



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i1.2487>

Ciencias Económicas y Empresariales

Artículo de investigación

Planta de compostaje y reciclaje para la gestión de residuos sólidos en Río Blanco, Ecuador

Composting and recycling plant for solid waste management in Río Blanco, Ecuador

Planta de compostagem e reciclagem para gestão de resíduos sólidos em Río Blanco, Equador

Anjely Fernanda Coronel-Sarmiento^I
afcoronels83@est.ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1743-4764>

Glenda Maricela Ramón-Poma^{II}
gramon@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6833-9129>

Correspondencia: afcoronels83@est.ucacue.edu.ec

***Recibido:** 20 de noviembre de 2021 ***Aceptado:** 18 de diciembre de 2021 *** Publicado:** 10 de enero de 2022

- I. Estudiante de la Maestría en Administración de Empresas con Mención en Dirección y Gestión de Proyectos. Unidad Académica de Posgrado, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- II. Docente Investigador, Unidad Académica de Administración, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Resumen

La cantidad de desechos generados en el mundo representa una amenaza para el ambiente y la salud. La recolección de estos desechos en Latinoamérica posee una alta cobertura en áreas urbanas, más no así en áreas rurales; de éstos, más de dos tercios se ubican en rellenos sanitarios que, en su mayoría, no son manejados adecuadamente y aquellos no recolectados, reciben una inadecuada disposición final.

El objetivo de esta investigación es proponer una alternativa sustentable para mejorar la gestión de residuos sólidos en la parroquia Río Blanco, mediante la implementación de una planta de compostaje y reciclaje; contribuyendo a disminuir impactos ambientales y generar beneficios socio-económicos.

El estudio de campo es no experimental, de tipo mixto y descriptivo – explicativo.

Se aplicaron encuestas a la población de la parroquia, donde se determinó la inadecuada gestión de desechos sólidos, por lo que la implementación de esta planta aportaría a solucionar este problema.

Palabras clave: Contaminación; Desperdicio; Fertilizante; Materia Orgánica; Tratamiento de desechos.

Abstract

The amount of waste produced around the world is a danger to the environment and human health. In Latin America, waste collection is widespread in urban areas but not so much in rural areas; of these, more than two-thirds are disposed of in sanitary landfills that are, for the most part, poorly managed, and those that are not collected suffer an insufficient final disposal.

The goal of this study is to provide a long-term solution for improving solid waste management in the Río Blanco parish by implementing a composting and recycling plant, which will help to reduce environmental impacts while also generating socioeconomic advantages.

The field research is not experimental, but rather a blend of descriptive and explanatory.

Surveys were applied to the population of the parish, and it was concluded that the parish's solid waste management was inadequate, therefore the installation of this plant would help to solve the problem.

Keywords: Pollution; Waste; Fertilizer; Organic waste; Waste treatment.

Resumo

A quantidade de resíduos gerados no mundo representa uma ameaça ao meio ambiente e à saúde. A coleta desses resíduos na América Latina tem alta cobertura em áreas urbanas, mas não em áreas rurais; Destes, mais de dois terços estão localizados em aterros sanitários que, em sua maioria, não são geridos adequadamente e os que não são coletados recebem destinação final inadequada.

O objetivo desta pesquisa é propor uma alternativa sustentável para melhorar a gestão de resíduos sólidos na paróquia de Río Blanco, através da implantação de uma usina de compostagem e reciclagem; contribuindo para reduzir os impactos ambientais e gerar benefícios socioeconômicos. O estudo de campo é não experimental, misto e descritivo-explicativo.

Foram aplicados inquéritos à população da freguesia, onde se verificou a gestão inadequada dos resíduos sólidos, pelo que a implementação desta central contribuiria para a resolução deste problema.

Palavras-chave: Poluição; Desperdício; Fertilizante; Matéria orgânica; Tratamento de esgoto.

Introducción

En las condiciones actuales de globalización, fácilmente se identifican problemáticas ambientales a consecuencia de la inconsciencia de los seres humanos con el planeta y los malos hábitos.

De acuerdo al estudio *What a Waste 2.0*, realizado por el Banco Mundial (2018) en más de 217 países, para el año 2050 se estima que el mundo generará 3,40 mil millones de toneladas por año, representando un aumento drástico en relación a los 2,01 mil millones de toneladas actuales. Se calcula que en Latinoamérica y el Caribe, cada persona genera casi 1 kg diario de basura, lo que equivale a un estimado de 231 millones de toneladas anuales de desechos, de los cuales más de la mitad son alimentos.

La recolección de desechos en Latinoamérica y el Caribe posee una alta cobertura en cotejo con las tendencias a nivel mundial. Alrededor del 85% de los desechos producidos a nivel urbano son recolectados. Países como Colombia o Uruguay, alcanzan el 95% de cobertura en las ciudades; a diferencia de la realidad en áreas rurales, donde se recolectan apenas el 30%.

El estudio evidencia que de los residuos generados en Latinoamérica y el Caribe, más de dos tercios se ubican en rellenos sanitarios, siendo algunos de ellos solamente vertederos manejados

adecuadamente; por su parte, los vertederos existentes a cielo abierto representan alrededor del 27% del tratamiento y eliminación de residuos.

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), establece que cada uno de los habitantes del Ecuador produce alrededor de 0,58 kilogramos de residuos sólidos al día, en la provincia de Morona Santiago específicamente, la producción per cápita de residuos sólidos es de 0,5 kilogramos por día; de igual manera, en el reporte: Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (INEC, 2020); del total de municipios, sólo el 37,1% cuenta con procesos de diferenciación de materiales y el 43% dispone sus residuos sólidos en un relleno sanitario.

De acuerdo al último censo realizado en el año 2010, la población de la parroquia Río Blanco ascendió a 1992 habitantes, con una tasa de crecimiento del 4,89% (INEC, 2010). Para el año 2015, la población de la parroquia fue de 2424 habitantes, de conformidad a lo establecido en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Río Blanco (GAD Parroquial de Río Blanco, 2015).

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Morona brinda el servicio de recolección de desechos a la parroquia dos veces por semana, lo cual no satisface la demanda existente, ocasionando la inadecuada disposición final de gran cantidad de residuos generados en la localidad.

