



Sistema de gestión de residuos sólidos para la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Periodo 2015-2019¹

Solid waste management system for the National University of Asunción, Paraguay. Period 2015-2019

Lidia Rosa Saldivar de Salinas,^{ORCID} Luz Villar,^{ORCID} Vanessa Valleau,^{ORCID} Oscar Barrios Leiva^{ORCID}

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Económicas. San Lorenzo, Paraguay.

Recibido: 29/08/2020

Aceptado: 29/01/2021

RESUMEN

La investigación se realizó en la Universidad Nacional de Asunción de Paraguay y tuvo por Objetivo General, diseñar un Sistema de Gestión de Residuos Sólidos, que incluya programas de clasificación y tratamiento de residuos sólidos, tecnología, actividades de concienciación ambiental, estrategias para almacenamiento temporal y disposición final, que pueda aplicarse en las distintas facultades. El enfoque de la investigación fue de tipo mixto: cuali - cuantitativo de nivel descriptivo de corte transversal - prospectivo. Principales hallazgos: manejo de residuos sólidos enfocado en la limpieza y recolección, inadecuada segregación en fuente, iniciativas aisladas para aprovechamiento de residuos, insuficiente infraestructura, 70% del total de los residuos generados son potencialmente reciclables, acumulación de residuos sólidos a cielo abierto, incumplimiento de exigencias ambientales, impactos negativos de mayor importancia en sitios de almacenamiento temporal. El estudio económico según parámetros financieros reveló; disminución en los costos de recolección, recuperación de la inversión, y viabilidad de la instalación del sistema. Resultados del proyecto piloto: competencia ecológica y compostaje; de la competencia ecológica se recolectaron 356 kg de papel y cartón, 126 kg de plástico tipo PET, 8,73 kg de aluminio y del compostaje se obtuvieron aproximadamente 155 kg de abono de hojarasca y 142 kg de abono de hojarasca con otros residuos orgánicos, este último más rico en nutrientes, según análisis. Se concluye que la implementación del Sistema mencionado, conllevará beneficios,

¹ Esta investigación ha sido realizada en el marco del Proyecto PROCIENCIA PINV 13-408 de la Facultad de Ciencias Económicas (FCE) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA) cofinanciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), con recursos del FEEI. El CONACYT es un ente financiador de los proyectos de investigación. Las opiniones y conclusiones del resultado final de los proyectos son de exclusiva responsabilidad de los autores y las instituciones beneficiarias.

económicos sociales y ambientales, además permitirá a la Universidad Nacional de Asunción ser un referente en la gestión adecuada de los residuos sólidos en el Paraguay.

PALABRAS CLAVE: sistema, gestión, residuos, estrategias, universidad

ABSTRACT

The research was carried out at the National University of Asunción in Paraguay and its General Objective was to design a Solid Waste Management System, which includes solid waste classification and treatment programs, technology, environmental awareness activities, strategies for temporary storage and final provision, which can be applied in the different faculties. The research approach was of a mixed type: qualitative - quantitative, descriptive level, cross-sectional - prospective. Main findings: solid waste management focused on cleaning and collection, inadequate source segregation, isolated initiatives to take advantage of waste, insufficient infrastructure, 70% of the total waste generated is potentially recyclable, accumulation of solid waste in the open air, non-compliance of environmental requirements, negative impacts of greater importance in temporary storage sites. The economic study according to financial parameters revealed; decrease in collection costs, recovery of investment, and viability of system installation. Results of the pilot project: ecological competition and composting; 356 kg of paper and cardboard, 126 kg of PET-type plastic, 8.73 kg of aluminum were collected from the ecological competition and approximately 155 kg of litter compost and 142 kg of litter compost with other organic waste were obtained from the organic competition, the latter richer in nutrients, according to analysis. It is concluded that the implementation of the aforementioned System will entail economic, social and environmental benefits, and will also allow the National University of Asunción to be a benchmark in the proper management of solid waste in Paraguay.

KEY WORDS: system, management, solid waste, strategies, university

AUTOR CORRESPONDIENTE: Docente Investigadora. Doctoranda en Administración, Magister en Gestión Ambiental. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Económicas. Email: lrosa@eco.una.py

INTRODUCCIÓN

La gestión de los residuos sólidos ha evolucionado en varios países de Asia, Europa y América, como ejemplo se puede mencionar la experiencia de la ciudad de los Ángeles que desde 1970 al 2019 redujeron 80% de los residuos por medio del reciclado y la reutilización y esperan tener residuos cero para el 2025 (Zaldívar, 2017). En el país queda mucho camino por recorrer, un importante avance fue la reglamentación la Ley N° 3956/09 de “Gestión Integral de los Residuos Sólidos (GIRS) en la República del Paraguay” con el Decreto 7391/2017 que tiene como autoridad de aplicación a la Secretaría del Ambiente (SEAM).

