



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**Y AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES**  
**RENOVABLES**

**GESTIÓN INTEGRAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS**  
**SÓLIDOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS DE LA PARROQUIA JULIO ANDRADE,**  
**PROVINCIA DEL CARCHI**

PLAN DE TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**AUTOR:**

CRISTIAN JAVIER TULCÁN MUÑOZ

**DIRECTOR:**

Biol. Renato Oquendo. MSc.

Ibarra-Ecuador

2022



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

**CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Ibarra, 15 septiembre del 2022

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: “GESTIÓN INTEGRAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS DE LA PARROQUIA JULIO ANDRADE, PROVINCIA DEL CARCHI” , de autoría del señor CRISTIAN JAVIER TULCÁN MUÑOZ estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES** el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que el autor ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

**TRIBUNAL TUTOR**

Biol. Jorge Renato Oquendo Andino MSc.  
**DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN**

Dr. Juan Carlos García PhD.  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**

MSc. Jorge Granja Ruales Ing.  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**

**FIRMA**

**Misión Institucional:**

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13  
Ibarra-Ecuador

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte de manera digital para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
CÉDULA :	040182877-7
NOMBRES Y APELLIDOS:	Cristian Javier Tulcán Muñoz
DIRECCIÓN:	Provincia del Carchi, cantón Tulcán, parroquia Julio Andrade, barrio la Estrellita, calle "Oriente"
EMAIL:	cjtulcanm@utn.edu.ec
TELEFONO FIJO Y MOVIL:	0939797386

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
TÍTULO:	GESTIÓN INTEGRAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS DE LA PARROQUIA JULIO ANDRADE, PROVINCIA DEL CARCHI
AUTOR:	Cristian Javier Tulcán Muñoz
FECHA:	15 de septiembre de 2022
<b>SOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR:	Biol. Jorge Renato Oquendo Andino MSc.

**MISIÓN INSTITUCIONAL:** Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13  
Ibarra-Ecuador

---

**2. CONSTANCIA**

El autor manifiesta que la obra objeto en la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 15 de septiembre del 2022.

---

Cristian Javier Tulcán Muñoz  
CI: 040182877-7

---

**MISIÓN INSTITUCIONAL:** Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

## ***AGRADECIMIENTO***

Agradezco a Dios por darme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia , ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad y darme la oportunidad de culminar el presente trabajo de titulación.

A mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios inculcados.

Un agradecimiento especial a mi director Biol. Renato Oquendo por brindarme su apoyo y orientación para el desarrollo de esta investigación, de la misma manera agradecer a mis asesores Dr. Juan Carlos García y MSc. y Jorge Granja, por brindarme todo su apoyo y conocimiento y solventar cada una de mis dudas, para la culminación de este proyecto.

***Cristian Javier Tulcán Muñoz***

## ***DEDICATORIA***

Dedico este logro principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Rober. T., y Rosa. M., quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más en mi vida, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades.

A mis hermanos Alejandra, Steeven y Tita por su cariño y apoyo incondicional, durante toda mi etapa estudiantil, por estar conmigo en todo momento gracias.

A mis sobrinas Karlita y Valeria quien han sido y son mi motivación, inspiración y felicidad.

A mi familia por sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A Yajaira por su amor, motivación y apoyo incondicional en el desarrollo de esta investigación.

***Cristian Javier Tulcán Muñoz***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
Capítulo I Introducción.....	1
1.1. Revisión de Antecedentes .....	1
1.2. Problema de investigación y justificación .....	3
1.3. Pregunta directriz .....	4
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
1.5. Hipótesis de la investigación.....	5
Capítulo II Marco Teórico .....	6
2.1. Marco teórico referencial.....	6
2.1.1. Los residuos sólidos.....	6
2.1.2. Clasificación de los residuos sólidos .....	6
2.1.3. Elementos funcionales de una Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS).....	10
2.1.4. Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRSU).....	11
2.1.5. Modelos de gestión de RSU.....	13
2.1.6. Relación carbono/nitrógeno.....	14
2.1.7. Análisis de Varianza .....	14
2.2. Marco legal .....	14
2.2.1. Constitución de la República del Ecuador .....	14
2.2.2. Código Orgánico Ambiental (COA).....	15
2.2.3. Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD) .....	15

