

2.

¿CUÁLES SON LOS RESIDUOS SÓLIDOS ENCONTRADOS EN LOS EDIFICIOS ACADÉMICOS DE LA UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI?

WHAT ARE THE SOLID WASTES FOUND IN THE ACADEMIC BUILDINGS OF UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI?

Linda Nerieth Segura Castillo

✉ linda.segura00@usc.edu.co

⑩ <https://orcid.org/0000-0002-5469-4568>

Carolina Useche Rodríguez

✉ carolina.useche00@usc.edu.co

⑩ <https://orcid.org/0000-0002-3778-0907>

Carlos Eduardo Guevara Fletcher

✉ carlos.guevara04@usc.edu.co

⑩ <https://orcid.org/0000-0003-3955-8231>

Universidad Santiago de Cali
Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Segura Castillo, L. N., Useche Rodríguez, C. y Guevara Fletcher, C. E. (2021). ¿Cuáles son los residuos sólidos encontrados en los edificios académicos de la Universidad Santiago de Cali?. En: Portilla Portilla, M. y Zamudio Tobar, G. (Eds. científicas). *Rutas de investigación en educación, pedagogía, cultura y tecnología* (pp. 345-379). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

¿CUÁLES SON LOS RESIDUOS SÓLIDOS ENCONTRADOS EN LOS EDIFICIOS ACADÉMICOS DE LA UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI?

Linda Nerieth Segura Castillo

© <https://orcid.org/0000-0002-5469-4568>

Carolina Useche Rodríguez

© <https://orcid.org/0000-0002-3778-0907>

Carlos Eduardo Guevara Fletcher

© <https://orcid.org/0000-0003-3955-8231>

Resumen. La generación y disposición de los residuos sólidos (RS) son temas relevantes para diferentes instituciones educativas alrededor del mundo. Debido a sus actividades y servicios, las universidades concentran una gran cantidad de personas y, por ende, se generan grandes cantidades de RS. El objetivo de este artículo es presentar una caracterización de la producción y disposición de los RS en los edificios académicos de la Universidad Santiago de Cali. Para ello se aplicó un estudio cuantitativo observacional. Se observó la forma en que la comunidad universitaria dispone los residuos en los Puntos Ecológicos (PE) de tres recipientes (azul, verde y gris). Se muestrearon dos PE en el primero y último piso de los bloques 1, 2 y 6 y luego se procedió a clasificar 13 tipos de residuos por recipiente y se registró peso. Se encontró que la producción per cápita fue mayor en el mes de junio con 1399.8 g. La producción total de RS fue levemente mayor en los pisos superiores que en los inferiores. El recipiente que más desechos recibió fue el de color verde (orgánico). La generación de RS en la Universidad Santiago de Cali sigue el patrón encontrado en otros centros de estudios superiores con el papel, el plástico y el

PET como los desechos más generados. La comunidad universitaria realiza una correcta disposición de los RS, 6 de cada 10 personas dispone en el recipiente que corresponde.

Palabras clave: generación, disposición, residuos sólidos, Universidad Santiago de Cali, educación.

Abstract. The generation and disposal of solid waste (SW) are relevant issues for different educational institutions around the world, due to their activities and services, universities concentrate a large number of people and, therefore, large amounts of SW are generated. The aim of this article is to present a characterisation of the production and disposal of RS in the academic buildings of the University of Santiago de Cali. For this purpose, a quantitative observational study was applied. The way in which the university community disposes of waste in the ecological points (EP) of three containers (Blue, Green and Grey) was observed. Two EPs were sampled on the first and last floor of blocks 1, 2 and 6 and then thirteen types of waste per bin were sorted and weight was recorded. It was found that per capita production was highest in the month of June with 1399.8 grams. Total RS production was slightly higher on the upper floors than on the lower floors. The bin that received the most waste was the green (organic) bin. The generation of MSW at the University of Santiago de Cali follows the pattern found in other higher education institutions with paper, plastic and PET as the most generated waste. The university community disposes of solid waste correctly, 6 out of 10 people dispose of it in the correct container.

Keywords: generation, disposal, solid waste, Santiago de Cali University; education.

Introducción

El manejo de los RS constituye a nivel mundial un problema para las grandes ciudades; factores como el crecimiento demográfico, la concentración de población en las zonas urbanas, el desarrollo ineficaz del sector industrial y/o empresarial, los cambios en patrones de consumo y las mejoras del nivel de vida, entre otros, han incrementado la generación de residuos sólidos en los pueblos y ciudades (Ojeda y Quintero, 2008). Las etapas que constituyen el manejo de residuos sólidos son: generación, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final.

Los residuos son como cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación de un nuevo bien, con valor económico o de disposición final; pueden ser de tipo orgánico (residuos biodegradables, se pueden desintegrar o degradar rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica) o inorgánico (desechos provenientes de fuentes minerales los cuales no sufren descomposición ni cambios químicos) ambos con impacto sobre el medio ambiente.

En Colombia se cuenta con la política de residuos sólidos, la cual determina que la problemática de residuos está asociada con los aspectos que a continuación presentamos. Los patrones de consumo que determinan patrones de producción insostenible de residuos generados a diarios en diferentes escenarios, la falta de conciencia y cultura ciudadana sobre el manejo de los residuos sólidos, sin tener en cuenta el impacto en el ambiente, a pesar de la creciente

sensibilización, esto es importante ya que puede existir la educación pero si no se realiza de la manera pertinente es la gran falla; se pierde el potencial de aprovechabilidad de los residuos ya que se mezclan en el origen, sería de gran ayuda la separación adecuada para lograr reutilizar cada tipo de residuo segregado; falta de apoyo y fortalecimiento del mercado de los productos, el cual se encuentra limitado a algunos sectores; siempre se enfoca el manejo de los residuos en la disposición final, como es el relleno sanitario o vertederos, sin contemplar otras alternativas; por último están los factores en otras fases que conlleva el manejo de los residuos como el transporte, tratamiento, aprovechamiento y almacenamiento.