El complicado manejo de los residuos es un problema común a todas las instituciones y también a la universidad, teniendo en cuenta esa situación, se estudió cómo beneficiar por medio de un Sistema de Gestión de Residuos a todas las unidades académicas de la Universidad Nacional de Asunción UNA, lo que dio origen a este proyecto adjudicado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología¹. La universidad como centro de enseñanza superior, debe aceptar su responsabilidad y asumir la protección del ambiente como una tarea propia necesaria de abordar desde dos puntos de vista: por un lado desde la perspectiva de la universidad debe conocer y controlar el impacto que sus actividades tienen sobre el medio; por otro lado desde la perspectiva de la universidad como institución que forma a profesionales del mañana y que tiene la obligación de inculcar a sus alumnos la conciencia ambiental y las buenas prácticas ambientales en su ámbito profesional (Salinas y Muños, 2008).

Según Romero et al. (2008), las universidades desempeñan un papel preponderante en el manejo integral de los desechos sólidos que tanto estas como la sociedad generan, en tanto que se encargan de educar a la mayor parte de los futuros involucrados en la toma de decisiones. En la UNA, González (2013), estableció el potencial de aprovechamiento de los residuos sólidos generados en la Facultad de Arquitectura Diseño y Arte; allí pudo identificar que la mayor proporción de los residuos se encuentra dentro de las categorías reciclables y potencialmente reciclables, las cuales, en conjunto, representan el 97% de los residuos de la institución.

Y teniendo en cuenta que una parte de la Visión de la UNA reza: promotora del Desarrollo Sostenible, así también en el Plan Estratégico 2011- 2015 en la línea estratégica 2 Gestión Eficiente en el 2.8 se establece: Implementar una política ambiental, urbanística y de seguridad dentro del Campus de San Lorenzo. UNA (2011), se consultó el documento mencionado por su relevancia con relación al tema y porque la investigación se realizó en ese periodo.

Ante la situación presentada surge la formulación del problema con la siguiente interrogante: ¿Qué alternativa de Gestión de Residuos Sólidos (RS) se podría diseñar a los efectos de un mejor manejo de los mismos en las diferentes unidades académicas de la Universidad Nacional de Asunción?

La investigación tuvo por objetivo general diseñar un Sistema de Gestión de Residuos Sólidos (SGRS), que incluya: programas de clasificación y tratamiento de los residuos, tecnología, actividades de concienciación ambiental, estrategias para almacenamiento temporal y disposición final de los Residuos Sólidos, que pueda aplicarse en la distintas Facultades de la Universidad Nacional de Asunción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende las instituciones ubicadas en el campus de la Universidad Nacional de Asunción con sus unidades académicas de la Sede Central y filiales del interior de la República.

La investigación fue de enfoque mixto: cuali – cuantitativo de nivel descriptivo de corte transversal - prospectivo. Periodo 2015-2019. La población estuvo integrada por autoridades, docentes, estudiantes y funcionarios de las unidades académicas de Sede Central y filiales de la Universidad Nacional de Asunción. Periodo 2017.

¹ El proyecto fue financiado por el Fondo para el Excelencia en la Educación e Investigación (FEEI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Figura 1. Sedes de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

Fuente: Elaboración propia a partir de la investigación realizada en el periodo 2015-2019.

El área de la muestra comprende la Universidad Nacional de Asunción con sus 14 unidades académicas de la Sede Central y 4 filiales de la Región Oriental: Ciencias Económicas y Filosofía y Letras del campus de Caacupé, Ciencias Agrarias y Ciencias Veterinarias del campus de Caazapá y 2 filiales de la Región Occidental: Ciencias Económicas de Villa Hayes y Derecho de Benjamín Aceval (figura 1).

El muestreo fue no probabilístico o dirigida a subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación (Sampieri, 2017).

Intencionalmente se tomó en cada una de las unidades académicas seleccionadas. Los criterios de inclusión para la muestra fueron: un administrador por Unidad Académica, docentes y funcionarios con cinco años de antigüedad como mínimo y estudiantes de los últimos cursos, los docentes y estudiantes fueron seleccionados aleatoriamente.

El tamaño de la muestra fue: Docentes: 125. Estudiantes: 417. Funcionarios: 212. Directores Administrativos: 20. Total: 774, el tamaño de la muestra por Sedes fue: Sede Central: 595. Filiales: 179. Total: 774.

Las Técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron:

- Análisis de documentos:* se analizaron los registros contables del usufructo del servicio de recolección de residuos sólidos.
- Observación de campo:* se realizaron recorridos por las distintas unidades académicas con el fin de conocer las respectivas infraestructuras y las prácticas del manejo de los residuos sólidos. Así también se tomaron los registros fotográficos correspondientes.
- Caracterización de residuos:* se determinó la cantidad, la composición y la densidad de los residuos sólidos comunes generados por cada institución, mediante la metodología del cuarteo.

