño de aceite o grasa caliente a temperaturas elevadas (150-200 °C), donde el aceite actúa de transmisor del calor produciendo un calentamiento rápido y uniforme del producto.

Cuando aumenta la temperatura se aceleran todos los procesos químicos y enzimáticos. Por lo tanto, una grasa o aceite calentados se degradan con elevada velocidad, sobre todo si hay residuos que potencian las reacciones de alteración actuando como catalizadores.

El proceso de fritura de alimentos transforma el aceite en sus propiedades organolépticas y físico químicas por desarrollar mayor contenido de ácidos grasos entre otros.

Los principales cambios y alteraciones químicas de los aceites calentados son:

- **Hidrólisis.** Este proceso es más frecuente en los aceites que tienen ácidos grasos de cadena media o corta, ricos en ácido láurico y cuando se fríen alimentos congelados o ricos en agua. Como consecuencia de la hidrólisis suelen decrecer el punto de humo (temperatura a la que aparece humo en la superficie del aceite), aparecen olores y sabores indeseables, incluso puede haber gusto a jabón, y aumenta la acidez del aceite o grasa calentado. Los aceites comercializados en Argentina no contiene ácido láurico, siendo la composición de los mismos con ácidos de cadena larga.
- **Oxidación y autooxidación:** Es la alteración más frecuente en la fritura y consiste en la acción del oxígeno sobre los ácidos grasos, especialmente los poliinsaturados, formándose compuestos inestables llamados hidroperóxidos o peróxidos y radicales libres. La luz actúa como catalizador.
- **Termooxidación:** Se produce por elevadas temperaturas. El hábito de añadir aceite nuevo al ya usado o alterado, facilita su oxidación.
- **Polimerización:** La presencia de radicales libres que se combinan entre sí o con los ácidos grasos forman polímeros lineales

Por lo que reducir o retardar el deterioro del aceite de manera de alargar su ciclo de vida implica no efectuar la fritura a temperaturas mayores de 180°C con largos periodos de calentamiento y sin adición de aceite fresco. La fritura será tapada y el recipiente no debe desprender metales, hay que garantizar la salida del vapor para eliminar los compuestos volátiles. Otro aspecto es mantener el aceite a baja temperatura mientras no se utilice, además de emplear aceites de elevada estabilidad térmica.

Cuando se aprecian modificaciones en los aceites, con cambios en el color, en la capacidad de escurrido o en el sabor o aroma, es el momento de sustituir el aceite y no esperar, en ningún caso, a la formación de espumas o a que el aceite esté completamente quemado.

Si bien gestionar para la reducción en origen no es necesario porque es de interés del usuario utilizar la mayor cantidad de aceite en la fritura, si es importante asegurar la protección de la salud de la población descartando el aceite que genera este riesgo, para lo cual se aconseja capacitar en buenas prácticas de fritura (Tabla 3).

Almacenamiento, Recolección y Transporte del aceite

Se analiza los potenciales puntos limpios de depósito de AVUs a nivel domiciliarios y de establecimiento gastronómicos que optimice el costo de recolección.

Tabla 3: Buenas prácticas de fritura

Destinatarios	Temas	Indicadores
Establecimientos gastronómicos y domicilios	Cocción segura del alimento	Cantidad de residuos remanentes en el aceite caliente
	Optimización del proceso de fritura	Tipo de ácido graso del aceite (cadena corta media o larga).
	Determinación del punto final de uso	Punto de humo Cantidad de recambio de aceite en freidoras continuas

En caso de domiciliarios se establece la necesidad de disposición de contenedores donde el productor de aceites domiciliarios deposite su residuo. Es importante depositar el AVU en algún envase (Ej.: botella de plástico, preferentemente la botella de aceite que se desocupó). Se debe almacenar, una vez frío descartando las partes de alimentos u otros materiales sólidos. No se debe mezclar con agua u otros líquidos como aceite de motor. Para la recogida se analizará el correcto etiquetado y envasado

En caso de establecimientos gastronómicos se debe:

- Crear un registro de generadores de AVUs con quienes se debe ejecutar un convenio específico, acompañado de una ordenanza municipal que regule y garantice su aprovechamiento energético y disposición final de lo remanente de esta corriente.

- Prevenir la reutilización del aceite para consumo humano.

Los establecimientos gastronómicos podrán comunicarse con la empresa operadora de este residuo o enviarlo directamente para su reciclado.

En el presente trabajo se considera recolectar la producción de 4,5 litros por habitante por año. Se considera que la participación de establecimientos gastronómicos de la ciudad de Salta corresponde al 50%, dado que es una ciudad turística con un gran número de restaurantes y casas de comidas.

La ciudad de Salta, cuenta con una población de 800.000 habitantes, por lo que nuestro cálculo parte de una producción de 5.000 litros/día que se recolectarán dos veces por semana en tres circuitos (circuitos 1, 2 y 3) según se observa en la Figura 4.



Figura 4: Circuitos de recolección

Asimismo, se concentraron seis centros de recolección para sectorizar las zonas de recolección (A, B, C, D, E, F). Estos 5.000 l/d generarían 4.389 litros/día de biodiesel (datos de laboratorio), que se podrán insertar en el mercado local.

Proceso de producción de Biodiesel

En una primera etapa, aplicando el principio del gradualismo dentro de la gestión de los AVUs, planteamos una planta piloto en la zona A, donde está inserta la Universidad Nacional de Salta, lugar fijado para desarrollar la planta de tratamiento de AVUs, que tendrá una capacidad de tratamiento de 150 litros,

Para ello se cuenta con un reactor de acero inoxidable AISI 308, de 175 litros de capacidad, y una bomba centrífuga para alta temperatura de ½ Hp. Luego se proyectará una planta en la zona sur. Esto implica encarar una logística para recolección de cada carga de 150 litros de AVUs que serán transformados en biodiesel. Además se espera formar y entrenar a dos personas en el manejo del reactor. Este emprendimiento, una vez pulido, será inmediatamente transferido a empresarios nacionales y locales para implementarlo como oportunidad de negocio. De esta manera se vinculará la universidad con el medio socio productivo.

Marco legal

La futura normativa provincial para propiciar la producción de biodiesel a partir de AVUs, debería fijar “responsabilidades en el marco del circuito de gestión de AVUs, criterios de diseño para la producción de plantas en especial la de biodiesel, caracterización de productos y subproductos, certificaciones de producto, etc.”. Para propiciar la producción de biodiesel a partir de AVUs se debe trabajar en la elaboración de un “marco legal” específico sobre el tema prohibiendo el vertido de aceite usado en las cañerías que conduzca el efluente a colectoras, cloacas máximas como así también conductos pluviales y sumideros.

Es importante tener en cuenta el rol de los actores entre ellos

- Autoridad de aplicación: Secretaria de Energía.
- Posibles Auditorias integradas (calidad, ambiente y salud y seguridad ocupacional): Universidades Nacionales.
- Generadores de AVUS: domicilios y establecimientos gastronómicos
- Certificación de plantas AVUS: En la actualidad el Instituto Nacional de Tecnología Industrial certificando en proceso y calidad.
- Plantas de producción de biodiesel a partir de AVUs
- Transportista de AVUs

En Argentina se ha impulsado un marco regulatorio sobre la producción y manejo de Biodiesel a través de la Ley N° 26.093 de Biocombustibles (2006), que en su Art. 5 reza “- se entiende por biocombustibles al bioetanol, biodiesel y biogás, que se produzcan a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos, que cumplan los requisitos de calidad que establezca la autoridad de aplicación.”. Asimismo, se menciona que a partir del año 2010, se impuso por esta ley que todo el combustible diésel

que se consuma en el país tenga un corte del 5% de biodiesel, combustible denominado B5. Este corte obligatorio genera un consumo de 800.000tn anuales de biodiesel. En la actualidad después de que se recolecte el grueso de la campaña de soja y haya aceite disponible, se espera que incremente la mezcla con gasoil al 10 por ciento, B10.

