

**Evaluación de los procesos de generación y  
clasificación de residuos sólidos en las  
residencias estudiantiles de la Escuela  
Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Carmen Dominga Alcantara Fermin**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO  
CARRERA DE AMBIENTE Y DESARROLLO

# **Evaluación de los procesos de generación y clasificación de residuos sólidos en las residencias estudiantiles de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Ambiente y Desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Carmen Dominga Alcantara Fermin**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2019

# **Evaluación de los procesos de generación y clasificación de residuos sólidos en las residencias estudiantiles de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Carmen Dominga Alcantara Fermin**

**Resumen.** La generación de residuos sólidos se ha incrementado en las últimas décadas. Para el adecuado manejo de residuos sólidos, es necesario caracterizarlos. En Honduras, la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, busca mejorar su gestión de residuos sólidos. El objetivo de este estudio fue caracterizar y evaluar el porcentaje de separación de los residuos sólidos en las residencias estudiantiles de Zamorano. La metodología consistió en identificar el volumen y peso de los residuos generados según las categorías. Durante el muestreo se generaron 811.75 kg/semana y 25.43 m<sup>3</sup>/semana. Se estimó una producción per cápita promedio de 1.57 kg/semana-estudiante y 0.05 m<sup>3</sup>/semana-estudiante. La capacidad instalada en los basureros asociada al diseño de los recipientes y espacio disponible para la disposición de residuos es inferior al volumen generado durante los días de mayor demanda en las diferentes zonas estudiantiles. Los resultados revelan que más del 90% de la mezcla encontrada en los recipientes destinados para residuos orgánicos, papel y cartón no corresponde a estas categorías. Una de las principales recomendaciones es la eliminación de aquellas categorías que tienen poca generación de residuos y la creación de programas de educación ambiental que involucre a los estudiantes, personal administrativo y docente para incentivar la clasificación y disminución de la generación de sus residuos dentro del campus.

**Palabras clave:** Capacidad instalada, centros de acopio, gestión integrada de residuos sólidos.

**Abstract.** The generation of solid waste has increased in recent decades. For proper solid waste management, it is necessary to characterize them. In Honduras, the Zamorano Pan American Agricultural School has a problem in solid waste management. The objective of this study was to characterize and evaluate the percentage of solid waste separation in the student residences of the Zamorano Pan American Agricultural School. The methodology consisted of identifying the volume and weight of the different categories of containers. During the sampling, 811.75 kg / week of weight and 25.43 m<sup>3</sup> / week of volume were generated. An average Per Capita Production of 1.57 kg / week-student and 0.05 m<sup>3</sup> / week-student was estimated. The capacity installed in the mini collection center associated with the design of the containers and space available for waste disposal is less than the volume generated during the days of greatest demand in the different student areas. The results report that more than 90% of the mixture found in the containers destined for organic waste, paper and cardboard does not correspond to these categories. One of the main recommendations is the elimination of those categories that have little waste generation and creation of environmental education programs that involve students, administrative and teaching staff to encourage the classification and reduction of the generation of their waste on campus.

**Keywords:** Collection center, installed capacity, integrated solid waste management.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>20</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>21</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>23</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Distribución de los MCA seleccionados en las zonas estudiantiles.....	4
2. Distribución de pesos por zona estudiantil (PPC).....	7
3. Distribución de volumen por zona estudiantil (PPC).....	10
4. Relación del volumen generado y capacidad instalada.....	13

Figuras	Página
1. Distribución de la residencias estudiantiles en Zamorano.....	3
2. Distribución de los residuos en Kg de todos los MCA en una semana.....	8
3. Distribución de residuos “envases” por zona estudiantil.....	9
4. Distribución de los residuos "cartón y papel".....	10
5. Distribución de los residuos en m <sup>3</sup> en las categorías de los MCA.....	11
6. Distribución porcentual de los recipientes en los MCA.....	11
7. Residuos con mayor generación según la percepción de los estudiantes.....	16
8. Productos de mayor frecuencia en las habitaciones de los estudiantes.....	17
9. Residuos colocados en la clasificación de “varios” por los estudiantes.....	17

Anexos	Página
1. Pesado de los residuos de los MCA en las residencias estudiantiles.....	23
2. Medición de volumen en los MCA de las residencias estudiantiles.....	23
3. Encuesta.....	24
4. Cuadro resumen para la toma de muestras en las zonas estudiantiles.....	26

# 1. INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos pueden definirse como aquellas sustancias, materiales y objetos que son eliminados luego de haber concluido su vida útil o cuando pierden su valor (Barba & Urcelay, 2018). La generación de residuos sólidos se encuentra asociada e influenciada por las variables de crecimiento poblacional, ineficiencia en los procesos productivos, cambios en los patrones de consumo e Índice de Desarrollo Humano (IDH), entre otros (Sáez & Urdaneta, 2014). La problemática en conjunto con una incorrecta disposición final de residuos resulta en impactos como la liberación de contaminantes y efectos negativos en la salud de la población (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2012).

Una de las principales alternativas para disminuir el impacto del aumento de los residuos, es implementar un plan para la gestión integral de los residuos sólidos (GIRS). Esta metodología incluye el control, aprovechamiento, valorización y disminución de generación de los residuos, el transporte y una disposición final controlada. Para el desarrollo de la GIRS se requiere contar con información sobre la población, la producción per cápita (PPC), características y eliminación de los residuos, las prácticas de clasificación y la infraestructura para recolección (Caldera, 2016).

Las universidades generan entre el 10-20% de los residuos generados en sus localidades, que se componen principalmente por cartón, papel, plásticos y desechos de comida (Ibarra & Redondo, 2011). Los principales retos que enfrentan las universidades con el tema de los residuos sólidos son los costos por limpieza, la falta de programas de reciclaje y la inversión en educación ambiental que se ve reflejado en el comportamiento de los actores involucrados. Las prácticas de manejo integral de residuos en campus universitarios reducen la cantidad de desechos generados, incidiendo en los costos de recolección y aumentando la vida útil de los sitios de disposición final (Caldera, 2016).

Para la implementación de la GIRS en las universidades se deben realizar prácticas para identificar la cantidad y los tipos de residuos generados. Estudios realizados por diferentes instituciones educativas, han servido para cuantificar, caracterizar e identificar las posibles medidas para la reutilización y disposición final de los residuos sólidos (Ávila, 2014).

En el año 2013 la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga realizó un diagnóstico para identificar el estado del manejo de sus residuos sólidos. Este estudio se fundamentó en la caracterización y la cuantificación de residuos. Según los resultados obtenidos, se generaron un promedio de 408.19 kg/día, de los cuáles el 44.2% tienen el potencial de ser reutilizado o reciclado pero la incorrecta clasificación impide su posterior

aprovechamiento. Él estudio reportó que los usuarios no clasifican los residuos conforme a las instrucciones presentes en los contenedores (Castillo & Luzardo, 2013).

La Escuela Agrícola Panamericana (EAP) Zamorano, cuenta con una población estudiantil de aproximadamente 1,210 estudiantes, los cuales residen en el campus bajo un sistema de internado. Según investigaciones realizadas por Miranda (2014) los estudiantes de la EAP generan un promedio de 193 kg de residuos semanales en las residencias estudiantiles

El sistema de manejo de residuos actual de Zamorano consiste en cuatro etapas: generación, recolección, clasificación y disposición final. Para la clasificación de los residuos cuenta con cuatro categorías que son: papel y cartón, envases, residuos orgánicos y “varios”. Como sitios de almacenamiento temporal de residuos la institución cuenta con mini centros de acopio (MCA), los cuales constan de cuatro recipientes rotulados con las categorías mencionadas anteriormente. Hay alrededor de 210 MCA ubicados en diferentes puntos del campus, incluidos los dormitorios estudiantiles.