- d. *Cuestionario estructurado*: se aplicó un cuestionario de entrevista a los jefes de mantenimiento, como así también encuestas a estudiantes, docentes, directores administrativos y funcionarios de la institución.
- e. *Planillas de Auditoría Ambiental*: análisis y evaluación de la gestión de residuos sólidos conforme a la Ley N° 3956/2009 de Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay.
- f. *Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental*: identificación, análisis y valoración de los impactos ambientales potenciales; mediante el método matricial de Leopold; adaptado a las realidades de este estudio.

Prueba Piloto: previa a la recolección definitiva de los datos, se procedió a aplicar el cuestionario a seis alumnos, tres profesores y cuatro funcionarios con el fin de probarla confiabilidad y validez.

Procedimientos de recolección y análisis de datos: Los datos recogidos a través de los distintos instrumentos, fueron procesados y tabulados en programas informáticos (procesador de textos y planillas electrónicas) y presentados en gráficos estadísticos.

Los resultados del estudio de documentos y de las observaciones fueron procesados y presentados en cuadros descriptivos. Posteriormente se analizaron e interpretaron para llegar a inferencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presentan los principales resultados. Cada unidad académica de la UNA tiene una organización descentralizada, que le otorga un determinado nivel de autonomía para estructurar su planificación presupuestaria, entre ellos la contratación de servicios de recolección y disposición final de residuos, se constató que algunas unidades académicas no cuentan con ningún servicio de recolección externa, sino que acumulan sus residuos a cielo abierto o los depositan en una fosa.

Las unidades académicas no cuentan con manual de procedimiento o marco legal interno para la gestión integral de los residuos sólidos comunes.

El manejo residuos sólidos en la UNA está enfocado en la limpieza y la recolección de residuos. Al respecto, Schejtman (2012) señala que este tipo de manejo es limitado y poco eficiente, al desaprovechar las potencialidades de recuperación y reciclado de los residuos, tornando cada vez más caro el sistema, puesto que este modelo requiere de aumentar la frecuencia de recolección y demanda mayores espacios para depositar los residuos. Los residuos de poda al no ser incluidos dentro del servicio normal de recolección, representan una problemática, razón que lleva a la quema o a utilizarlos como leña.

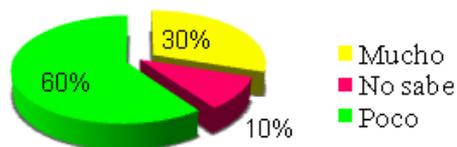
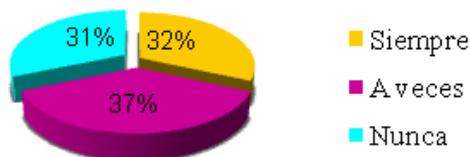
A partir de la caracterización de residuos realizado entre los meses de marzo y julio del 2017, en las unidades académicas de la Sede Central y de las filiales seleccionadas en la muestra se constató la clase y composición de residuos sólidos generados semanalmente en las distintas unidades académicas, determinado.

Tabla 1. Composición de residuos generados por semana en la UNA, periodo 2017

Sede	Ciudad	Toneladas	Composición (%)				
			Orgánicos	Inorgánicos reciclables			No reciclables
				Papel	Cartón	Plástico	
Central	Campus S. Lorenzo	19	51,89%	4,03%	3,87%	7,74%	32,48%
	Asunción	1,3	43,87%	7,87%	5,28%	14,23%	28,75%
Filiales	Caacupé	0,11	49,21%	8,13%	5,09%	6,32%	31,24%
	Caazapá	0,16	68,58%	11,38%	5,96%	2,82%	11,26%
	Villa Hayes	0,04	43,14%	6,96%	5,22%	11,80%	32,89%
	Benjamín Aceval	0,01	43,88%	7,04%	5,43%	9,75%	33,91%
	Total	20,62	51,99%	4,12%	3,89%	7,70%	32,30%

Fuente: Elaboración propia a partir del trabajo de campo, en S.Central y filiales proyecto 14- INV-408

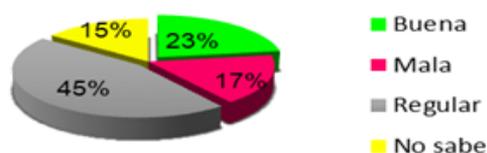
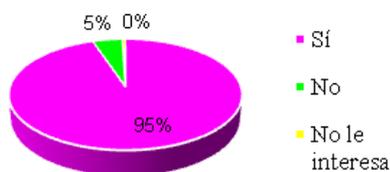
El porcentaje de residuos potencialmente recuperables y reciclables coincide con un estudio realizado por Ruiz Morales, (2011) quien señala que el 70% de los residuos generados en las universidades son aprovechables del cual el 50% son residuos orgánicos (tabla 1).

Figura 2. Comprensión del concepto de gestión de residuos**Figura 3.** Separación de residuos en su institución

Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo en Sede Central y Filiales del proyecto 14-INV-408, periodo 2017.

