

Gestión y conocimiento de los residuos peligrosos en el Departamento de Biología de la Universidad del Cauca, Colombia

Management and knowledge of hazardous waste in the Department of Biology of the Universidad del Cauca, Colombia

L-E López-V^{ad}, Melissa Carolina Patiño^{be}, Yenni Paola Samboni^{cf}

^a Biólogo, Grupo SACHAWAIRA, Universidad del Cauca, Colombia

^b Bióloga, Grupo GIMAI, Universidad del Cauca, Colombia

^c Bióloga, Investigadora, Promotora de Desarrollo Sustentable S.A.S., Colombia

^d lelopez@unicauca.edu.co | <https://orcid.org/0000-0001-9183-5799>

^e melyportela@unicauca.edu.co | <https://orcid.org/0000-0003-3561-8823>

^f yennisamboni@unicauca.edu.co | <https://orcid.org/0000-0002-5650-238X>

Citation: López-V, L-E., Patiño, M. C. Samboni, Y. P. (2025). Gestión y conocimiento de los residuos peligrosos en el Departamento de Biología de la Universidad del Cauca, Colombia. *Mutis*, 15(1). 1-22
<https://doi.org/10.21789/22561498.2139>

Recibido: 5 de diciembre de 2024
Aceptado: 28 de enero de 2025

Copyright: © 2025 por los autores. Licenciado para *Mutis*. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

RESUMEN

El manejo de residuos peligrosos en las dependencias del Departamento de Biología de la Universidad del Cauca (UC) evidencia diferencias significativas entre ellas. La dependencia laboratorios de docencia de biología (DB) es la mayor generadora de residuos peligrosos, mientras que la Unidad de Microscopía electrónica (UME) y el Centro de investigaciones biomédicas de la Universidad del Cauca (CIBUC) producen menores cantidades, con comportamientos más homogéneos. El análisis ANOVA y de regresión resalta la importancia de la dependencia en la variabilidad de residuos ($p < 0.001$, $R^2=0.1887$). Sin embargo, otros factores como actividades específicas no capturadas en el modelo podrían influir.

Encuestas a funcionarios, profesores y estudiantes muestran que, aunque muchos reconocen la existencia del Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos (PGIRP), persisten brechas en conocimiento, aplicación de protocolos y cultura ambiental. Solo el 57 % de funcionarios, 67.9 % de profesores y 44 % de estudiantes conocen el PGIRP de la UC. Estas deficiencias limitan la implementación efectiva de estrategias sostenibles en la gestión de residuos.

Palabras clave: educación ambiental; gestión ambiental; cultura ambiental; plan de gestión; residuos peligrosos; ciencias naturales.

ABSTRACT

The management of hazardous waste in the facilities of the Department of Biology at the University of Cauca (UC) shows significant differences among them. The Biology Teaching Laboratories (DB) are the largest generators of hazardous waste, while the Electron Microscopy Unit (UME) and the Biomedical Research Center of the University of Cauca (CIBUC) produce smaller amounts, with more consistent patterns. ANOVA and regression analyses highlight the role of each facility in waste variability ($p < 0.001$, $R^2=0.1887$). However, other factors, such as specific activities not captured in the model, may also have an influence.

Surveys conducted with staff, professors, and students reveal that while many recognize the existence of the Comprehensive Hazardous Waste Management Plan (PGIRP), gaps persist in knowledge, protocol adherence, and environmental culture. Only 57% of staff, 67.9% of professors, and 44% of students are familiar with UC's PGIRP. These deficiencies hinder the effective implementation of sustainable waste management strategies.

Keywords: environmental education; environmental management; environmental culture; management plan; natural sciences.

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la globalización y el consiguiente crecimiento en la producción de nuevos bienes y servicios han influido en el incremento de los residuos generados, incluidos los residuos peligrosos (Merma, 2024). De acuerdo con la gestión integral de residuos peligrosos, se ha observado en las últimas décadas un aumento considerable en la generación mundial de millones de toneladas de residuos, muchos de los cuales son nocivos para la salud y el medio ambiente debido a sus propiedades ecotóxicas (Rozo y Vera, 2017). Por lo tanto, la búsqueda de métodos efectivos para la prevención, reducción, reutilización, reciclaje y disposición final de estos residuos es esencial para lograr un desarrollo sostenible (Rico y Leiva, 2024).

En respuesta a esta problemática ambiental, se han desarrollado planes para la gestión adecuada de residuos peligrosos tanto a nivel internacional como regional. Un ejemplo notable es el Convenio de Basilea de 1989, que Colombia ratificó mediante la Ley 253 de 1996. Desde entonces, se han promulgado diversas leyes y regulaciones ambientales relacionadas con el manejo de residuos, como la Resolución 1096 del 2000: El Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), establecido como directriz en cuanto a la recolección, transporte, tratamiento, re-uso y disposición final; Decreto 1713 del 2002: Principios de la política de manejo de residuos sólidos, Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (municipal); Resolución 1164 de 2002: Manual de procedimientos integrados de manejo de residuos hospitalarios; Ley 1151 del 2007: Plan de Desarrollo Nacional; Decreto 838 de 2005: Política sobre disposición final de residuos sólidos; Publicación CONPES 3530 del 2008 - Directrices para priorizar y organizar acciones y políticas para mejorar el manejo de residuos sólidos; Ley 1259/2008 y Ley 1466/2011: Creación de instrumento legal para sancionar incumplimiento de estándares nacionales y la Ley 1252 de 2008, emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y el Decreto 4741 de 2005, que regula la prevención y manejo de residuos peligrosos en un contexto de gestión integral. También existen normas relacionadas, como la Resolución 1407 de 2018, que establece requisitos para la gestión de residuos sólidos y el título 6 del Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 en Colombia hace referencia a la "Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental". Estos instrumentos buscan promover un manejo responsable y sostenible de los residuos en el país.

En Popayán, los planes de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos se encuentran alineados con las políticas ambientales nacionales, centrando sus esfuerzos en la prevención de la generación de estos residuos y en la promoción de un manejo sostenible del medio ambiente. Para respaldar estas iniciativas se han implementado diversas regulaciones locales, como el Acuerdo Municipal 021 de 2018, que

establece directrices para la gestión de residuos en el municipio. Según un diagnóstico realizado por la Alcaldía de Popayán en 2020, se estimó que la ciudad generó alrededor de 20.000 toneladas de residuos sólidos anualmente, siendo el sector de servicios, que incluye la educación, uno de los principales generadores al ser responsable de aproximadamente 4.000 toneladas (Alcaldía de Popayán, 2021).

La Universidad del Cauca, como Institución de Educación Superior (IES), enfrenta un notable riesgo de contaminación tanto en sus instalaciones como en el entorno circundante debido a la gestión de residuos peligrosos generados en sus laboratorios y otros espacios académicos. Según un informe de la Universidad del Cauca (2021), se estima que la institución genera anualmente alrededor de 5.000 kg de residuos peligrosos, incluyendo aquellos de carácter biológico, químico y orgánico, siendo la Facultad de Ciencias Agrarias, División de salud integral y Facultad de Ciencias de la Salud los principales generadores. Esto resalta la necesidad de protocolos de seguridad en la gestión de estos residuos. Por esta razón, la Universidad del Cauca ha desarrollado en el marco de la gestión ambiental y las disposiciones legales, como generador de residuos peligrosos (RESPEL) y formuló el plan de gestión integral de RESPEL, exigencia establecida por el artículo 10 del decreto 4741 del 2005 y el artículo 6 del decreto 351 de 2014, que establece directrices para la correcta segregación, recolección y disposición de residuos, buscando mitigar el impacto ambiental negativo en los recursos hídricos, suelos y aire, mientras promueve una cultura de responsabilidad entre todos los miembros de la comunidad universitaria en la gestión de residuos.

El departamento de Biología de la Universidad del Cauca maneja varias dependencias, incluyendo los laboratorios de docencia de biología (DB) y Unidad de Microscopía Electrónica (UME), donde se llevan a cabo prácticas relacionadas con la carrera y se prestan servicios a otras áreas. Además, cuenta con el Museo de Historia Natural (MHN), un centro de investigación que alberga diversas colecciones biológicas. Otra dependencia es el Centro de Investigaciones Biomédicas de la Universidad del Cauca (CIBUC), que trabaja con diferentes tipos de animales experimentales. Estas dependencias generan distintos tipos de residuos, como riesgo biológico (\bar{x} : 7,99 kg), químicos (\bar{x} : 23,94 kg), infeccioso (\bar{x} : 6,16 kg) y otros (\bar{x} : 4,41 kg). La cantidad y naturaleza de estos residuos dependen de las actividades académicas, de investigación y laboratorios que se realizan.