Es importante comprender que utilizar un residuo para producir biodiesel es prioritario por su doble función, producción de combustible y aprovechamiento de un residuo con alto impacto en el ambiente.

Las normas para definir el biodiesel puro o destinado al corte con gasoil para uso en motores de vehículos, están contenidas en las normativas de la comunidad Europea (EU 14214), Estados Unidos (ASTM 6751) y de otros países que toman aspectos de las dos primeras.

CONCLUSIONES

Para una buena gestión integral de los AVUs es importante analizar el ciclo de vida que comprende la materia prima del aceite vegetal, el proceso de producción de aceite, el proceso de fritura pasando por la transformación llegando a su utilización como combustible. El proceso de producción de biodiesel a partir de AVUs es de total beneficio para la comunidad desde el punto de vista ambiental (tratamiento de residuos de alto impacto ecológico) y genera un combustible alternativo al combustible fósil.

El estudio realizado permite evaluar positivamente la factibilidad de realizar la gestión adecuada de los AVUs en la ciudad de Salta y lograr su aprovechamiento mediante la producción de biodiesel. El rendimiento obtenido en el proceso de producción es apropiado, sin embargo se debe optimizar el proceso de lavado con los fines de lograr una mayor eficiencia en el proceso y calidad de producto.

Asimismo, el impacto generado entre los participantes del proyecto, especialmente alumnos de las carreras de ingeniería de la universidad, es altamente positivo y ejemplificador.

REFERENCIAS

CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO 1969. Ley N° 18284. Decreto N° 141/53.

FERNÁNDEZ J., LUCAS H. & BALLESTEROS M. 2006. Energías renovables para todos, Biocarburantes. Disponible en: http://www.energiasrenovables.com/Productos/pdf/cuaderno_BIOCARBURANTES.pdf.

INDEC, 2010. Censo Nacional de Población 2010.

LAROSA R. J. 2001. “Proceso para la producción de Biodiesel (metiléster o esteres metílicos de ácidos grasos) Refinación de glicerina”. Disponible en <http://www.biodieseluruguay.com/articulos/Biod-rev2.pdf>.

Ley Nacional 26093/2006 de Biocombustibles.

ROJAS, F., CANCHALA, M. J., TORRES, H. G. 2009. Producción de biodiesel a partir de aceites usados de cocina utilizando catalizadores adsorbidos en matrices sólidas, Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Colombia.

YAGÜE AYLÓN M. A. 2003. Estudio de utilización de aceites para fritura en establecimientos alimentarios de comidas preparadas. Informes Técnicos. Observatorio de la Seguridad Alimentaria. Disponible en: <http://magno.uab.es/epsi/alimentaria/mangeles-aylon.pdf>.

PROYECTO VERSU - FONARSEC: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS CON VALORIZACIÓN ENERGÉTICA” FONDO DE INNOVACIÓN SECTORIAL DE ENERGÍA – BIOMASA 12-2012

Renzi, Laura¹, Vanin, Natalia², Poliak, Raúl³, Najul, Juan Carlos².

¹ INTI San Juan; ² INTI Mendoza, ³ INTI Gerencia General.

lrenzi@inti.gob.ar

RESUMEN

El 18 de Julio de 2013 se firmó el contrato vinculado al proyecto denominado Desarrollo de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) con Valorización Energética. Este Proyecto de 30 millones de pesos incluye un Aporte No Reembolsable (ANR) del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) de 15 millones de pesos que permitirá la construcción y operación de una Planta Demostrativa VERSU (Valorización Energética de RSU) integrada a un sistema de GIRSU (Gestión Integral de RSU) con capacidad de tratamiento de 10 tn diarias de RSU. Esta planta operará en el Departamento de Sarmiento, en San Juan, municipio de 17.000 habitantes.

El Proyecto lo ejecuta un Consorcio Asociativo Público-Privado (CAPP) conformado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Gobierno de San Juan, con sus Secretarías de Estado de Ambiente y Desarrollo Sustentable y de Ciencia, Técnica e Innovación, el EPSE (Energía Provincial Sociedad del Estado, de la Provincia de San Juan) y tres empresas metalmecánicas mendocinas, Instalar DG, Othala y Megar.

Se pretende demostrar el cumplimiento de parámetros ambientales y energéticos de un sistema de combustión de residuos para la generación de energía eléctrica con ciclo combinado de gas y vapor que incorpora innovaciones importantes a las tecnologías actualmente usadas, disminuyendo la escala mínima para el cual se considera rentable un proyecto de estas características y demostrando su factibilidad para instalación de plantas en poblaciones de hasta 100.000 habitantes.

Se define así la tercera etapa del desarrollo del Prototipo VERSU, patente desarrollada por el Ing Ricardo Quiroga Castelat conjuntamente con el INTI, habiendo sido ejecutadas las dos primeras etapas por el equipo INTI en la Provincia de Mendoza.

Palabras clave: GIRSU, valorización energética, factibilidad ambiental, FONARSEC.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista energético sabemos que los hidrocarburos son una de las grandes bases energéticas de nuestra sociedad, pero son energías no renovables a corto plazo. Aunque los hidrocarburos seguirán siendo la base de la producción de energía por varias décadas, la sociedad actual se enfrenta a una etapa en la que se vislumbra el posible agotamiento de las reservas petrolíferas internacionales. Junto con esa necesidad de garantizar el abastecimiento de energía es esencial proteger el medio ambiente y fomentar el uso racional de los recursos.

Desde el punto de vista de la gestión actual de residuos sólidos urbanos (RSU) en la Argentina, es preocupante la problemática que se presenta en su manipulación y disposición final en las distintas localidades. La existencia de basureros clandestinos a cielo abierto diseminados en terrenos no aptos para ese fin, en condiciones técnicas y ambientales inadecuadas, trae aparejado un problema socio-ambiental clave a resolver, por lo que es fundamental que todos los RSU que no se puedan reutilizar o reciclar reciban algún tipo de tratamiento adecuado mediante acciones que disminuyan el impacto ambiental negativo, minimizando el uso de energías y el uso de suelo en su disposición final.

Con la finalidad de presentar una alternativa posible para dar una respuesta adecuada a los problemas planteados anteriormente, se propone el desarrollo de tecnología de Valorización Energética de RSU (VERSU) a partir de tratamientos térmicos que tienen como objetivo fundamental disponer en forma rápida y eficiente los residuos producidos por las comunidades y generar un bien comercializable como es la energía.

Todos los proyectos de valorización energética de RSU se han desarrollado en grandes escalas. Se considera a priori que la escala mínima económica y técnicamente viable es para ciudades con poblaciones de 100.000 a 120.000 habitantes, equivalente a 100/120 tn RSU/día, y que la etapa de generación de energía eléctrica se realiza con turbinas de vapor. Por otra parte, en ningún caso se consideran ni valorizan a nivel de costos e inversiones, la reducción significativa del pasivo ambiental.

En el caso de comunidades del interior de nuestro país con poblaciones del orden de 40 a 50 mil habitantes, se aprecia una respuesta incompleta en el tratamiento de los RSU. Con el Proyecto VERSU se trata de bajar los límites de grandes escalas, generalmente impuestos por razones de retorno de la inversión, eficiencia energética, y/o rentabilidad en la producción de energía, y buscar una solución para estas poblaciones que en general tienen basurales a cielo abierto, los tratamientos alternativos no funcionan o no están bien implementados. La modularización del desarrollo VERSU permitirá extender la escala de poblaciones pequeñas y medianas a poblaciones más grandes.

