



Uniciencia
ISSN: 1011-0275
ISSN: 2215-3470
Universidad Nacional, Costa Rica

Rojas-Vargas, Julián; Bogantes, Joseline
Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos ordinarios de la
Universidad Nacional de Costa Rica, dispuestos en rellenos sanitarios
Uniciencia, vol. 32, núm. 2, 2018, Julio-Diciembre, pp. 57-69
Universidad Nacional, Costa Rica

DOI: <https://doi.org/10.15359/ru.32-2.4>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475958171004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

UNER [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto



Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos ordinarios de la Universidad Nacional de Costa Rica, dispuestos en rellenos sanitarios

Quantification and classification of solid-ordinary waste of Universidad Nacional de Costa Rica into the landfills

Quantificação e caracterização dos resíduos sólidos comuns da Universidade Nacional da Costa Rica, dispostos em aterros sanitários

Julián Rojas-Vargas

julian.rojas.vargas@una.cr

Programa UNA Campus Sostenible, Universidad Nacional,
Heredia, Costa Rica.

Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-2592-2872>

Joseline Bogantes

josybogantes2310@gmail.com

Programa UNA Campus Sostenible, Universidad Nacional,
Heredia, Costa Rica.

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-8233-5482>

Recibido-Received: **2/feb/2017** • Corregido-Corrected: **20/abr/2017**

Aceptado-Accepted: **23/jun/2017** • Publicado-Published: **31/jul/2018**

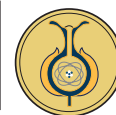
Resumen

El estudio de composición de residuos ordinarios enviados al relleno sanitario pretende determinar las tasas de generación y los tipos de residuos dispuestos en rellenos sanitarios generados en la UNA, con el fin de sensibilizar a la población universitaria para contribuir en la gestión responsable e integral de los residuos sólidos, disminuyendo la disposición de estos en depósitos sanitarios. Con dicho afán, se utilizó una metodología de muestreo, tomando la totalidad de la puesta por dos días completos, con unos 23 puntos de muestreo en total. Dicho estudio se realizó con un equipo de estudiantes de tercer año de la carrera de Gestión Ambiental. Se encontró que los principales residuos generados son los orgánicos, con un potencial de aprovechamiento del 100 % para el 2015 ([Garita y Rojas, 2015a](#)); un promedio del 60 % de los residuos puede ser valorizado o aprovechado como materia prima en una gestión integral, un dato mucho menor al porcentaje, en el nivel nacional, de 93,6 % ([Paniagua, Giraldo y Castro, 2011](#)).

Palabras clave: residuo ordinario; gestión integral; relleno sanitario

Abstract

The study of the composition of ordinary waste sent to landfills aims to determine the generation rates and types of waste generated in the Universidad Nacional de Costa Rica (National University of Costa Rica-UNA) and disposed in landfills, in order to sensitize the university population to contribute to the responsible



and integral management of solid waste, reducing the disposal of these in sanitary warehouses. For this purpose, a sampling methodology was used, taking the entire set up for two full days, with a total of 23 sampling points. This study was carried out with a team of thirdyear students from the environmental management career. It was found that the main waste generated is organic, with a potential use of 100% by 2015 (Garita and Rojas, 2015a); an average of 60% of the waste can be recovered or used as a raw material in a comprehensive management plan, a fact that is much less than the national percentage of 93.6% (Paniagua, Giraldo y Castro, 2011).

Keywords: ordinary waste; integral management; landfill.

Resumo

O estudo de composição de resíduos comuns enviados ao aterro sanitário visa determinar as taxas de geração e os tipos de resíduos dispostos em aterros sanitários gerados na UNA, com a finalidade de sensibilizar a população universitária para contribuir na gestão responsável e integral dos resíduos sólidos, diminuindo a disposição destes em depósitos sanitários. Com esse objetivo, foi utilizada uma metodologia de amostragem, levando a totalidade da implementação por dois dias completos, com aproximadamente 23 pontos de amostragem no total. Este estudo foi realizado com uma equipe de estudantes do terceiro ano da carreira de Gestão Ambiental. Descobriu-se que os principais resíduos gerados são os orgânicos, com um potencial de aproveitamento de 100 % até 2015 (Garita y Rojas, 2015a); uma média de 60 % dos resíduos podem ser valorizado ou aproveitados como matéria-prima em uma gestão integral; um dado muito menor à porcentagem, em nível nacional, de 93,6 % (Paniagua, Giraldo y Castro, 2011).