El departamento de Biología y el área de Gestión Ambiental de la Universidad del Cauca se enfrentan a una problemática común en la gestión adecuada de los residuos: la separación en origen. Esto genera una mezcla de residuos sólidos, incluyendo sustancias peligrosas, lo que dificulta el manejo y tratamiento posteriores. Otra problemática importante es la inadecuada disposición final de los residuos, que se ve dificultada por la falta de instalaciones adecuadas y claras para la disposición de ciertos desechos.

Esta situación se debe a la falta de capacitación en las normativas que regulan la gestión de residuos y a la ausencia de una cultura universitaria en torno al manejo de estos, generando incumplimientos legales. Existe un desafío en sensibilizar a estudiantes y funcionarios sobre la importancia de una adecuada gestión de residuos, ya que la falta de conciencia puede llevar a prácticas inadecuadas.

Las Instituciones de Educación Superior (IES) enfrentan un alto riesgo de contaminación, tanto en sus instalaciones como en el entorno, debido al manejo inadecuado de residuos, que puede dispersar contaminantes peligrosos, empeorada esta situación por desconocimiento generalizado y por ende incumplimiento de la normatividad colombiana en el tema de residuos peligrosos. Carvajal y Erazo (2023) destacan que quienes gestionan estos residuos deben integrar los protocolos de seguridad en sus operaciones, en lugar de considerarlos una carga. Por ello, en Colombia, las IES han desarrollado sus propios protocolos y planes de gestión de residuos peligrosos para asegurar una adecuada segregación, recolección y almacenamiento, contribuyendo así a minimizar el impacto ambiental negativo e impulsar una cultura de responsabilidad en la gestión de residuos.

Según Lugo et al. (2024), la preocupación por el medio ambiente implica una revalorización de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza, planteando cuestionamientos a los enfoques educativos tradicionales que ya no pueden tratar el medio ambiente como un área de estudio aislada. Por lo tanto, la educación debe ser ambiental, proporcionando las herramientas necesarias para una adaptación sostenible a nuestro entorno. Vaquero y Gallo (2020) destacan que las universidades deben asumir su responsabilidad socioambiental, comprometiéndose a generar conocimiento que impacte positivamente a la sociedad. La UNESCO (1977,1987, 1998, 2003) define la educación ambiental (EA) como un proceso para reconocer valores y aclarar conceptos, promoviendo habilidades y actitudes para entender las interconexiones entre el ser humano, su cultura y el medio biofísico. Avendaño, Parada-Trujillo y Paz (2014) consideran que la EA es una respuesta a la necesidad de un cambio social estructural, actuando como un instrumento de socialización crítica que busca adoptar estilos de vida más sostenibles y combatir la acumulación económica que empobrece a la mayoría y daña el medio ambiente (Novo, 1996 y 2009; Gudynas, 1992; González, 1996; Miranda, 1997; García & Rosales, 2000).

En este contexto, la educación ambiental y la cultura de protección del medio ambiente están estrechamente vinculadas al concepto de Responsabilidad Social Universitaria (RSU), que hace referencia al compromiso social que deben asumir las IES más allá de lo estrictamente académico. Este compromiso busca promover el desarrollo económico y social mediante la formación de ciudadanos responsables (UNESCO, 1998). De este modo, se entiende la RSU como una afirmación de la responsabilidad hacia una formación cívica integral con un enfoque pedagógico, adoptado por las IES en coherencia con las metas de la sociedad. En este marco, la Universidad del Cauca, mediante el Acuerdo Superior 058 de 2018, establece su Política Ambiental, asumiendo la responsabilidad social-ambiental y promoviendo en sus instalaciones un campus sustentable. Esta política está orientada a proteger su entorno natural y a generar espacios de innovación, emprendimiento e investigación que contribuyan a encontrar soluciones a los problemas ambientales.

Así, las universidades en Colombia reconocen su responsabilidad en la educación ambiental y buscan integrar la educación, el desarrollo sostenible y la cultura de sostenibilidad a nivel global (Aguirre, 2007).

Este estudio tiene como objetivo analizar la gestión de residuos peligrosos en las dependencias del Departamento de Biología de la Universidad del Cauca, con el fin de evaluar tanto la cantidad de residuos generados como el conocimiento y las prácticas existentes en torno a la separación y manejo adecuado de estos residuos.

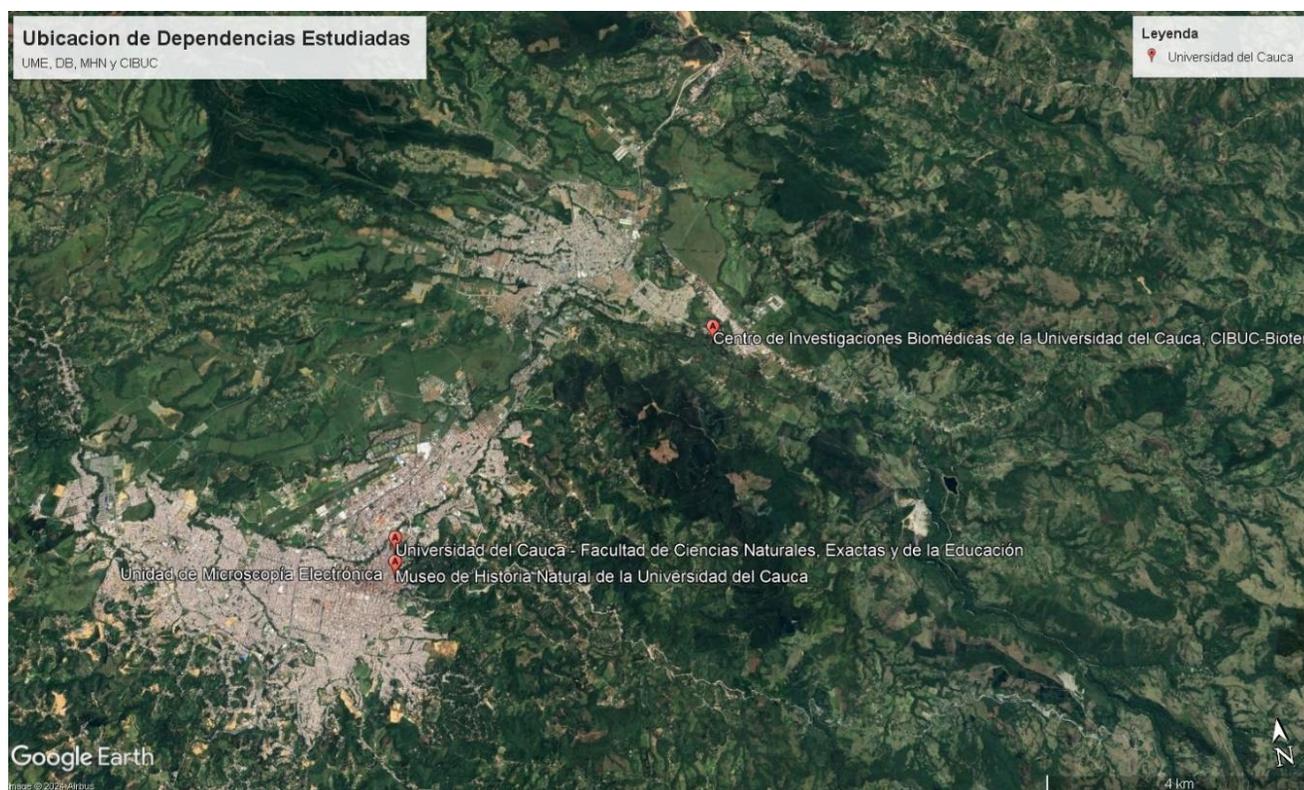
Asimismo, se busca identificar el impacto de las políticas de gestión integral de residuos peligrosos en la comunidad universitaria y promover una mayor conciencia ambiental entre los miembros de la universidad, en línea con los principios de RSU y el compromiso con el desarrollo sostenible (Vaquero y Gallo, 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El departamento de Biología cuenta con sus dependencias distribuidas en el casco urbano de la ciudad de Popayán. El museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca y Unidad de Microscopía Electrónica (MHN y UME) se encuentra ubicado en la calle 2 No. 1A- 25, Urbanización Caldas; mientras que los laboratorios de docencia de biología (DB) se encuentran ubicados sobre la Carrera 2A N° 3N-111 de Popayán, Sector Tulcán. El Centro de Investigaciones Biomédicas (CIBUC) cuenta con sus instalaciones en el norte de Popayán en el sector de Las Guacas, Popayán (Figura 1.).

