

Composición y Generación de Desechos Sólidos en Zonas Periféricas del Bosque Protector La Prosperina: Implicaciones para la Gestión Ambiental

Composition and Generation of Solid Waste in Peripheral Zones of the La Prosperina Protected Forest: Implications for Environmental Management

Jaime Naranjo-Moran¹, Marcos Vera-Morales², y Andrea Pino-Acosta³

RESUMEN

Contexto: Los bosques secos tropicales, como el Bosque Protector La Prosperina en Guayaquil, Ecuador, brindan servicios ecosistémicos cruciales. Sin embargo, la presión antropogénica, al generar de forma inadecuada desechos sólidos, amenaza la conservación. Este estudio tuvo como objetivo conocer las características de los desechos sólidos y analizar la gestión en la zona de amortiguamiento del Bosque Protector La Prosperina. **Metodología:** Mediante un levantamiento de información en campo, se identificó que los desechos más abundantes son los orgánicos con 135.56 kg, seguidos por los plásticos (33.73 kg). Estos últimos, plásticos de tipo PEBD, PET, PS y PEAD, representan una oportunidad de reciclaje (14.49%). No obstante, se evidenció una deficiente separación y recolección de los residuos, lo cual limita la implementación de prácticas más sostenibles. **Resultados:** Se resaltan los siguientes resultados como la necesidad de implementar gestión integral con el desarrollo de un plan para los residuos sólidos en el bosque protector. Este plan debe incluir: Educación ambiental: Dirigida a la comunidad universitaria y local para fomentar la separación desde el origen y la importancia de reciclar. Capacitación: Al personal de recolección para mejorar la práctica cultural en la separación de los residuos para optimizar el transporte y logística. Infraestructura adecuada: Provisión de contenedores de recolección diferenciados y en cantidad suficiente. Compostaje: Aprovechamiento de los orgánicos para la producción local de compost para la fertilización de áreas verdes internas. **Conclusión:** La implementación de procesos medidos contribuirá a reducir el impacto ambiental de los desechos sólidos, promover la economía circular y garantizar la conservación del Bosque Protector.

Palabras clave: Educación ambiental, Bosque protector, Gestión de residuos, Reciclaje, Sostenibilidad

ABSTRACT

Context: Tropical dry forests, such as the La Prosperina Protected Forest in Guayaquil, Ecuador, provide crucial ecosystem services. However, anthropogenic pressure, by inadequately generating solid waste, threatens conservation. The objective of this study was to know the characteristics of solid waste and to analyze the management in the buffer zone of the La Prosperina Protective Forest. **Methodology:** Through a field information survey, it was identified that the most abundant waste is organic waste with 135.56 kg, followed by plastics (33.73 kg). The latter, plastics such as PEBD, PET, PS and HDPE, represent an opportunity for recycling (14.49%). However, there was evidence of poor waste separation and collection, which limits the implementation of more sustainable practices. **Results:** The following results are highlighted as the need to implement comprehensive management with the development of a plan for solid waste in the protected forest. This plan must include: Environmental education: Aimed at the university and local community to promote separation from the source and the importance of recycling. Training: Collection personnel to improve cultural practice in waste separation to optimize transportation and logistics. Adequate infrastructure: Provision of differentiated collection containers in sufficient quantity. Composting: Use of organic waste for the local production of compost for the fertilization of internal green areas. **Conclusion:** The implementation of measured processes will contribute to reducing the environmental impact of solid waste, promoting the circular economy and ensuring the conservation of the Protected Forest.

Keywords: Environmental education, Protective Forest, Waste management, Recycling, Sustainability

Fecha de recepción: Octubre 31, 2024

Fecha de aceptación: Octubre 19, 2025

¹ Universidad Politécnica Salesiana (UPS), Grupo de Investigación en Aplicaciones Biotecnológicas (GIAB), Carrera de Biotecnología. E-mail: jnaranjo@ups.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador, CIBE. E-mail: mxvera@espol.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual, FADCOM. E-mail: ypino@espol.edu.ec



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International Licence.