Por ello, la importancia de implementar una planta de compostaje y reciclaje en la parroquia Río Blanco, donde se gestione, trate y aproveche los residuos, generará beneficios ambientales, sociales y económicos para la localidad.

Referencial teórico

Residuos Sólidos

Los residuos sólidos son objetos, materiales, elementos o sustancias que pierden su valor de uso o aprecio para quien los genera y debido a esto son descartados (Ochoa, 2018). Estos residuos implican una progresiva demanda de sistemas y procedimientos que permitan brindarles un adecuado tratamiento, asimismo, esto implica el incremento en el uso de suelos para su disposición final. Cabe mencionar también que la descomposición de estos residuos en los rellenos sanitarios ocasiona la generación de gases como el dióxido de carbono, metano, óxidos de nitrógeno que

producen un potencial impacto negativo en el ambiente, debido a la contaminación en la atmósfera, además por la manera en la que incide en el cambio climático, constituyendo gases que refuerzan en efecto invernadero (Jantz & Ruggerio, 2021).

Según la clasificación que establece la Organización Internacional para la normalización ISO (2002), los desechos se clasifican en: residuos municipales, residuos industriales y residuos peligrosos. Los residuos municipales son aquellos residuos que se generan en viviendas, comercios, lugares abiertos y plantas de tratamiento de agua residual. Los residuos industriales son generados como consecuencia de la actividad industrial, entre ellos tenemos: plástico, ceniza, restos de demolición y construcción. Los residuos peligrosos son aquellos que por sus propiedades físico químicas podrían provocar daños al ambiente, así como a la salud de los seres humanos; estos residuos pueden clasificarse a su vez en: reactivos, corrosivos, tóxicos, explosivos, biológico-infecciosos e inflamables.

Gestión de los residuos sólidos

Para Flores et al., (2012), la gestión de residuos sólidos está conformada por las siguientes fases: almacenaje, colecta, separación de residuos, transformación, recuperación y disposición final. El almacenaje corresponde a la ubicación de los residuos generados en viviendas y comercios en los lugares destinados para los mismos, con el afán de evitar la propagación de vectores (roedores y alimañas). La colecta, conocida también como recolección, consiste en retirar los residuos de los lugares de almacenaje; y posteriormente llevarlos a zonas de aprovechamiento o disposición final, mediante vehículos recolectores. La separación de residuos corresponde a la selección de los residuos para facilitar su aprovechamiento, los mismos que serán clasificados en orgánico e inorgánico; es recomendable, realizar esta actividad previa al almacenamiento para facilitar el proceso de tratamiento o transformación.

La transformación consiste en la reducción del volumen de residuos por medio de diferentes procesos, los cuales pueden ser: mecánicos, biológicos o químicos. La recuperación comprende la utilización de actividades como el reúso y el reciclaje, para rescatar los residuos, sea en su forma original o en productos nuevos o transformados que conlleve beneficios sociales, económicos, ambientales y sanitarios. La disposición final es la última fase de la gestión de residuos, en la cual mediante procesos de aislamiento y confinamiento son dispuestos de manera sanitaria en un lugar

definido y definitivo, ocasionando el menor impacto ambiental. Esto conforme las definiciones de Flores et al., (2012).

Desde una perspectiva mundial, el manejo y gestión de residuos sólidos representa un problema, elementos como la concentración de la población en determinados lugares, crecimiento demográfico, ineficaz desarrollo del sector empresarial o industrial, mejoras del nivel de vida, variaciones en patrones de consumo y demás factores, han ocasionado incremento de la generación de residuos en ciudades y pueblos (Aguilar, et al., 2018). La población mantiene costumbres primitivas, en gran parte debido al desconocimiento de los perjuicios que éstos pueden ocasionar al ambiente y sin mayor conciencia de las consecuencias, destruye la biodiversidad de los ecosistemas, arrojando residuos de manera inadecuada y sin mayor control, arrojándola en su mayoría a cielo abierto, ríos e incinerándola (Rivadeneira, 2018).

En Ecuador, según reporte del INEC, diariamente a nivel nacional se recolectan 12671,2 toneladas de residuos, de los cuales corresponden 430,4 a la región amazónica, a su vez, de éstos se ubican 49,7 en la provincia de Morona Santiago. En ésta provincia, el 54% de los residuos recolectados son inorgánicos y el 46% restante corresponde a residuos orgánicos (AME-INEC, 2019). En el cantón Morona, provincia de Morona Santiago, existe una ordenanza que regula la gestión de los residuos sólidos. Esta ordenanza establece definiciones, clasificación de residuos, competencias del gobierno municipal, principios, obligaciones y actividades que ejecuta el GAD cantonal en relación a al manejo de los residuos sólidos generados en el cantón.

La ordenanza municipal mencionada en el párrafo anterior indica las actividades que se ejecutan en el cantón Morona para gestionar los desechos sólidos, estas son: barrido y limpieza, recolección, transporte, reciclaje y disposición final. El barrido y limpieza se efectúa únicamente en la ciudad de Macas e incluye la recolección de desechos de las papeleras y puntos limpios que se han instalado en áreas de mayor concurrencia; para esta actividad se han establecido rutas, horarios y frecuencias. En la ciudad de Macas y parroquia General Proaño se efectúa de lunes a sábado la recolección de los residuos sólidos de ciudadanos e instituciones públicas y privadas; en el caso de los mercados municipales, todos los días. En las parroquias rurales se efectúa una sola vez por semana y dos veces en sitios de mayor concurrencia, en horarios definidos por el departamento a cargo (GAD Municipal del Cantón Morona, 2016).

Según las características de los residuos, el servicio de transporte se realiza mediante recolección y traslado en vehículos que poseen compactador, caja impermeabilizada y sistema de descargue o en camiones o volquetes. La Dirección Municipal de Gestión Ambiental y Servicios Públicos es la encargada de fomentar el aprovechamiento de los residuos. Para que las personas, sean naturales o jurídicas puedan ejecutar actividades relacionadas al reciclaje deben cumplir con requisitos impuestos por el GAD Municipal en la normativa vigente. La disposición final de los desechos se efectúa únicamente en el relleno sanitario municipal (GAD Municipal del Cantón Morona, 2016).