Existen tratamientos alternativos de RSU tales como separación, reciclado, compostaje, biometanización que pueden ser tenidos en cuenta para una solución integral. Especialmente debemos señalar que el reciclado debe ser considerado como concepto prioritario anterior a la decisión de procesos de valorización energética. Se trata de buscar una solución para estas poblaciones que en general tienen basurales a cielo abierto y/o los tratamientos alternativos no funcionan o no los tienen implementados.

Actualmente los RSU comienzan a ser valorados para aprovechar su contenido energético. Los primeros esfuerzos han sido encaminados para aprovechar el biogás de los rellenos sanitarios ya existentes y que aún poseen un potencial adecuado para la generación de energía eléctrica.

La ENGIRSU (SAyDS, 2005) estimó que para el 2025 en Argentina la generación de RSU se incrementaría un 29%, traduciendo este aumento en la necesidad de mayor espacio para su disposición final y en mayores riesgos para la salud y el ambiente. En referencia a este pronóstico, la creación de nuevos rellenos sanitarios debería ser la última alternativa a seleccionar, existiendo otras técnicas tales como las de tratamiento térmico con la posterior generación de energía eléctrica o la biodigestión de materia orgánica para la generación de biogás y como subproducto compost, aunque en general tiene poca aplicación práctica.

El Proyecto VERSU FONARSEC, "Desarrollo de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos con Valorización Energética" permitirá disponer de información técnica para ofrecer nuevas formas de tratamiento de residuos sólidos urbanos, como parte de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU), priorizando el reciclado y respetando la jerarquía de gestión que determina la Estrategia Nacional de Gestión Integral de RSU (ENGIRSU), con la finalidad de propiciar las condiciones económicas, sociales y tecnológicas para lograr desarrollo local sustentable y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

En una escala de planta demostrativa se pretende verificar el cumplimiento de parámetros ambientales y energéticos de un sistema de combustión de residuos para la generación de energía eléctrica con ciclo combinado de gas y vapor, parámetros que han sido validados en un prototipo a escala laboratorio que forma parte de las etapas anteriores y que han permitido la formulación y presentación de la escala propuesta.

El proyecto consta de las siguientes etapas:

- Primera Etapa: Estudio de Factibilidad y formulación del Proyecto para construcción de Planta Demostrativa para 17.000 habitantes. Búsqueda de financiamiento. Formulación y Presentación en Convocatoria FONARSEC.
- Segunda Etapa: ejecución del Proyecto VERSU FONARSEC.

El método que se propone aplicar en el Proyecto VERSU es la incineración con producción de energía eléctrica, separando previamente metales, vidrios, plásticos, papel y cartón con el objetivo de reciclarlos. De esta manera se logra un producto comercializable,

la energía eléctrica, a partir del rechazo generado de esta separación preliminar, disponiendo las cenizas generadas de manera controlada. Al mismo tiempo, la generación energética se hace con un recurso renovable que no se agota en el tiempo y que reemplaza a otras fuentes de energía como los combustibles fósiles, estrategia que permite ahorrar recursos naturales.

Para que las soluciones no sólo sean adecuadas ambientalmente sino también sostenibles técnica, social y económicamente, es necesario diseñar, implementar y mantener en el tiempo soluciones tecno-organizativas adecuadas a las condiciones locales.

OBJETIVO DEL PROYECTO

El Proyecto VERSU tiene por objetivo propiciar las condiciones económicas, sociales y tecnológicas para que una localidad o municipio pueda tratar adecuadamente sus residuos urbanos y generar parte de la energía que consume a través de una tecnología de valorización energética por tratamiento térmico, logrando un desarrollo local sustentable y mejorando la calidad de vida de los habitantes de la localidad.

METODOLOGÍA

Innovaciones de Proyecto VERSU

Este desarrollo tecnológico denominado Proyecto VERSU supone las siguientes innovaciones como:

- Modularización de las actuales escalas: hasta la actualidad todos los proyectos de valorización energética de RSU se han desarrollado para grandes escalas. El presente Proyecto VERSU pretende bajar los límites de estas escalas, generalmente impuestas por razones de retorno de la inversión, eficiencia energética y/o rentabilidad en la producción de energía, demostrando la factibilidad técnica, económica, y ambiental para instalación de plantas para poblaciones de hasta 80.000 habitantes.
- Inclusión de los RSU dentro del balance general de biomasa: se define como biomasa a la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de distintas actividades, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales”. En la implementación del Proyecto VERSU se trabaja en el desarrollo y mejora de la tecnología de tratamiento térmico de RSU con la finalidad de demostrar que la valorización energética también es una forma sustentable para el tratamiento de este tipo de biomasa.

- Incorporación de etapa de pre-secado: antes de ingresar los gases de combustión al lavador, los mismos se usan en la etapa de pre-secado de la alimentación, de manera de bajar la humedad de los RSU, incrementando así el rendimiento térmico global del sistema.
- Incorporación de sistema de generación por ciclo combinado, incorporando una etapa de generación eléctrica con una turbina de aire: el ciclo combinado de generación de energía eléctrica permite mejorar sensiblemente el rendimiento térmico del sistema, ya que posibilita un mayor aprovechamiento de la energía térmica disponible entre la fuente caliente (combustión) y la fuente fría (descarga de los humos en chimenea), introduciendo así un “ciclo combinado de gas y vapor” que aumenta la eficiencia de generación en un 25% aproximadamente. En la actualidad no existe ningún sistema que pueda trabajar entre las temperaturas que funciona un ciclo combinado en forma simultánea, es decir que con la tecnología actual no es posible que se absorba calor a la temperatura del ciclo de gas y ceda el calor a la temperatura que lo hace el ciclo de vapor.
- Auto combustión de alimentación: la descarga del aire caliente del escape de la turbina de gas, una vez entregada la porción de energía térmica útil, se aprovecha como aire de combustión en el horno incinerador, permitiendo desarrollar la *autocombustión* de los residuos, sin el uso de combustibles fósiles auxiliares como se hace en las plantas existentes.
- Utilización de caldera recuperadora de calor: al utilizar el ciclo combinado, una caldera recuperadora de calor trabaja con una combinación de radiación y convección. Esto permite utilizar calderas de menor presión, de menor valor, lo que baja considerablemente la inversión inicial. Por otra parte, al utilizar un fluido calefactor de menor temperatura se eliminan los puntos de concentración de temperatura que tienen las calderas con cámara de combustión (puntos calientes), disminuyendo sensiblemente la corrosión del sistema. El menor rendimiento del ciclo de vapor que se obtiene con la menor presión de vapor, se compensa con el recalentamiento del vapor antes de ingresar a la correspondiente turbina.
- Destrucción de agentes contaminantes: en la última etapa del horno o cámara de postcombustión se alcanzarán temperaturas del orden de 1.000°C que definen un salto térmico para optimizar la conversión energética y asimismo asegura la destrucción de dioxinas y furanos contaminantes.
- Inversión por Megawatt entregado a la red sustancialmente menor a los valores internacionales y creación de una red de proveedores nacionales.

Estado de avance del Proyecto

Primera Etapa: Estudio de Factibilidad y formulación del Proyecto para construcción de planta demostrativa para 17.000 habitantes. Presentación FONARSEC.