Introducción

La conducción de los desechos sólidos es un problema cotidiano en las zonas pobladas puesto que contaminan

Cómo citar: Naranjo-Moran, J., Vera-Morales, M., & Pino-Acosta, A. (2025). Composición y Generación de Desechos Sólidos en Zonas Periféricas del Bosque Protector La Prosperina: Implicaciones para la Gestión Ambiental. *Ecuadorian Science Journal*, 10(1), 1–6, Marzo–2026. DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.10.1.198>

los recursos naturales adyacentes. El manejo incorrecto de los desechos produce una afectación directa al ambiente y el buen vivir, dado que perjudica la salud de los pobladores (De La Cruz-Cabrera et al., 2020). Los desechos o residuos generados a diario en instituciones educativas superiores son variados y en ocasiones no son caracterizados (Rodríguez-Vaz et al., 2015). Existen distintos factores que causan una mala distribución de los desechos que incluyen a los sólidos, tales como la necesidad de educación ambiental y la mala clasificación de los desechos, esto no es garantía de que la comunidad se concientice sobre esta necesidad en instituciones de educación superior (Valdemar et al., 2013). Es fundamental ampliar su cobertura a los niveles educativos iniciales y, paralelamente, es indispensable la participación de las empresas y el gobierno en las iniciativas (Valdivia and García, 2024). Las decisiones estratégicas para promover prácticas sostenibles a nivel local en conjunto con municipalidades en esfuerzos coordinados (Solís Ruiz, 2024).

El implementar trabajo social diseñado para los planes, proyectos y programas ambientales puede ser una alternativa de solución que posibilite mitigar la problemática ambiental (Silva and García, 2016), dado que las comunidades educativas en instituciones de educación superior están dispuestas a involucrarse, promover la sustentabilidad, generar cultura de cuidado y protección a la naturaleza (Olaguez-Torres et al., 2019). En instituciones educativas superiores un punto clave para decisiones es la gestión de residuos están centrados en políticas y normativas coherentes para el depósito de los desechos sólidos (Moreira et al., 2018). Para los estudiantes y académicos desarrollar capacidades de investigación e innovación de sus recursos es una oportunidad para facilitar la creación de unidades de desarrollo sostenible en las universidades lo que permite impulsar una gestión adecuada de los desechos de cualquier tipo, siendo un gran desafío en académica y las empresas involucradas en la gestión de estos residuos (Cruz Florez et al., 2024).

Educar a las personas en la temática de la gestión de residuos sólidos tiene como finalidad fomentar las enseñanzas de actitudes proambientales (Haghighizadeh et al., 2024). La Universidad Tecnológica de Salamanca identifica que un plan de manejo posibilita un aporte al problema de gestión con actividades como la implementación de campañas de difusión, educación ambiental, monitoreo y evaluación sistemática (Vargas et al., 2015). No obstante, afrontar la aplicación de estas metodologías provocan convergencias desafortunadas, dado que, plantear objetivos desarticulados, estrategias suavizadas tienen poco impacto a las instituciones mexicanas de educación superior (Elías and Jiménez, 2019). La gestión de residuos con ayuda de la inteligencia artificial en un país latinoamericano como México promete grandes beneficios económicos, siendo un ejemplo para los países latinoamericanos. Sin embargo, la escasez de datos, las limitaciones tecnológicas y la falta de recursos financieros representan obstáculos significativos que deben abordarse para lograr una integración exitosa (Yáñez and Benavides, 2024).