El presente estudio evaluó el sistema actual del manejo de los residuos sólidos estudiantiles en Zamorano, mediante la cuantificación y clasificación de estos en las residencias estudiantiles, con el fin de brindar insumos para futuras tomas de decisiones. Los objetivos del estudio fueron:

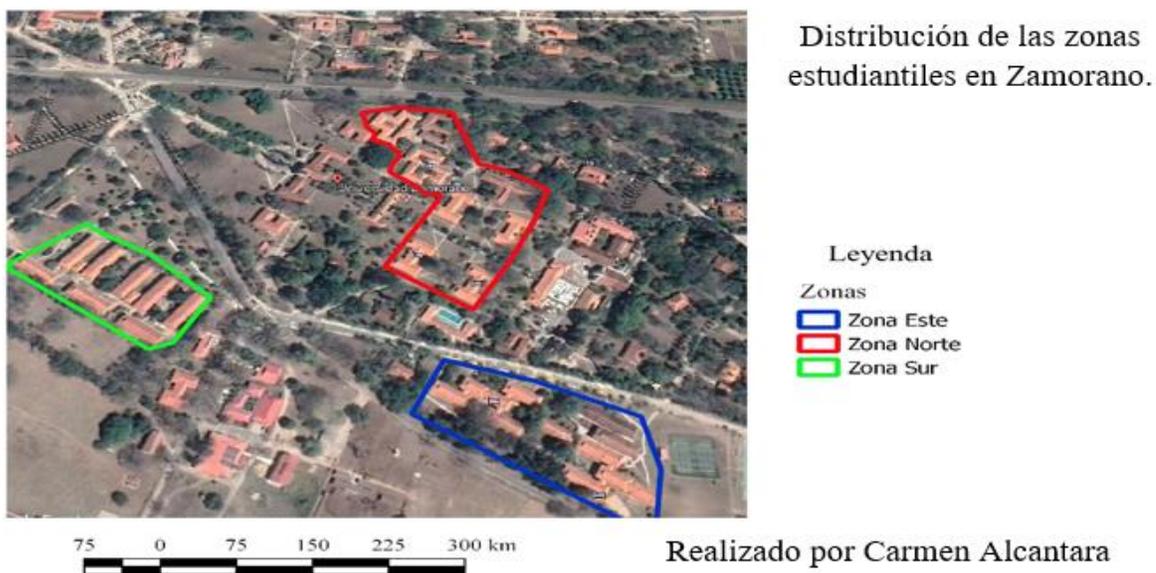
- Caracterizar los residuos sólidos generados en las residencias estudiantiles de la EAP, Zamorano.
- Estimar el porcentaje de separación de residuos sólidos en los centros de acopio de las residencias estudiantiles.
- Evaluar la capacidad de los centros de acopio instalados en las residencias estudiantiles.
- Analizar los patrones de generación de residuos sólidos en las residencias de la EAP, Zamorano.

## 2. METODOLOGÍA

### Ubicación del estudio.

La investigación se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, que se encuentra ubicada en el km 35 de la carretera de Tegucigalpa a Danlí, Valle del Yegüare, Municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. El enfoque de la evaluación se limitó al análisis de los patrones de generación y clasificación de residuos en las residencias estudiantiles. El muestreo se realizó en el mes de septiembre, entre las tres primeras semanas del tercer período académico.

La universidad cuenta actualmente con una población de aproximadamente de 1,210 estudiantes que residen dentro del campus. Existen tres zonas estudiantiles divididas en zona Norte, zona Sur y zona Este (Figura 1). Cada zona estudiantil cuenta con una cantidad determinada de MCA que depende del número de dormitorios que existen en las residencias. Para este estudio se seleccionaron cuatro MCA por zona estudiantil, dos de residencias de hombres y dos de residencias de mujeres. Se aplicó un muestreo por conveniencia de acuerdo con la ruta de recolección de desechos. En el cuadro 1, se describe la distribución de los de MCA seleccionado por residencia.



24 de octubre 2019

UTM WGS84 16N

Figura 1. Distribución de la residencias estudiantiles en Zamorano.

Cuadro 1. Distribución de los MCA seleccionados en las zonas estudiantiles.

Zona	Residencias	Dormitorios	Cantidad de MCA
Norte	Centrales	2	4
	Libertadores	2	
Sur	Arboreto	1	4
	Maya	2	
	Molina	1	
Este	Darío	2	4
	Washington	2	
Total		12	12

**Caracterización de los residuos sólidos generados en residencias estudiantiles.**

La caracterización proporciona información sobre la cantidad de residuos generados, el tipo de residuos y la tendencia de generación de los estudiantes. A la vez, la frecuencia de generación se obtuvo a partir del cálculo de la producción per cápita (PPC). Las actividades desarrolladas para obtención de la cantidad y tipo de residuos generados se describen a continuación.

**Muestreo.** Se realizó un muestreo por conveniencia tomando cuatro MCA por zona evaluando los residuos generados en un período de 12 días. Estos fueron seleccionados y rotulados considerando la inclusión equitativa de las residencias de hombres y mujeres ubicadas en cada una de las zonas estudiantiles. Se solicitó la colaboración de la unidad encargada de la recolección para que los residuos de los recipientes rotulados no fueran retirados hasta concluir con las actividades de cuantificación y clasificación. Esta actividad se realizó en conjunto con el módulo de Aprender Haciendo Manejo Ambiental de segundo año en Zamorano que facilitaron el pesado, medición de volumen y reubicación de los residuos conforme a las categorías descritas en cada MCA.

**Cuantificación de residuos generados y producción per cápita.** La actividad de cuantificación se realizó para estimar el peso (kg) y volumen (m<sup>3</sup>) de la mezcla de residuos recolectada y las proporciones correspondientes a cada categoría de clasificación. La toma de datos en cada MCA se inició con el cálculo del volumen de la mezcla de residuos presente en cada recipiente. Para esto se midieron las dimensiones del recipiente y se aplicó la siguiente Ecuación 1:

$$V = \frac{h \times \pi}{3} (R_s^2 + R_i^2 + R_s \times R_i) \quad [1]$$

Donde:

V = Volumen

π = Constante de pi

R<sub>s</sub> = Diámetro Superior/2

Ri = Diámetro Inferior/2  
h = Altura del barril.

Los registros de los pesos de los residuos totales en cada recipiente de los MCA se hicieron con una balanza digital de gancho (precisión de  $\pm 5g$ ). Posteriormente se realizó una clasificación en cada recipiente para determinar el peso de cada categoría y su proporción en comparación a la muestra total.

Los resultados obtenidos diariamente se sumaron para obtener la generación de residuos semanal basado en que no existe una generación diaria igual. A partir de los datos semanales obtenidos para peso (kg) y volumen ( $m^3$ ), se calculó la producción per cápita (PPC) semanal en los MCA seleccionados. Esta información se calculó con la fórmula de producción per cápita (Ecuación 2).

$$PPC = \frac{PW}{Pn} \quad [2]$$

Pw = Peso total(kg) /Volumen total( $m^3$ )  
Pn = Población estudiantil por zona estudiantil  
PPC = Producción per cápita

#### **Análisis de las prácticas de clasificación de residuos en los MCA.**

Con los datos estimados de volumen y peso por recipiente, se procedió a clasificar el contenido de acuerdo con las categorías del MCA. Para realizar esta actividad, se colocaron los residuos en el suelo y se separaron conforme a las diferentes categorías definidas en los MCA. Cada porción separada se colocó en el recipiente correspondiente para pesar su contenido y medir su volumen. Con los datos recolectados se identificó mediante gráfico de barras, el porcentaje de cada clasificación que corresponde a la categoría de interés.

#### **Evaluación de la capacidad instalada de los centros de acopio.**

La capacidad instalada de los MCA indica la disponibilidad de espacio que se tiene para la disposición de los residuos en las zona estudiantiles. Se estimó la cantidad de volumen generado en cada categoría. Con esta información se realizó un cálculo, donde una relación mayor a 1, indicó que la cantidad de volumen generado supera a la capacidad instalada de esa categoría. Este número se estimó con la Ecuación 3:

$$\text{Relación} = \frac{\text{Volumen generado}}{\text{Capacidad instalada}} \quad [3]$$

### **Análisis de los patrones de generación de residuos sólidos en las residencias.**

Para interpretar la tendencia del tipo de residuos generados y el comportamiento y/o actitud sobre el proceso de clasificación se aplicaron encuestas a los estudiantes. La selección de las personas fue por conveniencia. Se realizaron preguntas abiertas, dicotómicas y escala tipo Likert.