Palavras-chaves: resíduo comum; gestão integral; aterro sanitário

Con la implementación de la Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley GIR 8839), la cual pretende, mediante “una series de acciones para “valorizar” los residuos, recuperar su valor material, económico o energético y también evitar que su inadecuado manejo impacte los ecosistemas, contamine el agua, el suelo y el aire, y contribuya al cambio climático” (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, Ley 8839 de 2010). Se ha hecho evidente la necesidad de realizar transformaciones económicas, políticas, sociales, ambientales y educativas, en el nivel nacional; ya que, según Soto (2013), no se ha consolidado el Fondo para la Generación Integral de Residuos ni existen los reglamentos técnicos en los temas de funcionamiento de los rellenos sanitarios.

Por otro lado, Soto (2013) menciona que “el sector municipal funciona bajo un esquema de atención de urgencias, por lo que la planificación no juega un papel preponderante” (p. 3). Asimismo, resalta que los cantones con índices de desarrollo más bajos continúan utilizando botaderos pese a los elevados costos en la disposición de rellenos sanitarios. Estos sitios son focos de contaminación de aguas, suelos y aire, por lo tanto, incrementan el riesgo para la salud y el ambiente de dichas zonas. Con base en lo anterior, se evidencia que Costa Rica no cuenta con una gestión responsable e integral de los residuos sólidos, además, que “los ciudadanos prefieren los rellenos sanitarios y botaderos como destino final de estos, aun cuando la Ley GIR N° 8839 ha



obligado a diferentes instancias a buscar soluciones alternativas para el tratamiento de los diferentes” residuos (Soto, 2013, p. 8).

“Se entiende por relleno sanitario, como un sitio diseñado y operado para la disposición final de residuos sólidos, en el cual, se procura evitar y/o disminuir, el daño o riesgo a la salud y al ambiente” (Paniagua, Giraldo y Castro, 2011, p. 14). Por otro lado, el concepto de residuo hace referencia a “material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente, en su efecto, ser manejado por sistemas de disposición final” (Programa Competitividad y Medio Ambiente y Castro, 2012). Entre estos, los clasificados como sólidos ordinarios son los de “carácter doméstico generados en viviendas y en cualquier otra fuente, que presentan composiciones similares a los de las viviendas. Se excluyen los residuos de manejo especial o peligroso” (Ley GIR 8839, 2010, p. 3).

En Costa Rica se clasifican los residuos ordinarios en valorizables, no valorizables y orgánicos. Los valorizables “son aquellos residuos que pueden ser recuperados de la corriente de los residuos para su valor comercial”. Por lo tanto, los residuos no valorizables son todos aquellos que en la actualidad no cuentan con un sistema de aprovechamiento (Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables 35906-S, 2010). Por su parte, los residuos orgánicos son aquellos tales como los restos de comida y de jardín; es decir, aquellos que se descomponen gracias a la acción de los desintegradores u organismos descomponedores (Jaramillo & Zapata, 2008).

La separación de los residuos es fundamental en el desarrollo integral de la sociedad costarricense. Para efectos de este estudio, se reconocen seis categorías de se-

paración según la composición de los residuos (Figura 1).

En Cota Rica se generan, en promedio, entre 1 y 1,5 kg de residuos sólidos al día, dependiendo de si es zona rural o urbana, por lo que cada día se producen 4500 toneladas de residuos sólidos domiciliarios de los cuales un 93,5 % puede ser reutilizado o reciclado (Arguedas, Baldares y Mora, 2014).

Es importante conocer la generación y la composición de los residuos ordinarios generados, por lo tanto, se hace utilizar una metodología que estandarice los estudios respectivos. Esto permite la validación de los datos recopilados y la comparación de estos con otros generados bajo los mismos criterios. Además, se debe considerar que estos resultados vendrían a aportar datos para generar información dirigida a la gestión integral de los residuos sólidos y así a apoyar la planificación y toma de decisiones (Venegas y Janssen, 2012).

Por lo anterior, la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) reconoce su incidencia en la formación de ciudadanos integrales, por lo que realiza esfuerzos con el fin de contribuir en el desarrollo sostenible y en el fortalecimiento de la cultura ambiental en la comunidad universitaria nacional. Gracias a estos esfuerzos y amparados por la Política Ambiental de la UNA (UNA-Gaceta 7-2003), en abril de 2007 la institución inauguró el Programa UNA-Campus Sostenible, con la meta de resolver los principales problemas ambientales actuales de la UNA, priorizando temas como el involucramiento de la comunidad universitaria y la divulgación, por medio de los proyectos para mejorar la situación ambiental (Garita y Rojas, 2015a).