Colombia dispuso en promedio 30.973 Ton/día de residuos sólidos en el año 2018 (Superservicios, 2018). Las fluctuaciones presentadas en la disposición de los residuos sólidos pueden obedecer a diferentes factores: crecimiento poblacional a lo largo del periodo de análisis, calidad de la información reportada al SUI por parte de los prestadores de servicios públicos, precisión y mejoras en los procesos de control y medición por parte de los operadores de los sitios de disposición final, si bien, la política e implementación de la actividad de aprovechamiento como parte del servicio público de aseo comenzó en abril 2016, el comportamiento entre 2016-2017 de la disposición final se incrementó en 7.35% ; para el periodo 2017 – 2018 a pesar de tenerse un incremento en la disposición de residuos se evidencia que la variación porcentual fue mínima (0.37%), con lo que se puede inferir que esto se debió a las mejoras en la separación en la fuente incentivadas por políticas públicas y el aumento de prestadores de la actividad de aprovechamiento en estas ciudades del país.

Las universidades educan a la mayoría de las personas que desarrollan y administran las instituciones de la sociedad (De Vega, Ojeda, Ramírez y Quintanilla, 2006). Tienen la responsabilidad indirecta de garantizar que los planes y políticas sostenibles se integren en la sociedad. A través de su experiencia, tienen la capacidad de aumentar la conciencia, el conocimiento, la tecnología y las herramientas necesarias para promover y mantener las mejores prácticas dentro y alrededor de la comunidad en la que se encuentran.

Por tal motivo, poseen un gran desafío frente a la gestión de residuos al igual que otras naciones en desarrollo. Las instituciones de educación superior, al ser autónomas por naturaleza (De Vega, Ojeda, Ramírez y Quintanilla, 2006) deben prestar la máxima atención en lo que respecta a la gestión de residuos, dado que por su propia naturaleza tienen la capacidad de acomodar prácticas innovadoras que se filtrarían a otras comunidades después de haber sido institucionalizadas. Por lo general, estas instituciones son muy estimadas y las comunidades las consideran un modelo.

Asimismo, instituciones de educación superior han realizado aportes investigativos en cuanto a la producción y disposición de los residuos generados por los campos universitarios, algunas de estas son: Universidad de Lagos en Nigeria (Adeniran, Nubi y Adelopo, 2017), Universidad Jaume I de España (Gallardo et ál., 2016); universidades mexicanas como: Iberoamericana (Ruiz, 2012), Tecnológica de Salamanca (Vargas, Alvarado, López y Cisneros, 2015) y Autónoma de Baja California (De Vega, Ojeda, Ramírez y Quintanilla, 2006), han caracterizado los residuos sólidos encontrando que la producción per cápita de RS excede en la mayoría de los casos, la capacidad de las plantas de tratamiento y, por tanto, no se tiene un buen aprovechamiento. En el caso de la Universidad Santiago de Cali

puesto que no existen estudios acerca de la producción y disposición de estos residuos, vale la pena realizar un análisis al respecto. Por lo tanto, es necesario plantear la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es la producción y disposición de residuos sólidos en los edificios académicos de la Universidad Santiago de Cali?

Se consideraron factores como: la cantidad de RS que se produce en un periodo académico, la separación en la fuente, tipo de desecho que más se produce, entre otros. Además, se debe tener en cuenta que algunas prácticas de disposición obedecen a factores culturales, por tanto, la educación ambiental es de vital importancia para identificar las herramientas comportamentales de cambio en la población y así poder concientizar a las personas en cuanto al manejo de estos residuos sólidos.

Los motivos que hacen necesario llevar a cabo un estudio sobre la cantidad de residuos y la forma en que estos son manejados son: por un lado, conocer la cantidad de residuos que se producen dentro de la Universidad, implementar medidas que ayuden a disminuir las cantidades producidas, usar materiales amigables con el ambiente y por otro lado, al determinar el tratamiento que se hace de los residuos sólidos, se puede saber si se está contribuyendo al reciclaje o no, y en qué medida se aporta al mismo debido a una buena disposición de los mismos donde corresponde (Medina, 2017). El objetivo general de este texto es caracterizar los residuos sólidos en los edificios académicos de la Universidad Santiago de Cali, y como objetivos específicos: 1. Caracterizar y clasificar los residuos sólidos generados. 2. Analizar los patrones de producción de residuos sólidos en relación a las estrategias educativas implementadas por la Universidad 3. Comparar la producción de residuos sólidos en los diferentes bloques académicos.

Metodología

Este estudio se realizó en la Universidad Santiago de Cali, durante los meses de abril a septiembre del año 2018. El campus tiene ocho edificios y estos incluyen salones, oficinas administrativas y laboratorios; plazoleta de comidas, parqueaderos, cancha de fútbol y amplias zonas verdes (figura 1). La investigación fue de tipo cuantitativo observacional se hizo en los bloques académicos 1, 2 y 6. El procedimiento fue: calcular el peso y clasificar los RS ubicados en los puntos ecológicos para cada edificio académico. Los pisos seleccionados son inferiores y superiores.

Figura 1. Ubicación de los edificios académicos 1, 2, y 6 USC



Fuente: AFADECO, 2019.

A: Entrada principal; B: Tienda Santiaguina; C: Edificio 1; D: Edificio 2; E: Edificio 3; F: Edificio 4; G: Edificio 5; H: Edificio 6; I: Edificio 7; J: Edificio 8; K: Jardín Infantil. Las líneas en color naranja representan las zonas por donde se puede transitar dentro del campus.

La investigación se realizó en tres fases:

Fase I. Se organizaron los puntos ecológicos de residuos en los edificios antes mencionados, tomando como base un mapa de ubicación para poder tener mayor orden en la selección de los edificios a evaluar en cada toma de muestra y hacer un seguimiento posterior. Para pesar el material se utilizaron dos grameras marca *Trumax* mo-

delo Mix-A con capacidad de pesado de 3000 gr, guantes de carnaza, tapabocas para la colecta y protección personal y una canasta plástica para la recolección y separación de los residuos (figura 2).

Figura 2.

a: Punto ecológico, b: Gramera utilizada para calcular el peso de los residuos, c: Guantes de carnaza, d: Tapabocas, e: Canasta utilizada para la recolección y separación de los residuos.