2.2.4. Reglamento al Código Orgánico Ambiental (RCOA .....	15
2.2.5. Acuerdo Ministerial 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente- TULSMA.....	16
2.2.6. Ordenanza Municipal.....	16
2.2.7. Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025.....	17
Capítulo III Metodología .....	18
3.1. Descripción del área de estudio .....	18
3.2. Métodos .....	19
3.2.1. Fase 1: Diagnóstico de los procesos de manejo de los residuos orgánicos en la Parroquia de Julio Andrade .....	19
3.2.2. Fase 2: Caracterización de residuos sólidos orgánicos en la Parroquia de Julio Andrade .	20
3.2.3. Fase 3: Planteamiento de estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos .....	26
3.3 Materiales y equipos .....	27
Capítulo IV Resultados y discusión.....	28
4.1. Diagnóstico del manejo actual de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios en la Parroquia Julio Andrade .....	28
4.1.1. Etapa de separación en la fuente de los residuos sólidos orgánicos en el sector domiciliar... ..	28
4.1.3. Tratamiento .....	30
4.1.4. Disposición final de los residuos .....	31
4.2. Resultados de la encuesta de cuantificación y caracterización de biomasa.....	33
4.2.1. Tamaño de la muestra .....	33
4.2.2. Encuesta sobre el manejo de residuos sólidos orgánicos domiciliarios.....	34
4.2. Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios de la Parroquia Julio Andrade .....	43



4.2.1. Cantidad de residuos sólidos orgánicos domiciliarios recolectados .....	43
4.2.2. Generación per cápita total diaria .....	44
4.2.3. Proyección poblacional y de la generación diaria de Residuos Sólidos Orgánicos.....	49
4.3. Alternativas para el aprovechamiento de los Residuos Orgánicos Domiciliarios (ROD).....	52
4.3.1. Estrategia 1. Educación ambiental, sensibilización, y participación comunitaria, que promuevan el aprovechamiento y minimización de la producción de residuos orgánicos.....	55
4.3.2. Estrategia 2. Manejo Integral de residuos sólidos orgánicos.....	57
4.3.3. Estrategia 3. Generación de biogás a partir del aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos .....	60
Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones .....	63
5.1. Conclusiones .....	63
5.2. Recomendaciones .....	64
2. REFERENCIAS.....	65
3. ANEXOS .....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clasificación de los residuos sólidos</i> .....	7
Tabla 2 <i>Número de viviendas de la Parroquia Julio Andrade</i> .....	21
Tabla 3 <i>Registro de Participantes</i> .....	23
Tabla 4 <i>Determinación del peso total (kg/hab/día)</i> .....	24
Tabla 5 <i>Métodos para el análisis carbono y nitrógeno</i> .....	25
Tabla 6 <i>Matriz Multicriterio para la priorización de problemas</i> .....	27
Tabla 7 <i>Materiales y equipos</i> .....	27
Tabla 8 <i>Parámetros de distribución normal</i> .....	45
Tabla 9 <i>Generación per cápita de las viviendas muestreadas</i> .....	45
Tabla 10 <i>Tabulación de datos para ingresar a INFOSTAT</i> .....	48
Tabla 11 <i>Proyección poblacional y de generación de RSO</i> .....	49
Tabla 12 <i>Resultados del análisis elemental</i> .....	50
Tabla 13 <i>Relación C/N de las tres muestras</i> .....	51
Tabla 14 <i>Matriz multicriterio de los problemas identificados</i> .....	54
Tabla 15 <i>Estrategia 1. Educación ambiental, sensibilización y participación comunitaria para promover el aprovechamiento y utilización de los residuos orgánicos</i> .....	55
Tabla 16 <i>Estrategia 2. Manejo Integral de residuos sólidos orgánicos</i> .....	57
Tabla 17 <i>Estrategia 3. Generación de biogás a partir de la degradación de los residuos sólidos orgánicos</i> .....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Clasificación de residuos orgánicos por la fuente de generación</i>	8
Figura 2	<i>Clasificación de residuos orgánicos por su naturaleza</i>	9
Figura 3	<i>Fases de la gestión integral de residuos sólidos</i>	12
Figura 4	<i>Mapa de Ubicación de la Parroquia de Julio Andrade</i>	18
Figura 5	<i>Bandejas de 3 muestras de residuos orgánicos</i>	25
Figura 6	<i>Separación de los residuos en la fuente</i>	28
Figura 7	<i>Vía principal de la Parroquia Julio Andrade</i>	29
Figura 8	<i>Ruta de recolección de residuos de la Parroquia Julio Andrade</i>	30
Figura 9	<i>Transporte de los residuos sólidos</i>	31
Figura 10	<i>Relleno sanitario del cantón Tulcán</i>	31
Figura 11	<i>Diagrama de procesos de la gestión de los residuos sólidos en la parroquia Julio Andrade</i>	32
Figura 12	<i>Género de las personas encuestadas en la Parroquia Julio Andrade</i>	34
Figura 13	<i>Edad de las personas encuestadas en la Parroquia Julio Andrade</i>	35
Figura 14	<i>Actividad de las personas encuestadas en la Parroquia Julio Andrade</i>	35
Figura 15	<i>Pregunta 1: En su hogar separa usted de alguna forma los residuos</i>	36
Figura 16	<i>Pregunta 2: Como clasifica sus residuos</i>	36
Figura 17	<i>Pregunta 3: Cuántos recipientes utiliza para almacenar sus residuos</i>	37
Figura 18	<i>Pregunta 4: Cuál es el tipo de residuo que arroja con más frecuencia a la basura...</i>	37
Figura 19	<i>Pregunta 5: Colaboraría al manejo de los residuos participando en un programa de separación en la fuente</i>	38
Figura 20	<i>Pregunta 7: Cada cuantos días entrega los desechos al camión recolector</i>	38
Figura 21	<i>Pregunta 8: Cómo califica el actual servicio de recolección</i>	39
Figura 22	<i>Pregunta 9: Tiene algún conocimiento del compost (abono orgánico)</i>	40
Figura 23	<i>Pregunta 10: Conoce alguna técnica de elaboración de abonos a partir de residuos orgánicos</i>	40
Figura 24	<i>Pregunta 11: Cómo maneja sus residuos orgánicos</i>	41
Figura 25	<i>Pregunta 12: Esta Ud. de acuerdo que el mal manejo de los residuos puede causar daños al ambiente</i>	41
Figura 26	<i>Pregunta 13: Conoce usted, cuál es la disposición final de sus residuos</i>	42