Figura 1. Ubicación de las dependencias estudiadas en la ciudad de Popayán.



Fuente: Google Earth (2024)

Métodos de investigación

Con el objetivo de conocer la cantidad de residuos generados en el DB, MHN, UME y CIBUC, se recolectó la información existente en las unidades que diligencian el registro diario de residuos e información que proviene de los soportes entregados

por el gestor externo para el pago de sus servicios, desde el año 2019 al 2023. Se realizó un análisis estadístico descriptivo, correlacionando variables numéricas y el análisis de diferencias significativas entre la generación de RESPEL de cada una de las dependencias estudiadas, utilizando el software R para garantizar la robustez de los datos obtenidos (R Core Team, 2023).

En primer lugar, se limpiaron los datos eliminando los valores atípicos utilizando el rango intercuartílico (IQR) para identificar y filtrar los valores que se encuentran fuera de un rango esperado. Luego, se realizaron estadísticas descriptivas (la media, mediana y los percentiles) de la variable "Cantidad_Kg" agrupada por las categorías de "Contraccion_Dep", "Tipo" y "Subtipo". Para visualizar estos datos, se generaron gráficos boxplot para mostrar la distribución de los residuos, gráfico de violín para visualizar el cálculo de la correlación entre las variables numéricas.

Posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar si existen diferencias significativas entre los grupos definidos por las variables categóricas ("Contraccion_Dep", "Tipo" y "Subtipo"). Además, se ajustó un modelo de regresión lineal para entender cómo las categorías afectan la cantidad de residuos, se realizó una prueba post-hoc de Tukey al encontrar diferencias significativas en el ANOVA.

En cuanto al análisis sobre el conocimiento de la gestión de residuos peligrosos, la población de estudio se compuso por el personal responsable de la generación, manipulación y segregación de los residuos químicos peligrosos utilizados en los DB, MHN, UME y CIBUC de la Universidad del Cauca. El proceso de construcción de la encuesta comenzó con la definición de objetivos y variables, orientados a identificar las percepciones de funcionarios, profesores y estudiantes sobre el manejo de residuos y la implementación del PGIRP, definiendo variables clave como el conocimiento del PGIRP, la familiaridad con normativas y la eficacia de las estrategias ambientales. Posteriormente, se realizó una revisión de la literatura y se consultó a profesores del programa de ingeniería ambiental de la UC, lo que permitió elaborar ítems claros y pertinentes mediante una combinación de preguntas cerradas y abiertas. Tras la redacción inicial, el cuestionario fue sometido a un proceso de validación de contenido para corregir ambigüedades y redundancias, seguido de una prueba piloto que facilitó la detección y corrección de posibles errores antes de la implementación final. Finalmente, la encuesta se aplicó de forma ética y representativa, mediante encuestas censales a 7 funcionarios, a 28 de 36 profesores del departamento de Biología y a una muestra de 125 estudiantes de la población comprendida por 387 estudiantes reportados a 2018 para la carrera de Biología, lo que garantizó la obtención de datos robustos con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 1,3 %. Los semestres encuestados corresponden, según el pensum, a aquellos en los que los estudiantes tienen prácticas en los laboratorios, con exclusión de los estudiantes de primer semestre, quienes aún están en proceso de conocimiento y adaptación a los planes de gestión y a las estrategias medioambientales de la Universidad. La muestra fue de tipo no probabilístico o dirigida, pues se trata de un subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación (Trujillo et al, 2024).

Para el análisis, los resultados fueron tabulados por separado para cada grupo poblacional. La información obtenida a partir de las encuestas fue registrada en hojas de cálculo de Microsoft Excel. Las respuestas abiertas se listaron por

pregunta, y en cuanto a las preguntas cerradas, se emplearon las fórmulas aplicables para totalizar los resultados, conocer el promedio y los porcentajes, según cada caso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Generación de residuos peligrosos en MHN, UME, DB y CIBUC

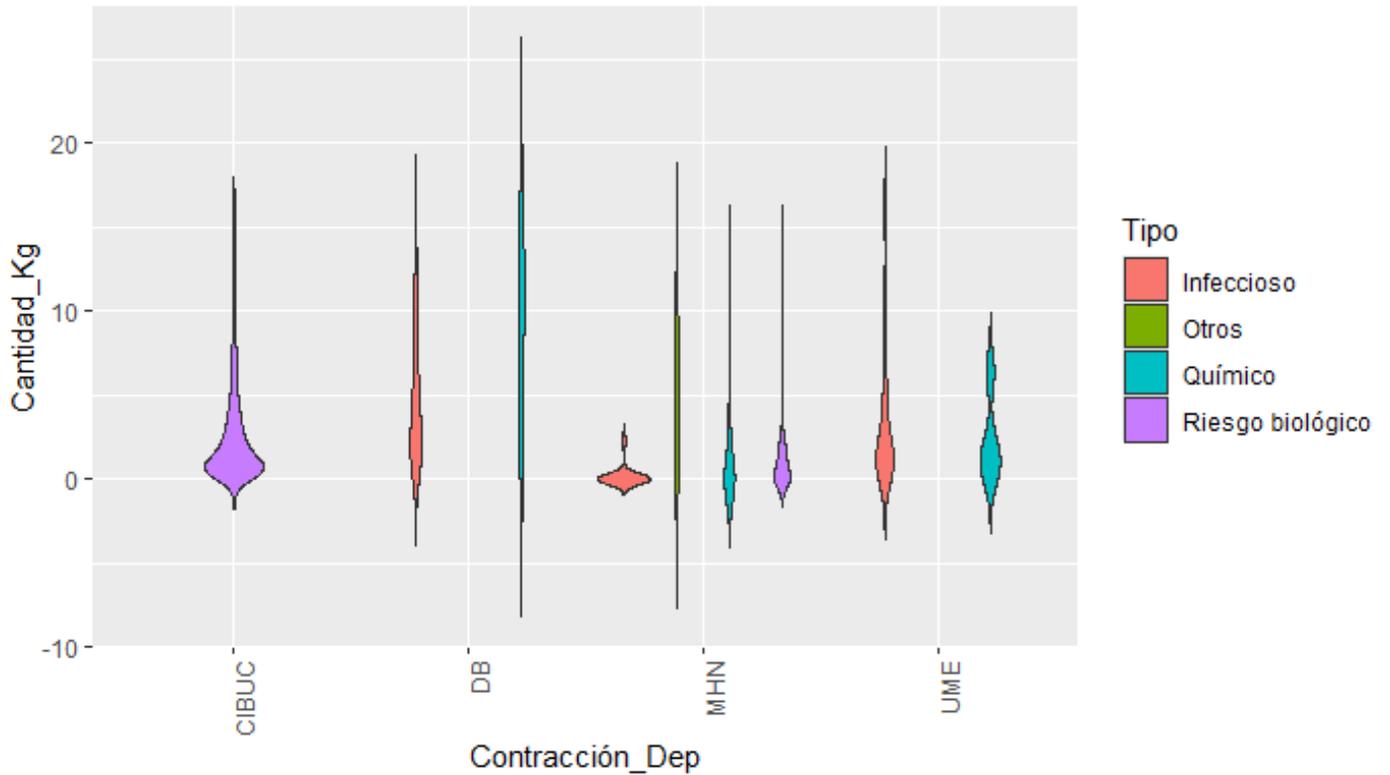
Se encontró que en las dependencias DB, MHN, UME y CIBUC se generan 4 tipos de residuos peligrosos, clasificados según su naturaleza en: Infecciosos (anatomopatológicos, animales, biosanitarios, cortopunzantes, envases, empaques y recipientes, metales pesados, pilas, lámparas, plástico contaminado, reactivos, residuos vegetales); Químicos (aceites usados, citotóxico, envases, empaques y recipientes, fármaco vencido, metales pesados, radioactivos, reactivos); Riesgo biológico (anatomopatológicos, animales, biosanitarios, cortopunzantes, incinerables, reactivos, residuo orgánico) y Otros (industrial, incinerables).