En la actualidad, la inteligencia artificial (IA) aporta capacidad tecnológica distintos sectores incluido el ambiental, dado que puede procesar cantidades enormes de datos y evidenciar patrones complejos en el comportamiento

humano, esta herramienta está permitiendo avances significativos en diversos ámbitos. Microbiología ambiental: La IA está mejorando la precisión de los análisis microbiológicos, lo que a su vez optimiza procesos en laboratorios y cultivos. Agricultura: La IA está ayudando a tomar decisiones más informadas en la producción de cultivos, lo que podría conducir a una mayor eficiencia y sostenibilidad. Gestión de recursos naturales: Tiene la capacidad de optimizar la gestión sostenible a partir de los recursos naturales, como el agua y el suelo. En el futuro, la IA se integrará con otras tecnologías como el IoT, la robótica y los drones. Esta combinación permitirá desarrollar soluciones aún más sofisticadas para abordar los desafíos ambientales (Cruz Florez et al., 2024; Haghighizadeh et al., 2024).

Los estudiantes participan tan solo a nivel informativo y consultivo y no a nivel de gestión, control y política ambiental. Por lo que la educación ambiental puede ayudar a fomentar competencias éticas, respetando los ciclos vitales que posibilite mitigar la actividad antropogénica, lo que conlleva adquirir valores y conocimientos para brindar una educación ambiental oportuna a la comunidad circundante a los recursos naturales, lo que permite avanzar hacia la sustentabilidad y sostenibilidad del ecosistema educativo (de León Vázquez et al., 2019). La implementación de diseños que faciliten la optimización del manejo de residuos sólidos brinda una serie de beneficios en lo económico, social, ambiental, operacional y organizacional mediante un comité ambiental que sirva de veedor a las problemáticas con datos reales y precisos (Galvan et al., 2018). El objetivo de esta investigación fue conocer las características esenciales de los desechos sólidos y analizar la gestión del proceso de recolección en el campus Gustavo Galindo ubicado en el Bosque Protector "La Prosperina" (BPP).

Materiales y Métodos

El estudio se realizó con los desechos sólidos generados en la infraestructura ubicada en el campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Guayaquil-Ecuador, cuyas coordenadas son 2°09'38"S en latitud y 79°57'01"O en longitud. La población seleccionada para el muestreo fueron los estudiantes de la materia de Introducción a la Gestión Ambiental, quienes realizaron la separación y reciclaje dentro de ESPOL, para evaluar el volumen y caracterización de los desechos. Las actividades se coordinaron con un total de 37 estudiantes, estuvieron divididos en once grupos de 3 personas y un de 4 personas. Durante la evaluación la empresa Ultracleaning otorgó el servicio de transporte de estos desechos hacia el galpón ubicado en el BPP (Jiménez and Arias, 2007), lugar en el que los desechos permanecieron un tiempo máximo de un día hasta que se realizó el debido proceso de caracterización (Figura 1).

Clasificación de los desechos sólidos en zonas adyacentes al bosque protector

La separación de los desechos se desarrolló con la metodología propuesta por (Smyth et al., 2010), donde se clasifica tres categorías reciclables, no reciclables y compost, conteniendo también una subclasificación para los polímeros plásticos polietileno tereftalato, polietileno de

alta densidad, polietileno de baja densidad y poliestireno, además de otras categorías como papel, cartón y tisú, orgánicos (Jiménez and Arias, 2007), metales, vidrio, peligrosos, tetrapak, textiles y materiales o desechos electrónicos.

Las fundas provenientes de cada estación fueron previamente etiquetadas de acuerdo con el lugar de procedencia, y transportadas al galpón de compostaje. Previo la clasificación los estudiantes fueron capacitados entorno a las medidas de protección personal (uso adecuado de ropa, guantes y mascarillas), montaje de cuádras de caracterización y pesaje de los desechos (Figura 1). La caracterización de los desechos se realizó durante dos semanas, en función del número de residentes (Nr) de tránsito y el peso total generado por la infraestructura física del área de facultad se obtuvo una generación per cápita diaria en promedio de cada área muestreada (kg/infraestructura al día).



Figura 1. Clasificación de desechos sólidos generados en zonas adyacentes al bosque protector; A) Parte de los lugares de recolección en ESPOL, B) Recipientes, C) Recolección, D) Muestras para el monitoreo, E) Clasificación, F) Pesaje de los residuos.