El Programa UNA-Campus Sostenible tiene como objetivo general impulsar la



gestión ambiental integral y sustentable de los residuos, así como la adecuada utilización de los recursos institucionales (agua, energía, papel, entre otros) en las actividades propias de la Universidad Nacional, que permitan el fortalecimiento de la cultura ambiental, la sustentabilidad de los campus y sus áreas de impacto (Benavides, Garita, Mora y Rojas, 2013).

Con base en lo antes mencionado, la presente investigación pretende, a través de la cuantificación y caracterización de los residuos sólidos ordinarios dispuestos en rellenos sanitarios generados en la UNA, sensibilizar a la población de la universidad para que contribuya en la gestión responsable e integral de los residuos sólidos, disminuyendo la disposición de estos en depósitos sanitarios; consecuentemente, procurando su mejor aprovechamiento.

Metodología

El estudio se realizó dentro de los campus Omar Dengo y Benjamín Núñez de la Universidad Nacional de Costa Rica, los cuales poseen una población total (estudiantes y funcionarios) de 19 153 y 2598 perso-

nas, respectivamente, durante los meses de febrero a mayo del periodo 2009-2015, exceptuando los años 2010, 2011 y 2014. Los residuos sólidos ordinarios fueron recolectados mediante el uso de recipientes de plástico con capacidad de 121 litros y transportados en un vehículo del Programa UNA-Campus Sostenible (PUCS) hacia las instalaciones del centro de acopio de la UNA.

Se pesaron los residuos, mediante el uso de una balanza digital marca Ocony, modelo TI 500 (máx. 2000 kg/mín. 2 kg/d = 0,5 kg) y para componentes con masas inferiores a 30 kg se utilizó una romana digital marca CAMRY ACS-30-JE21 (máx. 30 kg/mín. 200g/ d = 10 g). Se registró la masa inicial de los residuos, después de ser separados en las subcategorías, tal y como se muestra en el formulario de clasificación de residuos (Figura 1), esto por cada punto de recolección (Figura 1), de manera que el peso neto fue obtenido a través de la suma de dichas cantidades. Para lo anterior, fue necesario pesar cada contenedor lleno de residuos y restar el peso de estos, obteniendo el peso neto de la muestra, componente o subcomponente.

Formulario para clasificación de residuos			
Días que los desechos se acumularon:	Fecha:		
Realizado por:			
Componente y subcomponente	Masa (kg)	Porcentaje (%)	
Papel			
Papel impreso			
Papel periódico			
Cartón			
Revistas			
Papel higiénico, vasos de cartón, envoltura de resma, papel no reciclable			



Formulario para clasificación de residuos			
Peso total del componente PAPEL			
Plástico			
Envases plásticos (#1 y #2) ¹			
Trozos plásticos (bolsas plásticas, paquetes de galletas)			
Poliestireno (vajilla desechable y estereofón)			
Otros			
Peso total del componente PLÁSTICO			
Vidrio			
Transparente			
Verde			
Ámbar			
Otro			
Peso total del componente VIDRIO			
Metal			
Aluminio			
Metales ferrosos (hierro, varillas)			
Aceros revestidos (atún, aerosoles)			
Otro			
Peso total del componente METAL			
Orgánicos			
Residuos de jardín			
Sobros de comida (SERVILLETAS)			
Peso total del componente ORGÁNICOS			
Otros			
Textiles o telas			
Gomas o hules			
Cuero			
Piezas cerámicas			
Tetrabrik			
Cartuchos de impresoras			
Peso total del componente OTROS			
Peso TOTAL de muestra (suma de los componentes)			

Figura 1. Formulario para la clasificación de residuos, UNA Campus Sostenible (2015).

¹ Los envases plásticos #1, conocidos como PET, son aquellos que contienen bebidas de refrescos y los #2 son aquellos conocidos con las siglas PEHD, utilizados principalmente para galones.



En la siguiente figura se ilustran espacialmente los puntos de muestreo del estudio.