Fuente. Elaboración propia

Fase II. El muestreo para la caracterización de los RS se realizó dos veces por semana de manera aleatoria evaluando el período acadé-

mico (abril, mayo, agosto y septiembre) y vacacional (junio y julio). Se tomaron al azar dos puntos ecológicos por cada piso, clasificando lo obtenido en cada una de las tres canecas de RS de colores gris, verde y azul. Se clasificaron 14 tipos de residuos: plástico, papel, digitales, cartón, PET, poliestireno expandido, vidrio, bolsas plásticas, bolígrafos, metal, material orgánico, barrido, tetrapack y otros en cada una de las canecas. Por otro lado, también se obtuvo la información respecto a la disposición que realiza la comunidad estudiantil en las tres canecas. Para ello, se observó durante un mes, a un total de 120 personas de manera aleatoria, considerando la forma en que las personas disponían los residuos sólidos y tomando nota de esta información para su posterior análisis.

Fase III. La información recolectada se analizó gracias a la construcción de una hoja de cálculo electrónica usando el programa Microsoft Excel. Se realizaron análisis estadísticos descriptivos para caracterizar los tipos de residuos encontrados en cada edificio académico y cada piso de la universidad: edificios, pisos, también realizar análisis bivariados entre mes a mes frente a RS, periodo de estudio y en tiempo vacacional, producción por cada punto de disposición verde, azul y gris. Además, se calculó la proporción de residuos por mes con la ecuación: $\text{Proporción mensual} = \frac{\text{Producción total}}{\text{No. muestras por mes}}$. Así mismo se realizaron análisis de varianza (ANOVA) para comparar las diferencias de la cantidad de desechos entre los pisos/niveles inferior y superior de los edificios académicos (nivel de significancia $p < 0.05$). Para el análisis de varianza se establecieron una hipótesis nula y una alterna del siguiente modo: El promedio de generación de RS entre pisos superiores e inferiores es igual, con un 95% de confiabilidad. En al menos uno de los pisos el promedio de generación de RS es diferente, con un 95% de confiabilidad.

Además, las variables que complementan este análisis son las siguientes: **Variable independiente:** Piso inferior o superior donde se generan los RS. **Variable dependiente:** Gramos de RS generados por piso. Para realizar este análisis se utilizó un nivel de significancia (α) del 0.05, y el criterio de aceptación o rechazo es el siguiente: Si $P < 0.05$: Se rechaza la hipótesis nula. Si $P > 0.05$: Se acepta la hipótesis nula.

Resultados

Desde el mes de abril hasta septiembre de 2018, fueron recolectados un total de 86 150 g. de residuos sólidos en los edificios académicos 1, 2 y 6, siendo el edificio 6 el que mayor cantidad registró con el 60.4 % del total, mientras que en los edificios 1 y 2 fue 14.9 y 24.7 %, respectivamente.

La producción de RS según la muestra obtenida para cada mes refleja que la mayor cantidad de desechos se obtuvo durante el mes de abril, seguido de los meses de junio y julio, mientras que el menor valor en producción corresponde al mes de septiembre con tan sólo el 3% del total (tabla 1).

Tabla 1. Producción de residuos muestra por mes

Mes de muestreo	Porcentaje
Abril	31%
Mayo	8%
Junio	22%
Julio	22%

Agosto	15%
Septiembre	3%

Fuente: Elaboración propia

Al evaluar la producción de RS entre los pisos superiores e inferiores (Tabla 2) se encontró una diferencia del 4% mayor en los pisos superiores. Por otro lado, al comparar la producción por piso, se evidencia que de los pisos inferiores el de mayor producción de RS es el piso 1 del edificio 2 con un 21% del total. Mientras que, por los pisos superiores, el que mayor cantidad refleja es el piso 4 también del bloque 2 con un 24% lo cual demuestra que dicho edificio es donde más RS se generan con un 45% de toda la producción. De otro lado, el de menor producción es el edificio 1 con un 26%.

La diferencia encontrada entre el nivel de generación de RS en pisos superiores e inferiores no es significativa pues en general se tiene un promedio de generación similar entre ambos conjuntos de pisos. Esto último fue confirmado a través del análisis de varianza (ANOVA). Los datos utilizados para dicho análisis fueron (tabla 3):

Tabla 2. Comparación de la producción de RS entre los pisos inferiores y superiores

Pisos inferiores		%	Pisos superiores		%
Bloque 1	Piso 1	0,15	Bloque 1	Piso 5	0,11
Bloque 2	Piso 1	0,21	Bloque 2	Piso 4	0,24
Bloque 6	Piso 2	0,12	Bloque 6	Piso 5	0,17
Total		0,48			0,52

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Valores totales de la producción de Residuos Sólidos en cada edificio y piso en la USC

Tipo residuo	Bloque 1		Bloque 2		Bloque 6	
	Piso 1	Piso 5	Piso 1	Piso 4	Piso 2	Piso 5
Papel	3939	2212,9	5339,67	4586,5	1591,3	5488
Cartón	643,2	952,8	1571,6	2391	1182,1	738
PET	2242,4	2129,8	3789,5	4980,3	1392	2158
Bolsas	80	71,6	112	105	51	132
Poliestireno expandido	519,8	371,5	1503,7	656,6	403,7	558
Vidrio	25	300	238	372	170	52
Plástico	2592,2	1381,8	2648,7	5254,3	1719,4	2436
Digitales	0	0	0	0	84	0
Bolígrafos	99,5	30	0	141	49	38
Metal	373,2	270,4	224,6	190,2	29	181
Barrido	317,2	172,5	373,5	209	236	190
Orgánico	1037,5	1148	2048,44	1667	2641,84	1221
Tetrapack	321	283,3	250	304	40	117
Otro	369	575,5	400,1	272,5	603	561

Fuente: Elaboración propia

Al introducir los datos de la tabla anterior al análisis de varianza se obtienen los siguientes valores (Tabla 4) :

Tabla 4. Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7407613,394	5	1481522,679	0,77	0,57	2,33173854
Dentro de los grupos	150062477,1	78	1923877,911			
Total	157470090,5	83				

Fuente: Elaboración propia

Como puede verse, el valor de la probabilidad (P) es mayor a 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y puede establecerse que no hay diferencias significativas entre la cantidad de RS que se genera en los pisos inferiores respecto a los superiores.