En el análisis de la generación de residuos por dependencia revela que desde el 2019 al 2023, la dependencia con mayor generación de residuos peligrosos es DB con 162 Kg, seguida por el CIBUC (124 Kg), MHN (121 Kg) y UME (50 Kg). Se identificaron patrones diferenciados en cuanto a las cantidades y la dispersión de datos:

- Dependencia DB: se destacó como la dependencia con mayor dispersión entre los subtipos de residuos, alcanzando cantidades de hasta 15 kg. Subtipos como Fármaco vencido, Reactivos y Plástico contaminado presentaron distribuciones amplias, mientras que otros como Residuos vegetales registraron valores más bajos con menor variabilidad (Figura 2). En la categoría Químico, se observó una mayor densidad alrededor de los 5 kg, aunque también se registraron valores superiores a 10 kg y cercanos a 0 kg, evidenciando una notable variabilidad (Figura 3).
- Dependencia UME: mostró una distribución muy estrecha, concentrada principalmente en valores bajos, especialmente en la categoría Químico (Figura 2). Los valores fueron significativamente menores en comparación con DB, con subtipos como Plástico contaminado y Residuos vegetales presentando poca dispersión y la mayoría de los datos cercanos a 0 kg. La categoría con mayor cantidad se aproximó a los 5 kg, pero, en general, los residuos en UME son más homogéneos y consistentes (Figura 3).
- Dependencia MHN: exhibió una mayor dispersión en las categorías Otros y Riesgo Biológico, con densidades significativas cercanas a 0 kg para algunas categorías, y valores elevados (hasta 20 kg) principalmente en la categoría Otros. Subtipos como Fármaco vencido y Residuos vegetales también mostraron dispersión moderada y valores altos, concentrándose entre 5 y 10 kg. Sin embargo, subtipos como envases, empaques y recipientes presentaron valores cercanos a 0 kg, reflejando una distribución más heterogénea (Figura 2 y 3).

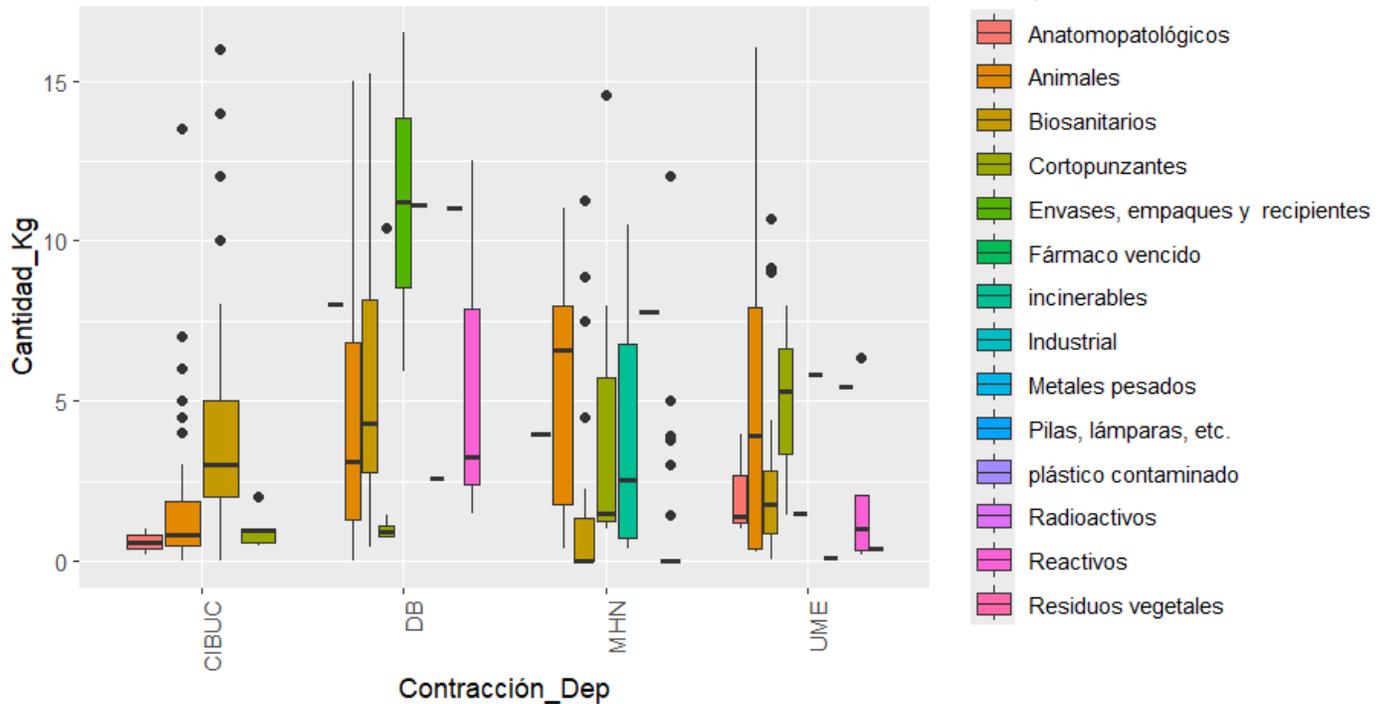
- Dependencia CIBUC: predominó la categoría Riesgo Biológico, aunque con una dispersión más amplia que UME, pero menor que MHN. CIBUC presentó las cantidades más bajas entre todas las dependencias para los subtipos de residuos peligrosos, con valores mayormente concentrados alrededor de 0 kg y un máximo cercano a 2 kg (Figura 2 y 3).

Figura 2. Cantidad de tipos de residuos peligrosos generados por dependencia.



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Cantidad de subtipo de residuos peligrosos generados por dependencia.



Fuente: elaboración propia.

Las categorías Otros y Riesgo Biológico exhibieron una mayor dispersión en dependencias como MHN, mientras que Químico mostró distribuciones más estrechas con valores generalmente bajos en todas las dependencias. DB se posicionó como la dependencia con las mayores cantidades y dispersión, reflejando una mayor diversidad en los tipos de residuos manejados.

UME y CIBUC presentaron cantidades significativamente menores, con distribuciones más homogéneas y poco dispersas. MHN mostró un comportamiento intermedio, destacándose por la presencia de valores elevados en ciertas categorías, particularmente entre 5 y 10 kg. Finalmente, subtipos como Fármaco vencido y Residuos vegetales fueron recurrentes en las cantidades más altas, mientras que otros como Metales pesados y Pilas, lámparas, etc. presentaron cantidades significativamente menores y con menor dispersión.

El análisis de varianza destaca la influencia de tres factores categóricos: Contracción Dependencia (con las categorías DB, UME, MHN, CIBUC), Tipo (como Químico, Infeccioso, etc.) y Subtipo (por ejemplo, Residuos vegetales, Plástico contaminado, etc.). El factor Contracción Dependencia muestra diferencias significativas en la cantidad de residuos generados entre las distintas dependencias ($p < 0.001$). Este hallazgo sugiere que factores como la capacidad de generación, las actividades específicas de cada dependencia y los tipos de materiales que procesan son determinantes para explicar la variación observada (Tabla 1).

En cuanto al Tipo ($p = 0.047$), aunque el efecto es estadísticamente significativo, es relativamente débil, lo que podría indicar que, si bien los tipos de residuos desempeñan un papel en la generación de residuos, su impacto es más homogéneo o menos determinante que el de la dependencia.

Por otro lado, el factor Subtipo no presenta diferencias significativas ($p = 0.116$), lo que implica que las variaciones entre subtipos específicos de residuos, como los residuos vegetales frente a los cortopunzantes, no son suficientes para explicar diferencias notables en las cantidades generadas (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de ANOVA.

Fuente	df	Sum Sq	Mean Sq	F	PR(>F)
C(Contraccion_Dep)	3.0	787.322425	262.440808	21.398068	7.350290e-13
C(Tipo)	3.0	98.521724	32.840575	2.677651	4.679891e-02
C(Subtipo)	13.0	238.095735	18.315057	1.493315	1.166571e-01
Residual	394.0	4832.290389	12.264696	-	-

Fuente: elaboración propia.