Fuente: Autores.

Análisis FODA para los desechos generados

Para realizar el análisis FODA del proceso de gestión se realizó visitas insitu, entrevistas personales a los trabajadores de servicios generales, observaciones a la ubicación de los recipientes de recolección. El análisis se utilizó con el fin de establecer las principales causas que muestran fallas al sistema de gestión que recolecta los desechos sólidos, lo que facilita reconocer las fortalezas y debilidades en territorio (Leiva Cabrera, 2020), puesto que, este método matricial cualitativo determinado el origen, efectos y temporalidad de los eventos en orden jerárquico, esto puede ser decisivo para validar el desarrollo de proyectos con enfoque territorial al diagnosticar las interrelaciones del sistema de manera coherente (Martínez et al., 2018).

Estrategias de mitigación y concientización

Las estrategias fueron aplicados a los residentes transitorios involucrados en la generación de desechos siendo estos estudiantes, servidores de ESPOL (profesores, analistas,

personal administrativo y de servicio), personal de bares-comedores y visitantes. En una primera etapa se realizó la socialización del estado actual y los hallazgos observados en el monitoreo inicial de campo en el centro de interpretación del BPP, con el fin de promover acciones de limpieza en los alrededores de las áreas de infraestructura. Luego se realizó una capacitación interactiva al personal encargado en la gestión de residuos, posteriormente se procedió a ejecutar campañas de concientización sobre la cultura del reciclaje por redes sociales la comunidad general (Jerez and Jerez, 2016).

Resultados

Como resultados de la caracterización se identificó que 70.94% de los residuos sólidos son de tipo orgánico representando 135.56 kg de residuos que pueden ser usados para la elaboración de compost (Tabla 1), mientras que, de los plásticos se obtuvo un 17.56% que representan 33.73 kg de estos desechos, en las subclasificación los PEBD tienen mayor valor con 7.56% seguidos de los PETS con un 3.81%, los PS con un 3.17% y finalmente los PEAD con un 3.12%, estos porcentajes que representan en peso 14.44, 7.28, 6.05 y 5.96 kg respectivamente, demostrando que 14.49% (PETS, PEAD y PEBD) se puede reciclar, es decir un valor real de 27.68 kg. Se encontró un 6.88% de papel en la caracterización, siendo esto un total de 13.15 kg obtenidos en dos semanas, material que someterse a algún proceso de reciclaje.

Respecto a los vidrios y metales son un 2.36 y 1.64% de caracterización global, lo que representan 4.52 kg de vidrio y 3.14 kg de metal, además notamos que en ESPOL no existe una gran generación de residuos metálicos dispuestos en los recipientes. Finalmente tenemos a los tetrapak, textiles y electrónicos en menor generación desde el área de infraestructura. Este hallazgo subraya la importancia de mejorar las prácticas de separación y recolección para implementar mejoras en el reciclaje de materiales, se pudiera sugerir la implementación de retos para la elaboración de esculturas identitarias de la localidad.

En cuanto al análisis FODA para la recolección de desechos sólidos, se identificó la fortaleza es su ubicación adyacente al bosque de tipo seco tropical (Figura 2), lo que permitirá un mejor aprovechamiento, conservación, protección, restauración y concientización. Considerando que se encuentra cercano a un área de protección se tiene muchas oportunidades de mejora definiendo acciones estratégicas que aporten a la sostenibilidad fortaleciendo el plan de manejo del BPP.

No obstante, las debilidades identificadas en estos escenarios requieren de capacitación, recursos y estrategias claves para evitar conflictos y resistencia al cambio al modelo de gestión. Situación que permitió identificar las amenazas generadas por los residentes transitorios, quienes proporcionan un efecto directo al sistema de gestión de residuos, los indirectos producen efectos sobre el funcionamiento, desinterés de entidades de control y perturbación al ecosistema natural ubicado en el BPP.