En cuanto a la comprensión del concepto de gestión de residuos, el 60% del total de los encuestados opinó Poco, el 30 % mucho y el 10% no sabe (figura 2).

De lo que se deduce que hay poca comprensión de la gestión de residuos por parte de la comunidad universitaria. En relación a la separación de residuos en su institución el 37% opinó; a veces, el 32% siempre y el 31%nunca (figura 3). De lo que se deduce que hay muy poca diferencia entre las opiniones de los encuestados con respecto a los indicadores mencionados.

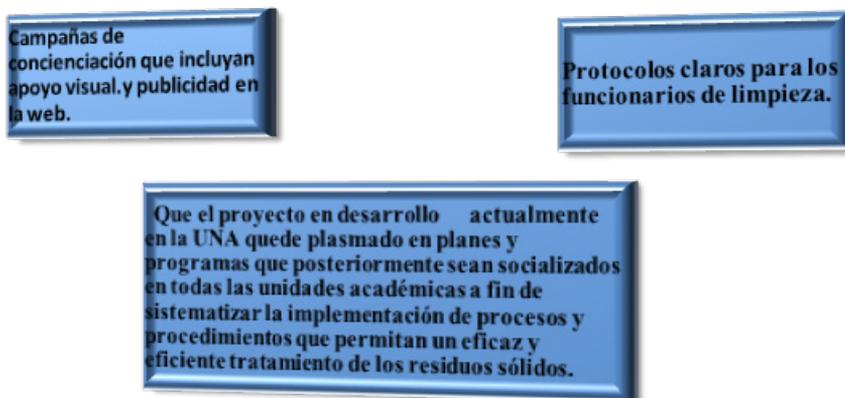
Figura 4. Calificación de la gestión de los residuos sólidos en su institución**Figura 5.** Predisposición para colaborar con un sistema de separación de residuos sólidos

Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo del proyecto 14-INV-408, periodo 2017.

El 45% del total de los encuestados calificó como regular la gestión de los residuos, el 23% dijo buena, 17% mala y 15% no sabe (Figura 4). El 95% de los encuestados manifestó estar predispuesto a colaborar con un sistema de separación de residuos sólidos (Figura 5).

La mayor parte de los encuestados considera regular la gestión de residuos en la UNA y que están dispuestos a colaborar con un sistema de separación de residuos.

Figura 6. Algunas sugerencias de encuestados para crear un Sistema de Gestión de Residuos Sólidos que incluya programas de clasificación y tratamiento de los residuos



Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo del proyecto 14-INV-408, periodo 2017.

Impacto Ambiental del manejo de los residuos sólidos de marzo a noviembre del 2017

Los impactos negativos identificados están estrechamente relacionados con el manejo inadecuado de los residuos y la mayoría poseen una persistencia indefinida en el tiempo.

La actividad no se considera sostenible según Garmendia et al. (2005), ya que los desechos se depositan de forma indefinida en el sitio y lo ideal es que los mismos vuelvan al ciclo productivo, a través de la transformación o re uso de los residuos. Los impactos positivos identificados se encuentran en la etapa de aprovechamiento (figura 6).

Aunque en la mayoría de los resultados se obtuvo un valor numéricamente negativo, se considera que el aprovechamiento de los mismos será beneficioso, pues la mayoría de los impactos negativos identificados son temporales, puntuales, prevenibles y/o mitigables a través de medidas de acción sencillas y poco costosas.

Auditorías de la Gestión de Residuos Sólidos de acuerdo a la Ley N° 3956/09, Periodo 2017

Principales no conformidades: Ausencia de una clasificación en origen, insuficiente capacidad de los contenedores de residuos, residuos acumulados en el suelo a cielo abierto en algunas instituciones, mezcla de residuos comunes con residuos peligrosos (fluorescentes, pilas, entre otros), presencia de recolectores informales en los sitios de almacenamiento temporal sin las condiciones mínimas de seguridad e higiene, los residuos de las Filiales de Caazapá se depositan en una fosa porque el servicio de recolección de la ciudad no cubre la zona.

Principales conformidades: Los contenedores y recipientes con un porcentaje de cumplimiento de la ley superior al 60%. Los resultados muestran un escaso compromiso por la gestión de los

residuos sólidos comunes de parte de las unidades académicas de la UNA debido a la falta de infraestructura para su implementación.

Sistema de Gestión de Residuos Sólidos, diseñado

El Sistema de Gestión de Residuos que se sugiere contiene programas de clasificación y tratamiento, tecnología, actividades de concienciación ambiental, estrategias para almacenamiento temporal y disposición final y se basará en el método de Deming, como una forma de garantizar la mejora continua durante el proceso, el Ciclo PHVA: planificar, hacer, verificar y actuar, teniendo en cuenta que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo, de forma que las actividades sean reevaluadas periódicamente para corregir errores e incorporar mejoras. Deming (1.989), establece que la calidad es el grado predecible de uniformidad y fiabilidad a un bajo costo y que se ajuste a las necesidades del mercado. Resulta indispensable la creación de una Unidad de Gestión Ambiental o bien, la conformación de un comité, con su respectivo coordinador a fin de garantizar la sostenibilidad del sistema propuesto.