El modelo de regresión lineal sugiere que Contracción_Dependencia tiene el mayor peso en explicar las variaciones en "Cantidad_Kg" (Tabla 2).

Tabla 2. Regresión lineal.

Coefficientes	Valores
Coefficientes	[4.192, -0.703, 2.147, 6.226, 3.418, 1.830, 2.984, -8.404, 2.814, -2.318, -2.353, -1.332, -0.095, 0.572, -0.182, 3.793, -2.633, 2.697]
Intercepto	0.586
R ²	0.1887

Fuente: elaboración propia.

El modelo de regresión lineal presentó un valor de $R^2 = 0.1887$, lo que indica que el modelo explica solo el 18.87% de la varianza. Esto significa que otras variables, posiblemente relacionadas con procesos operativos, estacionalidad, o volúmenes de actividad, no están siendo capturadas (Tabla 2).

DB tiene el coeficiente más alto (4.19), lo que sugiere que esta dependencia genera más residuos en promedio, posiblemente debido a mayores actividades relacionadas con residuos farmacológicos o clínicos. UME y CIBUC tienen coeficientes negativos, lo que indica cantidades promedio más bajas, posiblemente reflejando una menor actividad o generación de residuos menos voluminosos. El intercepto (0.586) establece una referencia básica para interpretar los efectos relativos de las categorías.

En concordancia con Angulo y cantor (2020), Mex y Garma (2020) y Gonzales et al (2019), el modelo encontrado refuerza la idea de que las diferencias en las actividades de las dependencias son factores determinantes en la generación de residuos. Sin embargo, un R^2 bajo sugiere un análisis adicional, como la inclusión de variables continuas (por ejemplo, número de estudiantes por práctica, días laborales, etc.) para mejorar la capacidad explicativa.

La prueba post-hoc de Tukey se utilizó para comparar las medias de los diferentes grupos, identificando pares de dependencias donde las diferencias en las medias de "Cantidad_Kg" son significativas (Tabla 3).

Tabla 3. Prueba Post-hoc de Tukey.

Grupo 1	Grupo 2	Mean Diff	p-adj	Lower	Upper	Rechazar
CIBUC	DB	2.577	0.0	1.424	3.7299	Sí
CIBUC	MHN	-0.7811	0.3442	-1.9919	0.4297	No
CIBUC	UME	0.5138	0.8333	-1.0562	2.0837	No
DB	MHN	-3.358	0.0	-4.5248	-2.1913	Sí
DB	UME	-2.0632	0.0033	-3.5994	-0.5269	Sí
MHN	UME	1.2949	0.1504	-0.2853	2.875	No

Fuente: Elaboración propia.

La comparación de medias mostró que existen diferencias significativas entre los grupos CIBUC y DB ($p < 0.05$), así como entre DB y MHN ($p < 0.05$), mientras que las diferencias entre CIBUC y MHN, y entre MHN y UME, no fueron estadísticamente significativas.

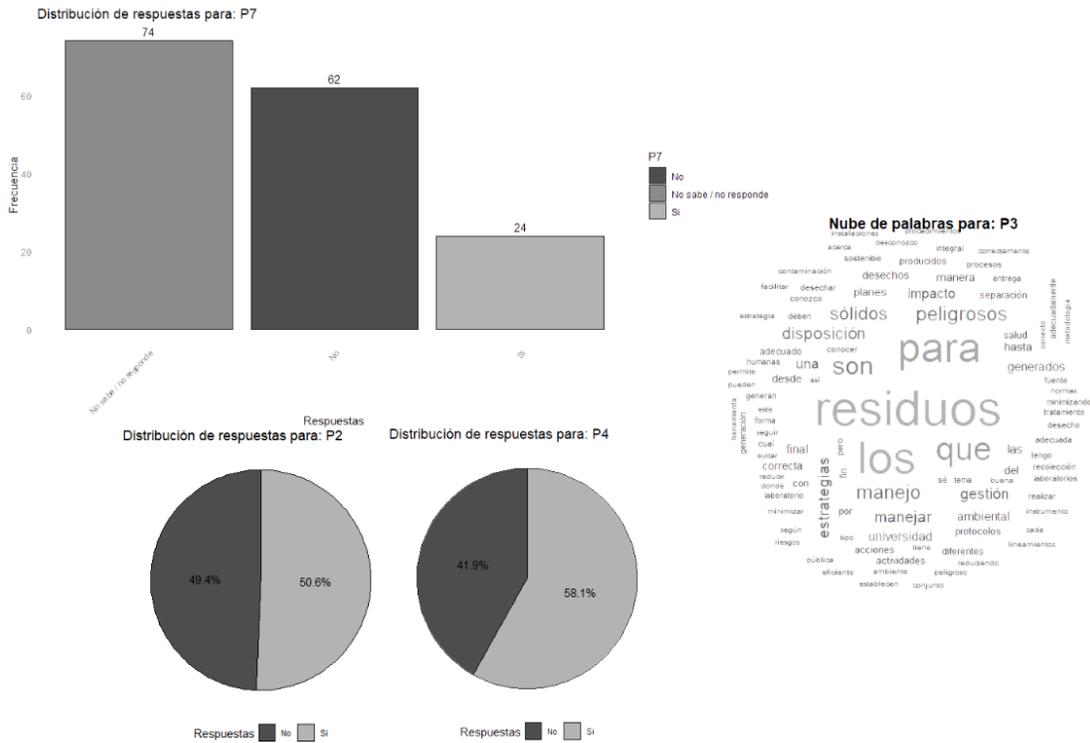
Esto refuerza que DB es la dependencia con mayor generación promedio de residuos, mientras que CIBUC y UME generan menos, con diferencias consistentes y estadísticamente significativas. La ausencia de diferencias entre otros pares podría reflejar actividades operativas similares o un manejo homogéneo de residuos en esas dependencias.

El análisis de Kruskal-Wallis evalúa las distribuciones de "Cantidad_Kg" para categorías de "Contracción_Dependencia" sin asumir normalidad en los datos. Mostrando un estadístico $H = 95.16$, $p < 0.001$ que indican que las distribuciones son significativamente diferentes al menos en dos categorías de dependencia. Esto coincide con los resultados de ANOVA y refuerza la robustez de los hallazgos.

Análisis del conocimiento de la gestión de residuos peligrosos en el departamento de Biología de la Universidad del Cauca.

Las encuestas a nivel general (funcionarios, estudiantes y profesores) arrojaron resultados donde el 50,6 % de los encuestados comprende y define los PGIRP como un conjunto de estrategias y protocolos para el manejo, reducción, recolección y disposición final de los residuos sólidos y peligrosos, con un fuerte enfoque en la minimización del impacto ambiental. Sin embargo, solo el 58,1 % sabe que la UC cuenta con un PGIRP, y el 85 % desconoce la normativa que regula la gestión interna de estos residuos (Figura 4).