Compostaje

Son los procesos físicos, químicos y biológicos empleados por el hombre para manejar, promover y acelerar la descomposición de residuos orgánicos para transformarlos en constituyentes naturales del suelo” (Sánchez y Gándara, 2011). El producto del compostaje se define como compost, el cual tiene como función contribuir con nutrientes, disminuir la incidencia de parásitos y ahorro de agua (Docampo, 2013). El término compostaje se usa para describir la descomposición aerobia de material orgánico en circunstancias controladas, con la finalidad de generar un sustrato acondicionador para el suelo, mismo que a la vez representa un valor comercial; este proceso natural puede ejecutarse de manera controlada con la finalidad de disminuir los desagradables olores, el tiempo y el período requerido para formación, para lo cual es necesaria la intervención humana de manera sencilla. El producto de éste proceso constituye un acondicionador de suelos abundante en componentes orgánicos (Masters & Ela, 2008).

Según Masters & Ela (2008), existen varios factores que intervienen o afectan al proceso de compostaje, como la temperatura, pH, disponibilidad de oxígeno y suministro de nutrientes y humedad. Los protagonistas dentro del proceso de desintegración o descomposición son los hongos y bacterias, sin embargo, existen otros macro organismos como lombrices de tierra, ácaros, escarabajos, cochinillas, rotíferos y nematodos, que contribuyen a desintegrar la materia y volverla más atacable para los microorganismos. En la fase inicial de la desintegración, los hongos y bacterias se desarrollan de mejor manera a temperaturas entre 25 y 45 °C, producen calor durante el metabolismo de los residuos lo que eleva la temperatura. Una vez superada esta temperatura, los mesófilos se detienen y quienes se encargan del proceso son los microorganismos termófilos.

Dentro del compost, la temperatura se mantiene en aumento, de esta manera son destruidas las semillas de malas hierbas y los patógenos, mejorando la calidad del producto. Durante los primeros estados de la descomposición, surgen ácidos orgánicos que disminuyen el nivel de pH, en este punto, los hongos que toleran el ácido predominan y terminan por romper los ácidos orgánicos. Conforme los residuos son degradados por los microbios aerobios, éstos consumen oxígeno. Si se suministra oxígeno en cantidad no suficiente para los microorganismos anaerobios, tiende a ralentizar el proceso y producir desagradables olores. Se puede renovar el oxígeno de manera sencilla, dando vuelta a la pila o hilera de compost con frecuencia, revolviéndola o utilizando ventilación forzada. Los microorganismos que se encargan de la degradación del compost requieren un cierto número de nutrientes disponible, entre los más relevantes se encuentran: nitrógeno para sintetizar proteínas, carbono para la producción de energía, potasio y fósforo que contribuyen a la reproducción de células y metabolismo (Masters & Ela, 2008).

Diseño de sistemas para procesos de compostaje

El primer sistema de compostaje, según Docampo (2013), fue de modo estático con hileras o pilas, a las cuales se efectuaba un periódico volteo con la finalidad de contribuir al desarrollo de los procesos microbianos anaeróbicos. El pilar fundamental para poder comenzar es el análisis de distintos sistemas, los cuales pueden agruparse en dos tipos: sistemas abiertos o semi cerrados y sistemas cerrados, éstos requieren un control más riguroso con respecto a los gases que se desprenden de la biomasa.

El compostaje en lugares cerrados puede efectuarse en pilas o hileras, se deriva del proceso original efectuado al aire libre, se coloca el material en hileras o pilas, con rangos de altura de 1 a 3 metros y ancho de 3 a 8 metros; en pilas estáticas que no requiere aireación forzada o volteo del material, aplica para ciertos tipos de biomasa cuya composición los vuelve aptos para compostaje estático. El compostaje en pilas estáticas aireadas utiliza ventiladores para conseguir la aireación, cuya operación se efectúa bajo presión negativa o positiva. Compostaje en pilas con volteo mecánico: este proceso se ejecuta utilizando una pala frontal, en los casos de procesamiento en pequeñas escalas de residuos como estiércol de origen animal o residuos agrícolas. Para los casos de procesos a mayor escala es necesaria una pala cargadora frontal. Compostaje en biorreactor: se trata de una

estructura usada para someter a tratamiento biológico el material, puede ser rígida, cerrada o tambor, en este proceso existe poco o nada de movimiento del material dentro del reactor.

Reciclaje

Es el proceso mediante el cual los residuos son clasificados con la finalidad de ser transformados en materiales nuevos o utilizados como materia prima, ayudando a minimizar la cantidad de desechos (Sando, 2012). Es la “utilización más de una vez del mismo material en procesos productivos” (Camacho & Ariosa, 2000).

El reciclaje es el adecuado destino final de los residuos sólidos de determinado tipo, obteniendo como resultado beneficios sociales, ambientales y/o. Los beneficios sociales se constituyen en el fomento de cambios implantando una cultura social, alternativas de empleo, disminución del riesgo de enfermedades, generación de recursos para entidades que brindan beneficio social. Contribuye también a disminuir la explotación de recursos naturales, reducir la necesidad latente de rellenos sanitarios e incineración, minimizar la cantidad de los residuos que producen impacto ambiental negativo y generación de gases invernadero; además de favorecer a la conservación del ambiente y paisajes. El material reciclado puede ser comercializado a empresas que adquieren materia prima de calidad, a costos más convenientes y con un elevado ahorro de energía económicos (Díaz, 2007).

Metodología

A pesar de las diferencias entre compostaje y reciclaje, ambos enfoques se combinan e integran, constituyendo la metodología mixta (Cárdenas, 2018), el presente estudio es de tipo cuantitativo y cualitativo, de alcance descriptivo y explicativo, cuyo diseño de investigación es no experimental de corte transversal; con el objetivo de elaborar la propuesta de una planta de compostaje y reciclaje para la parroquia Río Blanco cuyos beneficios serán para los pobladores de la localidad. La muestra responderá a criterios estadísticos del 95% de confianza y un límite de error de estimación del 5%.