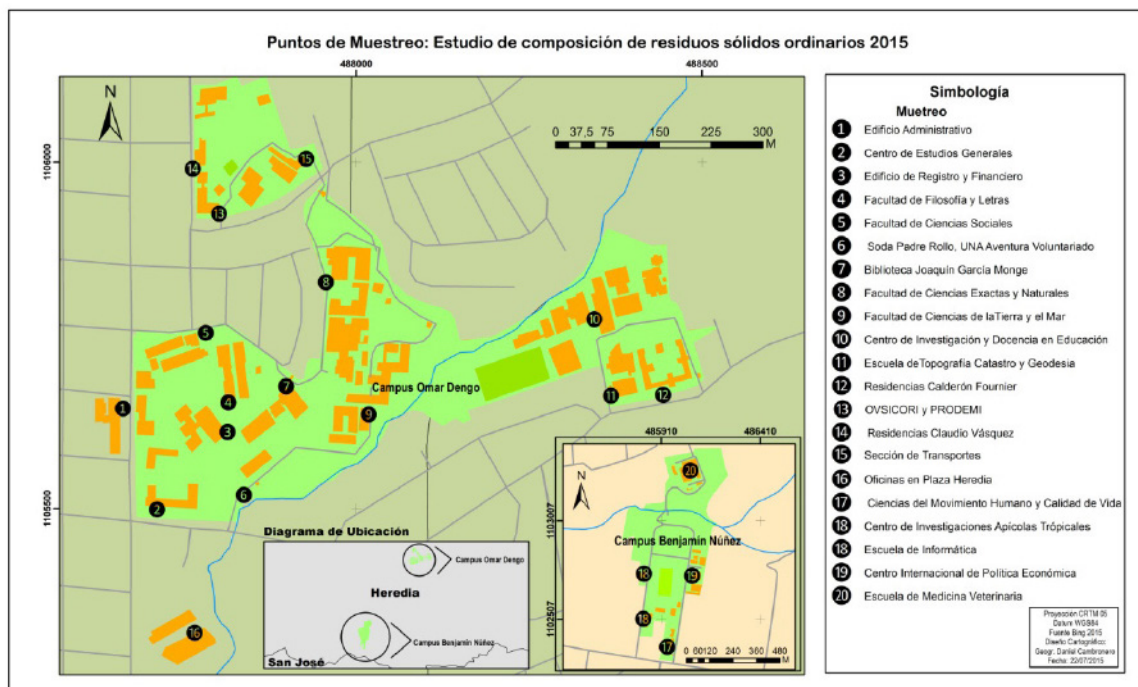


Figura 2. Punto de muestreo del estudio de composición de residuos ordinarios en la UNA, Heredia, 2015.

Por otro lado, se calculó el porcentaje de la muestra según su componente, mediante la siguiente fórmula:

Fórmula 1

$$\text{Porcentaje de determinado componente en la muestra} = \frac{\text{Peso neto del componente}}{\text{Peso neto de la muestra}} \times 100$$

Además, se calculó el porcentaje de reciclable o no reciclable (según los residuos gestionados en el Programa UNA-Campus Sostenible) para cada componente en la muestra neta, de la siguiente manera:

Fórmula 2

$$\text{Porcentaje de residuo reciclable o no reciclable} = \frac{\text{Cantidad de residuo neto por componente reciclable o no reciclable}}{\text{Peso neto del componente}} \times 100$$

Se determinó el peso de los residuos generados anual y diariamente, a través de las fórmulas 3 y 4, respectivamente; para ello, se tomaron los días laborales respectivos a cada año (Tabla 1).

Fórmula 3

$$\text{Peso de los residuos generados anualmente} = \text{Peso de la muestra} \times \text{días de trabajo anualmente}$$



Tabla 1
Días laborales en la Universidad Nacional durante los años 2009, 2012, 2013 y 2015

Año	Días laborales
2009	222
2012	220
2013	220
2015	222

Fuente: Calendario institucional 2009-2015.

Con base en lo anterior, se determinó la tasa de generación per cápita total (Campus Benjamín Núñez y Omar Dengo) para cada año de estudio (Fórmula 4).

Fórmula 4

$$\text{Tasa de generación per capita} = \frac{(\text{Peso neto de residuos producidos diariamente})}{\text{Población total}}$$

Resultados y discusión

Con el desarrollo o extensión comercial, el consumismo se ha elevado y con ello la generación de residuos; por esto, en la Tabla 2 se muestra la variación en la tasa de

generación per cápita de la población de los campus Benjamín Núñez y Omar Dengo, durante cuatros años.