El análisis FODA muestra que el BPP se encuentra la ubicación estratégica, dado que facilita la conservación y protección del área de conservación permanente, además la infraestructura adecuada para el reciclaje de envases

Tabla 1. Desechos sólidos clasificados adyacente al Bosque Protector.

Categorías	Infraestructuras [kg]	Recipientes [kg]	Bares y comedores [kg]
Papel	13,15	3,91	9,24
Orgánicos	135,56	18,45	117,11
Metales	3,14	1,85	1,29
Vidrio	4,52	1,50	3,01
Tetrapak	0,44	0,25	0,19
Textiles	0,31	0,05	0,26
Electrónicos	0,25	0,25	0,00
Plástico PET*	7,28	3,77	3,51
Plástico PEAD*	5,96	2,67	3,29
Plástico PEBD*	14,44	4,60	9,85
Plástico PS*	6,05	2,95	3,10
Total	191,10	40,24	150,86

*Polietileno tereftalato (PET), Polietileno de alta densidad (PEAD), Polietileno de baja densidad (PEBD) y Poliestireno (PS).

Fuente: Autores.

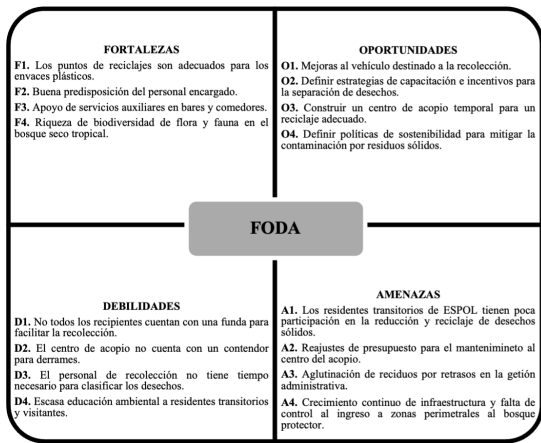


Figura 2. Análisis FODA para la recolección de desechos. Fuente: Autores.

plásticos debe ser repotenciada. Sin embargo, se identifican debilidades como la falta de recursos y tiempo limitado para la clasificación de residuos, así como una educación ambiental insuficiente para los residentes transitorios y visitantes del área protegida, por lo que se debe instruir una cuadrilla de guardaparques, voluntarios profesionales y no profesionales.

Las oportunidades incluyen la mejora de los vehículos de recolección y la implementación de políticas de sostenibilidad que mitiguen la contaminación. No obstante, las amenazas como la baja participación de los residentes y posibles recortes presupuestarios pueden comprometer la eficacia del sistema. Este análisis subraya la necesidad de estrategias integrales y educación continua con el fin de asegurar la sostenibilidad del BPP.

Las capacitaciones, mingas, campañas de redes sociales y charlas informativas fomentaron la participación de todos los residentes adyacentes al bosque protector (Figura 3), siendo un canal de comunicación bidireccional prioritario que permitió recopilar sugerencias y comentarios de todos los involucrados, logrando así promover una cultura de reciclaje en todo el campus y mitigar el impacto provocado por la actividad antropogénica.



Figura 3. Educación ambiental como soporte al sistema gestión de residuos sólidos; A) Reuniones previas con actores claves, B) Capacitaciones objetivas, C) Mingas de limpieza, D) Capacitaciones interactivas. Fuente: Autores.

Discusión

Conforme a los resultados podemos decir que existen programas facilitan el manejo de los desechos de cualquier índole al integrar diferentes representantes de la red educativa y del empresariado privado, lo que permite identificar los actores claves encargados en la logística y buen funcionamiento hacia la optimización y mejora continua, lo que permitirá diagnosticar de alternativas que contribuyan una mejor gestión de residuos basados en instrumentos, metodologías recolección y caracterización como por ejemplo el basado en el catálogo europeo (Rodríguez and Páez, 2019).