Universo de estudio y tratamiento muestral

Para la presente investigación, la población de estudio corresponde a los 482 hogares establecidos en el sistema Recuperación de Datos para Áreas pequeñas por Microcomputador (Redatam) para la parroquia Río Blanco en base al último censo nacional 2010.

Al no haberse efectuado el censo nacional 2020 debido a la emergencia sanitaria mundial, se efectúa la proyección de la población a dicho año, para ello se ha tomado la población conforme el censo 2010 y aplicado la tasa de crecimiento poblacional determinada por el INEC, misma que corresponde al 2,8% anual; éste valor ha sido dividido para el promedio de personas por hogar que es 4,14, también tomado del censo de vivienda 2010; determinando que la población (hogares) es de 775.

Para determinar el tamaño de la muestra para poblaciones finitas se aplica la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Npq}{(N-1)\left(\frac{e}{z}\right)^2 + pq} \quad n = \frac{(2)(0,5)(0,5)}{(775-1)(0,05)^2 + (0,5)(0,5)}$$

Donde:

z = intervalo de confianza del 95%;

p = probabilidad de éxito;

q = (1-p) probabilidad de fracaso;

N = Tamaño de la población objetivo

e = error del muestreo aceptable del 5%

De la aplicación de la misma, se determina que la muestra corresponde a 258 hogares.

Sin embargo, por consideraciones específicas a la situación sanitaria actual y a la propagación del Covid-19 que ocasionó un distanciamiento social obligatorio, se presentaron inconvenientes al momento de la aplicación de las encuestas al tamaño de la muestra determinada. En consecuencia, se recurrió a lo recomendado por Guerra y Ponce (2014) donde señalan que, con relación al tamaño de la muestra, no existe una opción única para su tamaño y sin embargo, existe acuerdo en que éste debe aumentar a medida que la complejidad del modelo aumenta; estos autores establecen un tamaño mínimo de la muestra de 100 para casos de modelos de cinco o menos variables latentes.

Tratamiento estadístico de la información

Se recolectó información a través de encuestas aplicadas de manera personal a los habitantes de la Parroquia Río Blanco, ésta fue analizada y tabulada en el software SPSS, acrónimo de Startical Product and Service Solutions.

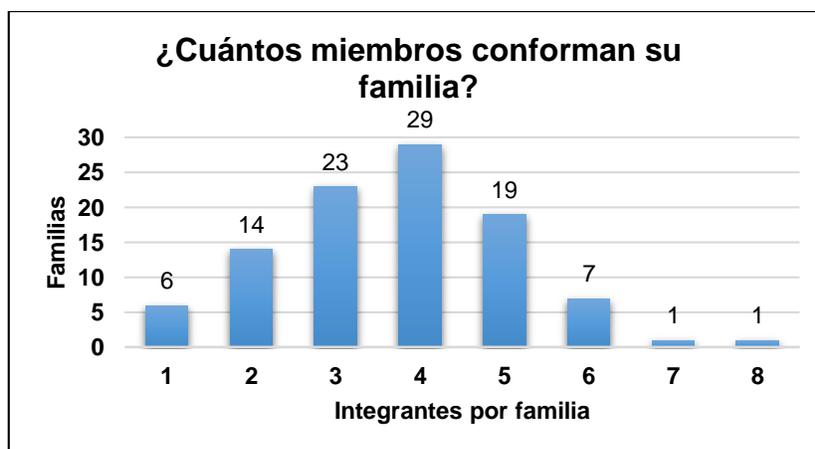
Resultados

Tabla 1 Miembros por familia en la Parroquia Río Blanco.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	1	6	6,0	6,0
	2	14	14,0	20,0
	3	23	23,0	43,0
	4	29	29,0	72,0
Válido	5	19	19,0	91,0
	6	7	7,0	98,0
	7	1	1,0	99,0
	8	1	1,0	100,0
Total	100	100,0	100,0	

Fuente: Investigación de campo.
 Elaboración: Elaboración propia.

Figura 1 Miembros por familia en la Parroquia Río Blanco.



Fuente: Investigación de campo.
 Elaboración: Elaboración propia.

Interpretación: Según se aprecia en la tabla 1 y gráfico 1, referente a ¿Cuántos miembros conforman su familia?, se tienen los mayores valores, es decir, 29 familias con 4 integrantes; seguidas de 23 familias, con 3 integrantes; 19 familias con 5 integrantes, mientras que, se cuenta con 1 familia con conformada por 7 y 8 integrantes; obteniendo así una media de 3,71 miembros por familia en la parroquia Río Blanco.

Tabla 2: Hogares que clasifican sus desechos.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	61	61,0	61,0
	No	39	39,0	100,0
Total	100	100,0	100,0	

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: Elaboración propia.

Figura 2 Hogares que clasifican sus desechos.



Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: Elaboración propia.

Interpretación: Según se aprecia en la tabla 2 y gráfico 2, referente a que si ¿clasifica usted los desechos sólidos generados en su hogar?, se tiene el mayor porcentaje es decir el 61%, con la

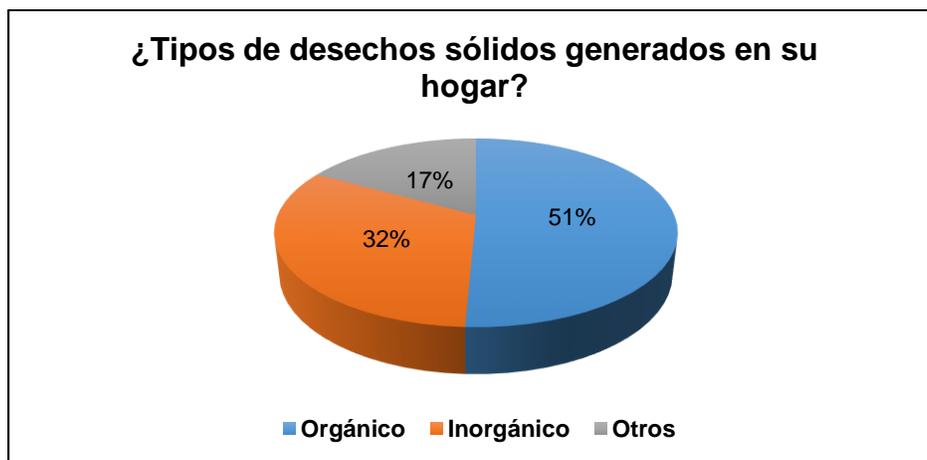
respuesta “sí”, mientras que, el 39 % restante de familias no clasifica los desechos generados en sus hogares.