Programa de clasificación

Conforme a los resultados de la caracterización y a la factibilidad de reciclaje en el mercado interno se han establecido cuatro categorías con sus respectivos códigos de colores, para la clasificación en origen de los siguientes tipos de residuos:

Orgánicos: contenedores o rótulos de color verde. Ubicación: Cocina.

Papel y cartón: contenedores o rótulos de color azul. Ubicación: Cocina, comedor, pasillos, oficinas.

Plásticos: contenedores o rótulos de color amarillo. Ubicación: Comedor, cocina, pasillos, oficinas y otras áreas comunes.

No reciclables: contenedores de color negro. Ubicación: Cocina, comedor, pasillos, oficinas y otras áreas comunes.

Peligrosos: contenedores o rótulos de color rojo. Ubicación: oficinas.

Los contenedores y recipientes utilizados para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos, deberán cumplir las siguientes especificaciones exigidas en el Decreto reglamentario 7.391 (2017), de la ley 3956/09: reutilizables; adecuadamente ubicados y cubiertos con tapas resistentes e impermeables; capacidad para almacenar el volumen de residuos sólidos generados, tomando en cuenta la frecuencia de la recolección; herméticos, para evitar malos olores y la presencia de insectos; contruidos con materiales impermeables y con la resistencia necesaria para el uso al que están destinados; de superficies lisas, para facilitar su limpieza, la identificación relativa al uso y tipos de residuos sólidos. Un parámetro importante a ser considerado es la ubicación actual de los contenedores existentes, puesto que un gran porcentaje de la población universitaria encuestada la consideró adecuada.

Procedimiento de recolección de residuos

Tabla 2. Procedimiento de recolección de residuos

Recolección de residuos en instalaciones internas (oficinas, pasillos, comedores)	Recolección de residuos de basureros ubicados en patios, cancha, polideportivo y otras áreas comunes
La misma será realizada una vez por día por la mañana o dependiendo de la generación, y estará a cargo del personal de limpieza.	El funcionario encargado del barrido y mantenimiento de patios será quien recolecte las bolsas de estos basureros.
Se deberá contar con tres (3) bolsas de colores; azul, amarillo y negro para la reposición y/o descarga de residuos,	
La recolección de residuos será realizada cuando las bolsas se encuentren entre un 60% y 80% de su capacidad máxima, y/o cuando la permanencia del residuo genere olores desagradables.	
Con el 80% de la capacidad máxima de la bolsa, cerrar y continuar con el procedimiento con otra.	Al retirar la bolsa, primeramente deberá cerrarla con un nudo, para luego extraerlo del contenedor.
Una vez finalizada la tarea; se deberá reponer la bolsa y dejar un pliegue hacia afuera de 10 cm.	
Cada basurero debe ser volcado directamente sobre la bolsa que le corresponda conforme al color de los mismos.	
Se deberá asignar un responsable encargado del traslado de las bolsas al sitio de almacenamiento temporal.	

Fuente: Elaboración propia en el marco del proyecto 14-INV-408, 2018.

Procedimiento de clasificación en el depósito o sitio de almacenamiento temporal

Uno o dos funcionarios, previa capacitación procederán a una clasificación final de las bolsas que contengan los residuos reciclables según las características de los materiales (papel, cartón y plástico), así mismo llevarían un registro diario que indique el tipo de residuos y peso de los mismos (tabla 2).

Tabla 3. Clasificación de residuos en el sitio de almacenamiento temporal

Papel y cartón	Botellas de plástico
Desarmar y aplanar las cajas de cartón.	Enjuagar con agua para evitar la acumulación de malos olores e insectos.
Cuidar que el material no se moje o se manche con restos de comida.	Retirar la tapa, etiquetas y cualquier otro material que no sea de plástico.
Separar y atar en envoltorios manejables el cartón y el papel.	Reducir volumen, aplastándolos.

Fuente: Elaboración propia en el marco del proyecto 14-INV-408, 2018.

Una vez pesado es muy importante que los residuos reciclables sean acondicionados en bolsas plásticas para facilitar su transporte de forma adecuada, y depositarlos en los lugares previamente designados. Las bolsas que contengan los residuos de alimentos y los no reciclables, no se clasificarán pero se almacenarán temporalmente en los contenedores designados (tabla 3).

Tratamiento de residuos

Se propone la transformación de la fracción orgánica a través del compostaje previa trituración. El compostaje constituye un adecuado procedimiento de valorización de estos residuos que también permite una reducción importante de su volumen.

- a. *Trituración de restos orgánicos.* Los restos orgánicos especialmente los procedentes de la poda y hojarascas ocupan un volumen importante en los contenedores, sin embargo, con la trituración se logra la reducción del 70% de su volumen total, además de permitir la reutilización directa de los restos vegetales como material de cobertura en jardines o como sustrato para la elaboración de compost.