El presente estudio, aunque aporta valiosa información sobre la gestión de desechos sólidos en el Bosque Protector La Prosperina, presenta algunas limitaciones que requieren atención prioritaria. En primer lugar, es necesario un análisis más profundo del impacto ambiental específico en el ecosistema del bosque protector. Esto incluiría una evaluación detallada de cómo los diferentes tipos de desechos afectan la flora y fauna local, así como los procesos

ecológicos esenciales. En segundo lugar, se debe incluir una evaluación económica de las propuestas de mejora. Analizar los costos y beneficios de las estrategias sugeridas permitirá una mejor comprensión de su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo. Finalmente, la implementación práctica de las estrategias de educación ambiental podría ser más detallada e implementadas con estrategias lúdicas. Es crucial proporcionar ejemplos concretos y metodologías específicas que puedan ser adoptadas por la comunidad local y universitaria para fomentar una cultura de reciclaje y conservación ambiental efectiva incluyendo nuevas herramientas tecnológicas (Valdivia and García, 2024; Yáñez and Benavides, 2024).

La mala clasificación de residuos sólidos afecta las actividades académicas, aunque la sensibilización a la comunidad es de gran importancia, se tiene que brindar una solución integral mediante normativas e inversión efectiva que permita ser sostenibles a las entidades educativas (Rodríguez, 2024). El BPP al ser un bosque de tipo seco tropical provee de servicios ecosistémicos que pasan desapercibidos, este bosque es constantemente presionado por la actividad antrópica y se debe tomar decisiones basadas en investigaciones científicas que aporte la conservación ambiental de este recurso (Zuluaga and Castro, 2018). Dado que en las entidades de educación superior se definen indicadores de huella ecológica con el propósito de estimar la prestación de servicios ecosistémicos y definir normativas y políticas correctas hacia la sostenibilidad ambiental, donde se instalan sistemas de monitoreo que promueven mediadas prácticas y operativas (Guerra and Rincón, 2018). Se observa en el país de Guatemala cómo del 2019 a 2023 ha cambiado la manera en que clasifican los desechos sólidos (Rodríguez, 2024).

Muchas investigaciones en instituciones educativas son apenas la previa de fundamentaciones en el desarrollo de procesos organizativos de la actuación ambiental, estos deben conducir a la resolución de una situación problemática en la gestión de los desechos (?). Los residuos orgánicos sugieren una oportunidad significativa para implementar programas de compostaje, con esto embellecer las áreas verdes de composición florística nativa, en el bosque seco tropical. Sin embargo, la baja tasa de reciclaje de plásticos muestra una problemática local y una necesidad institucional para optimizar las prácticas de separación desde la fuente. Futuras investigaciones podrían centrarse en desarrollar tecnologías y métodos más eficientes para la separación y reciclaje de plásticos en general para el campus Gustavo Galindo cercano al BPP. Además, sería beneficioso explorar el impacto de programas educativos continuos sobre la gestión de residuos en la comunidad universitaria, para fomentar una cultura de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

Experiencias ecoturísticas en el área protegida en el país de Colombia muestran diferentes situaciones para comprender la distancia que existe entre los aportes de implementación y el marco jurídico existente para las entidades gubernamentales (Caviedes-Rubio and Olaya-Amaya, 2018). A pesar de las amenazas potenciales y conflictos generados por las actividades ecoturísticas realizadas en el BPP, razón por la que resulta necesario la implementación de medidas consensuadas para mitigar los

riesgos y pérdidas de recursos naturales existentes en las áreas protegidas, como el bosque de La Prosperina.

Conclusiones

El estudio revela que los desechos orgánicos, plásticos y de papel son los más comunes en el Bosque Protector 'La Prosperina', generados principalmente por los visitantes. A pesar de los contenedores de clasificación, la mezcla de residuos durante la recolección limita el reciclaje. Para mejorar la situación, es crucial educar a los visitantes sobre la importancia de separar los residuos, capacitar al personal de gestión de residuos y fomentar la adopción de las 4R. El uso de contenedores diferenciados y llamativos puede incentivar la participación de todos.