Tabla 3 Tipo de desechos generado en los hogares.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Orgánico	244,95	50,71	50,71
	Inorgánico	156,4	32,38	83,09
	Otros	81,7	16,91	100,0
	Total	100	100,0	100,0

Fuente: Investigación de campo.
Elaboración: Elaboración propia.

Figura 3 Tipo de desechos generado en los hogares.



Fuente: Investigación de campo.
Elaboración: Elaboración propia.

Interpretación: Según se aprecia en la tabla 3 y gráfico 3, con relación al tipo de desecho que se generan en los hogares, se observa que, el mayor porcentaje, es decir el 51% corresponde a desechos de origen orgánico, seguidos del 32% que comprende desechos de tipo inorgánico,

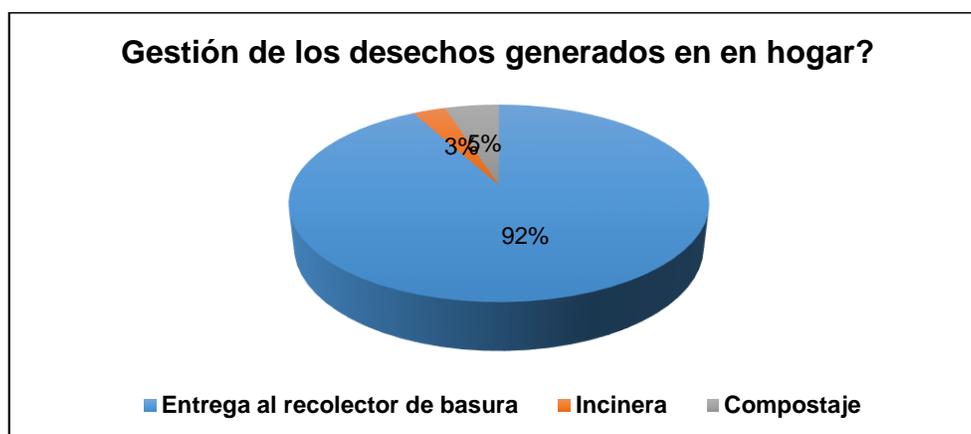
mientras que en menor proporción con el 17% se encuentran otros desechos como son latas, vidrio, etc. El promedio de generación de desechos por hogar es de 4,82 libras/día.

Tabla 4 Gestión de los desechos generados en el hogar.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Entrega al recolector de basura	92	92,0	92,0	92,0
Incineración	3	3,0	3,0	95,0
Compostaje	5	5,0	5,0	100,0
Total	100	100,0	100,0	

Fuente: Investigación de campo.
 Elaboración: Elaboración propia.

Figura 4 Gestión de los desechos generados en el hogar.



Fuente: Investigación de campo.
 Elaboración: Elaboración propia.

Interpretación: Como se puede apreciar en la tabla 4 y gráfico 4, con relación a la gestión de desechos que se generan en los hogares, se aprecia que, el mayor porcentaje, es decir el 92% entrega a recolector de desechos de la empresa municipal, el 5% aprovecha los desechos mediante el compostaje, y el 3% de los hogares de la parroquia incinera los desechos sólidos que generan.

Planta de compostaje y reciclaje para la gestión de residuos sólidos en Río Blanco, Ecuador

Tabla 5 Predisposición de adquirir abono orgánico elaborado en la parroquia.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	87	87,0	87,0
	No	13	13,0	100,0
Total	100	100,0	100,0	

Fuente: Investigación de campo.
Elaboración: Elaboración propia.

Figura 5 Predisposición de adquirir abono orgánico elaborado en la parroquia.



Fuente: Investigación de campo.
Elaboración: Elaboración propia.

Interpretación: Como se indica en la tabla 5 y gráfico 5, referente a si los pobladores estarían dispuesto a adquirir abono orgánico elaborado en la parroquia, se tiene que el 87% “Si” adquiriría el producto, y el 13 % de la población considera que “no”, el valor promedio del saco de 100 libras que los moradores estarían dispuesto a pagar es un promedio de 5,48 USD.

Planta de compostaje y reciclaje para la gestión de residuos sólidos en Río Blanco, Ecuador

Tabla 6 Predisposición a participar en programas de reciclaje y compostaje.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Si	88	88,0	88,0	88,0
Válido	No	12	12,0	12,0	100,0
	Total	100	100,0	100,0	

Fuente: Investigación de campo.
Elaboración: Elaboración propia.

Figura 6 Predisposición a participar en programas de reciclaje y compostaje.



Fuente: Investigación de campo.
Elaboración: Elaboración propia.

Interpretación: Como se indica en la tabla 6 y gráfico 6, referente a si los pobladores estarían dispuestos a participar de programas de reciclaje y compostaje para el beneficio de la parroquia, se tiene que el 88% de las familias si participaría, y solamente el 12% de los hogares no estaría dispuesto a participar en dichos programas.

Planta de compostaje y reciclaje para la gestión de residuos sólidos en Río Blanco, Ecuador

Tabla 7 Implementación de una planta de compostaje y reciclaje.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	98	98,0	98,0	98,0
Válido No	2	2,0	2,0	100,0
Total	100	100,0	100,0	

Fuente: Investigación de campo.
Elaboración: Elaboración propia.

Figura 7 Implementación de una planta de compostaje y reciclaje.



Fuente: Investigación de campo.
Elaboración: Elaboración propia.