Las respuestas a dichas preguntas sirvieron para identificar cuáles decisiones toman los estudiantes con relación al manejo y disposición de sus residuos sólidos. El tamaño de la muestra fue determinado con un 95% de nivel de confianza y un 5% de error de muestreo (Ecuación 4). El análisis estadístico se realizó a través del programa estadístico Infostat y se analizó a través de tablas de contingencia, figuras de pastel y barras.

$$n = \frac{k^2 \times p \times q \times N}{(e^2 \times (N-1)) + k^2 \times p \times q} = 291.7 \quad [4]$$

Donde:

N = población 1,210 estudiantes

e = 5% de error (0.05)

K = Nivel de confianza 95% (1.96)

q = 0.5

p = 0.5

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **Cuantificación de residuos generados y producción per cápita.**

El total de residuos cuantificados fue de 811.75 kg/semana para todas las zonas estudiantiles en los MCA seleccionados. En el Cuadro 2 se puede identificar que la categoría de “varios” representó el residuo durante el muestreo con 586.11kg. Según los datos recolectados, la PPC promedio entre todas las residencias fue de 1.57 kg/semana-estudiante. Por lo tanto, al comparar este dato entre las zonas estudiantiles, se determinó que no existe una variabilidad indicando que los patrones de generación entre los estudiantes tienen la misma tendencia.

Cuadro 2. Distribución de pesos por zona estudiantil (PPC).

Zona	Población	Pesos (kg/semana)				Total	kg/semana
		Orgánico	Papel/Cartón	Envases	“varios”		-estudiante
Sur	197	13.72	12.50	66.73	208.55	301.50	1.53
Este	152	20.48	12.67	34.56	177.82	235.57	1.55
Norte	167	22.40	8.44	34.15	199.74	264.73	1.59
Total	516	56.60	33.60	135.44	586.11	811.75	1.57

Los datos recopilados en las residencias estudiantiles indican que el jueves es el día con mayor generación de residuos en los MCA de las residencias estudiantiles. Esto se debe a que los residuos muestreados este día corresponden al miércoles donde los estudiantes realizan actividades de limpieza. Por otra parte, el lunes presentó un patrón similar al jueves, registrando los residuos acumulados durante el fin de semana ya que el sistema de recolección solo funciona de lunes a sábado (Figura 2). Las menores proporciones en la mezcla de residuos se registran para las categorías de orgánicos, papel y cartón durante todos los muestreos.

Coyago (2016), en su estudio sobre la categorización de los residuos sólidos en la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador (UPS), reportó que el 46.47% de los desechos correspondían a la categoría de orgánicos. En esta investigación los datos identificaron que el 7% de los desechos corresponde a la categoría de orgánico. La dinámica que se encuentra Zamorano con el tema de internado incide en que la mayoría de los residuos orgánicos encontrados en las residencias estudiantiles son restos de frutas y alimentos que pueden ser adquiridos en el Puesto de Venta de Zamorano o restaurantes aledaños (Figura 2).

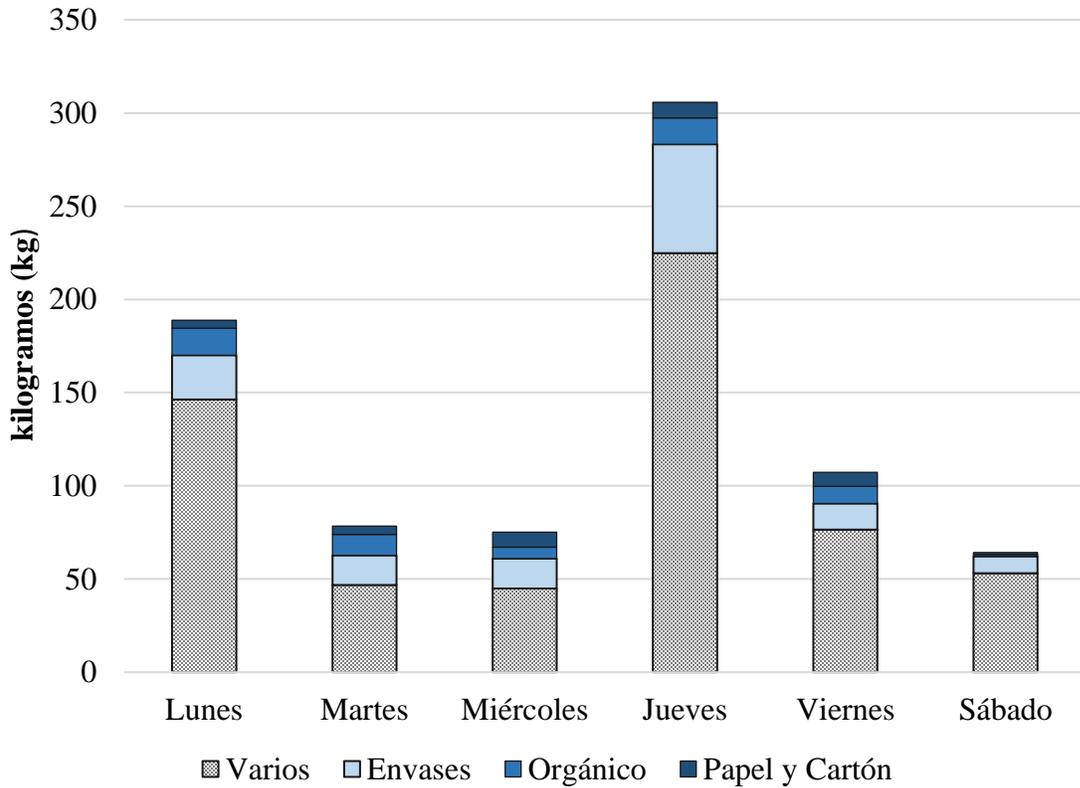


Figura 2. Distribución de los residuos en kg de todos los MCA en una semana.

Durante el muestreo se identificó que el 17% de los residuos cuantificados en todas las zonas estudiantiles pertenecen a la categoría de envases. La zona Sur, presentó la mayor generación diaria de envases en comparación a las demás residencias. Lo anterior se ve influenciado por la cercanía de estas residencias con tiendas de ventas de alimentos. Además, esta zona cuenta con kioscos para actividades recreativas de los estudiantes, influyendo así en su generación de residuos (Figura 3). Según informaciones suministrada por la Unidad de Mantenimiento, los envases se clasifican y son vendidos a una empresa de reciclaje en Tegucigalpa.