Trabajos futuros

Se sugiere la creación de políticas de reciclaje que promuevan una economía circular dentro del campus y las áreas adyacentes al Bosque Protector "La Prosperina" (BPP). Esto incluye la capacitación continua del personal encargado del manejo de los desechos. Educar sobre el ambiente es clave para mitigar la presión antropogénica sobre el bosque. Se recomienda desarrollar estrategias educativas para los visitantes y ciudadanía en general, con estrategias comunicacionales enfocadas a la separación y reciclaje de los desechos sólidos, tal vez el uso de incentivos académicos y socioculturales. Se identifican oportunidades para la adquisición de infraestructura física, tecnología que integre inteligencia artificial para la recolección de residuos y monitoreo de zonas de riesgo para flora y fauna, como la construcción de un centro de acopio temporal y la mejora de los vehículos destinados a la recolección. Fomentar la participación de los residentes transitorios y visitantes del campus en programas fortalezcan el reciclaje y manejo de residuos. Esto incluye campañas de concientización a través de redes sociales y actividades comunitarias.

Una gestión de residuos que se retroalimente del comportamiento, tránsito y cultura será más eficiente, las mejoras deben integrar una clasificación adecuada de los desechos, el diseño, uso de recipientes interactivos para diferentes tipos de residuos, sensores que usen la inteligencia artificial para acreditar incentivos o sistemas de recompensas que aporte al cambio del comportamiento humano. Continuar con investigaciones que permitan cambiar el comportamiento de los visitantes en la gestión de desechos y evaluar de manera sistemática las políticas implementadas. Esto incluye el monitoreo continuo del impacto en flora y fauna, mantenimiento de contenedores y actualizaciones en metodologías al personal operativo.

Agradecimientos

Los autores desean extender su agradecimiento a la Unidad de Vínculos de la Sociedad de la ESPOL por financiar este proyecto de investigación. Agradecemos también al Programa Interinstitucional Bosque Protector La Prosperina (PIBPP) por su coordinación y logística.