El análisis para los 14 distintos tipos de residuos generados, mostró diferencias en sus registros. Así el papel, seguido de las botellas PET y el plástico, en el total, fueron los más abundantes. Al contrario, los materiales que en menor cantidad son desechados en un orden de mayor a menor por parte de la comunidad universitaria fueron: digitales, bolígrafos y bolsas. Cabe resaltar el registro de otros tipos de material encontrados, entre los que se encontraban la madera, cabello humano, escombros de construcción y restos de tela (tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje total de residuos sólidos por elemento

Tipo Residuo	Porcentaje (%)
Papel	26.9

Rutas de investigación en educación, pedagogía, cultura y tecnología

Cartón	8.7
PET	19.4
Bolsas	0.6
Poliestireno expandido	4.7
Vidrio	1.3
Plástico	18.6
Digitales	0.1
Bolígrafos	0.4
Metal	1.5
Barrido	1.7
Orgánico	11.3
Tetrapack	1.5
Otro	3.2

Fuente: Elaboración propia

Los registros de la producción en cada edificio por tipo de residuo son coincidentes con los datos de la tabla 3. Los más abundantes son el papel, las botellas PET y los plásticos. Asimismo sucedió con la menor cantidad de residuos registrados para las bolsas y los bolígrafos para los edificios 1 y 2 y los bolígrafos y digitales para el edificio 6. Resaltar que en los edificios 1 y 2 no se registró material digital (tabla 6).

Tabla 6. Producción de RS por tipo de residuo en cada bloque

Tipo residuo	Bloque 1 (%)	Bloque 2 (%)	Bloque 6 (%)
Papel	30.5	23.9	27.2
Cartón	8.1	12.2	7.4

PET	18.4	18.8	19.9
Bolsas	0.2	0.1	1.0
Poliestireno expandido	3.7	6.1	4.3
Vidrio	2.3	1.8	0.9
Plástico	12.8	20.4	19.3
Digitales	0.0	0.0	0.2
Bolígrafos	0.9	0.4	0.3
Metal	3.4	1.0	1.2
Barrido	3.0	1.5	1.5
Orgánico	11.1	9.0	12.3
Tetrapack	2.6	1.4	1.3
Otro	2.9	3.5	3.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Tipo de RS hallado en los diferentes pisos de los edificios académicos

Tipo de Residuo	Edificio 1		Edificio 2		Edificio 6	
	Piso 1 (%)	Piso 5 (%)	Piso 1 (%)	Piso 4 (%)	Piso 2 (%)	Piso 5 (%)
Papel	31.4	22.4	28.9	19.8	15.6	39.6
Cartón	5.1	9.6	8.5	9.2	11.6	5.3
PET	17.9	21.5	20.5	25.7	13.7	15.6
Bolsas	0.6	0.7	0.6	0.2	0.5	1.0

Poliestireno expandido	4.1	3.8	8.1	1.9	4.0	4.0
Vidrio	0.2	3.0	1.3	0.0	1.7	0.4
Plástico	20.6	14.0	14.3	22.8	16.8	17.6
Digitales	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0
Bolígrafos	0.8	0.3	0.0	0.0	0.5	0.3
Metal	3.0	2.7	1.2	0.8	0.3	1.3
Barrido	2.5	1.7	2.0	1.7	2.3	1.4
Orgánico	8.3	11.6	11.1	17.3	25.9	8.8
Tetrapack	2.6	2.9	1.4	0.4	0.4	0.8
Otro	2.9	5.8	2.2	0.0	5.9	4.0

Fuente: Elaboración propia

Los datos registrados en la tabla 7 confirman la información obtenida a nivel general en la evaluación de la producción por edificios. De nuevo, los elementos mayormente desechados son el papel, las botellas PET y el plástico. El papel es el RS que más se desecha en los seis pisos evaluados. Mientras que las botellas PET son desechadas en mayor medida en ambos pisos de los bloques 1 y 2 y en el piso superior del bloque 6. Cabe señalar la abundante producción de desechos orgánicos en el segundo piso del bloque 6, equivalente a la cuarta parte del total de RS generados en dicho piso. Finalmente, algunos elementos como el tetrapack, el barrido y los bolígrafos tienen muy poca presencia en los registros totales de RS en todos los pisos, con valores inferiores al 3%.

Al evaluar la producción de RS por color de caneca, se tiene que, durante los meses de abril a junio, más del 40% de los desechos que se generaron, se dispusieron en la caneca verde. Y en los meses de julio a agosto, la caneca azul fue donde más se dispusieron los residuos mientras que en septiembre la mayor disposición se realizó en la caneca gris (tabla 8).

Tabla 8. Producción porcentual de RS al mes por color de caneca

Canecas	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
	%	%	%	%	%	%
Azul	22,79	27,96	28,06	44,30	43,96	6,84
Gris	29,21	13,31	28,63	23,82	20,77	58,47
Verde	48,00	58,73	43,31	31,88	35,26	34,69

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Producción porcentual mensual por bloques

Bloques	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	35,37	8,39	21,2	25,67	27,05	11,32
2	48,41	29,4	33,5	45,53	60,26	87,61
6	16,22	62,21	45,3	28,8	12,68	1,07

Fuente: Elaboración propia

La información recopilada en la tabla 9 indica que el edificio con mayor producción de RS en el periodo analizado es el dos que tiene las mayores cifras en casi todos los meses (excepto en mayo y junio).

Respecto al edificio con menor producción los datos se repartieron entre los edificios 1 y 6 con tres meses de menor producción para cada edificio (edificio 1: mayo, junio y julio; edificio 6: abril, agosto y septiembre).

La producción mensual por tipo de residuo (tabla 10) muestra que el papel es el RS más abundante en los edificios académicos teniendo los mayores registros en todos los meses, excepto en agosto donde fue superado por el plástico PET. Este último tiene valores de producción entre el 11 y 19% en la mayor parte del periodo en análisis y junto con el plástico son los RS de mayor generación semestral (de abril a septiembre). Dato que ha sido corroborado a lo largo de los resultados. Los desechos de tipo orgánico también tuvieron una generación considerable en el periodo analizado, con valores iguales o superiores al 9% en todo el semestre. Los demás desechos son los de menor cuantía durante el lapso de tiempo en cuestión.