Para una mejor calidad del producto los residuos vegetales deben estar sanos y secos, evitar la presencia de piedritas y otros materiales que puedan dañar la máquina.

- b. *Compostaje.* El compostaje es un proceso de descomposición y estabilización biológica de sustratos orgánicos, bajo condiciones que permiten el desarrollo de temperaturas termófilas como resultado del calor producido biológicamente, para producir un producto final estable, libre de patógeno y semillas, y que puede ser aplicado de formar beneficiosa al suelo (Haug, 1993).

Para la realización de compostaje existen diversos métodos que dependen de la cantidad de espacio disponible y los residuos a fermentar.

Diseño de la pila de compostaje

No es aconsejable la conformación de pilas de pequeños volúmenes, ya que las fluctuaciones de temperatura en estos pequeños volúmenes son muy bruscas. La altura de la pila debe estar entre 0,80 y 1,8 metros ya que permite mantener un intercambio de aire entre el interior de la pila y el exterior (Corporación de Investigación tecnología de Chile, 1999).

El ancho generalmente se recomienda el doble de la altura y las pilas se pueden ubicar al aire libre o bajo cubiertas, esto último permite un mayor control de las condiciones que afectan el proceso de compostaje (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2003).

Tecnología

A fin de lograr la disminución del volumen de residuos se recomienda la adquisición de destructoras de papel y ubicarlas en las oficinas, con una capacidad de 20 litros y una trituradora de restos orgánicos con una potencia mínima de 1,25 - 50 Hz / 1,5 - 60 Hz, aunque se recomienda de mayor capacidad para agilizar la tarea.

Actividades de concienciación ambiental

Será fundamental el involucramiento y el compromiso de la máxima autoridad para la implementación del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos y la difusión de las actividades del mencionado sistema para poner en conocimiento de toda la comunidad universitaria.

Se sugiere realizar talleres de capacitación para autoridades, docentes, estudiantes y funcionarios administrativos sobre gestión de residuos en cada semestre con duración de una semana, con los siguientes temas: los beneficios sociales, económicos y ambientales de la clasificación en

origen. Como así también, otra capacitación para los funcionarios del área de limpieza, en el que se pondrá especial énfasis en la correcta recolección y disposición de los residuos.

El departamento de prensa de cada unidad académica, será determinante para la difusión de las actividades en medios de prensa y en redes sociales. Es importante destacar que antes del inicio del proceso de capacitación la institución debería adecuar los basureros para la correcta clasificación en origen de los residuos conforme a los requerimientos para el logro de los objetivos.

Estrategias de almacenamiento temporal

Los residuos de la categoría No Reciclables, serán almacenados en contenedores o sitios convencionales, para su posterior entrega a la empresa o municipio encargado de su recolección y disposición final. Los residuos orgánicos, serán sometidos al proceso de compostaje razón por la cual no serán almacenados en el sitio. En caso de construirse un depósito para el almacenamiento temporal de residuos deberá estar dividido de preferencia en áreas; para el almacenamiento de los residuos reciclables, residuos peligrosos y para la clasificación final de residuos reciclables.

Disposición final de los residuos sólidos

La recolección y disposición final de Residuos Sólidos se podría seguir realizando con las respectivas empresas o con el municipio correspondiente.

Plan de seguimiento y monitoreo

El plan de seguimiento y monitoreo ambiental permitirá la evaluación periódica, integrada y permanente de la dinámica de las variables ambientales que pudieran ser afectadas con el fin de suministrar información precisa y actualizada para la toma de decisiones a las autoridades y entidades pertinentes.

Así también ayudará a la verificación del cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el estudio de impacto ambiental, acerca de los principales logros alcanzados en el cumplimiento de las medidas adoptadas, o en su defecto de las dificultades encontradas para ejecutar las medidas correctivas correspondientes, a fin de garantizar la mejora continua del sistema, cuya metodología de proceso, conocido como de Ciclo de Deming.

Beneficios del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos para la UNA

La implementación del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos permitirá además de mitigar los impactos que genera una inadecuada gestión, la motivación de actitudes proambientales, la disminución de residuos sólidos depositados en el contenedor de almacenamiento temporal, posibilidad de ingresos económicos según estudio de viabilidad económica, la reducción del espacio requerido en un vertedero, la dignificación del trabajo del reciclador informal y finalmente beneficios ambientales.

Viabilidad económica del proyecto

La viabilidad del proyecto SGRS UNA fue elaborado con datos de una de la FCE, en el año 2018 con el objeto de contar con el perfil del proyecto en base al relevamiento de datos obtenidos por los demás componentes, se presentan 3 escenarios en la Tabla 4.