Durante los años 2012 y 2013, se observa un decrecimiento en la tasa de generación de residuos sólidos ordinarios per cápita respecto al 2009, aun cuando la población aumenta con cada año que transcurre. No obstante, en el 2015 incrementa, pero no supera la del 2009. Esto indica un aspecto positivo, tomando en cuenta que la tasa de generación per cápita por día/persona en Costa Rica es de 1-1,5 kg y que esta presenta un crecimiento a través de los años (Arguedas, Baldares y Mora, 2014).

En Costa Rica, la cultura de usar y tirar, los llamados “desechables”, la alta cantidad de materiales de empaque que se comercializan y cada vez más arraigada una cultura de consumismo, entre otros, han traído como consecuencia un “*crecimiento exponencial en la generación de residuos sólidos en los últimos años, alrededor de 4.500 toneladas de residuos por día*” (Soto 2013, p. 4).

Como parte de la cuantificación de los residuos producidos por la UNA, se determinó el porcentaje de estos distribuidos en los entes generales de la institución (Tabla 3).

Tabla 2
Tasas de generación de residuos sólidos ordinarios per cápita de la población de los campus Benjamín Núñez y Omar Dengo

Año	Ton/año	Kg/día	Población	Tasa de generación (kg/día/persona)	Tasa de generación por año (kg/año/persona)
2009	147,0	662,3	15 176	0,044	9,77
2012	131,0	594,5	15 743	0,038	8,36
2013	149,5	679,5	17 811	0,038	8,36
2015	211,6	953,1	22 645	0,042	9,32

Fuente: Propia de la investigación.



Tabla 3
Porcentaje de generación de residuos ordinarios en los principales campus, oficinas y residencias estudiantiles de la Universidad Nacional

Periodo	Campus Omar Dengo (%)	Campus Benjamín Núñez (%)	Residencias Estudiantiles (%)	Oficinas en Plaza Heredia (%)
2009	58,50	25,0	6,50	10,0
2012	78,0	14,0	6,00	2,00
2015	74,08	14,25	9,21	2,46

Fuente: Propia de la investigación.

En los tres años de estudio, el mayor porcentaje de residuos generados corresponde al Campus Omar Dengo, seguido por el Campus Benjamín Núñez, las Residencias Estudiantiles y las oficinas en Plaza Heredia, respectivamente, a excepción del 2009, cuando las últimas superan al porcentaje de las Residencias Estudiantiles.

En general, estos resultados son congruentes con la cantidad poblacional en cada sitio. Actualmente, el Campus Omar Dengo posee una población de 19 153 personas y el Benjamín Núñez de 2598, así que supera a la anterior por 16 555 personas. Es importante mencionar que los residuos generados por parte de los estudiantes residentes deberían ser mayores, ya que estos habitan en la Universidad por alrededor de 10 meses, tiempo completo, lo que debería representar un porcentaje mayor.

Venegas y Janssen (2012) mencionan la necesidad por conocer la composición de los residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios y el porcentaje de estos que es aprovechable o reciclable. Con el fin de mejorar su gestión, se presenta en la Tabla 4 información atinente a lo anterior durante los años 2009, 2012 y 2015.

En el caso de los residuos orgánicos, son aprovechables en su totalidad para el 2015, lo que sugiere un aspecto positivo, como mayor componente en los residuos sólidos, y, a su vez, el aprovechamiento y la gestión responsable de esos, los cuales pueden ser manejados por diversas técnicas, según sea su tipo (Garita y Rojas, 2015b). Entre las tecnologías más utilizadas están la reducción de los restos de jardín por medio de picadoras para utilizarlos como material de cobertura en suelos erosionados, sustratos para proyector de plantas ornamentales, para realizar compostaje, entre otros (Rojas, Benavides y Corarles, 2012).

Como se mencionó anteriormente, la UNA intenta, a través del Programa UNA-Campus Sostenible, contribuir en el desarrollo sostenible y en el fortalecimiento de la cultura ambiental en la comunidad universitaria nacional (Garita y Rojas, 2015a). Por ello, en el 2013 surge la idea de utilizar las composteras rotatorias para la elaboración de abono orgánico, evitando así la contaminación y la disposición de dichos residuos en el relleno sanitario u otras formas de disposición no responsables. De este modo, se evita la generación de gases de efecto in-



vernadero, se reintegran los nutrientes y la fertilidad al suelo (Garita y Rojas, 2015b).