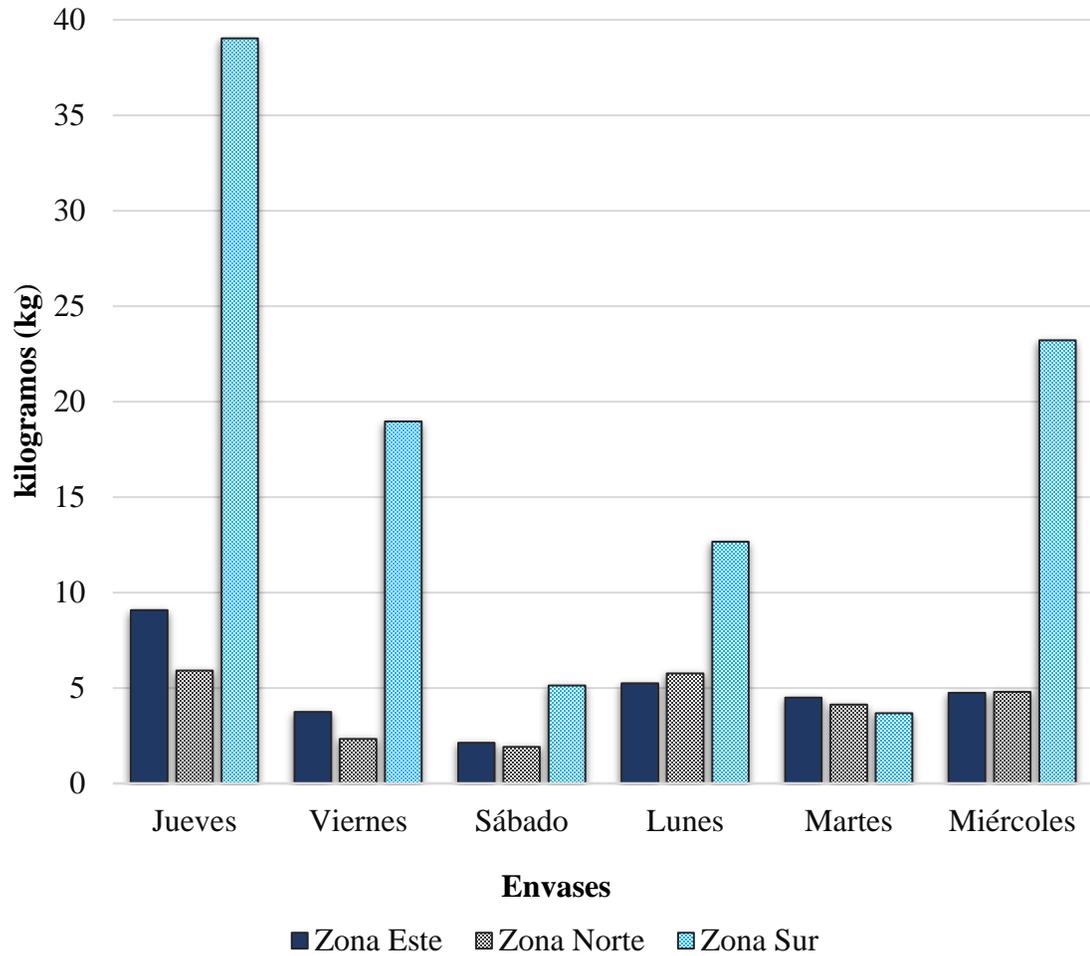


Figura 3. Distribución de residuos "envases" por zona estudiantil.

La categoría de cartón y papel obtuvo las proporciones más bajas de generación de residuos. Las proporciones de esta categoría en peso no sobrepasan los 9 kg por día en las zonas estudiantiles (Figura 4). La mayor colocación del residuo de papel tiene mayor generación al finalizar el año académico y no al momento en que se realizó el estudio. En el caso del cartón, la cantidad generada es muy mínima. Por lo tanto, en algunos casos lo colocan fuera del recipiente donde es mojado por la lluvia o le depositan otros tipos de recipientes dentro donde automáticamente pierde su valor de reutilización. Cabe resaltar que la mayoría de la población estudiantil coloca las cajas de pizza en esta clasificación. Esta actividad no es correcta debido a que dichas cajas no pueden ser reutilizadas.

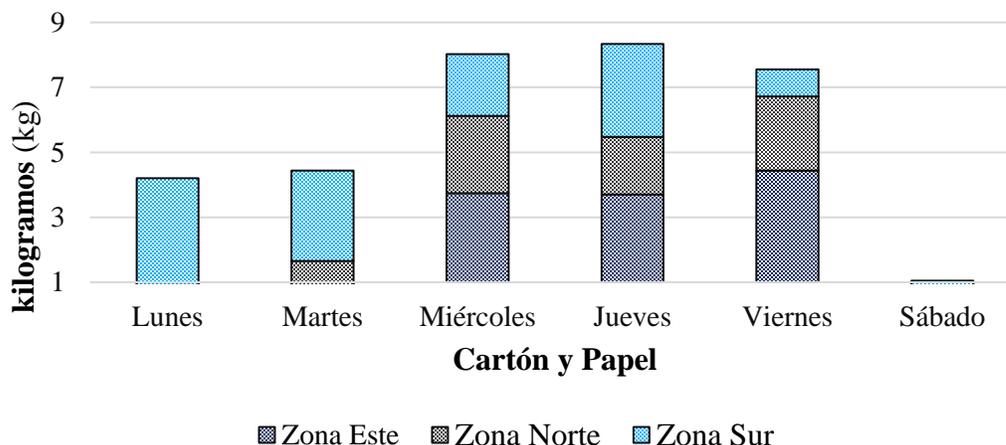


Figura 4. Distribución de los residuos "cartón y papel".

El volumen generado es el indicador más importante para la implementación de un sistema de GIRS y la toma de decisiones sobre la capacidad instalada. El volumen generado nos indica el espacio requerido para recolección, transporte y disposición final. De manera general, los recipientes en los MCA no poseen el diseño oportuno para estimar el volumen de los residuos, sin embargo, los resultados obtenidos apuntan a que la distribución de los residuos en términos de volumen difiere de las proporciones encontradas para el peso.

Cuadro 3. Distribución de volumen por zona estudiantil (PPC).

Zona	Población	Pesos (m <sup>3</sup> /semana)				Total	m <sup>3</sup> /semana -estudiante PPC
		Orgánico	Papel/Cartón	Envases	“varios”		
Sur	197	1.37	2.69	2.35	4.16	10.57	0.05
Este	152	0.96	1.38	2.41	1.88	6.63	0.04
Norte	167	1.19	2.64	1.98	2.41	8.23	0.07
Total	516	3.53	6.71	6.75	8.44	25.42	0.05

La proporción de cartón y papel fue más representativo con el tema de volumen. La mayor parte de estos residuos se presenta en forma de cajas de diferentes tamaños y formas, ocupando todo el volumen del recipiente al momento de colocarlo. Durante el muestreo se cuantificó un total de 25.42 m<sup>3</sup>/semana entre todas las zonas estudiantiles. La categoría de “varios” generó el 8.44 m<sup>3</sup>/semana (33.16%), representando así el porcentaje de mayor generación durante todo el muestreo (Cuadro 3). Cabe resaltar, que durante el muestreo los valores obtenidos para el lunes son mayores, presentando un incremento en la categoría de cartón y papel (Figura 5). Esto se ve influenciado a que los estudiantes durante el fin de semana salen del campus universitarios y retornan con productos empacados en cajas de cartón. Algunas de las veces, colocan este residuo dentro del recipiente abarcando todo el espacio instalado.

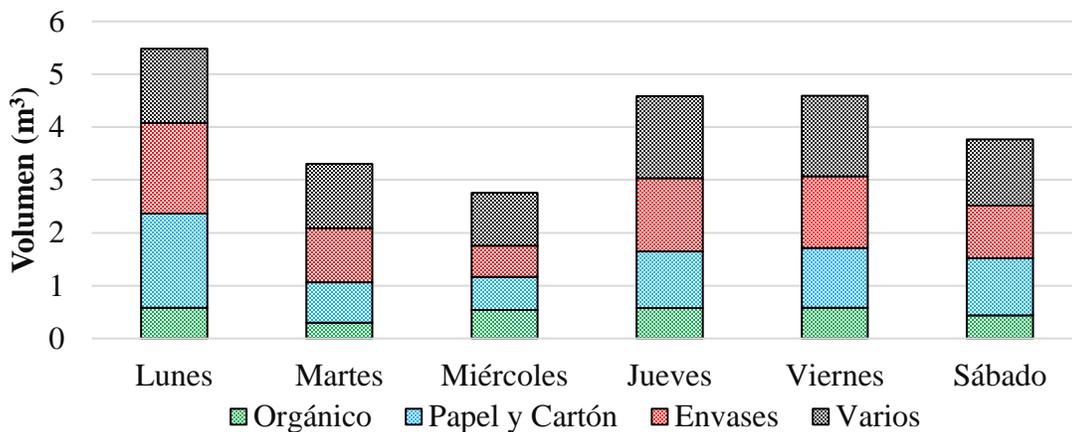


Figura 5. Distribución de los residuos en m<sup>3</sup> en las categorías de los MCA.

### Estimación del porcentaje de separación de residuos sólidos en los centros de acopio de las residencias estudiantiles.

Una de las principales problemáticas identificadas en los MCA es la incorrecta clasificación de los residuos sólidos. El recipiente de la categoría de “varios” representó la mayor proporción de sus residuos colocados debidamente. Esto se debe a que es el residuo mayoritario. Caso contrario con las clasificación de orgánico, papel y cartón, las cuales mostraron poca presencia en sus respectivas categorías. Es decir, la cantidad generada por los estudiantes es mínima para la cantidad de espacio que se tiene para su clasificación. Basado en esto, no se puede estimar un porcentaje global de separación debido a que cada categoría posee su propio patrón de tratamiento (Figura 6).