Tabla 10. Comparación porcentual de tipo de residuo producido mensualmente

Tipo de Residuo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Papel	25,67	30,71	25,42	31,58	13,97	66,34
Cartón	13,16	3,02	5,28	10,72	5,99	0,85
PET	16,77	18,08	18,76	18,06	30,31	11,03
Bolsas	0,1	0	0,6	1,43	1,08	0,33
Poliestireno expandido	5,14	3,31	5,31	3,21	6,57	0
Vidrio	1,13	5,43	0,83	1,37	0,57	0
Plástico	14,63	18,19	25,62	14,22	25,39	9,41

Digitales	0,32	0	0	0	0	0
Bolígrafos	0,86	0,15	0,18	0,45	0	0
Metal	2,39	1,06	0,35	1,55	1,61	0
Barrido	2,05	3,35	1,17	1,65	1,41	0,74
Orgánico	12,18	15,01	11,79	9,2	10,53	9
Tetrapack	2,11	1,69	0,63	0,73	2,57	2,28
Otro	3,49	0	4,07	5,82	0	0,04

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior demuestra que, en términos generales, sí existe una correcta disposición de los RS en los puntos ecológicos pues en la mayoría de los casos los porcentajes más altos se corresponden con el tipo de desecho de acuerdo con el color de caneca. Por otro lado, los desechos de menor cantidad muestran porcentajes de disposición más homogéneos entre los tres colores de caneca. Como puede verse, la caneca verde es la que recibió la mayor parte de los desechos, concretamente el 42% de estos; por otro lado, el promedio de desechos por color de caneca es de 28.716 g., es decir, casi 3 kilos de desechos fueron depositados por color de recipiente (tabla 11).

Tabla 11. Producción de RS por caneca y tipo de residuo

Tipo de desecho	Canecas						Total	Total %
	Azul	(%)	Gris	(%)	Verde	(%)		
Papel	5299,9	19,47	11302,77	49,80	6554,7	18,09	23157,37	26,88
Cartón	1467,5	5,39	4113	18,12	1898,2	5,24	7478,7	8,68
PET	10877,3	39,96	1555,6	6,85	4259,1	11,75	16692	19,38
Bolsas	96	0,35	57,6	0,25	398	1,10	551,6	0,64

Rutas de investigación en educación, pedagogía, cultura y tecnología

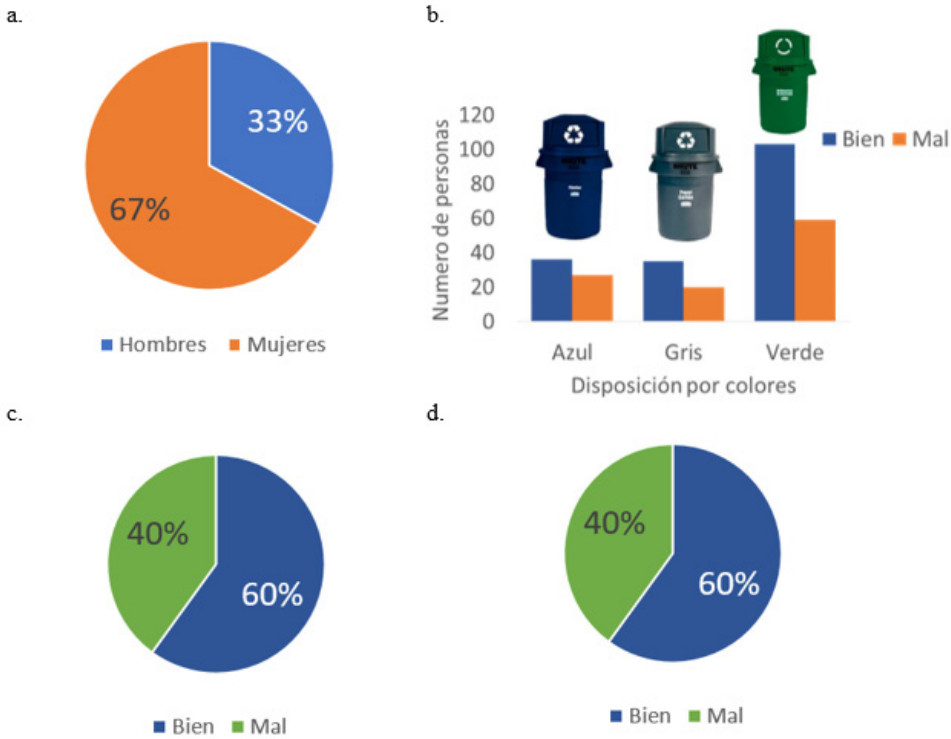
Poliestireno expandido	872	3,20	293,3	1,29	2848	7,86	4013,3	4,66
Vidrio	629	2,31	1	0,00	527	1,45	1157	1,34
Plástico	5121,4	18,82	3402,8	14,99	7508,2	20,72	16032,4	18,61
Digitales	47	0,17	0	0,00	37	0,10	84	0,10
Bolígrafos	29	0,11	111,6	0,49	216,9	0,60	357,5	0,41
Metal	320,4	1,18	258,7	1,14	689,3	1,90	1268,4	1,47
Barrido	163	0,60	217	0,96	1118,2	3,09	1498,2	1,74
Orgánico	1599,3	5,88	522,14	2,30	7641,98	21,09	9763,42	11,33
Tetrapack	339	1,25	526	2,32	450,3	1,24	1315,3	1,53
Otro	358,6	1,32	336	1,48	2086,5	5,76	2781,1	3,23
Total	27219,4	100,00	22697,51	100,00	36233,38	100,00	86150,29	100,00

Fuente: Elaboración propia

Disposición en los puntos ecológicos

La separación en la fuente de parte de la comunidad universitaria muestra que (tanto hombres como mujeres) seis de cada diez personas depositan los residuos en los recipientes que corresponde. La caneca verde es donde más se depositan residuos y en la que más acierta la comunidad. A continuación, se muestra la separación que realiza la comunidad universitaria santiaguina en varios puntos ecológicos de la universidad (figura 3).

Figura 3. Hábitos de segregación de residuos sólidos en los puntos ecológicos USC



Fuente: Elaboración propia con base en interpretación de información

a. Porcentaje de hombres y mujeres analizadas. b. Número de personas registradas depositando de buena/mala forma los residuos en la caneca que corresponde. c. Porcentaje representante del género masculino que deposita bien/mal los residuos en la caneca que corresponde. d. Porcentaje representante del género femenino que deposita bien/mal los residuos en la caneca que corresponde.