Otro aspecto importante es la presencia de restos de comida en empaques de estereofón que, aunque no representan una tasa de generación significativa, son materiales de difícil tratamiento: “El programa UNA Campus Sostenible ha coordinado con los administradores de las sodas universitarias y actualmente está prohibido el uso de dicho material para empacar los alimentos que se compran para llevar. Sin embargo, es necesario fomentar el consumo de productos retornables y/o biodegradables en las personas” (Arce et al., 2009, p. 102).

Aunque en las sodas de la Universidad no se facilita el estereofón, una parte de la población universitaria visita los comercios en los alrededores de la UNA e ingresan con estos empaques prohibidos en la institución.

En el caso del plástico, tercer componente con mayor incidencia dispuesto de manera ordinaria, la cantidad de este disminuyó considerablemente durante el 2015, respecto a los otros dos años. Sin embargo, su porcentaje reciclable es relativamente bajo en el 2009 y el 2015 con respecto al resto de componentes.

Según el diagnóstico de residuos sólidos ordinarios de 2015, estos no son reciclados, debido a que gran parte se encuentra metalizada o son pajillas (no se encuentran en condiciones para el reciclaje o no son catalogados como valorizables por el sistema de gestión de residuos). Asimismo, se sugiere la implantación de un sistema de transformación térmica, que permita aprovecharlos, evitar y reducir la disposi-

ción de este tipo de residuos en los rellenos sanitarios (Rojas, 2015).

Por lo dicho, es indispensable contar con ciudadanos críticos y responsables de su gestión de residuos, mediante la disminución y rechazo de productos no amigables con el ambiente, tales como el estereofón y las pajillas. Como bien es señalado por Garita y Rojas (2009), aunque el Programa UNA-Campus sostenible procura mermar la cantidad de residuos dispuestos en rellenos sanitarios, con el fin de evitar daños en los ecosistemas y riesgos en general para la salud y el ambiente, la gestión integral de residuos sólidos implica el desarrollo de varias etapas: sensibilización, comisión y capacitación, diagnóstico, proyectos y alternativas para el manejo de los residuos, lo cual involucra a toda la población universitaria, en este caso (Garita y Rojas, 2015a).

En cuanto al componente “otros”; conformado por materiales como cartuchos de impresoras, desechos electrónicos y tetra-brik en mayor magnitud, se aprecia gran discrepancia entre los datos obtenidos en cada año, tanto en el porcentaje generado como en su grado valorizable. Sin embargo, se observa que la cantidad de este componente aumenta anualmente, al igual que su porcentaje de reciclaje. Finalmente, los componentes con menor disposición en los residuos recolectados son el vidrio y el metal, ambos son aprovechables en su totalidad, exceptuando el 2009, durante el cual, para el caso del metal, solo se catalogó como reciclable un 37,10 %.



Tabla 4
Porcentaje de residuos ordinarios generados en la Universidad Nacional de Costa Rica, según sus componentes, y porcentaje de estos que es reciclable y no reciclable

Año	Cantidad neta (%)	Cantidad reciclable (%)	Cantidad no reciclable (%)
Papel			
2009	32.47	42.90	57.1
2012	38.70	35.40	64.6
2015	35.32	22.15	77.76
Plástico			
2009	13.46	28.70	71.3
2012	19.10	41.50	68.5
2015	9.64	27.59	72.51
Vidrio			
2009	1.96	92.16	7.4
2012	0.50	100.00	0
2015	1.94	100.00	0
Metal			
2009	1.35	37.10	62.9
2012	3.00	100.00	0
2015	2.39	100.00	0
Orgánico			
2009	47.22	91.50	8.5
2012	34.30	95.00	5
2015	37.38	100	0
Otros			
2009	3.54	6.4	93.6
2012	4.7	52.3	47.7
2015	12.93	84.45	15.55

Fuente: Propia de la investigación.

Durante los años analizados, el mayor porcentaje de residuos atañe a los componentes de papel y orgánico.

La cantidad de papel reciclable es pequeña y disminuye a través de los años, debido a que la mayoría de estos componentes corresponde a los subcomponentes de papel

higiénico y servilletas, los cuales son dispuestos directamente en el relleno sanitario (Arce et al., 2009). Sin embargo, la generación de dichos residuos es producto de las necesidades fisiológicas de la población en la UNA, la cual ha incrementado al pasar los años, y con ello se explica el aumento en tal



generación de los componentes y subcomponentes mencionados.