Tabla 4. Viabilidad económica del proyecto

Primer escenario	Segundo escenario	Tercer escenario
Situación base del proyecto sin clasificación ni tratamiento de los residuos. El costo de la gestión anual de los residuos sólidos, es de guaraníes 65.620.000.	30% de los residuos reciclables clasificados en el año 1, llegando al año 8 con la clasificación del 100% de los residuos reciclables. Ahorro promedio anual de ₡ 52 millones, durante la vida útil del proyecto, el cual se adquiere con la disminución de costos y la venta de los residuos reciclables. La Tasa Interna de Retorno es de 57% y el Valor Actual Neto a una tasa de 7,7% de VAN= ₡ 287.943.647. Recuperación de la inversión: en el tercer año.	10% de los residuos reciclables clasificados, en el año 1, llegando al año 10 con el 100%. Ahorro promedio anual de ₡ 35 millones, durante la vida útil del proyecto. La Tasa Interna de Retorno en este escenario es de TIR= 38%, y el Valor Actual Neto a una tasa de 7,7%, de VAN= ₡ 193.397.516. Recuperación de la inversión: en el cuarto año.

Fuente: Elaboración propia en el marco del proyecto 14-INV-408, 2018

Proyecto piloto implementado en una Unidad Académica de la UNA

El proyecto piloto constó de dos actividades: Competencia Ecológica y Compostaje

Competencia Ecológica: actividad con la que se buscó promover e instalar prácticas de reciclaje y separación en origen a través de la competencia cuyo objetivo principal fue el de juntar la mayor cantidad de materiales reciclables. Los residuos recolectados eran donados a un segregador informal quien realizaba un retiro semanal de los mismos. Durante el desarrollo de la competencia se logró la recolección de: 356 Kg de papel y cartón, 126 kg de plástico tipo PET y 8,73 Kg de aluminio. Y según la proyección de impacto ambiental por los materiales reciclables recolectados se logró salvar 6 árboles, se ahorró 100. 758 litros de agua, oxígeno para 23 personas, ahorro de 2485 Kw/h de energía, 455 kg de petróleo no utilizado y 63 497 kg. de gases de efecto invernadero evitado. (Programa Ecológico Integral, 2019)

Compostaje: La elaboración de compost es una alternativa viable puesto que sus requerimientos técnicos y económicos no son elevados en comparación a los beneficios económicos, sociales y ambientales que conlleva su elaboración. Se conformaron dos tipos de pilas para la elaboración de compost; a fin de determinar la calidad de ambas, se procesaron 318,5 kilogramos de materia orgánica distribuidos de la siguiente manera: Pila 1: 257 kilos de hojarascas. Pila 2: 61,5 kg de materia orgánica conformado por 41,5 kg de hojarascas, 7 kilogramos de restos de frutas y verduras kg y 13 kilogramos de estiércol de vaca.

La duración del proceso de compost fue de 90 días y las actividades de, trituración, riego, volteo y a medición de temperatura se realizaban cada 7 días, estaban a cargo de un funcionario del área de servicios generales, a quien se le capacitó y se le proveyó de una planilla de registro para seguimiento del proceso.

Para comprobar la calidad del producto obtenido se llevaron a analizar en el laboratorio ambas muestras y se obtuvieron los siguientes resultados: la muestra compuesta de hojarascas y restos de: frutas, verduras, cáscara de huevo y estiércol de vaca contienen más nutrientes que

la muestra que contiene solamente hojarasca, además se pudo constatar que los minerales requeridos para un abono de calidad se encuentran dentro de los parámetros óptimos.

Para asegurar el éxito de los resultados se requerirá mucha responsabilidad de parte del funcionario a cargo, quien debe llevar un registro del proceso y de una observación semanal al trabajo del funcionario por parte de un personal técnico.

CONCLUSIONES

Se presentan las conclusiones de acuerdo a los hallazgos más importantes: El Manejo de los residuos sólidos en la Universidad Nacional de Asunción se encuentra enfocado principalmente en la limpieza y recolección de los residuos, con la consecuente pérdida del potencial de aprovechamiento de los mismos. La clasificación en origen no es un hábito incorporado en el estilo de vida de los encuestados. Los residuos sólidos presentan alto potencial de aprovechamiento tanto para la venta como para el compostaje. Casi el total de población universitaria encuestada manifestó estar predispuesto a colaborar con un sistema de separación de residuos sólidos. Las principales no conformidades de la Auditoría Ambiental: están reflejadas en la falta de recuperación de los residuos, la ausencia de una clasificación en origen, insuficiente capacidad de los contenedores de residuos, residuos acumulados en el suelo a cielo abierto, entre otros. A partir de la valoración de los impactos ambientales se puede afirmar que son mitigables. El diseño del Sistema de Gestión de Residuos contiene programas de clasificación y tratamiento, tecnología, actividades de concienciación ambiental, estrategias para almacenamiento temporal y disposición final, el mismo se basa en el método de Deming. Con relación al estudio económico según parámetros financieros se demostró que con el sistema se logrará la disminución en los costos de recolección, recuperación de la inversión, y viabilidad de la instalación del sistema. Con la aplicación del proyecto piloto se evidenciaron aspectos positivos y negativos; positivos: la visibilidad del beneficio social que conlleva la clasificación en origen con la donación de los residuos reciclables a sectores más vulnerables de la sociedad, además de los beneficios ambientales, como así también la elaboración de abono a bajo costo; negativos: infraestructura inadecuada y falta de realización de intensas campañas de concienciación. Es importante destacar que la implementación del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos permitirá a la Universidad Nacional de Asunción ser un referente en la gestión adecuada de los residuos sólidos en el Paraguay.