Discusión

Producción

A partir de los resultados obtenidos, se puede establecer que la producción de RS en los edificios académicos evaluados de la Universidad Santiago de Cali sigue el mismo patrón encontrado por los autores Coyago, Gonzales, Heredia y Sánchez (2016) en Ecuador; Padilla, Jara y Romero (2020); Duarte (2018); Aguirre y Rodríguez (2019) y Villalobos (2017) en Colombia; Caldera (2016) en Venezuela, Linares (2017) en Cuba y Sotomayor (2016) en Perú. Estos autores encontraron que los RS por tipo que más se generan en las universidades son el papel, desechos orgánicos y plástico. En el caso del papel, los valores son superiores al 20% del total de RS, mientras que los desechos orgánicos van desde el 11% hasta más del 50%. En tanto que el plástico en la mayor parte de los casos también se genera en un porcentaje mayor al 20%.

Por otro lado, Gómez y Ruiz (2017) señalan que los RS que más se producen son los biodegradables y los reciclables (44,95% y 40,77% respectivamente). Mientras que Villalobos (2017) encontró que otro elemento importante dentro de los RS lo compone el material no aprovechable, es decir que ya no puede ser reciclado, de este tipo señala: materiales como papel tissue (papel higiénico, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios, servilletas y pañales) material de barrido, colillas de cigarrillos, vidrio plano, material de empaque y de embalaje sucios. El promedio de este tipo de desechos para el autor resultó en un 22% del total, mientras que para este estudio el total de desechos no aprovechable representa el 11.07% del total, lo cual es un porcentaje significativo.

La producción per cápita también es otro factor que diversos autores han tenido en cuenta al momento de analizar la producción de RS en distintos centros de estudios superiores, tal es el caso de Coyago, Gonzales, Heredia y Sánchez, (2016) quienes señalan que la producción por persona diaria es de 0.3 kg en una universidad ecuatoriana, mientras que, Padilla, Jara y Romero (2020) indican un valor por persona de 0.024 kg al día, Aguirre y Rodríguez (2019) obtuvieron un valor per cápita de 0.27 kg/día y Olivera (2017) en Perú obtuvo una producción diaria de 0.67 kg. Vale aclarar que los tiempos de los diferentes estudios aquí señalados son variables y van desde 10 días (Padilla, Jara y Romero, 2020) hasta los 2 años (Olivera, 2017).

Ruiz (2012) sostiene que, dada la variabilidad de los datos de generación de RS per cápita es necesario indagar si existe algún factor que genere diferencias en los patrones de consumo entre universidades públicas y privadas y si el mismo incide, por tanto, en los niveles de RS que se producen. Dicho factor no ha sido indagado en ninguno de los estudios analizados durante el desarrollo de esta investigación puesto que los mismos se enfocan en estudiar el tema a partir de lo que ocurre en una universidad en particular, incluso plantea que cuya investigación aborda la generación de RS en tres universidades mexicanas (dos privadas y una pública) no ha desarrollado el análisis antes mencionado; el mismo tampoco forma parte de esta investigación.

La generación de residuos especiales y/o peligrosos (monitores, teclados, fuentes de poder y mouse; pilas para radio, baterías de vehículos motorizados, etc.) fue prácticamente nula o menor al 1% en este estudio. Por otro lado, en el estudio desarrollado por Caldera (2016) se encontró que el 42% de los estudiantes considera que la generación y acumulación de los RS tienen un efecto considerable

sobre el ambiente en que desarrollan sus actividades, es decir, buena parte de la población es consciente de que la situación no puede ignorarse y que, por lo tanto, es necesario tomar las medidas necesarias para tratarlo de la forma más adecuada posible. Además, en ese mismo estudio se encontró que el horario en que menor cantidad de residuos se genera es en la mañana, mientras que el de mayor producción es en la tarde, en este estudio, sin embargo, este aspecto no fue tratado.

El patrón de producción de RS no ha variado con el paso del tiempo en las instituciones universitarias de acuerdo con lo que se muestra en la tabla 11. En ella se resumen los datos de nueve estudios desarrollados entre 2004 y 2018, incluida esta investigación. Los estudios han sido llevados a cabo en instituciones de países como: Colombia (Castrillón y Puerta, 2004; Espinosa, 2011; Castillo y Luzardo, 2013; Suarez y Cardona, 2014), Costa Rica (Romero, Salas y Jiménez, 2008), Irán (Rayhani, Aslhashemi y Alizadeh, 2018), Canadá (Smyth, Fredeen y Booth, 2010) y España (Gallardo, Edo, Carlos y Renau, 2016), observándose en todos, la misma tendencia en cuanto a los porcentajes que se generan de RS por tipo de desecho.

Tabla 12. Producción porcentual de residuos sólidos generados en diferentes países

Universidad/ tipo de residuo (%)	Papel	Cartón	PET	Bolsas	Poliestireno expandido	Plástico	Digitales	Bolígrafos	Metal	Orgánico	Observación
UPBB (2013)	15-20	5-8	5-10					2-5			Todo el campus
CUL (2008)	50	21			21			0.2			Todo el campus
UNIVALLE (2014)	26	6.5			15			0.7			Todo el campus
UJTL (2011)	6	3	<1	1.8	6.4			<1			Todo el campus
ITC (2013)	88				1.6			<1			Todo el campus
TU (2014)	40-45										Todo el campus
UNBC (2010)	29		5.2		8.1	<1		<1	28.4		Todo el campus
UJI (2018)	30				12.4			3.9	45.8		Todo el campus
Este estudio USC (2018)	26.9	8.7	19.4	<1	4.7	18.6	<1	<1	1.5	11.3	Edificios académicos

Fuente. Elaboración propia

UPBB: Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga; CUL: Corporación Universitaria Lasallista; Univalle: Universidad del Valle; UJTL: Universidad Jorge Tadeo Lozano; ITC: Instituto Tecnológico de Costa Rica; TU: Tabriz University; UNBC:

University of Northern British Columbia; UJI: Universidad Jaume I.