Por otro lado, los residuos sólidos orgánicos son los siguientes en orden de mayor generación. Se muestra un decrecimiento de un 10 % entre el 2009 y el 2015, justificado por el manejo de residuos orgánicos en las sodas, el cual inició en el 2011 y se ha ido incrementando en su eficiencia y cantidad de días. Por lo mismo, actualmente se recolectan prácticamente todos los días laborados; debe tomarse en cuenta que, aunque a través de los años la población ha incrementado, este tipo de residuo decreció considerablemente (Tabla 4).

Mediante la contratación del porcentaje en la cantidad de residuos sólidos en general, que es y no reciclable durante diversos años, es posible inferir la trascendencia del esfuerzo y la labor impartidos por la UNA mediante el Programa UNA-Campus sostenible y la comunidad universitaria, para gestionar los residuos generados, de manera sostenible. Seguidamente, se muestra dicha información (Tabla 5).

Durante los cuatro años, el porcentaje de residuos reciclables es considerablemente mayor al de no reciclable, en el caso de 2012 y 2013, el porcentaje de residuos reciclables es menor al de los años 2009 y 2015, sin embargo, continúa siendo mayor al del no reciclable. Lo cual motiva a la institución, a continuar en búsqueda de la mejora. De manera que, componentes como el del papel y plástico que no son gestionados por ésta, sean más aprovechados y de ser posible, disminuido su porcentaje de generación, como principal estrategia de evitar impactos negativos a la salud y ambiente.

Tabla 5

Porcentaje general de residuos reciclables y no reciclables enviados al relleno sanitario como basura

Año	Reciclable	No reciclable
2009	64.00	36,00
2012	60,0	40,0
2013	57,0	43,0
2015	63,5	36,5

Fuente: Propia de la investigación.

En concreto, aunque los residuos sólidos valorizables están siendo dispuestos de manera ordinaria en rellenos sanitarios, queda claro que el sistema de valorización con el que cuenta la Universidad permitió procesar alrededor de un 30 % de sus residuos ordinarios (106 ton de reciclaje y 211 ton de basura en el 2015). Por esto, aunque la cantidad de residuos valorizables que están siendo gestionados en rellenos parece alta, al compararla con la composición de residuos en el nivel nacional, el 93,5 % (Arguedas, Baldares y Mora, 2014), nos indica que en la Universidad estamos muy por encima del porcentaje nacional en recuperación de residuos en los últimos 10 años. Sin embargo, queda mucho trabajo por realizarse para lograr recuperar más del 60 % de material que se está enviando al relleno sanitario.

Conclusiones

Es importante mencionar que el principal residuo generado es el papel; su recuperación aumentó en más del 20 % entre el 2009 y el 2015. El restante, en su mayoría, es papel sanitario (muy difícil realizar su aprovechamiento); sin embargo, es un reto buscar nuevas alternativas para su manejo.



Los residuos orgánicos constituyen el segundo componente con mayor generación y evidencian una reducción en su cantidad, ya que, según los hallazgos, la tasa de generación del 2009 al 2015 se redujo en un 10 %, debido, posiblemente, a los esfuerzos realizados por la gestión de esos desechos en las sodas universitarias.

En su mayoría, los residuos orgánicos enviados al relleno sanitario durante el 2015 son restos de podas y de jardín, por lo que se debe avanzar en utilizar tecnologías que permitan el aprovechamiento y un manejo integral, con el fin de promover procesos cíclicos.

Existe una falta de sensibilidad ambiental por parte de la población, con respecto a los residuos prohibidos en la UNA, como lo es el caso del estereofón; estos son traídos desde comercios aledaños, sin importar el problema ambiental y de salud que generan.