La implementación del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos teniendo en cuenta que fomentará el cambio de hábitos de la comunidad universitaria en cuanto a la clasificación adecuada y la reducción de los residuos depositados en los contenedores de almacenamiento temporal. Elaboración de compostaje considerando que sus requerimientos técnicos y económicos son mínimos en comparación a los beneficios económicos, sociales y ambientales, como la utilización de abono en la misma institución además del ahorro en costos de recolección. La creación de una Unidad Ambiental que coordine e integre a todas las unidades y se encargue de fiscalizar las

actividades en la gestión de residuos con el fin de aplicar la mejora continua. La realización de una investigación similar a la ejecutada de cuyo resultado puede surgir una propuesta ampliada con Políticas Ambientales para la UNA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corporación de Investigación tecnología de Chile. (1999). Manual de compostaje. Huechuraba, Chile. Recuperado el 8 de octubre de 2018, de <https://es.scribd.com/document/246998605/55187119-INTEC-Agricultura-Ecologica-Manual-de-Compostaje>
- Deming, W. E. 1989. Como salir de la crisis. Recuperado el 8 de octubre de 2018, de <https://mitpress.mit.edu/books/out-crisis>
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C. & Garmendia, L. 2005. Evaluación De Impacto Ambiental. Madrid, España. Pearson Educación SA. 416 p.
- González Oliver, NE. (2013). Potencial de aprovechamiento de los residuos sólidos generados en la Facultad Arquitectura Diseño y Arte de la Universidad Nacional de Asunción. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Agrarias, San Lorenzo, Paraguay.
- Haug, R.T. and Haug, H.T. (1993). Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Hernández Sampieri, R. (2010). Metodología de la Investigación. México: McGraw Hill.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2003). Manual de compostaje del agricultor; experiencias en América Latina. Santiago de Chile, Chile. Recuperado el 8 de octubre de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Paraguay. 2008. Ley N° 3.956/09 Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay. Recuperado el 9 octubre de 2017, de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/par123260.pdf>
- Paraguay. 1993. Ley N° 294/93. Evaluación de Impacto Ambiental. Recuperado el 26 agosto de 2016, de http://www.seam.gov.py/sites/default/files/ley_294_y_decreto_reglamentario_14281_0.pdf
- Paraguay. 2017. Decreto reglamentario 7.391/2017. Por el cual se reglamenta la Ley N° 3956/2009 de Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay.
- Programa Ecológico Integral. Calculadora Ambiental. Recuperado el 30 de setiembre de 2019, de <http://mediosconvalor.com/calculadora-ambiental/>
- Romero Esquivel; LG; Salas Jiménez, JC & Jiménez Antillón, J. (2008). Manejo de desechos en universidades. Estudio de caso: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Tecnología en Marcha. Vol. 21. N° 3 (pp 33-41).
- Ruiz Morales, M. (2011). Caracterización de residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana, ciudad de México. Recuperado el 8 octubre de 2018, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v28n1/v28n1a8.pdf>

-
- Salinas, R y Muñoz, A. (2008). La universidad y la gestión de residuos: retos y oportunidades. I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Recuperado el 8 de octubre de 2028, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8068/UPV.GES.RES-REDISA.pdf>
- Schejtman, L., Irurita, N. (2012). Diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos urbanos en municipios de la Argentina. Documento de Trabajo, (103). Recuperado el 8 octubre de 2018, de <https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2017/03/1552.pdf>
- Secretaria del Ambiente (SEAM). 2017. Luego de 8 años, la SEAM logra reglamentar la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en el Paraguay (en línea). Recuperado el 25 mayo de 2018, <http://www.seam.py>
- Universidad Nacional de Asunción. (2014). 'Plan Estratégico 2011-2015. Recuperado, el 8 de octubre de 2016, de: https://www.una.py/images/stories/ResponsabilidadSocial/COP_UNA_2014.pdf
- Universidad Nacional de Asunción. 2017. Anuario Estadístico 2017. Recuperado el 2 abril de 2018, de <https://drive.google.com/file/d/0B-pyZJd15frgTXBOcU1qNEFtdXpsakJyR0tsTVVWd-2tvUmU4/view>
- Zaldívar, E. (2017). Capacitación sobre Gestión de Residuos Sólidos. Videoconferencia llevada a cabo en la biblioteca de la Facultad de Politécnica, San Lorenzo, Paraguay.