A partir de los datos registrados en la tabla anterior, es posible verificar que la producción de RS como el papel, el plástico y el orgánico son los más abundantes, el primero con valores iguales o superiores al 20% de la producción total, mientras que el plástico tiene un rango de producción que va, desde un poco más del 1% hasta el 21% de todo lo que se produce. Por último, el orgánico, cuyo valor más alto según los datos registrados es casi del 50% del total de RS. El resto de los residuos registrados tanto en este como en los otros estudios tienen valores que no superan el 1% del total.

Disposición

Los resultados de este estudio demostraron que, en general, no existe una mala disposición de los RS, dadas las cantidades de cada tipo de desecho encontradas en las canecas según su color. Duarte (2018) considera que la mejor forma de tratar y disponer los diferentes desechos según su tipo es como sigue:

Residuos inorgánicos (no peligrosos). Este tipo de desechos se pueden acumular en un centro de acopio para, posteriormente ser enviados a los rellenos sanitarios.

Residuos aprovechables. Estos desechos se deben disponer provisionalmente en un centro de acopio, para que, posteriormente, las empresas de reciclaje y/o recolección con las cuales las universidades tengan algún tipo de convenio, las recolecten y generen, además de beneficio económico para ambas partes, ayuda al medio ambiente.

Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEES). Para este caso, es importante la cooperación entre universidades y

gobierno, para que este tipo de desechos sean utilizados con fines humanitarios o que exista algún acuerdo para donar los aparatos que aún funcionan.

Residuos peligrosos. Este tipo de desechos debido al grave daño que pueden causar al ambiente y a la población, se deben manejar con sumo cuidado, aislándolos en lugares especiales y apartados de otros tipos de residuos. Además, es importante firmar convenios con empresas recolectoras para garantizar que estos desechos se recojan cada cierto tiempo y se les dé el tratamiento adecuado.

Para la Universidad Santiago de Cali los residuos deben disponerse de la siguiente manera: en el recipiente azul deben colocarse los plásticos (botellas, bolsas, y envases), en el recipiente verde deben colocarse los residuos comunes, teniendo como principal desecho el material orgánico (también se incluyen aquí residuos del barrido de pisos, servilletas usadas, etc.) y, finalmente en el recipiente gris se colocan el papel y el cartón (envases de cartón, revistas, periódicos, papeles, folletos publicitarios entre otros).

Sin embargo, estos resultados se contraponen a los obtenidos por Latorre y Cruz (2017) puesto que estos autores encontraron que la comunidad universitaria evaluada no utiliza correctamente las canecas correspondientes para disponer los RS, porque no conocen el código de colores que rige las canecas y su uso. Olivera (2017), por su parte, afirma que entre el 70%-80% de la comunidad universitaria no ha recibido capacitaciones sobre el manejo de los RS y Escobar (2014) indica que el problema principal en la institución evaluada es que el PGIRS de la misma se encuentra desactualizado y que no considera las modificaciones que se han realizado en el campus desde 2010, por esta razón, la disposición que se hace de los RS es inadecuada.

Escobar (2014) y Coyago, Gonzales, Heredia y Sánchez (2016) mencionan que las comunidades universitarias evaluadas no saben cómo se desechan los componentes electrónicos y eléctricos. Lo anterior también es confirmado por Sotomayor (2016) y Linares (2017) quienes indican que normalmente, los desechos peligrosos como bombillos, baterías y electrodomésticos se depositan en los basureros comunes, junto al resto de los RS y ello es muestra de la necesidad de realizar mayores esfuerzos para fortalecer la cultura de segregación y disposición de desechos. Otros aspectos en los que no coincide el desarrollo de esta investigación con los otros estudios analizados es el método y el área del campus que fue tomada para el análisis. Mientras que en este estudio se tomó cada uno de los puntos ecológicos de los bloques especificados y se pesó y clasificó la cantidad y tipo de RS contenidos en cada recipiente, otros autores como Villalobos (2017), Duarte (2018) y Padilla, Jara y Romero (2020), realizaron el análisis de RS utilizando el método de cuarteo. Además, estos autores tomaron en consideración todo el campus universitario para llevar a cabo su estudio mientras que en este estudio solamente se tomaron los tres bloques académicos indicados.

Latorre y Cruz (2017), Ríos y Echeverri (2012) y Escobar (2014) hacen un análisis desde la perspectiva de los comportamientos de la comunidad universitaria acerca del conocimiento sobre el manejo de RS, disposición de residuos según el género, prácticas de reciclaje y la toma de conciencia respecto a la necesidad de cambiar los hábitos de consumo para ayudar al medio ambiente, estos tópicos no son abordados en este estudio. Dentro de los resultados obtenidos por estos autores están: los estudiantes presentan menor disposición que docentes y personal administrativo para realizar acciones respecto al manejo de los RS (Latorre y Cruz, 2017), el 59.9% de la población afirma conocer sobre manejo de RS y dicha información la han

obtenido en un 49.8% a través de los medios masivos de comunicación (Ríos y Echeverri, 2012), solamente el 16% de la población sabe sobre la existencia y aplicación de un sistema de gestión de RS dentro de la universidad (Escobar, 2014).

Sotomayor (2016) y Padilla, Jara y Romero (2020) indican que, tal como se hace en las instituciones evaluadas por ellos, la venta de los materiales reciclables que resultan del total del RS es una forma de obtener ingresos para las universidades y al mismo tiempo de ayudar al medio ambiente, puesto que solamente un 29.8% de la comunidad universitaria recicla (Ríos y Echeverri, 2012) y, en muchos casos no existe una cultura de reciclaje en algunas instituciones (Caldera, 2016; Linares, 2017). Un paso importante para lograr que este proceso sea más eficiente, según lo señalan estos autores consiste en la separación en la fuente de los diferentes desechos, así, es posible reducir la cantidad de desechos que no son aprovechables y que son los que se envían a los rellenos sanitarios, contribuyendo con ello a reducir la contaminación ambiental. Con esta práctica también se incentiva el reciclaje en menor escala y se crea conciencia sobre la importancia de desarrollar este hábito.