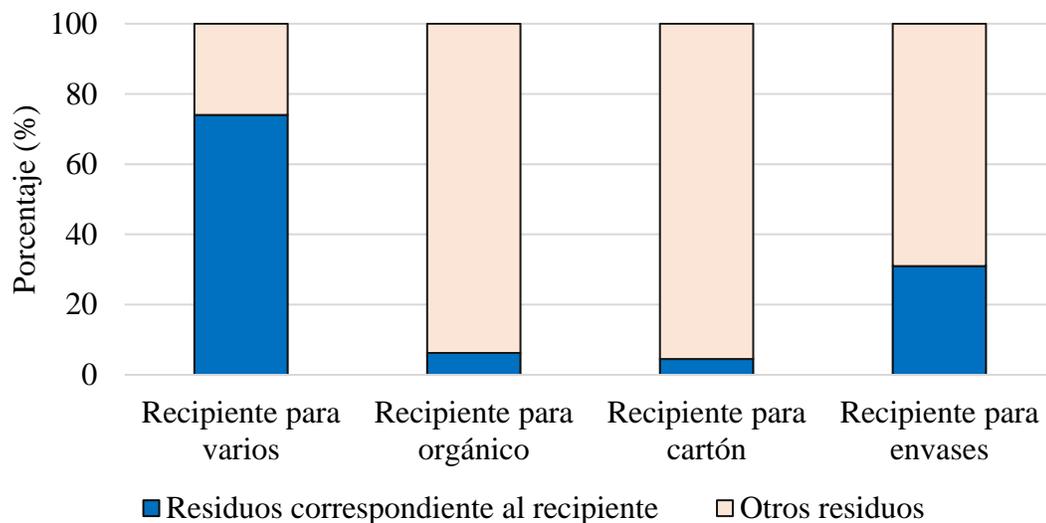


Figura 6. Distribución porcentual de los recipientes en los MCA.

### **Evaluación de las capacidades de los centros de acopio instalados.**

El volumen calculado para cada recipiente es de  $0.1099 \text{ m}^3$ . De acuerdo con los datos obtenidos, los recipientes de la categorías de “varios” superaron la proporción mayor a 1 en el 66.6% de los recipientes analizados (Cuadro 4). Esto indica que la capacidad instalada para esta categoría no supe la demanda de la población estudiantil los lunes. Por consiguiente, los estudiantes proceden a colocar sus residuos en las demás categorías con menor volumen. Según lo observado durante el muestreo, en algunas residencias los lunes hubo bastante residuos fuera de los recipientes que lo encontrado dentro de los mismo. En el caso del recipiente de papel y cartón el 50% de los recipientes presentaron una proporción mayor a 1 los lunes y jueves. Cuando los estudiantes colocan estos residuos dentro de los recipiente ocupan todo el volumen

Cuadro 4. Relación del volumen generado y la capacidad instalada de los recipientes en los MCA.

Residencia	Categoría	Lunes	Volumen generado/ Volumen recipiente	Jueves	Volumen generado/ Volumen recipiente	Residencia	Categoría	Lunes	Volumen generado/ Volumen recipiente	Jueves	Volumen generado/ Volumen recipiente
			Lunes		Jueves				Lunes		Jueves
Darío Mujeres	Orgánico	0.009	0.084	0.010	0.091	San Martín	Orgánico	0.03	0.25	0.009	0.81
	Papel y Cartón	0.10	0.94	0.12	1.09		Papel y Cartón	0.14	1.28	0.12	1.11
	Envases	0.06	0.53	0.02	0.15		Envases	0.04	0.40	0.12	1.11
	“varios”	0.14	1.23	0.13	1.20		“varios”	0.07	0.59	0.12	1.09
Darío Hombres	Orgánico	0.009	0.084	0.010	0.09	Bolívar	Orgánico	0.05	0.45	0.01	0.13
	Papel y Cartón	0.11	1.00	0.08	0.71		Papel y Cartón	0.16	1.46	0.11	1.00
	Envases	0.06	0.53	0.14	1.25		Envases	0.09	0.82	0.12	1.09
	“varios”	0.14	1.23	0.10	0.91		“varios”	0.01	0.10	0.13	1.22
Washington Mujeres	Orgánico	0.06	0.005	0.00	0.00	Arboreto Mujeres	Orgánico	0.06	0.55	0.02	0.11
	Papel y Cartón	0.12	1.11	0.02	0.18		Papel y Cartón	0.22	1.98	0.09	0.77
	Envases	0.12	1.11	0.09	0.79		Envases	0.14	1.27	0.12	1.13
	“varios”	0.12	1.09	0.09	0.79		“varios”	0.14	1.27	0.11	1.00
Washington Hombres	Orgánico	0.02	0.015	0.011	0.80	Maya Chichen	Orgánico	0.00	0.00	0.01	0.09
	Papel y Cartón	0.00	0.00	0.11	1.04		Papel y Cartón	0.22	1.98	0.10	0.91
	Envases	0.00	0.00	0.09	0.80		Envases	0.09	0.86	0.10	1.18
	“varios”	0.00	0.00	0.09	0.80		“varios”	0.14	1.27	0.09	1.18
Delgado	Orgánico	0.06	0.056	0.005	0.09	Maya Copán	Orgánico	0.02	0.18	0.01	0.09
	Papel y Cartón	0.08	0.76	0.02	0.18		Papel y Cartón	0.11	1.00	0.12	1.07
	Envases	0.14	1.23	0.10	0.91		Envases	0.10	0.87	0.12	1.07
	“varios”	0.08	0.68	0.20	1.82		“varios”	0.12	1.13	0.14	1.27

<b>Residencia</b>	<b>Categoría</b>	<b>Lunes</b>	<b>Volumen generado/ Volumen recipiente Lunes</b>	<b>Jueves</b>	<b>Volumen generado/ Volumen recipiente Jueves</b>	<b>Residencia</b>	<b>Categoría</b>	<b>Lunes</b>	<b>Volumen generado/ Volumen recipiente Lunes</b>	<b>Jueves</b>	<b>Volumen generado/ Volumen recipiente Jueves</b>
	Orgánico	0.00	0.01	0.01	0.09		Orgánico	0.010	0.090	0.02	0.18
Barrios	Papel y Cartón	0.14	1.23	0.02	0.18	Molina Mujeres	Papel y Cartón	0.09	0.77	0.12	1.11
	Envases	0.10	0.91	0.10	0.91		Envases	0.09	0.83	0.12	1.11
	“varios”	0.12	2.04	0.25	2.27		“varios”	0.10	0.93	0.12	1.11

## **Análisis de los patrones de generación de residuos sólidos en las residencias de la EAP, Zamorano.**

**Patrón de generación de residuos sólidos.** Del total de estudiantes de la EAP a muestrear (292), se aplicó una encuesta estructurada al 96% de la muestra (284 estudiantes). Los datos obtenidos revelan que el 54% de los estudiantes muestreados pertenecen a primero y segundo año, seguido por los estudiantes de CPA (15.4%), AGN (13.3%), IAD (10.2%) y AGI (7.5%). Con respecto al porcentaje muestreado de primero y segundo año se debe a que las encuestas se aplicaron en los salones donde los estudiantes de Currículo General reciben sus clases magistrales en los Auditorios A1 y A2 respectivamente. A nivel de residencias, la zona que obtuvo la mayor representación en el muestreo fue la zona Sur con un 35.4% de los encuestados.

Se consultó a los estudiantes la frecuencia con la que visitan el comedor estudiantil que es el lugar destinado para la alimentación. Según las respuestas dadas por los estudiantes el 47% explicó que solo asiste una o dos veces al comedor al día. Según pudieron explicar cuando no van algún tiempo de comida, consumen algún producto de los comercios instalados dentro del campus o de algún restaurante cercano a Zamorano. Este tipo de acciones se ve reflejado en la cantidad de residuos de empaques de comida, bolsas de churros y envases presentes en los MCA, principalmente en la categoría de “varios”.

A los informantes se les consultó si hacían alguna actividad de reciclaje con sus residuos, de los cuales el 55.6% respondió que hacen una clasificación a la hora de colocar sus residuos en los recipientes destinados. Con el tema de los basureros en sus cuartos, el 56.7% de los encuestados respondió que no tienen ningún recipiente en sus habitaciones destinado para basura. Algunos de ellos comentaron que el reglamento estudiantil prohíbe tener basura en los basureros y por lo tanto evitan tener cualquier recipiente para evitar las faltas. Por eso, algunos de ellos adoptan la idea de acumular sus residuos en bolsas plásticas para luego depositarla en los recipientes de los MCA. Los días preferidos según lo respondido por los estudiantes para la colocación de sus residuos son los domingos y miércoles indicando por el 33.40% y 33.10% respectivamente. Cabe resaltar, que el 13% de los encuestados afirmó que colocan sus residuos diariamente en los recipientes de los MCA.