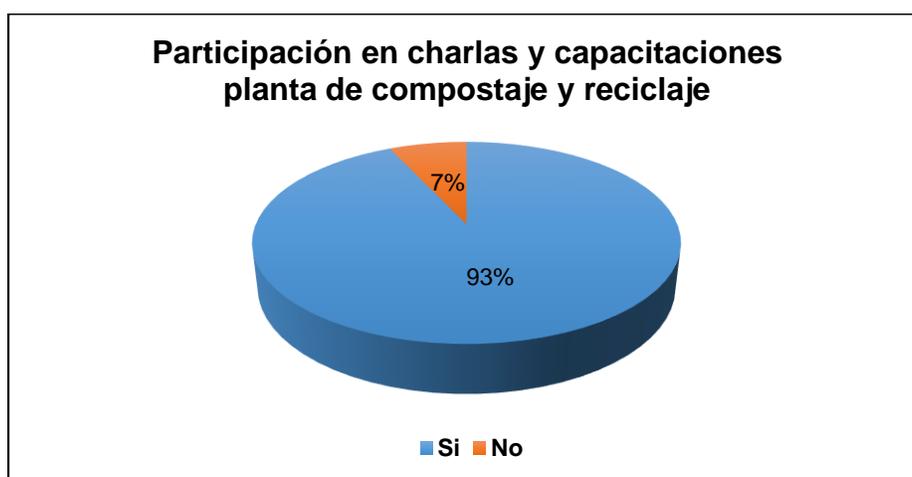
Interpretación: Como señala la tabla 7 y gráfico 7, con relación a la opinión de si está de acuerdo que en la parroquia se implemente una planta de compostaje y reciclaje, el 98 % de participantes están de acuerdo, y solamente el 2% de los encuestados no considera necesario.

Tabla 8 Participación en charlas y capacitaciones planta de compostaje y reciclaje.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	93	93,0	93,0	93,0
Válido No	7	7,0	7,0	100,0
Total	100	100,0	100,0	

Fuente: Investigación de campo.
 Elaboración: Elaboración propia.

Figura 8 Participación en charlas y capacitaciones planta de compostaje y reciclaje.



Fuente: Investigación de campo.
 Elaboración: Elaboración propia.

Interpretación: Según se indica en la tabla 8 y gráfico 8, referente a si le gustaría recibir, charlas, capacitaciones sobre el manejo, gestión y aprovechamiento de los residuos sólidos generados en los hogares, el mayor porcentaje de encuestados, es decir, el 93% estaría dispuesto a recibir dichas charlas, y el 7% restante no le agradaría recibir este tipo de charlas.

De conformidad con los resultados expresados en las tablas anteriores, se ha identificado que la mayoría de hogares en la parroquia Río Blanco clasifica los desechos, sin embargo, casi en su totalidad son entregados al servicio de recolección municipal, siendo los desechos orgánicos los de

mayor volumen en su generación, mismos que son susceptibles de aprovechamiento como materia prima en el compostaje; por ello, los moradores del sector consideran la implementación de una planta de compostaje y reciclaje en la parroquia.

Discusión

Con la presente investigación se propone una alternativa sustentable para el mejoramiento de la gestión de los residuos sólidos generados en la Parroquia Río Blanco, mediante la implementación de una Planta de Compostaje y Reciclaje como una manera de aprovechar estos residuos, contribuyendo a disminuir los impactos ambientales negativos generados por el inadecuado tratamiento de los residuos, a su vez, generando beneficios sociales y económicos.

El diseño propuesto se basa en el sistema de compostaje en pilas con volteo del material, consiste en un sistema que contará con una máquina que efectúe la operación de triturado; esto permite la reducción del número de operarios requeridos para efectuar estas operaciones, adicionalmente, reducir el tiempo demandado para la ejecución del proceso de compostaje.

Figura 9 Esquema de la propuesta.



Fuente: Elaboración propia.
Elaboración: Elaboración propia.

Análisis Situacional

Se efectúa un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de gestión de desechos sólidos en la Parroquia Río Blanco, mediante la aplicación de un FODA matemático, cuyos resultados se presentan a continuación:

Tabla 9 Matriz de evaluación de los asuntos críticos

Matriz de evaluación de los asuntos críticos			
Asuntos críticos	Ponderación	Calificación	Calificación ponderada
Fortalezas			
Aprovechamiento de los desechos sólidos generados en la parroquia	15,00%	3	0,45
Mejoramiento de la estética de la parroquia	10,00%	3	0,30
Disminución de vectores en hogares y centro parroquial	15,00%	3	0,45
Abono a costo accesible	8,00%	3	0,24
Debilidades			
Costo de implementación de la planta	14,00%	2	0,28
Clasificación de residuos en los hogares	20,00%	1	0,20
Distancia de comunidades	8,00%	1	0,08
Disminución de la vida útil del relleno sanitario del cantón	10,00%	3	0,30
Total	90%		2,00
Asuntos estratégicos externos	Ponderación	Calificación	Calificación ponderada
Oportunidades			
Aceptación de la propuesta de la planta de compostaje y reciclaje	20,00%	4	0,8
Predisposición para formar parte de programas de reciclaje	15,00%	3	0,45
Predisposición para adquirir abono orgánico elaborado en la parroquia	20,00%	4	0,8
Cantidad de desechos generados en la parroquia	15,00%	4	0,6
Fuente de ingreso	15,00%	3	0,45
Amenazas			
Competencia / productos sustitutos químicos	8,00%	1	0,08
Réplica del proyecto en hogares o parroquias	7,00%	2	0,14
Total	100%		3,32

Fuente: Elaboración propia.
 Elaboración: Elaboración propia.

La suma de las ponderaciones de los asuntos estratégicos, sean estos críticos o externos, debe ser igual a 100%.

La calificación se define entre 1 y 4, siendo 4 la mejor, conforme el siguiente detalle:

1 = debilidad mayor; 2 = debilidad menor; 3 = fortaleza menor; 4 = fortaleza mayor

1 = amenaza mayor; 2 = amenaza menor; 3 = oportunidad menor; 4 = oportunidad mayor

La calificación ponderada total promedio para los asuntos estratégicos, tanto críticos como externos se estima en 2,50.