Figura 27	<i>Cantidad de residuos recolectados durante una semana</i> .....	44
Figura 28	<i>Generación per cápita de las viviendas muestreadas</i> .....	44
Figura 29	<i>Media de la generación per cápita domiciliar</i> .....	46
Figura 30	<i>Resultados GPC urbana y domiciliar ALC 2010</i> .....	47
Figura 31	<i>Comparación LSD de Fisher</i> .....	48
Figura 32	<i>Diagrama de dispersión</i> .....	49

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**GESTIÓN INTEGRAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS**  
**SÓLIDOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS DE LA PARROQUIA JULIO ANDRADE,**  
**PROVINCIA DEL CARCHI**

Cristian Javier Tulcán Muñoz

**RESUMEN**

La gestión integral de los residuos sólidos orgánicos se ha convertido en un problema para los gobiernos municipales. Las dificultades surgen desde la generación de los residuos, el posterior tratamiento y la disposición final en los rellenos sanitarios o botaderos. Los efectos se manifiestan en la mayor incidencia de enfermedades que afectan a la población, daños al ambiente y disminución la vida útil de los rellenos sanitarios. La investigación se realizó en la Parroquia Julio Andrade, en el cantón Tulcán, provincia del Carchi, que registra la mayor extensión y población tanto del cantón y como de la provincia, sin embargo, no dispone de un modelo de gestión para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. Este estudio tiene como objetivo la caracterización del área de estudio, referente al manejo de residuos sólidos, realizada mediante el análisis de información bibliográfica. Posteriormente, se realizó la cuantificación de residuos sólidos orgánicos generados en el sector urbano de la parroquia, mediante la aplicación de encuestas a los pobladores del sector. Se obtuvo información referente a horarios y rutas de recolección. Entre los resultados se obtuvo que la producción per cápita de residuos sólidos orgánicos fue de 0.429 kilogramos/habitante/día. Este resultado permitió determinar el total de residuos orgánicos generados en el sector urbano de la parroquia. Con base en la información recopilada se propusieron alternativas para el aprovechamiento de los residuos orgánicos de la Parroquia Julio Andrade, mediante actividades que buscan promover la clasificación y el aprovechamiento de los residuos a través una eficiente separación en la fuente y la promoción de una cultura ambientalmente sostenible.

**Palabras clave:** Gestión integral, Modelo de gestión, Residuos sólidos orgánicos.

## ABSTRACT

The comprehensive management of organic solid waste has become a problem for municipal governments. Difficulties arise from the generation of waste, subsequent treatment and final disposal in landfills or dumps. The effects are manifested in the higher incidence of diseases that affect the population, damage to the environment and a decrease in the useful life of sanitary landfills. The investigation was carried out in the Julio Andrade Parish, in the Tulcán canton, Carchi province, which registers the largest extension and population of both the canton and the province, however, it does not have a management model for the use of waste. organic solids. This study aims to characterize the study area, regarding the management of solid waste, carried out through the analysis of bibliographic information. Subsequently, the quantification of organic solid waste generated in the urban sector of the parish was carried out, through the application of surveys to the inhabitants of the sector. Information regarding collection schedules and routes was obtained. Among the results, it was obtained that the per capita production of organic solid waste was 0.429 kilograms/inhabitant/day. This result allowed determining the total organic waste generated in the urban sector of the parish. Based on the information collected, alternatives were proposed for the use of organic waste from the Julio Andrade Parish.