Con respecto a la frecuencia de residuos generados en la población estudiantil muestreada, el cartón es el principal residuo (49.34%), seguido por envases (31%). Sin embargo, en el caso del cartón, los estudiantes asimilan de forma incorrecta la disposición de este residuo, debido que las cajas de pizzas y las cajas de cereales los ubican conceptualmente por el material. Sin embargo, los residuos anteriormente mencionado entran en la categoría de “varios” por su utilidad (Figura 7).

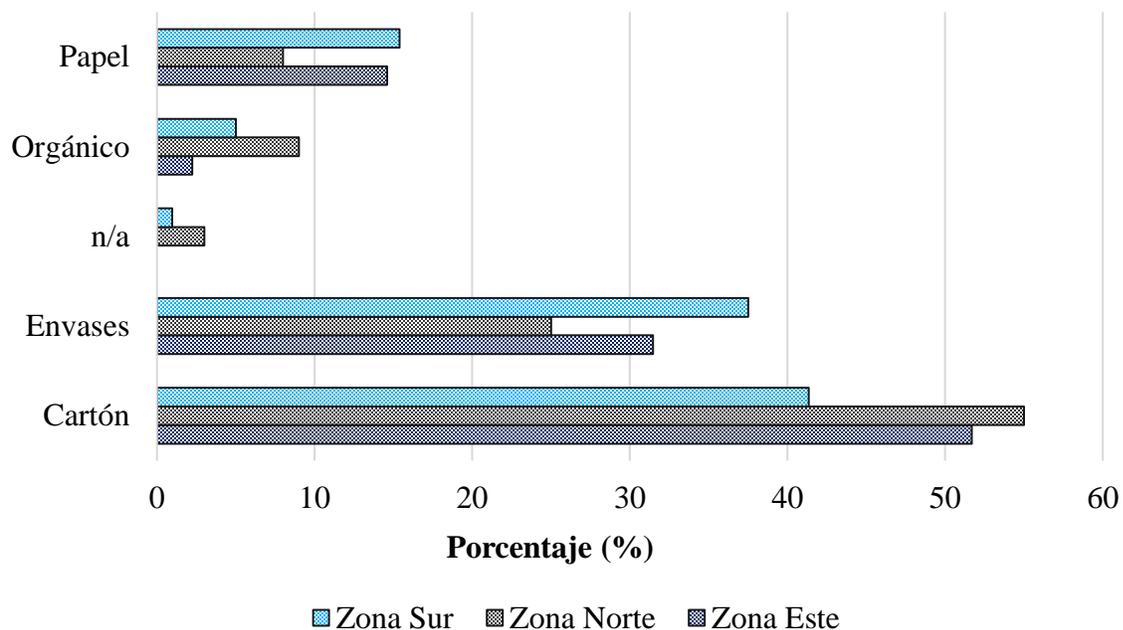


Figura 7. Residuos con mayor generación según la percepción de los estudiantes.

De acuerdo con las observaciones durante el muestreo, la cantidad de latas de atún fueron elevadas, confirmando lo respondido por los estudiantes sobre los residuos que tienen con mayor frecuencia en sus habitaciones (48%). A la vez, los estudiantes afirmaban que las galletas y churros son otros de los residuos que tienen en sus habitaciones. Esto se debe a la dinámica de vida que presentan los estudiantes en el campus, lo cual tienen prohibido por el reglamento estudiantil cocinar en sus habitaciones. Por lo tanto, tener esos productos les resulta más práctico y económico (Figura 8).

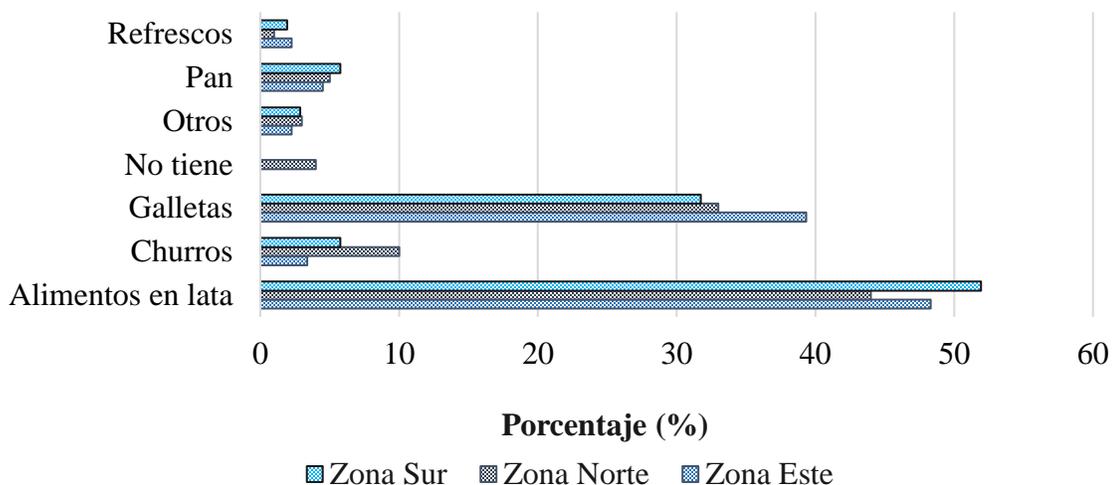


Figura 8. Productos de mayor frecuencia en las habitaciones de los estudiante.

Una de las principales problemáticas con la categoría de “varios”, se debe a que los estudiantes no tienen definido claramente cuáles residuos a colocar en estos recipientes. Según lo respondido en la encuesta, los envases son los residuos que colocan con mayor frecuencia en esta categoría (37%). Durante el muestreo, se visualizó una gran cantidad de residuos sanitarios en la clasificación de “varios”, confirmando lo respondido por los estudiantes, donde el 22% afirmó colocar estos residuos en esta categoría (Figura 9).

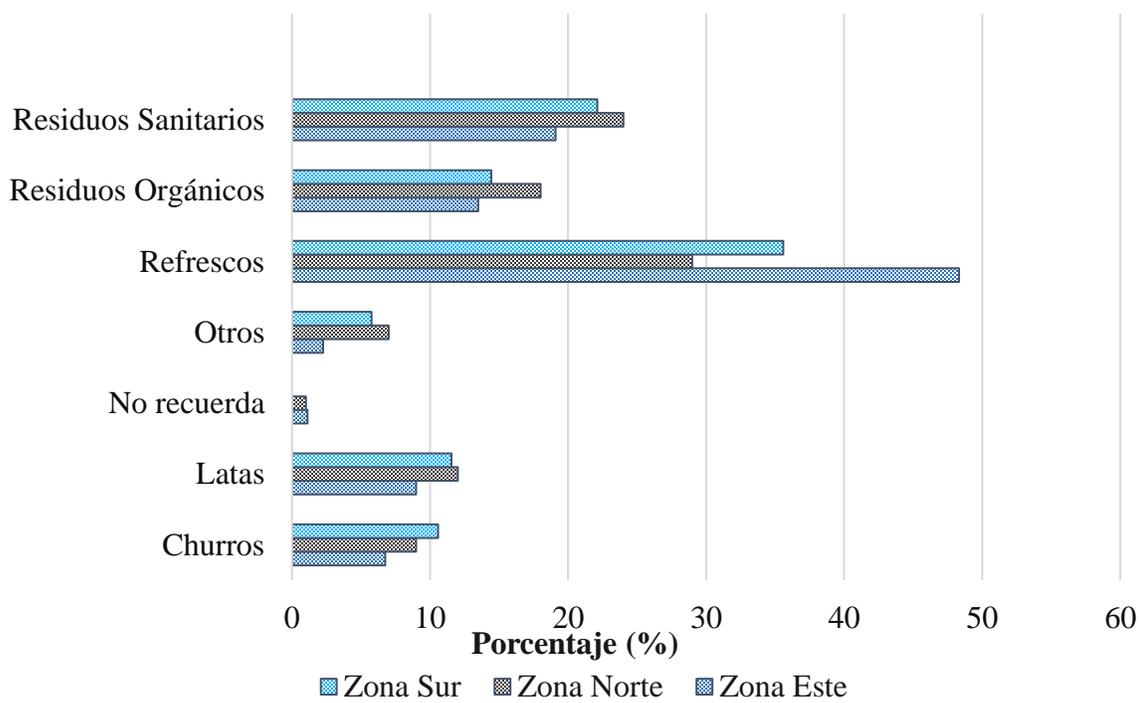


Figura 9. Residuos colocados en la clasificación de “varios” por los estudiantes.