Conclusiones

La generación de RS en los edificios académicos de la USC es similar a la generación que se ha registrado en otras universidades. Todos los estudios coinciden en que los residuos más abundantes son el papel, el PET, el plástico y el orgánico. Los valores de estos desechos van desde el 11% hasta más del 50% en algunos casos. La comunidad universitaria realiza, según los hallazgos encontrados, una correcta disposición de los RS en términos generales. Más del 50% de los desechos se dispone de forma adecuada, aunque buena parte de ellos

no pueden ser aprovechados al ser materiales que se impregnan de otros residuos y por tanto dejan de ser útiles para el reciclaje.

Las universidades han desarrollado investigaciones cuyo enfoque está mayoritariamente dirigido a la producción de RS según la cantidad y el tipo de residuo más abundante, no obstante, son pocos los estudios que abordan el problema de la disposición de estos y aun menos los que abordan el tema del reciclaje en su análisis.

De acuerdo con diversos autores, uno de los problemas principales estriba en que la comunidad universitaria tiene poco o ningún conocimiento acerca de las correctas prácticas sobre disposición y reciclaje, por lo tanto, se vuelve evidente la necesidad de abordar estas temáticas como parte de la formación profesional que reciben los estudiantes en las instituciones. Aunque hay una mayor consciencia sobre la correcta disposición (porque se evidenció que la mayor parte de los desechos en las canecas corresponden al color de cada una), aún falta fortalecer las prácticas de correcta disposición, reducción en la producción y reciclaje.

Referencias bibliográficas

- Adeniran, A., Nubi, A., y Adelopo, A. (2017). Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. *Waste Management*, 67, 3-10.
- Aguirre, V., y Rodríguez, O. (2019). *Evaluación del plan de gestión integral de residuos sólidos de la Universidad Católica de Manizales y formulación de estrategias para su cumplimiento* (Tesis de ingeniería) Universidad Católica de Manizales, Manizales, Colombia.

- Asociación Colombiana de Facultades Programas y Departamentos de Economía (AFADECO) (2019). Convocatoria Asamblea General de Afiliados 2016.
- Caldera, Y. (2016). Manejo integral de los residuos sólidos en un núcleo universitario. *Revista Impacto Científico*. Universidad del Zulia/Venezuela, 22-36.
- Castillo, L. y Luzardo, M. (2013). Evaluación del manejo de residuos sólidos en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga. *Revista Facultad de Ingeniería, UPTC*, 22(34), 71-84.
- Castrillón, Q., y Puerta, E. (2004). Impacto del manejo integral de los residuos sólidos en la Corporación Universitaria Lasallista. *Revista Lasallista de Investigación*. 1, 15-21.
- Coyago, E., Gonzales, K., Heredia, E., y 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.
- De Vega, C., Ojeda, S., Ramírez, E., y Quintanilla, A. (2006). Potencial de reciclaje de los residuos de una institución de educación superior: el caso de la Universidad Autónoma de Baja California. *Ingeniería*, 10(3).
- Duarte, J. (2018). *Propuesta para la gestión de residuos sólidos en una universidad privada (estudio de caso)* (Tesis de licenciatura) Fundación Universidad de América, Bogotá, D.C.
- Escobar, B. (2014). *Percepción del manejo de residuos sólidos en la comunidad de la Pontificia Universidad Javeriana*. (Trabajo de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, D.C.
- Espinosa, O. (2011). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS para la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano*. (Trabajo de grado). Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, D.C.

- Gallardo, A., Edo, N., Carlos, M., y Renau, M. (2016). The determination of waste generation and composition as an essential tool to improve the waste management plan of a university. *Waste Management*, 53, 3-11.
- Gómez, M., y Ruiz, F. (2017). *Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos*, Universidad de Nariño, Pasto. (Tesis de ingeniería). Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
- Latorre, E., y Cruz, D. (2017). Conocimientos, actitudes y prácticas frente a los residuos sólidos de la población universitaria del campus Pance de la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium. Cali, Colombia. *Lumen Gentium*, 1(2), 80-91.
- Linares, L. (2017). *Planta para el tratamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU) que se generan en la Sede Central de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas* (Tesis de doctorado), Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
- Medina, M. (2017). Reciclaje de desechos sólidos en América Latina. *Frontera Norte*, 11(21), 7-31.
- Ojeda, L., y Quintero, W. (2008). *Generación de residuos sólidos domiciliarios por periodo estacional: el caso de una ciudad mexicana*. In I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Castellón
- Olivera, M. (2017). *Diagnóstico, caracterización y propuesta del plan de manejo de residuos sólidos del campus universitario de la UNALM*. (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Padilla, B., Jara, J., y Romero, E. (2020). *Caracterización de los residuos sólidos generados en la Universidad Cooperativa de Colombia sede ciencias de la salud Villavicencio–Meta* (Tesis de licenciatura), Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio, Meta.

- Rayhani, R., Aslhashemi, A., y Alizadeh, H. (2018). Analyzing Recyclable Solid Wastes in Tabriz University of Medical Sciences Campus. *Taşvîr-i salâmat*, 9(1), 39-45.
- Ríos, K., y Echeverri, G. (2012). Diagnóstico preliminar, base para la construcción de un Programa de Manejo de Residuos Sólidos. *Gestión y Ambiente*, 15(1), 143-150.
- Romero, L., Salas, J., y Jiménez, J. (2008). Manejo de desechos en universidades. Estudio de caso: Instituto Tecnológico de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 21(3).
- Ruiz, M. (2012). Caracterización de residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(1), 93-97.
- Smyth, D., Fredeen, A., y Booth, A. (2010). Reducing solid waste in higher education: The first step towards 'greening' a university campus. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(11), 1007-1016.
- Sotomayor, A. (2016). Gestión de residuos sólidos en la Universidad de Lima: una experiencia exitosa en el cuidado del ambiente. *Agenda Viva*, (001), 54-63.
- Suarez, S., y Cardona, S. (2014). *Diagnostico ambiental de la Universidad del Valle*. Vicerrectoría Administrativa Universidad del Valle.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios). (2018). *Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos -2017*.
- Vargas, O., Alvarado, E., López, C., y Cisneros, V. (2015). Plan de manejo de residuos sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Salamanca. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2(5), 83-91.
- Villalobos, Y. (2017). *Diagnóstico de los residuos sólidos y peligrosos generados en la Universidad de Cundinamarca sede Fusagasugá*. (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Fusagasugá, Colombia.