El INTI ha trabajado en los últimos 2 años en la Provincia de Mendoza con apoyo del COFECYT en la etapa de desarrollo de un horno de combustión rotativo con tres cámaras para la verificación termodinámica y ambiental de las innovaciones patentadas, y en el desarrollo de un sistema de calentamiento de aire y una turbina de aire apta para generar energía eléctrica. Se ha trabajado con un prototipo de 5 a 25 Kg/hora de procesamiento de RSU. Los resultados obtenidos en esta primera etapa fueron presentados oportunamente en las Jornadas GIRSU 2012 que se realizaron en la Provincia de Salta.

A modo de resumen se menciona que el Prototipo VERSU desarrollado con la finalidad de verificar las innovaciones propuestas en función de distintas composiciones de RSU tiene aproximadamente una capacidad de tratamiento de 25 kg basura/h y de generación de 27 Kwh (Figura 1: Esquema del Prototipo VERSU).

La metodología utilizada para su puesta en funcionamiento y realización de pruebas es la siguiente:

- selección de los residuos de acuerdo a su composición y reciclado.
- incineración de las fracciones no utilizables de composición orgánica.
- alimentación de un grupo generador de energía eléctrica accionado por una turbina a gas.
- generación de vapor para alimentar otro grupo generador accionado por una turbina a vapor con los gases de escape de la turbina a gas.
- purificación de los gases de chimenea por lavado.
- acondicionamiento y disposición final de las cenizas.

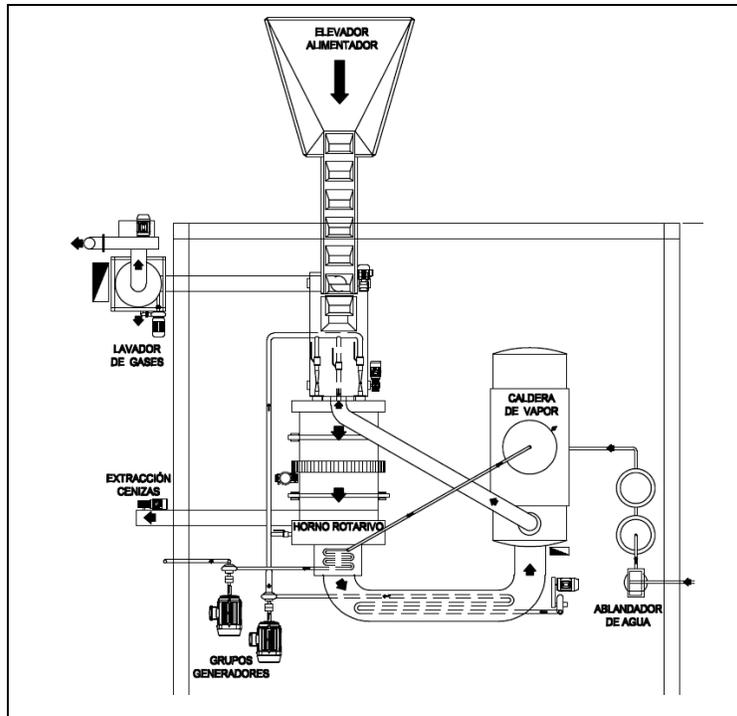


Figura 1: Esquema del Prototipo VERSU

Los resultados promisorios de esta primera etapa implicaron la necesidad desarrollar el prototipo a escala piloto industrial. Con este objetivo se presentó el “Proyecto VERSU” en la Convocatoria 2012 para la obtención de Aportes No Reintegrables del Fondo de Innovación Tecnológica Sectorial de Energía (FITS), Biomasa 2012. La presentación a esta Convocatoria implicó la conformación de un Consorcio Asociativo Público-Privado (CAPP) integrado por el INTI, el Gobierno de la Provincia de San Juan, representado por la Secretaria de Estado de Ambiente y Desarrollo Sustentable, el EPSE (Energía Provincial Sociedad del Estado, de la Provincia de San Juan) y tres PYMES mendocinas del sector metalmeccánico, Instalar DG, Othala y Megar. Se planificó la implementación del Proyecto en el lapso de 48 meses.

En el mes de abril de 2013 este Proyecto tuvo un dictamen favorable del Directorio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica (APNCT) adjudicándole un subsidio por un monto de \$15.392.254, con aportes de contraparte del Consorcio Asociativo Público-Privado (CAPP) conformado de \$ 15.400.000. El monto total del Proyecto VERSU asciende a \$30.792.314.

Segunda Etapa: ejecución del Proyecto VERSU FONARSEC.

En julio del corriente año, los Consorcistas del CAPP firmaron el contrato correspondiente con el FONARSEC. Esta formalidad permitió comenzar a ejecutar los fondos de acuerdo al Plan de Ejecución Física (PEF) que se presenta en la Figura 2.

ANEXO II: PLAN DE EJECUCION FISICA							
FONDO DE INNOVACION TECNOLOGIA SECTORIAL DE ENERGIA - BIOMASA							
Proyecto N° 12-2012: DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS CON TECNOLOGÍA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA.							
	PEF				Indicadores a medir	Medios de verificación	
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4			
Etapas y actividades							
1	Consolidación de un Grupo Tecnológico Público-Privado.						
1-a	Diagnostico de la región para caracterizar y cuantificar los residuos que genera la comunidad donde se localizará el proyecto.	100%				Grado de avance del relevamiento y diagnóstico	Informes.
1-b	Capacitaciones pertinentes al personal de investigación responsable de la tecnología de tratamiento termico.	25%	50%	75%	100%	Grado de cumplimiento del Programa de Capacitación	Programa de Capacitaciones
2	Estudio de Factibilidad Tecnica-Comercial						
2-a	Obtención de información técnica de base a partir de ensayos de prototipo de laboratorio.	100%				Grado de avance de las pruebas realizadas para obtener información vinculada a resultados termodinámicos y balances energéticos	Informes
2-b	Cálculo y desarrollo de un sistema integral de tratamiento de Residuos Sólido Urbanos a escala demostrativa.	100%				Grado de avance de cálculos y desarrollos	Informes
2-c	Diseño de los Sistemas de Gestion de la planta	60%	90%	100%		Grado de avance	Informes
2-d	Diseño de Sistemas de Gestion Ambiental	100%				Grado de avance	Informes
2-e	Sensibilización y capacitación a miembros de la localidad donde se desarrolla el Proyecto	0%	50%	100%		Grado de cumplimiento del Programa de Sensibilización	Informe que incluye temas abordados, grado de cumplimiento del Programa de Sensibilización, conclusiones y recomendaciones.
2-f	Plan de Capacitación de Separación en Origen de RSU	100%				Grado de cumplimiento del Programa de Capacitación	Informe que incluye temas abordados, grado de cumplimiento del Programa de Capacitación, conclusiones y recomendaciones.
2-g	Informe técnico-comercial. Ajuste Empírico.	1	1			Cantidad de Estudios de factibilidad Técnico-económico	Informes (2)
3	Construcción y montaje						
3-a	Proyecto de Ingeniería	100%				Grado de Avance	Planos y Documentación Técnica.
3-b	Fabricación de Equipos	100%				Grado de Avance	Constatación e Informes
3-c	Control de calidad de procesos de fabricación	1	1	1		Cantidad de Informes (3)	Constatación e Informes
3-e	Transporte a la locación de obra	100%				Grado de Avance	Constatación e Informes
3-d	Montaje de planta	80%	100%			Grado de Avance	Constatación e Informes
4	Puesta en Marcha y operación						
4-a	Pruebas de Puesta en Marcha	20%	100%			Grado de Avance	Constatación e Informes
4-b	Controles de seguridad y ambientales	3	1	1	1	Número de controles e informes (7)	Constatación e Informes
4-c	Capacitación a operadores	25%	80%	90%	100%	Avance de las capacitaciones	Programa de Capacitaciones
4-d	Optimización de la operación de la Planta en diferentes condiciones	25%	90%	95%	100%	Grado de avance.	Constatación e Informes
4-e	Informe técnico-comercial			1		Cantidad de Informes	Informe (1)
5	Implementación de los laboratorios de Mediciones Ambientales y de Caracterización Físico-Química de RSU.						
5-a	Construcción edilicia destinada a laboratorios	20%	100%			Grado de avance de las obras	Constatación e Informes
5-b	Instalación de equipos y servicios de laboratorio.	20%	90%	100%		Grado de avance de la instalación de equipos	Constatación e Informes
5-c	Capacitación de Personal de laboratorio	20%	90%	100%		Grado de cumplimiento del Programa de Capacitación	Informe que incluye temas abordados, grado de cumplimiento del Programa de Capacitación, conclusiones y recomendaciones.
5-d	Implementación de Sistemas de Gestión de Aseguramiento de la Calidad de las Mediciones Analíticas	10%	60%	90%	100%	Grado de avance	Constatación e Informes
6	Modularización de la Escala de operación						
6-a	Estudio de factibilidad tecnica comercial para escalar a plantas de 25 y 40 ton/día	0%	0%	20%	100%	Grado de avance del estudio de factibilidad Técnico-económico	Constatación e Informes.
7	Difusión de los resultados obtenidos						
7-a	Informes sobre las conclusiones de impacto social y tecnológicos	70%	80%	90%	100%	Grado de avance	Informes
7-b	Difusión a gobiernos locales y organizaciones	20%	40%	70%	100%	Grado de avance	Informes
7-c	Informe final de la experiencia	0%	0%	0%	100%	Grado de avance	Informes