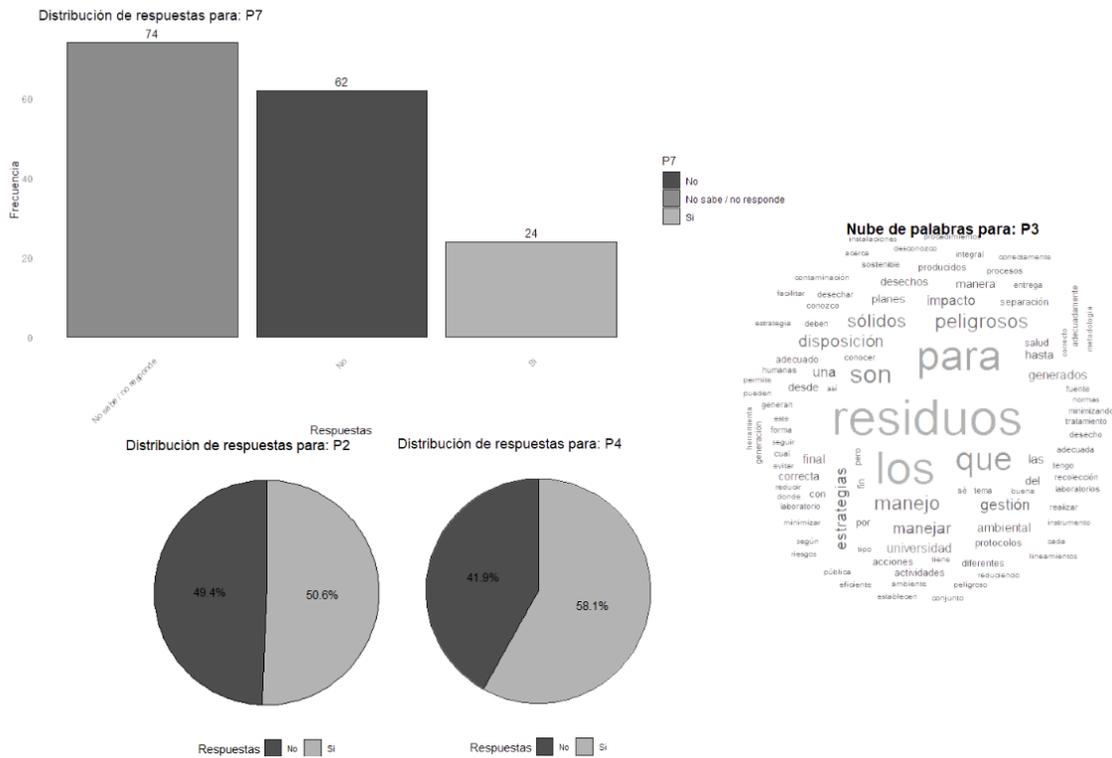
Figura 4. Distribución de respuestas y nube de palabras a las preguntas P2: ¿Conoce que son los planes de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos de la Universidad del Cauca?, P3: Defina brevemente qué son los planes de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos; P4: ¿Sabe usted si la Universidad del Cauca cuenta con planes de manejo integral de residuos sólidos y peligrosos? Y P7: ¿Conoce la norma que regula la gestión interna de los residuos sólidos y peligrosos en la Universidad del Cauca?



Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los protocolos de manejo de residuos, el 52,5 % de los encuestados está familiarizada con los protocolos de manipulación y disposición de residuos peligrosos. La percepción sobre las estrategias de la política ambiental de la uc en la nube de palabras refleja una combinación de conciencia ambiental, interés en la gestión de residuos, y una falta de conocimiento o estrategias claras entre algunos encuestados. Esto sugiere que podrían ser necesarias más campañas de educación y concienciación sobre el manejo de residuos y su impacto ambiental. El 73,1 % afirmó no conocer estrategias de la política ambiental de la UC para la protección del medio ambiente y el 50,6 % no las considera efectivas para fomentar una cultura de cuidado ambiental (Figura 5).

Figura 5. Distribución de respuestas y nube de palabras a las preguntas P2: ¿Conoce que son los planes de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos de la Universidad del Cauca?, P3: Defina brevemente qué son los planes de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos; P4: ¿Sabe usted si la Universidad del Cauca cuenta con planes de manejo integral de residuos sólidos y peligrosos? Y P7: ¿Conoce la norma que regula la gestión interna de los residuos sólidos y peligrosos en la Universidad del Cauca?



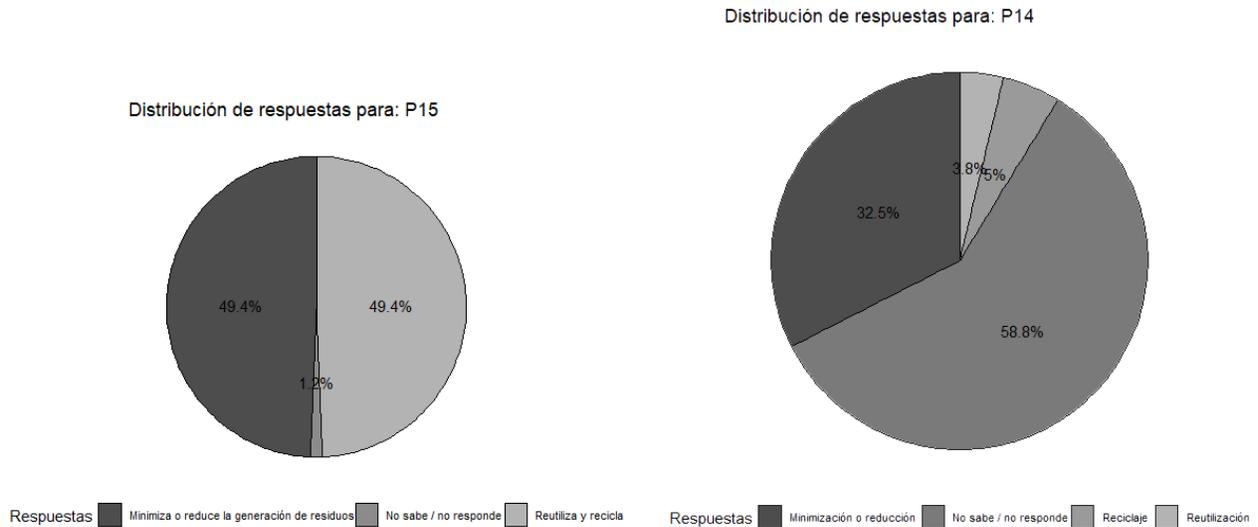
Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los protocolos de manejo de residuos, el 52,5 % de los encuestados está familiarizada con los protocolos de manipulación y disposición de residuos peligrosos. La percepción sobre las estrategias de la política ambiental de la uc en la nube de palabras refleja una combinación de conciencia ambiental, interés en la gestión de residuos, y una falta de conocimiento o estrategias claras entre algunos encuestados. Esto sugiere que podrían ser necesarias más campañas de educación y concienciación sobre el manejo de residuos y su impacto ambiental. El 73,1 % afirmó no conocer estrategias de la política ambiental de la Universidad del Cauca para la protección del medio ambiente y el 50,6 % no las considera efectivas para fomentar una cultura de cuidado ambiental (Figura 5).

La consulta frente a los procesos de optimización de los residuos en las dependencias de la uc, el 32,5 % cree que se implementa minimización o reducción; el 5 % considera que se reutiliza y el 3,8 % recicla, mientras que el 58,8 % no sabe o no responde (Figura 6).

En la consulta sobre las prácticas ambientales personales para proteger el medio ambiente en su casa, universidad y espacios públicos, el 49,4 % de los encuestados afirmó reducir la generación de residuos con el mismo porcentaje que afirma reutilizar y reciclar, mientras que el 1,2 % no saben o no responden (Figura 6).

Figura 6. Distribución de respuestas a las preguntas P14: ¿Considera usted que la Universidad del Cauca maneja dentro de sus planes de gestión de residuos sólidos y peligrosos, los siguientes procesos de optimización de los residuos generados en la UME, MHN, CIBUC y laboratorios?, P15: ¿Qué practicas emplea usted para proteger el medio ambiente en su casa, universidad, espacios públicos?



Fuente: elaboración propia.

Realizando un análisis discriminado de las encuestas en cuanto a los roles en las diferentes dependencias evaluadas, se encontró lo siguiente:

Funcionarios

Se encuestó a siete funcionarios directamente relacionados con la manipulación y segregación de residuos peligrosos en diversas dependencias de la Universidad del Cauca (UC). A continuación, se resumen los principales hallazgos:

Frente al conocimiento del plan de gestión integral de residuos peligrosos (PGIRP), el 57 % de los encuestados comprende y define los PGIRP como herramientas para la correcta segregación, tratamiento y disposición de residuos, fundamentadas en diagnósticos y estrategias de mejora continua. Sin embargo, solo el 71,4 % sabe que la UC cuenta con un PGIRP, y el 42,9 % desconoce la normativa que regula la gestión interna de estos residuos.

En cuanto a los protocolos de manejo de residuos, la mayoría (87,5 %) está familiarizada con los protocolos de manipulación y disposición de residuos peligrosos, aunque un funcionario indicó desconocerlos completamente. La percepción sobre las estrategias de la política ambiental de la UC, solo un funcionario identificó acciones concretas como reciclaje, capacitaciones y uso eficiente de recursos, mientras que el 87,5 % afirmó no conocer estas estrategias ni considerarlas efectivas para fomentar una cultura de cuidado ambiental.

Cuando se les preguntó por los procesos de optimización en las dependencias, el 42,9 % cree que se implementa minimización o reducción; el resto no sabe o no responde; la reutilización y reciclaje tiene opiniones divididas, con un 50 % afirmando su implementación y existencia en el plan de gestión.