**Keywords:** Management systems, Management model, Solid organic waste

# Capítulo I

## Introducción

### 1.1. Revisión de Antecedentes

En los países emergentes se evidencia un cambio de las actividades económicas y tendencias de consumo, crecimiento demográfico, aumento de residuos sin una adecuada gestión. Por lo tanto, es una necesidad fundamental el manejo de los residuos desde la generación hasta la disposición final (Kaza et al., 2018).

La gestión de los desechos sólidos es uno de los graves problemas en los países de ingresos bajos a nivel global y los pobres son vulnerables y mayormente afectados, sobre el 90% (Abdel-Shafy & Mansour, 2018). En América Latina y el Caribe, durante el 2016, se generaron 231 millones de toneladas de residuos equivalente a una taza per cápita del 0,99 kg/hab/día (Kaza et al., 2018). En Ecuador, de acuerdo al MAE-PNGIDS, se registró 4,1 millones de toneladas de residuos durante el 2014, lo que representa 0.57 kg/hab/día (IRR, 2015).

En el estudio realizado en la ciudad de Cali-Colombia, sobre la Gestión Integral de Residuos Sólidos Orgánicos Residenciales (GIRSOR), se implementó un sistema de gestión integral constituido con un manual de procesos y de control. Se aplicaron nuevas metodologías para el manejo de residuos, principalmente enfocadas en las etapas de la gestión de residuos de las viviendas multifamiliares. Los autores plantean centrar sus esfuerzos en desarrollar una planificación que permita manejar de manera íntegra los residuos, permitiendo así: dignificación y generación de empleos, asociación y cooperación entre involucrados, diversificación de la economía y disminución del impacto ocasionado por la acumulación de residuos orgánicos en la disposición final (Cárdenas et al., 2018).

Por otra parte, en el estudio “Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte” (CCA, 2017), realizado en los países de Canadá, Estados Unidos y México, se maneja de forma distinta los residuos orgánicos. De acuerdo con datos nacionales de los tres países, en conjunto generan cerca de 265 millones de toneladas anuales de residuos orgánicos. De

ese total, en los sectores residencial y comercial se desvían y aprovechan aproximadamente 75 millones de toneladas mediante actividades como compostaje y digestión anaeróbica. El aprovechamiento de residuos orgánicos también genera beneficios tanto económicos en las áreas de planeación y elaboración de proyectos directamente relacionados con la gestión, recolección y tratamiento y disposición final de los residuos enfocados principalmente en el aprovechamiento de la composta en el sector agrícola (ReFED, 2016).

En Ecuador, se generan aproximadamente 4 millones de toneladas de residuos sólidos al año, de las cuales el 60% son residuos orgánicos y el 11% son plástico. En el 2020, y en el marco de la emergencia socio sanitaria derivada de la pandemia de la COVID-19, la mayoría de los municipios reportaron un incremento de al menos un 25 % en la generación de los residuos (Torres et al., 2020). En el año 2017, en Ecuador 80 Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADS) gestionaron sus residuos a través de unidades, departamentos o direcciones. El 36.5 % del total de municipios de todo el territorio nacional, iniciaron y/o mantuvieron procesos de separación en la fuente (Arguello, 2018). Así mismo, a partir de información recolectada por los GADS establecieron que en la zona urbana cada habitante produce un aproximado de 0.84 kg de residuos diarios. En relación al año 2019, la recolección de residuos sólidos reportó un promedio de 12 671 toneladas diarias, de las que el 13.5% fueron recolectadas de manera no diferenciada y de no manera diferenciada y el 86,5% (IRR, 2015).

El problema de los residuos busca ser solucionado con la implementación de la gestión integral de los residuos sólidos (GIRS), tratando de minimizar, reducir, reciclar y separación desde las fuentes de generación, implementando estrategias de recolección, tratamiento y disposición final (Salgado, 2012). En Ecuador el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) impulsó el Programa de Educación Ambiental sobre gestión de residuos orgánicos, que tuvo como objetivo capacitar a las personas sobre manejo de desechos, elaboración de abonos orgánicos y construcción de huertos familiares (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2021).