ETAPA - Hito	1º AÑO	2º AÑO	3º AÑO	4º AÑO
2-c. Nivel de desarrollo de los Equipos	25%	60%	90%	100%
5-b. Laboratorios de Ensayos y Caracterización	20%	90%	100%	
4-d. Operación óptima de la Planta	25%	90%	95%	100%
3-a. Ingeniería conceptual y basica de la planta de generación	100%			
2-b. Estudio de viabilidad economica ajustado al Proyecto de	100%			
2-f. Plan de Capacitación de Separación en Origen de los RSU	100%			
2-e Informe conteniendo evidencias de las capacitaciones dadas en la localidad donde se desarrolla el Proyecto	0	1	1	

Figura 2: Plan de Ejecución Física del Proyecto VERSU.

Equipo de Ejecución

Para lograr los objetivos propuestos se conformó un Equipo de Ejecución de este Proyecto que incluye:

- Director Técnico (DT)
- Responsable Administrativo de Proyecto (RAP)
- Coordinadora Territorial (CT)
- Coordinadores Técnicos de cada Consorcionista, o grupos de Consorcistas.
- Líderes de Equipo

De esta manera se coordinarán esfuerzos y recursos de manera de alcanzar una implementación eficaz y eficiente del PEF.

La Coordinación Territorial facilita la organización y gestión de recursos para la ejecución de acciones llevadas a cabo físicamente en las provincias de San Juan, Mendoza y Buenos Aires. La existencia de Coordinadores Técnicos de cada Consorcionista permite concentrar las comunicaciones en un “*nodo*”: de esta manera se hace más fluido y ágil el flujo de información, cumpliendo con los plazos de ejecución. Los Líderes de Equipo permiten ejecutar etapas específicas del Proyecto, tales como:

- El diseño del Sistema GIRSU.
- La capacitación de la población para realizar la separación en origen.
- La construcción y montaje de la Planta VERSU.

El Proyecto se desarrolla en articulación con diferentes Centros y Programas del INTI tales como Centro INTI San Juan, Centro INTI Mendoza, Centro INTI Córdoba, INTI Energía, INTI Ambiente, Subprograma de Energías Renovables, Programa Residuos Sólidos Urbanos y Gerencia para la Asistencia Tecnológica para la Demanda Social. Desde el área de Energías Renovables del INTI se impulsa el desarrollo de la tecnologías de valorización energética. INTI cuenta con grupos interdisciplinarios que trabajan junto a las PYMEs para difundir el aprovechamiento de las energías renovables, en particular en las actividades en tratamiento térmico de biomasa.

RESULTADOS

Estado de ejecución del Proyecto

En el mes de agosto se realizó la primera ejecución de fondos, hito que definió la fecha de inicio del Proyecto. Los resultados se presentan a continuación:

- Se realizaron reuniones de ejecución, generales y/o específicas, de acuerdo al tema a tratar. Sobre cada una de ellas se lleva un registro sistemático de lo actuado, por medio de Convocatorias, Minutas de Reunión y Registros de Asistencia. Esto permite efectuar un seguimiento estricto de los acciones planificadas y de los plazos previstos.
- Se gestionó la totalidad de la compra de Bienes de Capital de las PYMES. Monto total ejecutado en este rubro: \$ 1.802.000. Ver Tablas 1,2 y 3.

Tabla 1: Bienes de Capital de INSTALAR

INSTALAR	
	Importe
Alesadora	\$756.569 (en espera de importación)
Roladora	\$312.000
Soldadoras	\$168.075
Amoladoras	\$13.390
Total	\$1.250.034

Tabla 2: Bienes de Capital de OTHALA

OTHALA	
	Importe
Autoelevador	\$203.845
Roladora	\$249.513
Total	\$453.358

Tabla 3: Bienes de Capital de MEGAR

MEGAR	
	Importe
Instrumentos de medición	\$65.965
Herramientas de mano	\$27.267
Soldadoras	\$5.675
Total	\$98.907

- Se avanza en el INTI armando los pliegos licitatorios para la compra de los primeros equipos de los laboratorios de vinculados al monitoreo de emisiones gaseosas (EG) y a la caracterización de RSU:

Equipo isocinético de muestreo de material particulado	\$ 285.000
Analizador de gases de combustión	\$ 105.000

Monto total a ejecutar en equipos de Laboratorio \$ 786.000

- Se contrató al Ingeniero de Proyecto, copropietario de los derechos en expectativa por la Patente del Horno VERSU. A la fecha ya hizo entrega de los planos del Horno y de las especificaciones técnicas de la caldera y del ablandador de agua.
- Se gestionó la inclusión en el Proyecto de los Líderes de Equipo vinculados a las actividades de caracterización de RSU, al diseño del Sistema de Gestión Integrado de RSU y a la construcción de los Programas de Capacitación y Sensibilización de la población.

DISCUSIÓN

Por razones de índole económica se plantea inicialmente, a sugerencia del FONARSEC, ejecutar los fondos de subsidio tan pronto como sea posible, razón por la cual se inicia la adquisición de bienes de capital.

En función de los resultados se establecen los siguientes pasos a seguir FONARSEC: ETAPAS 1 y 2 del PEF: actualmente se trabaja en los ítems mencionados a continuación.

- Recopilación de la información relativa al estado de avance en el Municipio de Sarmiento y en la SEAyDS, sobre lo actuado hasta el momento en lo referido a la gestión de RSU capacitación y sensibilización de la población con respecto a separación en origen.
- Conformación de los equipos de trabajo para llevar adelante las tareas de:
 - diagnóstico de la región para caracterizar y cuantificar los residuos que genera la comunidad donde se localizará el proyecto.
 - cálculo y desarrollo de un sistema integral de tratamiento de RSU a Escala Demostrativa.
 - plan de capacitación de separación en origen de RSU.
 - plan de sensibilización de los miembros de la localidad donde se desarrolla el Proyecto.
 - establecimiento de los lineamientos generales de la GIRSU.