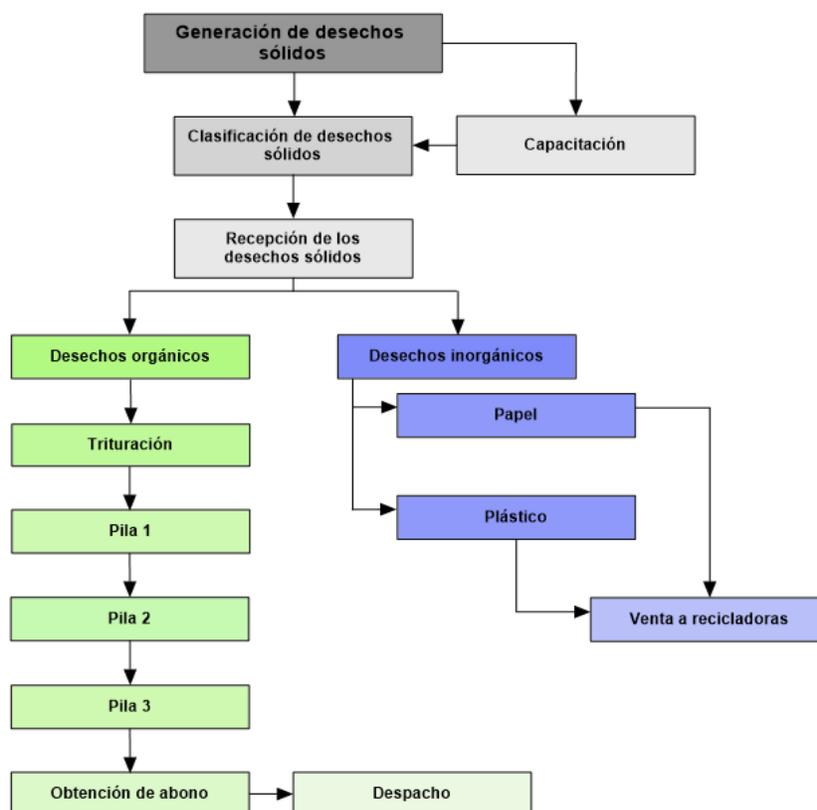
Luego de efectuada la evaluación, es posible deducir que el total ponderado del análisis interno es 2,00, esto significa que la gestión de desechos sólidos en la parroquia presenta debilidades y con la finalidad de mejorar ésta realidad se propone la implementación de una planta de compostaje y reciclaje, como alternativa a la gestión actual de desechos en la localidad.

Respecto al análisis de factores externos, la calificación estimada es de 3,32, por lo que se puede señalar que el entorno ofrece oportunidades representativas y condiciones favorables para mejorar la gestión de los residuos sólidos, siendo las amenazas externas un factor que no representa influencia demasiado significativa. Concluyendo que, el análisis situacional brinda resultados favorables para la implementación del proyecto en mención.

Flujograma

El flujograma de los procesos a llevarse a cabo para la presente propuesta es el siguiente:

Figura 10 Flujograma de procesos.



Fuente: Elaboración propia.
Elaboración: Elaboración propia.

Procesos

Se desarrolló la propuesta de una alternativa sustentable para el mejoramiento de la gestión de desechos sólidos en la Parroquia Río Blanco.

El proceso inicia con la generación de los desechos sólidos en cada uno de los hogares y locales comerciales dentro de la parroquia, los desechos generados deberán ser clasificados según el tipo de desecho que se genere, siendo esto orgánico e inorgánicos, por ello, se implementará lo establecido en la Norma INEN 2841, así como la INEN 2290, es decir, los desechos de carácter orgánico serán colocados en fundas de color verde y los desechos inorgánico reciclables en fundas de color celeste; siendo necesario optar por impartir varias capacitaciones a los pobladores para lograr el objetivo de la clasificación, especialmente destinado para el 39% de la población que según la información obtenida en campo no clasifica sus desechos.

Una vez que los pobladores de la parroquia clasifiquen los desechos, estos serán receptados en la planta de compostaje y reciclaje; a continuación, se describen cada uno de los procesos según el tipo de desecho:

Desechos orgánicos: los desechos de carácter orgánico serán ubicados en un área conocida como “trituración”, la misma que consta de una máquina que disminuye el tamaño del material, con el afán de favorecer la descomposición del mismo; posteriormente son colocadas en la “pila 1”, para el inicio del proceso de compostaje, se realizará el volteo del material de manera diaria durante las 2 primeras semanas para aumentar los niveles de oxígeno y por ende la producción de microorganismos descomponedores del material orgánico.

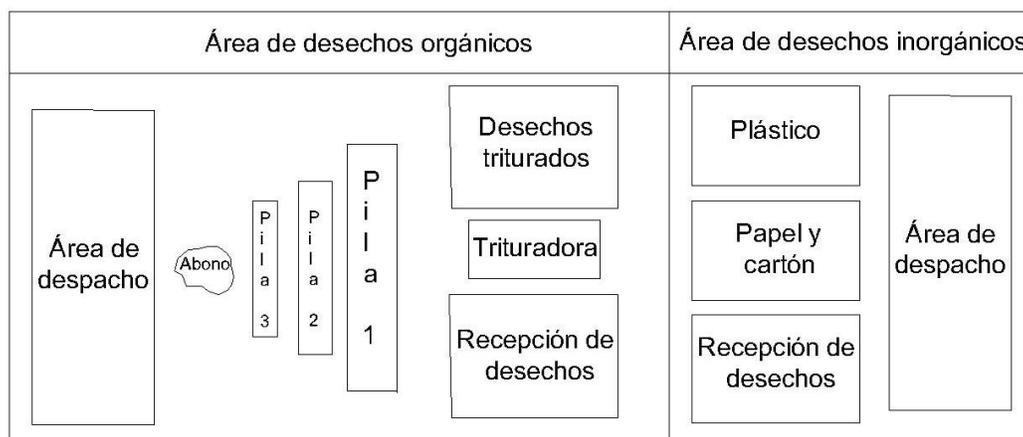
A partir de la semana 3, el material es colocado en una nueva pila es decir, la “pila 2”, para dar inicio y espacio a una nueva “pila 1” e iniciar el proceso nuevamente; en la pila dos ya el material disminuirá notablemente de volumen, más se debe continuar las actividades de volteo y riego (agua) para proseguir con el cultivo de microorganismo, esta actividad de la pila 2 de igual manera será por 2 semanas.