La última fase de la GIRSU es la disposición final, la cual se ha convertido en uno de los problemas más difíciles de solucionar en el proceso de manejo debido a sus implicaciones técnicas



ambientales y sus costos (Tello et al., 2018). En el país el 24% de los GADS han comenzado procesos de separación en la fuente, 26% están es procesos de recuperación de residuos orgánicos y el 32% realiza la recolección diferenciada. El 72% de los residuos son dispuestos en botaderos a cielo abierto que provocan inconvenientes e impactos ambientales, y el 28% residuos son dispuestos en relleno sanitarios, que al ser operados inadecuadamente terminan convirtiéndose en botaderos a cielo abierto (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2021).

El cantón Tulcán produce aproximadamente 64 toneladas de desechos sólidos diarios, el 69% corresponde a residuos orgánicos, el 21% a material reciclable y 10% se divide entre desechos bio-peligrosos y material no aprovechable (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Tulcán, 2018); mientras en la Parroquia Julio Andrade existe poca información sobre la generación de residuos sólidos orgánicos.

## **1.2. Problema de investigación y justificación**

En la Parroquia Julio Andrade la problemática de los residuos sólidos orgánicos es muy grave porque la disposición final se realiza con poco control, lo que genera impactos ambientales negativos. Además, al no contar con los sitios para su previo tratamiento y aprovechamiento, estos son transportados al relleno sanitario del Cantón Tulcán (AsamTech, 2018).

Las actividades cotidianas de la ciudadanía generan constantemente residuos sólidos orgánicos. La gestión de estos se hace visible cuando existen ciudades limpias con la colaboración de la ciudadanía y la gestión de residuos adecuada por parte del GAD municipal. Los residuos sólidos orgánicos al no recibir un tratamiento adecuado son causantes de enfermedades, contaminación ambiental y deterioro del entorno natural. La municipalidad es el responsable directo de la gestión de residuos sólidos. Esta se encarga de la operación total, incluyendo personal, vehículos y equipo (Costa, 2010). En este sentido, el GAD de Tulcán es el responsable directo del manejo de residuos como también de los impactos de este en el ambiente (Soliz, 2011).

La gestión integral de los residuos sólidos orgánicos en la Parroquia Julio Andrade no se ha considerado. Por tal motivo, la presente investigación conduce a implementar un modelo de

gestión para el aprovechamiento de estos. La primera fase de la investigación consiste en realizar un diagnóstico de la parroquia mediante revisiones bibliográficas, entrevistas y encuestas a los pobladores y actores involucrados. Además de visitas de campo que ayudaron a la verificación y validación de la información, desde la recolección, transporte, hasta la disposición final de los residuos sólidos orgánicos producidos en la parroquia. Por consiguiente, este estudio desarrolló un proceso de caracterización mediante la aplicación de la metodología propuesta por la CEPIS (CEPIS/OPS, 2005). Obteniendo la generación per cápita de los residuos orgánicos del sector domiciliario y su análisis de reutilización mediante una prueba en laboratorio, para determinar su relación carbono-nitrógeno. Proponer estrategias o alternativas que ayuden a orientar a la población y autoridades, basadas al sistema integral de residuos sólidos orgánicos en el buen manejo y aprovechamiento. Por lo tanto, es necesario generar un cambio en los habitantes de la parroquia promoviendo una cultura ambientalmente sostenible que conlleve a una mejor organización con el fin de disminuir los impactos sobre el medio ambiente. Este proyecto se enmarca en el Objetivo 11 del Plan de creación de Oportunidades 2021-2025 que propone: Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales (Secretaría Nacional de Planificación., 2021).

### **1.3. Pregunta directriz**

Se plantean las siguientes preguntas de investigación

¿Cómo se manejan los residuos sólidos orgánicos en la Parroquia Julio Andrade?

¿Qué características tienen los residuos generados por los hogares de la parroquia?

### **1.4. Objetivos**

#### ***1.4.1. Objetivo general***

Proponer un modelo de gestión para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios para la Parroquia Julio Andrade, Provincia del Carchi.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Realizar el diagnóstico de los procesos de manejo de los residuos sólidos orgánicos que se generan en la Parroquia Julio Andrade.
- Caracterizar los residuos sólidos orgánicos generados por los hogares de la parroquia en estudio.
- Proponer alternativas para el aprovechamiento adecuado de los residuos sólidos orgánicos generados en la parroquia.