Los estudiantes son parte esencial de la problemática del manejo de residuos dentro del campus. El 34% de los encuestados afirmaron que la principal deficiencia en sus residencias con el tema de los residuos es la falta de interés o responsabilidad social con la clasificación. Además, el 10.28% de los estudiantes muestreados comentaron que la rotulación de los MCA es confusa con respecto a las categorías de clasificación.

Algunos estudiantes comentaron que la universidad debería de tener un plan o algún programa para generar conciencia ambiental sobre el manejo de los residuos en Zamorano. Según lo respondido, el 53.12% afirmó que realizar charlas sobre concientización sería una de las mejores manera de comenzar a hacer un cambio con el tema de los residuos. A la vez, las redes sociales como WhatsApp (46.7%) y Facebook (29.4%) son de las principales herramientas que los estudiantes ven como como vía de comunicación para llegar los mensajes sobre el manejo eficientes de los residuos.

## 4. CONCLUSIONES

- Durante el muestreo se generaron 811.75 kg/semana de peso y 25.43 m<sup>3</sup>/semana de volumen en todos los MCA cuantificados. Los lunes y jueves son los días de mayor generación de residuos en todas las zonas estudiantiles.
- Más del 90% de la mezcla encontrada en los recipientes destinados para residuos orgánicos, papel y cartón no corresponde a estas categorías, indicando que los estudiantes utilizan los espacios disponibles principalmente para disposición de envases y los demás residuos no son clasificados.
- La capacidad instalada en los MCA, asociada al diseño de los recipientes y espacio disponible para la disposición de residuos, es inferior al volumen generado durante los días de mayor demanda en las diferentes zonas estudiantiles. Esta limitada capacidad contribuye a la baja eficiencia en los procesos de clasificación por parte de los estudiantes.
- Según la percepción de los estudiantes y a su dinámica de vida en el campus de Zamorano, los principales residuos generados por la población estudiantil son el cartón, y los envases. Esto es debido al consumo de productos en los comercios instalados dentro del campus o de comercios restaurante aledaños a Zamorano.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Eliminar aquellas categorías que tienen poca generación de residuos y buscar vías alternas para su recolección. En el caso del cartón, colocar centros de acopios exclusivos para este residuo en zonas estratégicas dentro del campus para tener una mejor disposición final del mismo.
- Proporcionar más información en la rotulación de los MCA, tomando en cuenta los patrones de generación de residuos en las residencias estudiantiles y esclareciendo los tipos de residuos deben colocarse en cada categoría.
- Modificar el diseño actual de los MCA fundamentado en los días de mayor generación y las categorías que demandan mayor espacio de recolección.
- Crear un programa de educación ambiental que involucre a los estudiantes, personal administrativo y docente para incentivar la clasificación y disminución de la generación de sus residuos. A la vez, diseñar campañas informativas en redes sociales orientadas a proporcionar información sobre los procesos de clasificación de residuos sólidos en el campus universitario.

## 6. LITERATURA CITADA

- Adeniran, A., Nubi, A., & Adelopa, A. (2017). Solid waste generation and characterization in the University of Lagos. *Elsevier*, 6-10.
- Armijo de Vega, C., Ojeda-Benítez, S., Ramírez-Barreto, E., & Quintanilla-Montoya, A. (2006). Potencial de reciclaje de los residuos de una institución de educación superior: el caso de la Universidad Autónoma de Baja California. *Revista de ingeniería*, 13-21.
- Ávila, L. (2014). Los programas ambientales universitarios en México. Entre el discurso ambiental y los negocios verdes. *Sociedad y Ambiente.*, 26-51.
- Barba, A., & Urcelay, T. (2018). Residuos Sólidos. En D. A. Tributarios, *Imposición Medioambiental: Reflexiones para una futura reforma* (pág. 187). Madrid: Fundación Impuestos y Competitividad.
- Barrientos, Z. (2011). Generación y gestión de residuos sólidos ordinarios en la Universidad Nacional de Costa Rica. *UNED Research Journal*, 133-155.
- Caldera, Y. (2016). Manejo integral de los residuos sólidos en un núcleo universitario. *Revista Arbitrada Venezolana del Núcleo Luz-Costa Oriental del Lago*, 22-36.
- Castillo, L., & Luzardo, M. (2013). Evaluación del manejo de residuos sólidos en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga. *Revista facultad de Ingeniería UPTC*, 71-84.
- Castrillón, O., & Puerta, S. (2004). Impacto del manejo integral de los residuos sólidos en la Corporación Universitaria Lasallista. *Revista Lasallista de Investigación*, 15-21.
- Coyago, E., Gonzales, K., Heredia, E., & Sánchez, R. (2016). Recomendaciones para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos universitarios. Caso de estudio: Universidad Politécnica Salesiana, campus sur, Quito. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 23(1), 60-71.
- Danesto, B. (2017). Designing Sustainable Consumption and Production Systems in Higher Education Institutions: The Case of Solid Waste Management. En W. Leal, & S. Mifud, *Handbook of Theory and Practice of Sustainable Development in Higher Education :Book Series* (págs. 3-25). World Sustainability Series.
- De-Juan-Vigaray, M., González, E., & Lorenzo, C. (2017). El comportamiento de reciclaje del universitario. Propuesta de un instrumento de medida. *Redes colaborativas en torno a la docencia universitaria*, 57-65.
- Hester, R., Harrison, R., & Strange, K. (2002). Overview of Waste Management Options:. En *Environmental and Health Impact of Solid* (págs. 1-5). New York: Royal Society of Chemistry.

- Ibarra, D., & Redondo, J. (2011). *Encuentro Colombiano de dinámica de sistemas :Modelo Sistemático para el manejo de Residuos sólidos en Instituciones educativas en Colombia*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Martinez-Fernandez, C., & González, E. (2015). Las políticas para la sustentabilidad de las Instituciones de Educación Superior en México: entre el debate y la acción. *Revista de la Educación Superior*, 61-74.
- Miranda, N. (2014). *Percepción de los estudiantes ante la clasificación de residuos sólidos en la EAP Zamorano*. Francisco Morazán: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos[OCDE],(2012) *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction* , OECD. Obtenido de <https://doi.org/10.1787/9789264122246-en> .
- Rosales, M., Saldaña, C., Toledo, V., & Maldonado, L. (2016). Caracterización y potencial del reciclado de los residuos sólidos urbanos generados en el instituto tecnológico de Tepic, una institución de educación superior. *Revista bio ciencias*, 216-223.
- Sáez, A., & Urdaneta, J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Revista Omnia*, 121-135.
- Unchupaico, J. (2017). *Actitud y comportamiento hacia la clasificación y reciclaje de residuos sólidos en estudiantes de ingeniería de una universidad agrícola*. Francisco Morazán: EAP Zamorano.
- Vargas, O., López, C., & Cisneros, V. (2015). Plan de manejo de residuos sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Salamanca. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 84-90.