Referencias bibliográficas

- Arce, J.; Astorga, K.; Cordero, D.; Herrera, P.; Luna, D.; Arce, J.; Peña, C.; Rodríguez, D.; Rodríguez, L.; Solano, J.; Álvarez, S.; Rojas, M.; Vaughn, E. y Zeaser, J. (2009). *Diagnóstico de la Situación Actual y Alternativas para un Manejo Adecuado de los Desechos* [manuscrito inédito]. Heredia, C. R.: Escuela de Ciencias Ambientales-UNA Campus Sostenible.
- Arguedas, D.; Baldares, E. y Mora, G. (29 de octubre de 2014). *Guía Nacional de Manejo de Residuos. Mesa de Revistas y Suplementos de Grupo Nación*. Recuperado de http://www.visitcostarica.com/ict/pdf/GUIA_NACIONAL_DE_MANEJO_DE_RESIDUOS_2014.pdf
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (13 de julio de 2016). Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley 8839 de 2010). Recuperado de <http://www.ley8839.go.cr/index.php/conoce-la-ley1>
- Benavides, D.; Garita, N.; Mora, J. y Rojas, J. (2013). Sistemas de indicadores ambientales de la Universidad Nacional (2008-2011). Aspectos de significancia: electricidad, agua, combustible y teléfono. *Tecnología en Marcha*, 26(1), 66-76. Doi <https://doi.org/10.18845/tm.v26i1.1303>
- Garita, N. y Rojas, J. (2015, A). Promoción de la cultura de gestión integral de residuos en la Universidad Nacional. *Memorias del VI Simposio Iberoamericano de Ingeniería en Residuos Sólidos, hacia la carbono neutralidad 2021*. Simposio llevado a cabo en Costa Rica. Instituto Tecnológico de Cartago. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Ivan_Coto/publication/292991762_Importancia_de_los_estudios_geofisicos_y_tectonicos_como_herramientas_para_lograr_una_mejor_comprension_de_la_vulnerabilidad_hidrogeologica_en_los_rellenos_sanitarios_de_Costa_Rica/links/56b4b16508aeb8cf1058cfff.pdf
- Garita, N. y Rojas, J. (2015, B). Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost. Vicerrectoría Académica & Programa UNA-Campus Sostenible. Recuperado de <http://www.documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual%20Composteras.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jaramillo-Henao, G. y Zapata-Márquez, L. M. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Recuperado de <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Apressolorgco.pdf>
- Ministerio de Salud. (2010). Ley GIR, 8839. *Gaceta 135*. Recuperado de http://www.ley8839.go.cr/index.php/32-ley-8839-para-la-gestion-integral-de-residuos#_ftnref
- Ministerio de Salud. (2010). Ley GIR, 8839. Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables. *Gaceta 86*. Recuperado de http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/decreto_35906-s_reglamento_centros_recuperacion_0.pdf
- Ministerio de Salud. (2012). Ley GIR, 8839. Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos. *Gaceta 161*. Recuperado de https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2016/08/23/ALCA148_23_08_2016.pdf



- Paniagua, N.; Giraldo, C. y Castro, B. (2011). *Guía para el adecuado manejo de los residuos sólidos y peligrosos*. Recuperado de http://web-cache.googleusercontent.com/search?q=cache:jy319B2MkdMJ:www.ambientalex.info/guias/Guia_manejo_residuos_sp.pdf+&c-d=2&hl=es&ct=clnk
- Programa Competitividad y Medio Ambiente y Castro, R. (2012). *Ley para la Gestión Integral No. 8839 del 13 de julio de 2013 (Anotada, concordada y comentada)*. Recuperado de http://ley8839.go.cr/blog/wp-content/uploads/2012/04/8839_ley_comentada_final.pdf
- Rojas, J. (2015). *Diagnóstico de los residuos sólidos ordinarios en el Campus Omar Dengo y Benjamín Núñez* [manuscrito inédito]. Heredia, C. R.: UNA Campus Sostenible.
- Rojas, J.; Benavides, D. y Rodríguez, A. (2012). La Universidad Nacional diagnosticó los Residuos Sólidos Orgánicos de las Sodas del Campus Omar Dengo. *Rev. Ambientico*, 220, 26-30.
- Soto, S. (2013). A dos años de la Ley GIR. *Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible: XIX informe*. Recuperado de http://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/019/soto_2013.pdf
- Universidad Nacional. (2003). Política Ambiental. *UNA Gaceta* 7. Recuperado de <http://www.documentos.una.ac.cr/handle/unadocs/1420>
- Venegas, E. y Janssen, J. (2012). *Guía de interpretación de la metodología para la realización de estudios de generación y composición de residuos ordinarios*. Programa Competitividad y Medio Ambiente (CYMA) /AMBE-RO-IP-CEGESTI.



Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos ordinarios de la Universidad Nacional de Costa Rica, dispuestos en rellenos sanitarios (Julián Rojas-Vargas y otros) por Revista Uniciencia se encuentra bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/).