#### **1.5. Hipótesis de la investigación**

$H_0$  = No existe diferencia significativa en la producción per cápita de residuos sólidos orgánicos en ninguna de las etapas de la gestión de los residuos.

$H_1$  = Existe diferencia significativa en la producción per cápita de residuos sólidos orgánicos en al menos una de las etapas de la gestión de los residuos.

## **Capítulo II**

### **Marco Teórico**

En el desarrollo del presente capítulo se abordarán temas que fundamentan el cumplimiento de los objetivos propuestos en el trabajo de investigación, obteniendo información bibliográfica de artículos científicos y tesis.

#### **2.1. Marco teórico referencial**

##### ***2.1.1. Los residuos sólidos***

Los residuos sólidos se definen como un material que ya ha hecho su trabajo o cumplido su misión, se desecha en forma de residuo. Pueden llegar a eliminarse, destinándose a vertederos o a su enterramiento, o reciclarse para usarse nuevamente. Los residuos pueden ser líquidos, gaseosos o sólidos. Se usa el término residuo sólido urbano para referirse a aquellos que se producen específicamente dentro de los núcleos urbanos y sus zonas de influencia. Los residuos suelen ser generados en los domicilios particulares, casas, apartamentos, entre otros (Sánchez, 2020).

El término residuo o desecho es aplicable en las dos formas. El primer propósito de la gestión integral es evitar la generación, si no es posible evitarla, se debe procurar la minimización utilizando el concepto de las 3R's (reducir, reutilizar, reciclar). Si esta minimización no es posible, entonces se debe plantear el tratamiento, y sólo cuando el tratamiento no sea factible, se debe recién pensar en la disposición final (Rondón et al., 2016).

##### ***2.1.2. Clasificación de los residuos sólidos***

En la Tabla 1, se presentan los criterios de clasificación de los residuos sólidos según diferentes autores.

**Tabla 1**

*Clasificación de los residuos sólidos*

---

<b>Tipos de residuos sólidos</b>
<b>Según su uso y disposición final</b>
<p><b>Residuos orgánicos:</b> Son aquellos residuos que pueden descomponerse de manera rápida y naturalmente. El resultado final es otro tipo de material, puede ser utilizado como abono orgánico. Ejemplos: residuos de alimentos, frutas y verduras, estiércol de animales y residuos de jardinería.</p> <p><b>Residuos Reciclables:</b> Son todos los residuos sólidos susceptibles para aprovechar, aquellos residuos pueden volver a transformarse en materia prima para la fabricación de nuevos productos. Ejemplos: papel, vidrio, cartón, plástico y objetos metálicos.</p> <p><b>Residuos No Reciclables/No Aprovechables/Desechos:</b> Corresponden a todos los residuos sólidos no susceptibles a ser aprovechados, aquellos residuos que no pueden volver a usarse debido a su deterioro o contaminación y deben ir a su disposición final. Ejemplos: pañales, papel higiénico, toallas sanitarias, empaques sucios de alimentos, barrido de calles, entre otros.</p>
<b>Según el origen de los residuos</b>
<p><b>Residuos del sector primario.</b> Corresponden a los residuos del sector agrícola, minero, forestal y ganadero.</p> <p><b>Residuos del sector secundario.</b> Son todos los residuos de origen industrial y actividades de transformación y la generación de energía.</p> <p><b>Residuos del sector terciario.</b> Dentro del sector terciario se encuentran los residuos procedentes de la actividad domiciliaria y urbana, actividades empresariales y de servicios municipales, mercado, limpieza de calles entre otros.</p>
<b>Según su grado de descomposición</b>
<p><b>Biodegradables:</b> Corresponden a todos los residuos que se transforman en micronutrientes por microorganismos descomponedores: residuos orgánicos.</p> <p><b>No biodegradables:</b> Son aquellos residuos que no se pueden transformar en micronutrientes porque están formados de recursos naturales no renovables: plásticos, latas, chatarra y vidrio.</p>

---

*Nota:* Adaptado de (Coral, 2013) (INEN, 2014) (Puerta, 2004).