ETAPAS 3, 4 y 5 del PEF: se avanza en la ingeniería conceptual, básica y de detalle de la Planta VERSU, en la adquisición de materiales de construcción del horno y en la confección de los pliegos de licitación para la compra de los equipos de laboratorio.

ETAPA 7: la difusión del Proyecto VERSU se realiza de manera sistemática en Jornadas y Congresos de temas afines; también en los medios sociales de comunicación.

CONCLUSIONES

La incorporación del sistema VERSU genera energía renovable y reduce el volumen de los RSU en un 95%, dando en forma simultánea una solución tecnológica a la problemática ambiental y a la energética. Los Consorcios Asociativos Público-Privado (CAPP) son una herramienta válida y aplicable a Proyectos de gran envergadura, lográndose beneficios mayores, en lo que se refiere a innovación tecnológica y desarrollo industrial, que los alcanzados en forma aislada. La gestión de ejecución del Proyecto VERSU en el marco de la existencia de un CAPP es un desafío importante, generando nuevas formas de relación institucional que favorezcan y promuevan el bien común en detrimento de los intereses particulares.

La gestión y el tratamiento de los RSU comienzan por una decisión política nacional, regional o municipal. En este caso puede visualizarse claramente la consistencia de Políticas de Estado delineadas en Estrategias Nacionales (ENGIRSU) con el apoyo técnico y financiero del Estado para ejecutar esas Políticas.

La generación de energía eléctrica con RSU es una opción técnica y económicamente viable para resolver un problema que deteriora gravemente el medio ambiente, además de ser actualmente una solución tecnológica extendida y utilizada en países desarrollados con la finalidad de disponer en forma rápida y eficiente los RSU producidos por sus comunidades.

REFERENCIAS

ANESINI A., AGÜERO E., POLIAK. R. 2010. VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE R.S.U. Informe de viaje a Alemania, Holanda y España - Junio 2010.

SAyDS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación) 2005. Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos – ENGIRSU.

PLANTA DEMOSTRATIVA PARA VALORIZACION ENERGETICA DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS ORGANICOS

Agustinho, María Alejandra¹; Tarifa, Mariana Soledad¹; Guari, Sergio Reinaldo¹

¹Centro INTI Jujuy
mtarifa@inti.gob.ar

RESUMEN

El objetivo del presente artículo es dar a conocer y poner en discusión la metodología empleada en la gestión de implementación de una planta de valorización energética de residuos sólidos urbanos.

En el marco del Convenio de Financiación del Proyecto “Mejora de las Economías Regionales y Desarrollo Local” la provincia de Jujuy tiene asignados recursos para poner en marcha una Planta de Valorización Energética para Residuos Sólidos Urbanos. El resultado previsto es la disponibilidad de una planta con tres finalidades simultáneas y complementarias: (1) aportar a la solución de un problema ambiental; (2) demostrar que los residuos pueden ser valorizados a través de procesos productivos sustentables; (3) disponer a nivel regional del primer módulo de una unidad demostrativa INTI en el uso de energías renovables relacionados a la valorización de residuos.

La planta se instalará en la localidad de Perico, a 35km de la capital provincial. Actualmente, la totalidad de los residuos generados en el ejido municipal tienen disposición final sin tratamiento. Alrededor del 10% del volumen total corresponden a los generados por la Feria Municipal Frutihortícola, con alrededor de 4tn diarias.

Las autoridades municipales han decidido implementar una activa política de mejoramiento ambiental, contamos con el compromiso de las autoridades municipales y provinciales para convertir el presente en el primer componente de una Unidad Demostrativa Integral para la Utilización de Residuos y Valorización Productiva, de alcance regional.

Mientras la tecnología y la localización están definidas, con una fecha estimada de llegada de los equipos, aún quedan por definir algunos puntos y realizar acciones que ya están pautadas.

Es fundamental mencionar la colaboración continua de la Gerencia de Cooperación Internacional y la Gerencia de Asistencia Regional, Centro INTI Ambiente, el Grupo Biogás y el INTI Tucumán.

Palabras clave: tratamiento, residuos orgánicos, consorcio

INTRODUCCION

El Convenio de Financiación del Proyecto “Mejora de las Economías Regionales y Desarrollo Local” responde a los criterios de la cooperación comunitaria con la Argentina donde se da prioridad a la cooperación económica y en particular, al apoyo a las MiPyMEs y al aumento de su competitividad.

El Proyecto mencionado, busca poner la tecnología a disposición de las regiones más postergadas del país acrecentando la presencia del INTI e implementando líneas de acción que ayuden a resolver problemas comunitarios contribuyendo a una transformación social con equidad.

El conjunto de actividades planificadas en el marco del Proyecto para los sectores identificados como de mutuo interés (energías renovables y tecnologías limpias, curtiembres, textil, alimentos, calidad de agua, metalmecánica, redes virtuales y prospectiva tecnológica) contribuirán a mejorar la competitividad de las MiPyMEs en las regiones menos desarrolladas, brindando servicios adecuados a las necesidades y características de las empresas locales.

El Proyecto “Mejora de las Economías Regionales y desarrollo local”, se encuentra en plena ejecución en la región. En este marco, la provincia de Jujuy tiene asignados recursos para poner en marcha una Planta de Valorización Energética para Residuos Sólidos Urbanos.

La localidad de Perico se encuentra a 35km. de la capital de la provincia, su vocación productiva se centra en la producción primaria, acopio y procesamiento de tabaco Virginia, además de la producción frutihortícola y el turismo, actividad en franco crecimiento vinculada a la estructura de sistemas de diques. Cuenta en la actualidad con alrededor de cincuenta mil habitantes, y la progresión demográfica es muy dinámica, siendo en la provincia el tercer municipio en escala de población, y uno de los puntos más receptivos de población rural, tanto provincial como fronterizo.

Su perfil productivo se orienta centralmente a una vocación agroindustrial, siendo la feria frutihortícola una referencia para la región NOA (Noroeste). En la actualidad se gestiona la habilitación de un parque industrial con especialización agroindustrial.

La totalidad de los residuos sólidos urbanos generados en el ejido municipal tiene disposición final sin tratamiento, se realiza el depósito en basural a cielo abierto en un predio destinado a ese fin, que se encuentra colapsado. Alrededor del 10% del volumen total de los residuos municipales corresponden a la generación de la Feria Municipal Frutihortícola, de propiedad municipal, administrada por concesión a la Cooperativa Frutihortícola de Feriantes Mayoristas del Norte Ltda., que centraliza la comercialización de frutas y verduras. Se ubica en el acceso a la Ciudad, con entrada sobre la calle La

Merced y salida en la intersección de las calles La Merced y Av. Congreso. Las frutas y verduras que se venden son obtenidas de la zona o importadas de otras provincias o países. El acceso general es abierto al público de la región para venta mayorista y minorista. No solo se comercializan frutas y verduras sino también artículos varios (de bazar, golosinas, de librería, de limpieza, prendas de vestir y juguetes) y comestibles en general. El total de puestos de venta ascienden a unos trescientos.

Desde inicios del 2012, las autoridades municipales han decidido implementar una activa política de mejoramiento ambiental, adhiriendo a programas Nacionales emanados de la Secretaría de Medio Ambiente de la Nación, implementando a nivel local el Programa Perico Más Limpia. En este marco, la adhesión al proyecto que nos ocupa fue total, contando con la disposición de las autoridades municipales y provinciales para convertir el presente en el primer componente para disponer de una Unidad Demostrativa Integral para la Utilización de Residuos y Valorización Productiva.