En la consulta sobre las prácticas ambientales personales para proteger el medio ambiente en su casa, universidad y espacios públicos, el 71,4 % de los funcionarios afirmó reducir la generación de residuos, mientras que un 28,6 % se enfoca en actividades de reutilización y reciclaje.

Profesores

De los profesores adscritos al Departamento de Biología, se encuestó al 77,8 %, lo que equivale a 28 participantes relacionados con las dependencias estudiadas. Los resultados destacan que el 78,6 % comprende lo que es un Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos (PGIRP), describiéndolo como un conjunto de protocolos y acciones destinados a regular el manejo, la recolección y la disposición final de estos residuos en prácticas académicas y procesos institucionales. Sin embargo, el 21,4 % afirma desconocerlo.

Respecto al conocimiento del PGIRP específico de la Universidad del Cauca (UC), el 67,9 % dice conocerlo, aunque un 32,1 % lo desconoce. Además, solo el 32,1 % identifica la normativa que regula la gestión interna de residuos, mientras que el 50 % está familiarizado con los protocolos de manipulación y disposición, y un 35,8 % no tiene claridad al respecto.

En cuanto a las guías y protocolos institucionales, el 57,1 % de los docentes cree que proporcionan herramientas para desechar adecuadamente los residuos peligrosos generados en prácticas, mientras que el 42,9 % no comparte esta opinión. Pese a esto, el 89,3 % asegura instruir a sus estudiantes en el manejo responsable de los residuos, aunque solo el 10,7 % considera que la política ambiental de la UC cuenta con lineamientos claros que fomenten el cuidado ambiental.

Sobre las estrategias de la política ambiental de la UC, el 78,6 % reconoce iniciativas como estaciones de separación de residuos, sitios de desactivación supervisados por el Departamento de Química y rutas específicas de disposición. Sin embargo, el 75 % de los docentes considera que estas estrategias no promueven efectivamente una cultura de protección ambiental, en contraste con el 25 % que opina lo contrario.

Finalmente, al evaluar los procesos de optimización de residuos en laboratorios, solo el 28,6 % cree que se aplica la minimización o reducción, el 7,1 % identifica esfuerzos de reciclaje, y un significativo 64,3 % no tiene información o no responde, lo que evidencia áreas de mejora en la implementación y comunicación de estas estrategias.

Estudiantes

De los 125 estudiantes encuestados, el 56 % desconoce qué es un Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos (PGIRP), mientras que el 44 % afirma

conocerlo. Aquellos que sí lo identifican lo definen como un conjunto de estrategias y acciones diseñadas para gestionar los residuos desde su generación hasta su disposición final, considerando tanto aspectos operativos como impactos ambientales y sociales. Sin embargo, un 44,8 % desconoce que la Universidad del Cauca (UC) cuenta con un PGIRP.

El 58,4 % de los estudiantes considera que las guías y protocolos institucionales ofrecen herramientas útiles para el manejo adecuado de residuos, mientras que el 41,6 % opina lo contrario. En términos de cultura ambiental, el 56,8 % cree que la UC fomenta la protección ambiental a través de sus políticas, frente al 43,2 % que no lo percibe así.

En sus prácticas cotidianas, el 49,6 % de los estudiantes afirma reducir la generación de residuos, el 48,8 % reutiliza y recicla, y un 1,6 % no responde. Para mejorar el cuidado ambiental, sugieren acciones como optimizar el uso de agua y energía, evitar arrojar basura en espacios públicos, clasificar y separar residuos, y promover la concienciación ambiental en su entorno.

Los resultados expuestos anteriormente evidencian que, aunque se cuenta con un conocimiento básico sobre qué es un PGIRP, existe una notable deficiencia en cuanto a la información específica relativa a la existencia de estos programas, las normativas que los regulan y los protocolos de manejo aplicados en la UC. De acuerdo con lo señalado por Miranda et al. (2024), esta situación se debe a la carencia de un contexto adecuado, así como a la insuficiente estructuración, programación y evaluación en el manejo de los residuos.

Además, se observa que la percepción general de ineficacia en las estrategias ambientales, junto con la falta de familiaridad con los procesos de optimización de residuos, afecta de manera significativa el mejoramiento integral del manejo de estos materiales (Bartra y Delgado, 2020). Esta problemática, complementada por las actitudes conductuales y la conciencia colectiva descritas por Duque y Silva (2022), resaltan la necesidad imperiosa de diseñar e implementar campañas de capacitación y estrategias de comunicación dirigidas a todos los miembros de la comunidad universitaria. En este sentido, Morales et al. (2021) enfatizan que la educación ambiental debe fomentar una reflexión profunda sobre los modos inadecuados de actuación, promoviendo el desarrollo de actitudes y motivaciones que impulsen la participación en el mejoramiento y la protección del medio ambiente.

Resulta, por tanto, fundamental la creación de espacios de diálogo y participación que permitan a los encuestados conocer, evaluar y proponer, en caso de ser necesario, mejoras a las políticas ambientales de la UC. Tales espacios facilitarán un cambio en la forma de sentir y pensar de la comunidad universitaria, permitiendo la consolidación de un trabajo colaborativo que se desarrolle de manera multidisciplinaria, inter y transdisciplinaria. Este enfoque colaborativo, orientado a alcanzar un desarrollo sostenible, resulta crucial para transformar las políticas en acciones concretas y efectivas (Avila y Vera, 2022).

Finalmente, aunque las prácticas ambientales a nivel personal han mostrado resultados relativamente positivos, su impacto podría incrementarse si se establece una mayor sinergia entre las acciones individuales y las estrategias institucionales. En definitiva, integrar estos esfuerzos no solo potenciará el manejo

adecuado de los residuos, sino que también contribuirá a consolidar una cultura ambiental sólida y comprometida en el seno de la UC.

CONCLUSIONES

El estudio identifica que los laboratorios de docencia de biología son las principales generadoras de residuos peligrosos, mientras que la Unidad de Microscopía Electrónica (UME) y el Centro de Investigaciones Biomédicas (CIBUC) producen menores cantidades y presentan mayor homogeneidad. Esto posiciona las características de cada dependencia como el factor más influyente en la generación de residuos, con diferencias significativas entre pares específicos. Aunque los tipos de residuos también aportan a esta variación, su efecto es menos marcado, y los subtipos no muestran un impacto significativo. Estos hallazgos resaltan la importancia de personalizar las estrategias de manejo, priorizando recursos en las dependencias con mayor generación para minimizar el impacto ambiental.

A pesar de un conocimiento parcial sobre la gestión de residuos en la UC, persisten brechas importantes en la comprensión de normativas, estrategias ambientales y prácticas de optimización de residuos, especialmente entre los estudiantes. Las encuestas reflejan deficiencias significativas en la aplicación del Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos (PGIRP) y una cultura ambiental limitada. Y aunque existen esfuerzos de capacitación promovidos por el Centro de Gestión Ambiental de la UC, estos no han sido suficientes para consolidar una cultura ambiental sólida.

Este análisis subraya la necesidad de fortalecer la educación ambiental y mejorar la implementación de los planes de gestión. Además, sienta las bases para investigaciones futuras orientadas a optimizar la gestión de residuos y promover la sostenibilidad en entornos institucionales.

RECOMENDACIONES

Es necesario un fortalecimiento del Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos (PGIRP), mediante el incremento de acciones de divulgación del PGIRP entre toda la comunidad universitaria, especialmente estudiantes y personal administrativo, ya que un porcentaje significativo desconoce su existencia. Además, resulta importante actualizar y socializar guías prácticas específicas para el manejo de residuos peligrosos en cada dependencia, asegurando que sean claras y asequibles para todos los actores involucrados.

Es necesaria la construcción y adaptación de estrategias por dependencia, diseñadas de manera específica fortaleciendo los mecanismos de supervisión, seguimiento y optimización de procesos internos para mejorar la predicción y control de los volúmenes generados. También se hace importante implementar prácticas de minimización, como la sustitución de materiales peligrosos por alternativas menos contaminantes y el reciclaje interno en laboratorios y dependencias.

Finalmente, establecer campañas de capacitación y sensibilización ambiental dirigidas a estudiantes y docentes, enfocadas en la importancia de las prácticas responsables en el manejo de residuos peligrosos y monitorear la efectividad de estas, ajustándolas según las necesidades detectadas.