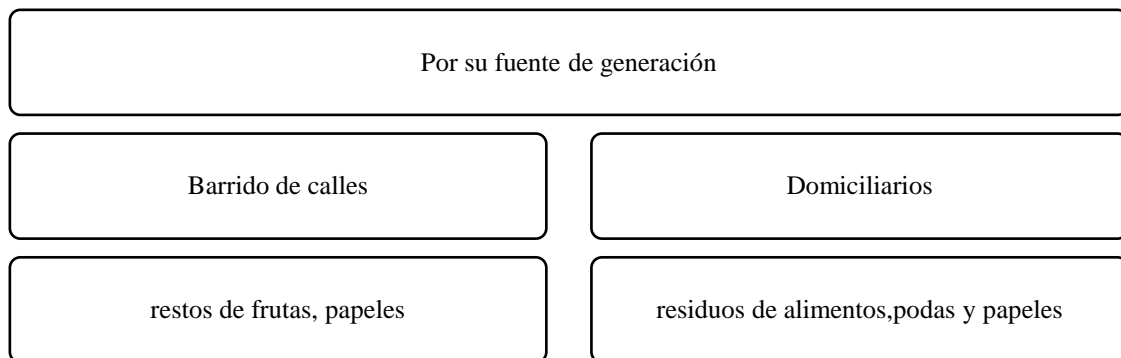
### 2.1.1.1 Residuos sólidos orgánicos

Se denominan residuos sólidos orgánicos aquellos compuestos de materia orgánica que tiene un tiempo de descomposición bastante menor que los inertes, entre ellos se encuentran los restos de cocina, maleza, mantenimiento de jardines, entre otros (Tchobanoglous et al., 1994).

La composición de desechos sólidos son principalmente desperdicios orgánicos vegetales y animales que se descomponen fácilmente. También son desperdicios inorgánicos o de difícil descomposición, que se los puede reutilizar (Prieto, 2003). Estos se pueden clasificar de diversas maneras, pero las más conocidas se presenta en la Figura 1:

#### Figura 1

*Clasificación de residuos orgánicos por la fuente de generación*

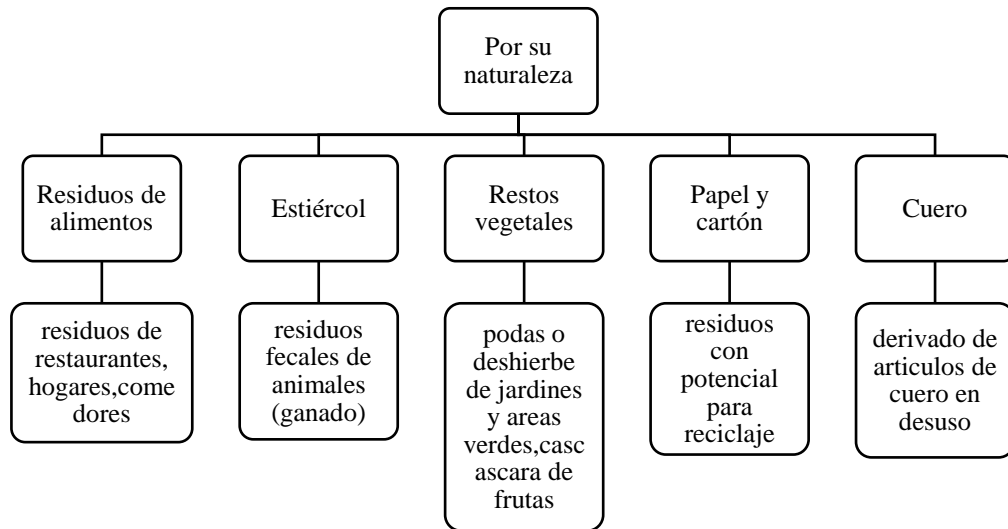


*Nota:* (Flores, 2013)

Los residuos orgánicos de acuerdo con su naturaleza se clasifican en Figura 2:

## Figura 2

### Clasificación de residuos orgánicos por su naturaleza



Nota: (Flores, 2013)

#### 2.1.1.2 Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos se denominan a la composición de un tipo de masa heterogénea de desechos producidos en las casas, tiendas, instituciones y negocios. No contienen altas concentraciones de tóxicos, pero si contienen cantidades mínimas que se encuentran en los desechos de las diversas actividades como: la lejía, los líquidos de limpieza, los insecticidas y la gasolina. Los residuos sólidos urbanos se dice que normalmente incluyen todos los desechos de la comunidad exceptuando a los desechos que provienen de las industrias y los desechos producidos por la agricultura (Calderón y Baquerizo, 2007). Para una buena calidad del compost se debe tomar en cuenta la composición de los Residuos Urbanos (RU) centrándose en productos de origen orgánico. La presencia de vidrios, plásticos, cartón o productos no fermentables influyen de manera Negativa. El primer paso para el proceso de compostaje de los RU es la eliminación de la mayor cantidad posible de estos productos no orgánicos (Santos, 2007).

Otra forma de clasificar los residuos de acuerdo con la actividad de origen es la propuesta por (Collazos, 1997). La clasificación se realiza dependiendo de donde proceden y fuentes generadoras de residuos.