Los objetivos de la planta son:

- Mitigar el Impacto Ambiental Negativo que genera el manejo deficitario de los RSU por las actividades laborales de la feria, disminuyendo en al menos un 10% el volumen de residuos enviados al sitio de disposición final de los residuos municipales.
- Poner en marcha una planta de tratamiento de residuos urbanos orgánicos para generación de biogás y fertilizantes, poniendo en valor productivo el 100% de los residuos orgánicos generados por la Feria.
- Definir e implementar junto con el municipio un modelo de gestión conjunta de la planta de valorización energética demostrativa y sustentable, que sea modelo para la región NOA.
- Disponer del primer módulo de una serie, como Centro Demostrativo Regional en el Uso de Energías Renovables alimentadas con residuos.
- Disponer de una cámara de frío con alimentación mixta de energía, alimentada por la planta, para contar además con una unidad demostrativa y de capacitación en conservación de alimentos. Aporte local.
- Contribuir con estudios técnicos a la generación de normativa pertinente (protocolos) para garantizar la inocuidad y cumplimiento de los parámetros que certifiquen a los subproductos como aptos para su uso como fertilizantes orgánicos.
- Contribuir a la resolución de la problemática ambiental dando a conocer y poniendo en discusión la metodología empleada en la gestión de implementación de una planta de valorización energética de residuos sólidos urbanos.

OBJETIVO

El objetivo del presente artículo es dar a conocer y poner en discusión la metodología empleada en la gestión de implementación de una planta de valorización energética de residuos sólidos urbanos.

METODOLOGIA

Se definieron los pasos y procesos a cumplir, necesarios para una correcta implementación, según tres criterios principales. Las acciones definidas en cada punto se deberán cumplir a medida que se avance en la ejecución.

Criterios para la definición de la tecnología a aplicar

Contando con el componente de inversión y un problema definido se realizó una revisión de las tecnologías existentes para ser aplicadas. Luego se seleccionó la que mejor se adaptaba a las necesidades, teniendo en cuenta que la finalidad de la planta es solucionar el problema ambiental que provoca el no tratamiento de los residuos y que no se pretende como primer objetivo obtener rentabilidad sino difusión y visibilidad de nuevas estrategias ambientales. Además de esto se consideró también:

- Conocimiento de la tecnología
- Experiencias exitosas en el mundo
- Su desarrollo en el país

Se estimó luego la cantidad generada de residuos, que servirá como sustrato. Al ser un residuo muy variable y heterogéneo, la estimación se realizó de la siguiente manera:

1. Se efectuó la medición de la densidad promedio de tres mezclas de residuos tomadas de diferentes contenedores. Se pesó cada mezcla en un recipiente de volumen conocido, obteniendo la densidad de cada una y se promediaron los resultados.
2. Con las medidas del contenedor se obtuvo su volumen y multiplicando la densidad promedio del residuo por el volumen del contenedor se obtuvo el peso del residuo por contenedor.
3. Se tomaron de las planillas de registro de viajes realizados por el camión utilizado para la recolección, los datos de la cantidad de contenedores descargados semanalmente.
4. Multiplicando el peso del residuo por contenedor por la cantidad de contenedores descargados semanalmente se obtuvo la cantidad de residuos

desechados semanalmente y al dividir este resultado en 7 la cantidad promedio diaria.

Con el volumen estimado de residuos se elaboró el diseño teórico de la planta, definiendo para ella un esquema del proceso, las principales etapas, los equipos necesarios y los productos obtenidos.

Criterios para la localización de la planta

Una vez definida la tecnología a implementar se estuvo en condiciones de determinar su emplazamiento. Para esto se tuvieron en cuenta:

- Dimensiones
- Visibilidad del proyecto
- Seguridad urbana
- Sanidad y seguridad alimentaria
- Logística
- Disponibilidad

Criterios para definir el modelo de gestión

Contando con la tecnología y la localización definidas resta formalizar los niveles de involucramiento de los actores participantes (Municipio, Gobierno provincial, INTI) avanzando en la propuesta de constituir un consorcio público-público, dado que la principal finalidad de la Unidad Demostrativa Integral es justamente dar visibilidad a diferentes soluciones ambientales factibles y también generadoras de recursos.

La municipalidad aporta al proyecto el terreno acondicionado y cercado, cedido en usufructo por la Empresa Belgrano Cargas, la provincia aportará toda la obra civil necesaria para las unidades demostrativas que se desarrollen y el INTI aportará el equipamiento, la asistencia técnica en instalación y puesta a punto de las plantas. Estos dos aspectos serán trabajados colaborativamente con la Secretaría de Gestión Ambiental del gobierno de Jujuy.

RESULTADOS

La tecnología elegida fue la de biodigestión anaeróbica. El proceso principal de la planta es el tratamiento de la materia orgánica, lo que se logra por medio de la biodigestión anaeróbica. Se obtiene como producto principal biogás (combustible gaseoso compuesto

aprox. por 60 % CH₄ y 40 % CO₂) y productos secundarios ricos en nutrientes (N, P). En la Figura 1 se pueden observar las principales etapas de la tecnología:

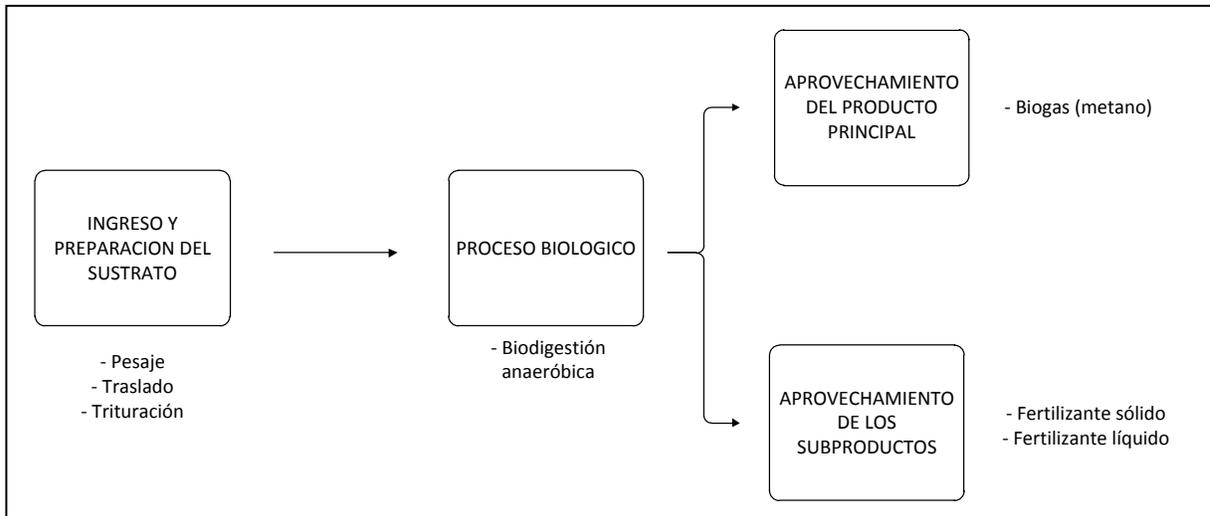


Figura 1: Etapas de la tecnología de biodigestión anaeróbica seleccionada.

En función del cálculo del máximo volumen de generación de sustrato, la planta se diseñó para el tratamiento de 4tn/día de residuos orgánicos (con un porcentaje de humedad del 80%)

En la Figura 2 se puede observar un esquema del proceso donde se especifican los volúmenes de entrada del sustrato y salida de los productos.



Figura 2: Esquema del proceso de biodigestión desde la entrada del sustrato hasta la obtención del producto final.

La planta tiene una capacidad teórica de producción de 200m³ por día de biogás que, transformados con un motogenerador con una eficiencia del 28%, produciría 10416Kwh/mes y con un equipo de cicloabsorción una capacidad nominal en el sector de

calor negativo (frío) de 25.000kfrig/hora y en el sector de calor positivo (calor) de 75.000kcal/hora.