## 7. ANEXOS

**Anexo 1.** Pesado de los residuos de los MCA en las residencias estudiantiles.



**Anexo 2.** Medición de volumen en los MCA de las residencias estudiantiles



### **Anexo3.Encuestas.**

El Departamento de Ambiente y Desarrollo está llevando a cabo una investigación sobre el manejo de los residuos sólidos en Zamorano como, parte de un Proyecto Especial de Graduación. Esta encuesta servirá para identificar el comportamiento de los estudiantes en el manejo de los residuos sólidos dentro del campus y sus

1. **Sexo**
  - 1) Femenino
  - 2) Masculino
2. **¿En cuál zona estudiantil usted vive?**
  - 1) Zona Sur (Arboreto, Maya, Molina)
  - 2) Zona Este (Washington, Darío)
  - 3) Zona Norte (Centrales, Libertadores)
3. **¿En qué año académico se encuentra?**
  - 1) 1ero
  - 2) 2do
  - 3) 3ero
  - 4) 4to
4. **¿Cuál es su departamento académico?**
  - 1) AGI
  - 2) IAD
  - 3) CPA
  - 4) AGN
  - 5) Currículo General
5. **Seleccione los alimentos que usted guarda con más frecuencia en su habitación. (Puede marcar más de 1)**
  - 1) Alimentos en lata\_\_\_\_
  - 2) Pan\_\_\_\_
  - 3) Galletas\_\_\_\_
  - 4) Churros\_\_\_\_
  - 5) Refrescos y/o Jugos\_\_\_\_
  - 6) Otros. Especifique\_\_\_\_\_
6. **¿Cuáles es el rango promedio de sus ingresos que le suplen sus padres, tutor o becas mensuales?**
  - 1) \$0-50
  - 2) \$50-100
  - 3) \$100-200
  - 4) \$200
  - 5)
7. **¿Cuántas veces al día usted va al comedor Dorys Stone?**
  - 1) Una vez
  - 2) Dos veces
  - 3) Tres veces
  - 4) Nunca
8. **¿Clasifica usted su basura?**
  - 1) Si
  - 2) No. ¿Por qué? \_\_\_\_\_
9. **¿Usted tiene basureros dentro de su habitación?**
  - 1) Si
  - 2) No
10. **¿Cuál es el residuo (basura) que usted más genera? (Puede seleccionar más de 1)**
  - 1) Cartón
  - 2) Papel
  - 3) Orgánico (desechos alimenticios)
  - 4) Envases (Envases PET, Aluminio)
  - 5) Otros. Especifique \_\_\_\_\_
11. **¿Cuáles días usted coloca sus residuos sólidos en los basureros? (Puede seleccionar más de 1)**
  - 1) Lunes
  - 2) Martes
  - 3) Miércoles
  - 4) Jueves
  - 5) Viernes
  - 6) Sábado
  - 7) Domingo
  - 8) Todos los días
  - 9) No tiene día definido/No recuerda
12. **¿Cree usted que es importante separar los residuos sólidos?**
  - 1) Si. ¿Por qué? \_\_\_\_\_
  - 2) No. ¿Por qué? \_\_\_\_\_
13. **¿Usted sabe que sucede con los residuos sólidos luego de ser colocados en los centros de acopios (basureros)?**
  - 1) Si
  - 2) No

**14. En los centros de acopios (basureros) ubicados fuera de las residencias, tienen diferentes categorías entre ellas está “VARIOS”. Puede usted indicar cuáles residuos usted coloca con mayor frecuencia en esta categoría. (Puede seleccionar más de 1)**

- 1) Envases de refrescos
- 2) Latas
- 3) Residuos alimentos
- 4) Empaques
- 5) Residuos sanitarios
- 6) Otros. Especifique\_\_\_\_\_

**15. ¿Cuáles son los principales problemas que usted ha visto en los basureros en las residencias?**

- 1) Mala ubicación
- 2) No tienen tapadera
- 3) Falta de rotulación
- 4) Tamaño de los basureros
- 5) Poca clasificación de los residuos.
- 6) Otro: Especifique\_\_\_\_\_

**16. Cuál es el rango promedio que usted utiliza estos servicios al mes. Siendo el 3 de mayor frecuencia.**

Lugar	Frecuencia ( veces)			
	0	1	2	3+
Expreso Americano				
El tigrito				
Tiendas JAMZ				
Puesto de Ventas				
Restaurantes (Casona, Latitud 0)				

**17. Según su opinión, ¿Cuáles son principales problemas con los residuos dentro de las residencias? (Puede seleccionar más de 1)**

- 1) No hay basureros
- 2) Reglamento
- 3) Poco conocimiento de clasificación
- 4) Poco interés para clasificar (incentivos)
- 5) Otros. Especifique\_\_\_\_\_

**18. ¿Usted cree que es suficiente la cantidad de mini centro de acopios que hay en sus residencias?**

- 1) Si. ¿Por qué? \_\_\_\_\_
- 2) No. ¿Por qué? \_\_\_\_\_

**19. ¿Qué actividades podrían implementarse para reducir la generación de residuos? (Puede seleccionar más de 1)**

- 1) Faltas
- 2) Charlas
- 3) Competencias inter-alas
- 4) Rotulación
- 5) Cambiar color de basureros
- 6) Otros. \_\_\_\_\_

**20. ¿Qué actividades podrían funcionar para mejorar la clasificación de los residuos dentro de los basureros?**

- 1) Charlas
- 2) Competencias (premios)
- 3) Faltas
- 4) Campañas
- 5) Otros: Especifique\_\_\_\_\_

**21. ¿Cuál podría ser el medio de concientización para la clasificación de residuos en las residencias? Seleccione 3, siendo el 1 el más importante**

- Facebook\_\_\_\_\_
- Instagram\_\_\_\_\_
- Grupos de residencias\_\_\_\_\_
- WhatsApp\_\_\_\_\_
- ZamoRed\_\_\_\_\_
- Comedor Doris\_\_\_\_\_
- Banners\_\_\_\_\_

Anexo 4. Cuadro resumen para la toma de muestras en las zonas estudiantiles

<b>Zona Este</b>									
<b>Día</b>	<b>Peso total kg</b>	<b>“varios”</b>	<b>% “varios”</b>	<b>Orgánico</b>	<b>% Orgánico</b>	<b>Envases</b>	<b>% Envases</b>	<b>Cartón</b>	<b>% Cartón</b>
Jueves	81.97	58.45	71.30	4.20	5.12	9.08	11.08	3.71	4.52
Viernes	26.71	11.54	43.19	4.60	17.23	3.75	14.03	4.44	16.62
Sábado	7.61	4.93	64.78	0.30	3.94	2.14	28.06	0.02	0.26
Lunes	61.82	51.56	83.40	4.48	7.24	5.25	8.48	0.54	0.87
Martes	20.00	13.45	67.26	1.84	9.18	4.50	22.52	0.21	1.05
Miércoles	26.82	15.63	58.29	2.97	11.08	4.75	17.71	4.70	17.51
Total (kg)	224.92	155.55	69.16	18.38	8.17	29.46	13.10	13.61	6.05
<b>Zona Norte</b>									
<b>Día</b>	<b>Peso total kg</b>	<b>“varios”</b>	<b>% “varios”</b>	<b>Orgánico</b>	<b>% Orgánico</b>	<b>Envases</b>	<b>% Envases</b>	<b>Cartón</b>	<b>%Cartón</b>
Jueves	52.15	43.61	83.63	2.56	4.91	5.91	11.33	0.07	0.13
Viernes	27.71	21.49	77.54	2.66	9.60	2.34	8.43	1.23	4.44
Sábado	14.76	12.49	84.59	0.17	1.15	1.91	12.91	0.20	1.36
Lunes	42.89	31.92	74.42	4.90	11.42	5.76	13.42	0.38	0.87
Martes	20.25	9.05	44.71	6.01	29.68	4.13	20.38	1.06	5.23
Miércoles	21.07	13.48	63.99	1.57	7.43	1.01	4.79	0.08	0.38
Total	178.82	132.03	75.25	17.87	9.99	21.14	11.82	5.32	2.97
<b>Zona sur</b>									
<b>Día</b>	<b>Peso total kg</b>	<b>“varios”</b>	<b>% “varios”</b>	<b>Orgánico</b>	<b>% Orgánico</b>	<b>Envases</b>	<b>% Envases</b>	<b>Cartón</b>	<b>% Cartón</b>
Jueves	125.80	78.09	62.07	4.13	3.28	39.03	31.02	4.56	3.62
Viernes	47.45	36.96	77.89	0.00	0.00	18.97	39.97	0.83	1.75
Sábado	30.74	24.73	80.44	0.58	1.87	5.13	16.68	0.31	1.01
Lunes	79.98	58.83	73.56	5.19	6.49	12.67	15.84	3.29	4.11
Martes	20.11	11.65	57.94	1.70	8.45	3.68	18.30	2.78	13.82
Miércoles	15.85	6.04	38.08	2.17	13.66	3.68	23.22	2.94	18.55
Total (kg)	319.92	216.28	67.61	13.76	4.30	83.15	25.99	14.71	4.60