Referencias Bibliográficas

- Caviedes-Rubio, D. I. and Olaya-Amaya, A. (2018). Ecoturismo en áreas protegidas de colombia: una revisión de impactos ambientales con énfasis en las normas de sostenibilidad ambiental. *Revista Luna Azul*, (46):311–330.
- Cruz Florez, B. S., Gomez Torres, B. R., and Sanchez Leal, L. C. (2024). Aplicaciones de la inteligencia artificial en microbiología agroambiental. *ReCIBE, Revista electrónica De Computación, Informática, Biomédica Y Electrónica*, 13(2):C2–25.
- De La Cruz-Cabrera, V., Carrillo, S., and González, M. (2020). Manejo y disposición de residuos sólidos en la comunidad de portobelo, colón. *Orbis Cognita*, 4(2):1–23.
- de León Vázquez, I. I., Tapia-Castillo, D. I., and Vélez-Díaz, D. (2019). La sustentabilidad en las instituciones de educación superior. *XIKUA Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan*, 7(14):40–47.
- Elías, B. C. and Jiménez, H. G. (2019). Ecoauditoria ambiental aplicada a centros escolares del nivel medio superior de la universidad autónoma de guerrero. *REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 36(2):319–341.
- Galvan, G. V., Bolivar, J. E. J., and Galindo, F. B. (2018). Diseño e implementación de un software para el manejo de residuos sólidos en instituciones y empresas de hondatolima. *Revista Innova ITFIP*, 3(1):64–74.
- Guerra, J. and Rincón, I. (2018). Cálculo de la huella ecológica campus de la universidad central de venezuela. *Revista Luna Azul*, (46):03–19.
- Haghighizadeh, A., Rajabi, O., Nezarat, A., Hajyani, Z., Haghmohammadi, M., Hedayatikhah, S., Asl, S. D., and Beni, A. A. (2024). Comprehensive analysis of heavy metal soil contamination in mining environments: Impacts, monitoring techniques, and remediation strategies. *Arabian Journal Of Chemistry*, 17(6):105777.
- Jerez, S. O. and Jerez, A. O. (2016). Reciclaje en las redes sociales como estrategia para la concientización. *Etic@ net: Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, 16(1):128–141.
- Jiménez, E. and Arias, C. (2007). Manejo de desechos sólidos orgánicos generados en bares y comedores de la espol. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 20(1).
- Leiva Cabrera, F. A. (2020). Educación ambiental para el poblador del distrito de casa grande en el manejo de residuos sólidos urbanos entre julio a diciembre del año 2019. *Arnaldoa*, 27(1):323–334.
- Martínez, D. V., Cedillo, J. G. G., Demetrio, W. G., and Rodríguez, L. M. E. (2018). Diagnóstico integral del territorio del parque otomí-mexica del estado de méxico. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*, 9(21):160–186.
- Moreira, R., Malheiros, T. F., Alfaro, J. F., Cetrulo, T. B., and Ávila, L. V. (2018). Solid waste management index for brazilian higher education institutions. *Waste Management*, 80:292–298.
- Olaguez-Torres, E., Espino-Román, P., Acosta-Pérez, K., and Méndez-Barceló, A. (2019). Plan de acción a partir de la percepción en estudiantes de la universidad politécnica de sinaloa ante el reciclaje de residuos sólidos y la educación ambiental. *Formación universitaria*, 12(3):3–14.
- Rodrigues-Vaz, C., Oliveira-Inomata, D., and Stiirmer, J. C. (2015). Estado del arte sobre manejo de residuos sólidos en instituciones de educación superior: una revisión de literatura. *Revista Cubana de Química*, 27(3):228–242.
- Rodríguez, J. E. (2024). Impacto de la generación de desechos sólidos en guatemala. *Análisis De La Realidad Nacional*, 13(261):10–22.
- Rodríguez, O. V. and Páez, Y. F. (2019). Caracterización y uso de los residuos sólidos generados por empresas del sector metalmecánico en la ciudad de manizales. *Revista Luna Azul*, (48):90–108.
- Silva, N. C. B. and García, Y. G. (2016). Análisis a las problemáticas ambientales de las instituciones de educación superior ies en colombia desde la inteligencia emocional y el trabajo social. *Revista educación y desarrollo social*, 10(2):134–158.
- Smyth, D. P., Fredeen, A. L., and Booth, A. L. (2010). Reducing solid waste in higher education: The first step towards ‘greening’ a university campus. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(11):1007–1016.
- Solis Ruiz, H. M. (2024). Gestión de residuos sólidos y su relación con la inversión pública en municipalidades del Perú. *Revista Alfa*, 8(22):220–231.
- Valdemar, R. M. E., Marion, S. T., Solís, R. C. V., Morillas, A. V., Ramos, A. D. L. L. C., de la Torre Vega, A., and García, B. A. G. (2013). La gestión ambiental en una institución de educación superior asociada a las prácticas de separación y recuperación de residuos. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 29:49–57.
- Valdivia, I. B. and García, G. H. (2024). Basura a la vista: el problema de los residuos sólidos en el valle de zamora. *Revista Digital Universitaria*, 25(3).
- Vargas, O., Alvarado, E., López, C., and Cisneros, V. (2015). Plan de manejo de residuos sólidos generados en la universidad tecnológica de salamanca. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2(5):83–91.
- Yáñez, J. M. S. and Benavides, L. M. (2024). Gestión de residuos sólidos y la inteligencia artificial en el contexto mexicano. *Ciencia Nicolaita*, (90).
- Zuluaga, L. and Castro, E. (2018). Valoración de servicios ambientales por captura de co2 en un ecosistema de bosque seco tropical en el municipio de el carmen de bolívar, colombia. *Revista Luna Azul*, (47):01–20.