Estas recomendaciones buscan abordar las brechas identificadas en el conocimiento y manejo de residuos peligrosos, promover una gestión más eficiente y fortalecer la cultura ambiental en la Universidad del Cauca.

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Biología de la Universidad del Cauca, a sus funcionarios, profesores y estudiantes.

REFERENCIAS

Aguirre, D. (2007). Educación superior colombiana y medio ambiente. En O. Sáenz (Comp.), *Las ciencias ambientales: una nueva área del conocimiento* (pp. 85-99). Red Colombiana de Formación Ambiental (RCFA).

Alcaldía de Popayán. (2021). *Plan de gestión integral de residuos sólidos y la caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el casco urbano del municipio de Popayán*. https://www.popayan.gov.co/SecretariasyEntidades/secDafe/Documents/ACTUALIZACION_%20PGIRS_POPAYAN.pdf

Angulo Palacio, O. y Cantor Gutiérrez, C. A. (2020). El manejo de residuos peligrosos en el entorno escolar como contribución para un ambiente sostenible. *Repositorio Institucional*, 5(1), 50-65.

Avendaño, W., Parada-Trujillo, A. y Paz, L. (julio – diciembre, 2014). Desarrollo conceptual de la educación ambiental en el contexto colombiano. *Luna Azul*, 39. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n39/n39a15.pdf>

Ávila Córdoba, L. I. y Vera Noguez, R. (2022). Evolución del programa de educación ambiental de la UAEMEX derivado del confinamiento y posterior retorno a las actividades presenciales por la emergencia sanitaria COVID-19. *RIESED - Revista Internacional De Estudios Sobre Sistemas Educativos*, 3(13), 468-486. <https://www.riesed.org/index.php/RIESED/article/view/165>

Bartra, G. J. y Delgado, B. J.M. (2020). Gestión de residuos sólidos urbanos y su impacto medioambiental. *Ciencia Latina. Revista Multidisciplinar*, 4(2), 993-1008. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.135

Carvajal-Flórez, E., Yepes, J. J. T. y Erazo, M. I. R. (2023). Caracterización de residuos sólidos en una institución de educación superior: caso de estudio campus Robledo de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. *Tecnología y ciencias del agua*, 14(1), 01-37. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-14-01-01>

López-V, L-E., Patiño, M. C. Samboni, Y. P. (2025). <https://doi.org/10.21789/22561498.2139>

Duque, F. C. y Silva, D. R. (2022). Gestión de residuos sólidos urbanos: un estudio sobre oportunidad y potencialidad señaladas por la literatura científica. *Espacios Públicos*, 23(57), 9-24. <https://doi.org/10.36677/espaciospublicos.v23i57.18597>

Fernando, L., & De Silva, D. A. M. (2023). Awareness and perception of environmental hazards in university campuses. *ICSBE Environment Studies*.

García, J. y Rosales, N. (2000). *Estrategias didácticas en Educación Ambiental*. Ediciones Aljibe.

Goldman, D., Ayalon, O., Baum, D. y Weiss, B. (2018). Influence of 'green school certification' on students' environmental literacy and adoption of sustainable practice by schools. *Journal of cleaner production*, 183, 1300-1313. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.176>

Gómez, C. I. S. (2000). Problemática y gestión de residuos sólidos peligrosos en Colombia. *Innovar. Revista de ciencias administrativas y sociales*, (15), 41-52.

González, A. M. M., Pinoargote, F. R. M. y Mora, S. F. M. (2019). Manejo de los desechos peligrosos generados por los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. *Pro Sciences: Revista Científica*, 3(6), 89-102. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss29.2019pp128-139>

González, M. d. (1996). *Informe sobre el Proyecto La Educación Ambiental en Iberoamérica en el Nivel Medio. Balance Provisional*. <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie11a06.htm/>

Google Earth. (2024). Vista satelital de la ciudad de Popayán y ubicación de las dependencias en el campus principal de la Universidad del Cauca [Captura de pantalla]. Google. <https://earth.google.com>

Gudynas, E. (1992). Los múltiples verdes del ambientalismo latinoamericano. *Nueva Sociedad*, (122), 34-42.

Lugo, M. Y. P., León, D. S. H., Escobar, N. E., & Méndez, G. A. R. (2024). Desafíos de la educación ambiental y su relación con la educación para el desarrollo sostenible en Colombia: un análisis normativo. *Horizontes expandidos de la Educación, la Tecnología y la Innovación*.

Merma Ccami, S. B. (2024). Sensibilización ambiental y su relación con el manejo de residuos sólidos en el Mercado Central del Distrito de Macusani, periodo 2024.

Mex-Álvarez, R. M. J., & Garma-Quen, P. M. (2020). Manejo de residuos peligrosos biológicos e infecciosos en una escuela de química de nivel superior. *Ciencia Nicolaita*, 7(3), 122-130. <https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.651>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Política ambiental para la gestión integral de residuos peligrosos y Plan de Acción 2022-2030*.

Miranda, C. E. (1997). *Filosofía y Medio Ambiente, una aproximación teórica*. Ediciones Taller Abierto.

Miranda Esteban, A., Bedolla Solano, R. y Bedolla Solano, I. (2024). Programa de Educación Ambiental No Formal y Sustentable sobre Residuos Sólidos Urbanos (PEANFSRSU) para habitantes de la Comunidad, Las Vigas, Gro., México. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(28), e662. <https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1905>

Morales-Rodríguez, I. C., Ferro-Nieto, A., y Bárcenas-Martínez, S. L. (2021). Propuesta metodológica para la educación ambiental en la enseñanza de la Química: Array. *Maestro Y Sociedad*, 18(1), 177–187. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/5326>

Muñoz, A. V., Huamán, H. I. M., Siesquén, J. A. S., Calderón, O. M. G., y Manay, R. M. R. (2021). La responsabilidad social universitaria: herramienta para potenciar el nivel de cultura ambiental. *Hacedor*, 5(1), 47-59. <https://doi.org/10.26495/rch.v5i1.1616>

Novo Villaverde, M. (1996). La Educación Ambiental formal y no formal: dos sistemas complementarios. *Revista iberoamericana de educación*, 11. <https://doi.org/10.35362/rie1101158>

Novo, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación, número extraordinario*, 195-217. http://www.revistaeducacion.mec.es/re2009/re2009_09.pdf

Palma, H. G. H., Coronado, A. M. J., & Ariza, K. B. (2022). Caracterización de la gestión de residuos peligrosos en instituciones prestadoras de servicios de salud Región Caribe de Colombia. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 10(2), 40-49. <https://doi.org/10.17081/invinno.10.2.5762>

R Core Team. (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>

Rico Rodríguez, A., y Leiva Salazar, A. D. (2024). Estrategias para la gestión sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

Rozo Coy, P. J., y Vera Parra, M. H. (2017). Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos para el bloque de producción de hidrocarburos sabanero, ubicado en el Departamento del Meta perteneciente a la empresa Pacific Exploration & Production.

Trujillo, A., Alberto, M. R., Cruz, A. F. A., Jiménez, M. T. y Pérez, F. R. (2024). Características de los Pequeños Emprendedores en Xicoténcatl. Tamaulipas. México. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(1), 2901-2921.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO (1977). La educación ambiental. Las grandes orientaciones de la conferencia de Tbilisi, Paris. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000038550_spa

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO (1998). Carta da Terra. Cuiaba-Mato Grosso-Brasil: Conferencia Continental das Américas.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO. (2003). Carta de Belgrado. Un marco general para la Educación ambiental. <http://www.jmarcano.com/educa/belgrado.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA. (1987) Congreso Internacional sobre Educación y formación relativos al Medio Ambiente. Moscú. <https://sites.google.com/site/historiaeducacionambiental/decada-de/1987>

Universidad del Cauca. (2018). Acuerdo Superior 058: Por el cual se establece la política ambiental de la Universidad del Cauca. Consejo Superior. <https://www.unicauca.edu.co/documentos-publicos/>

Universidad del Cauca. (2019). Plan Institucional de Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Universidad del Cauca. <https://ublogs.unicauca.edu.co/gestionambiental/gestion-de-residuos/>

Vaquero, B. R., & Gallo, E. V. (2020). La responsabilidad socio-ambiental de las universidades: Una visión México-Perú. *Horizonte de la Ciencia*, 10(19), 220-235. <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2020.19.599>