La “pila 3”, se formará desde la semana 5, se recomienda que a se continúe con el proceso de volteo y de riego durante una semana más, para que el material a ser comercializado mantenga cierta cantidad de humedad y pueda ser más eficiente al momento de su uso o aplicación; a partir de la semana 6 el abono resultante del proceso antes mencionado está listo para comercializado.

Desechos inorgánicos: los desechos inorgánicos en la parroquia serán colocados en la planta de reciclaje, para ello, se diferenciarán entre papel, cartón y plástico, es esta área serán almacenados temporalmente hasta obtener una cantidad considerable de materiales posteriormente ser entregados a centros de acopio, recibiendo de esta manera réditos económicos, los materiales entregados en estos centros son procesados para la elaboración de nuevos productos.

A continuación, se indica un diseño de la planta de compostaje y reciclaje de la parroquia rio Blanco.

Figura 11 Esquema de la planta de compostaje y reciclaje.



Fuente: Elaboración propia.
Elaboración: Elaboración propia

Conclusiones

Se desarrolló la propuesta de una alternativa sustentable para el mejoramiento de la gestión de desechos sólidos en la Parroquia Río Blanco.

La investigación se efectuó a través de encuestas aplicadas a una muestra de habitantes de la parroquia Río Blanco, evidenciando que el 61% de los hogares de Río Blanco clasifica los desechos sólidos generados.

Se genera una mayor cantidad de desechos orgánicos que inorgánicos en la localidad, mismos que no son aprovechados ya que son entregados al sistema de recolección del cantón Morona o a su vez, incinerados o dispuestos en los predios de los habitantes.

Existe una evidente predisposición de los pobladores para participar en diferentes actividades relacionadas con la clasificación y aprovechamiento de los desechos.

En base a resultados obtenidos, se propone la implementación, de una planta de compostaje y reciclaje, con la finalidad de generar beneficios ambientales, sociales y económicos.

Financiamiento

No monetario.

Agradecimiento

A la Jefatura de Posgrados de la Universidad Católica de Cuenca por permitir el desarrollo y fomento de la investigación.

Referencias

1. Aguilar, et al. (2018). Inadecuado uso de residuos sólidos y su impacto en la contaminación ambiental. *Sciéndo*, 21(4), 401-407.
2. AME-INEC. (2019). *Estadística de información ambiental económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales*. Ecuador.
3. Banco Mundial. (2018). *What a Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste*.
4. Bernal, C., & Sierra, H. (2008). *Proceso Administrativo para las organizaciones del siglo XXI [Administrative Process for 21st Century Organizations]* (Primera ed.). Mexico: Pearson Educación.
5. Calixto Flores, Raúl; Herrera Reyes, Lucila; Hernández Guzmán, Verónica. (2012). *Ecología y medio ambiente*. México D.F.: Cengage Learning Editores, S.A.
6. Camacho, A., & Ariosa, L. (2000). *Diccionario de Términos Ambientales*. 51. La Habana, Cuba: Publicaciones Acuario.
7. Cárdenas, J. (2018). *Investigación cuantitativa*. Berlín, Alemania: trAndes.
8. Díaz, M. (2007). *Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos (PIMARS) en el Municipio de Tipitapa*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua.
9. Docampo, R. (2013). Compostaje y compost. *Revista INIA*, 63.

10. GAD Municipal del Cantón Morona. (11 de enero de 2016). Ordenanza que regula la implementación, organización, administración y ejecución de la gestión integral de desechos sólidos en el cantón Morona. Macas, Morona Santiago, Ecuador.
11. GAD Parroquial de Río Blanco. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Río Blanco*. Morona.
12. Guerra , S., & Ponce , R. (2014). *MÉTODOS Y TÉCNICAS CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS APLICABLES A LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS SOCIALES*. México D.F.: Tirant Humanidades.
13. Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [Research Methodology: Quantitative, qualitative and mixed routes]* (Primera ed.). Mexico: McGraw-Hill.
14. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación [Research Methodology]*. Mexico: McGraw-Hill.
15. INEC. (2010). *VI Censo Poblacional y V de vivienda*. Quito.
16. INEC. (2020). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales*. Quito.
17. Jantz, M. N., & Ruggerio, C. A. (2021). Tratamiento de los residuos sólidos orgánicos domésticos como estrategia para la mitigación del impacto ambiental negativo de la gestión de residuos en áreas urbanas. *Ambiente en diálogo*(2), abril-julio 2021.
18. LOEI. (2017). *Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural*. Quito .
19. Masters, G. M., & Ela, W. P. (2008). *Introducción a la ingeniería medioambiental*. Madrid: Pearson Educación S.A.
20. Ministerio del Ambiente de Ecuador. (14 de mayo de 2015). Acuerdo Ministerial 061, reforma al libro VI del TULSMA. www.registrooficial.gob.ec. Quito, Ecuador.
21. Ochoa, M. (2018). *Gestión integral de residuos: Análisis normativo y herramientas para su implementación* (Segunda ed.). Bogotá, Colombia: Editorial Universidad del Rosario.
22. Organización Internacional para la Normalización, I. (2002). *Compendio de normas ISO: Sistemas de gestión de la calidad, ingeniería ambiental*. ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A.

23. Ramos Carvajal, K. A. (2020). Gestión de residuos sólidos orgánicos generados en el recinto San José de Camarón; cantón Echeandía, provincia Bolívar, Ecuador. (*Tesis de Grado*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
24. Rivadeneira, J. M. (2018). Compostaje de residuos sólidos orgánicos provenientes de los mercados municipales de la ciudad de Macas, mediante la técnica de takakura. (*Proyecto de investigación*). Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Macas.
25. Rodríguez , A., & Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento [Scientific methods of inquiry and knowledge construction]. *Scielo*(82), 189. doi:10.21158/01208160.n82.2017.1647
26. Sánchez y Gándara, A. (2011). *Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable*. México D.F.: S y G editores.
27. Sando, H. G. (2012). Propuesta de un plan de manejo ambiental de residuos sólidos para la parroquia Sangay, cantón Palora. (*Tesis de grado*). Universidad Estatal Amazónica, Puyo.