Los equipos necesarios para lograr el correcto funcionamiento de toda la planta son:

- Bascula: Pesada del residuo que ingresa
- Tolva de recepción: Recepción de los residuos
- Cinta transportadora con imán: Separación final de los residuos
- Trituradora: Adecuación del tamaño del residuo al requerido
- Prefermentador: Acondicionamiento del sustrato
- Fermentador: Digestión del sustrato
- Bomba central: Traslado del sustrato
- Filtro: Separación del digestato (sustrato digerido) en sólido y líquido
- Cuña: Almacenamiento y estabilización del digestato sólido
- Almacenamiento del digestato líquido
- Gasómetro: Almacenamiento del biogás
- Acondicionamiento del biogás
- Aprovechamiento del biogás

Estos y su rol dentro del proceso de biodigestión pueden observarse en la Figura 3.

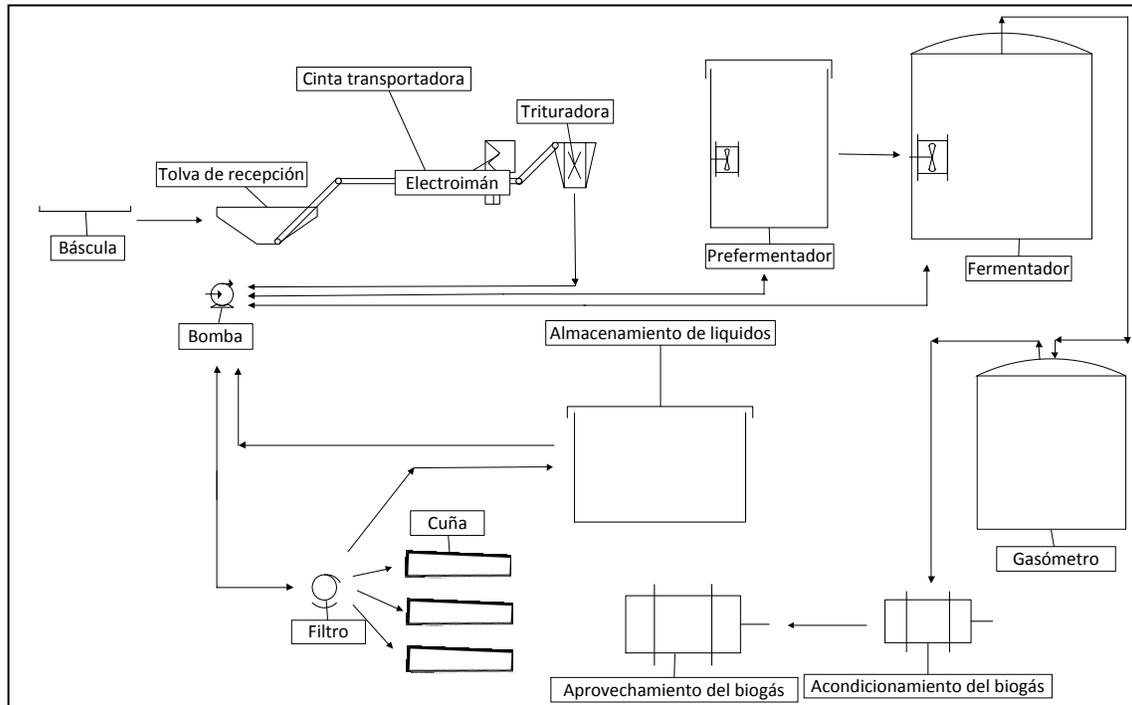


Figura 3: Componentes de la tecnología de biodigestión a aplicar.

Junto con los actores, se definió la localización más adecuada para la planta, que cumple con los criterios antes mencionados. La misma se puede observar en la Figura 4.



Figura 4: Vista de la localización de la planta y del predio ferial.

El sitio se encuentra colindante al principal acceso de productos a la feria, a 250 mts. de la avenida de acceso principal a la ciudad de Perico. Muy cerca del final de pista del Aeropuerto Internacional Horacio Guzmán.

La contraparte europea aportará en carácter de donación al INTI el equipamiento para montar la planta demostrativa, cuyo componente principal es un Biodigestor, donde se realiza el tratamiento anaeróbico, y que emplea como materia prima la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos obteniendo como producto principal biogás, el que será utilizado como energía alternativa. La contraparte nacional (INTI, Municipalidad de Perico, Gobierno provincial) aportarán el resto de los componentes necesarios para la adecuada implementación del proyecto (obra civil, gestión del proyecto, etapa 1; proceso de preparación del sustrato).

DISCUSION

El diseño de la planta permitirá cubrir el tratamiento de la totalidad del volumen generado por la feria. Esto significará una disminución de aproximadamente 1344tn de residuos al año en el sitio de disposición final Municipal. Debido a las propiedades del digestato (sustrato digerido), este podría ser utilizado como abono orgánico

El esquema de proceso y los equipos necesarios están determinados de una manera teórica. Los datos reales se obtendrán una vez instalada la planta y puesta en marcha. Un paso importante para una correcta puesta en marcha será la determinación práctica de las características del sustrato a emplear.

El sitio donde se instalara la planta se encuentra a una corta distancia de la Avenida principal de acceso a la ciudad lo que permite su visibilidad por parte de quienes transitan por esta vía ampliamente concurrida. El final de pista del Aeropuerto Internacional Horacio Guzmán asegura que, si bien la planta estará instalada en el área urbana, en el futuro no se verá rodeada de viviendas nuevas. Instalando la planta fuera del predio de la Feria se elimina el riesgo contaminación, dado que conviviría con productos frescos para su comercialización. Esta localización elimina definitivamente el traslado de residuos por zonas urbanas, restringe al mínimo posible los costos de traslado del residuo y se encuentra colindante a un camino en construcción destinado a tránsito pesado. La superficie destinada al proyecto cuenta con conexión de luz eléctrica, agua y cloacas. Sus dimensiones permitirán la instalación futura de nuevos módulos que funcionen como un centro demostrativo regional.

El proceso de maduración de la planta en el territorio contribuyó a que se sumaran actores imprevistos en el inicio, logrando el nivel de involucramiento deseado, ya que en un principio no se encontraron interlocutores suficientemente interesados en llevar adelante la propuesta. Se espera que el modelo de gestión de un consorcio permita cumplir con las expectativas de todas las partes.

CONCLUSIONES

Contar con el primer módulo de la Unidad Demostrativa Integral para la Utilización de Residuos y Valorización Productiva será de vital importancia, impulsando la continuidad de unidades para lograr un centro demostrativo regional.

Un problema territorial debe resolverse con los principales actores del lugar. El involucramiento y compromiso son el primer paso para la solución del problema. Un proyecto de esta naturaleza no puede concretarse sin el involucramiento de todos los actores del territorio.

Además del gas como producto principal, este proceso tiene como subproducto un sustrato digerido que servirá como insumo para realizar las investigaciones y análisis correspondientes, para definir si cumple con los parámetros necesarios de los fertilizantes orgánicos, generando un recurso adicional, contribuyendo a la normalización de la producción y a la comercialización de lo producido. Si bien se encuentra en estudio la factibilidad económica y financiera, es posible pensar que el esquema resulta sustentable para su futura explotación.

A partir de esto quedan pendientes las acciones correspondientes a la llegada de los equipos: capacitación, instalación, puesta en marcha.



**INDUSTRIA
ARGENTINA**
ORGULLO NACIONAL



III Jornadas Nacionales
GIRSU Chubut 2013

www.inti.gov.ar/jornadasgirsu2013/