- Residenciales o domésticos: contienen un alto porcentaje de materia orgánica como consecuencia de las actividades domésticas. Aquellos residuos que por su composición, calidad orgánica y volumen proceden de las distintas actividades que realiza el ser humano en sus viviendas o en sitios similares.
- Comerciales de alimentos: provienen de hoteles, restaurantes, cafeterías, fruterías.
- Residuo de limpieza de espacios públicos. provienen de las actividades de limpieza barrido de aceras, parques, plazas abarcando a todas las áreas de servicio público.

### ***2.1.3. Elementos funcionales de una Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS)***

Las actividades asociadas a la GIRS se agrupan en seis elementos:

- Generación: la generación se refiere a la “cantidad de desechos sólidos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado” (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2021). Los residuos provenientes de los alimentos se encuentran compuestos por: proteínas, grasas, hidratos de carbono, etc. Su presencia en el conjunto de IRSU presenta una gran variación entre zonas urbanas y rurales, ya que en éstas últimas se suelen utilizar en la alimentación de algunos animales domésticos.
- Disposición inicial: la disposición inicial es la “Acción de retener temporalmente los desechos sólidos, hasta el momento de su aprovechamiento, o entrega al servicio de recolección” (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2021).
- Recolección: la recolección es la “acción de tomar los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos en el equipo destinado o conducirlos a las estaciones de transferencia, instalaciones de tratamiento o sitios de disposición final” (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2021).
- Transferencia y transporte: de acuerdo con la FAO (2003), se define como “la operación, mediante la cual los residuos son trasladados en vehículos especiales desde la fuente de generación o lugar de almacenamiento a las instalaciones de tratamiento o disposición final”.



- **Tratamiento:** Se define al tratamiento como el “Proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial” (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2021). En la elaboración de cartón y papel se utiliza como materia prima la madera y en su proceso de elaboración se utiliza gran cantidad de energía agua y productos químicos. La materia prima, los árboles, son descortezados, troceados y en un proceso de digestión se obtiene la pasta. Ésta es lavada y blanqueada, y posteriormente se procede a la fabricación de la hoja de papel o cartón. Se utiliza en forma de papel-prensa, envases, embalajes, etc. Su participación en el conjunto de los residuos es elevada debido a su gran consumo por habitante y año (Cantanhede et al., 2005).
- **Disposición final:** el proceso de disposición final es “La acción de depositar permanente los desechos sólidos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente” (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2021).

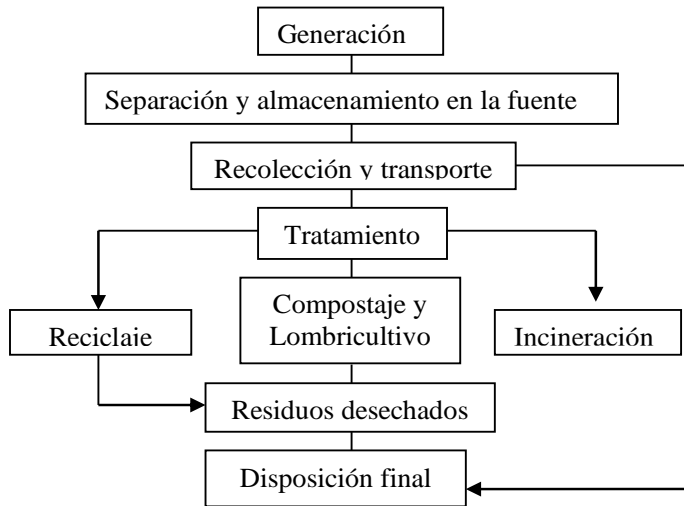
#### ***2.1.4. Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRSU)***

La Gestión Integral de los Residuos Sólidos (GIRS) es la dinámica del trabajo entre diferentes partes encargadas de buscar una respuesta eficiente al manejo de los residuos, éstas suelen ser institucionales, sectoriales y regionales. En la GIRS actúan todas las etapas que conllevan a su manejo, tales como: aspectos técnicos, ambientales, económicos, institucionales y legales relacionados con su manejo (Rondón et al., 2016).

La gestión de los residuos sólidos incluye el aprovechamiento de estos, siendo considerados como un bien económico en todas sus etapas involucrando la prevención, disminución de la generación en la fuente, clasificación, aprovechamiento de igual manera la valorización, tratamiento y disposición final (Figura 3) (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2021).

### Figura 3

#### Fases de la gestión integral de residuos sólidos



Nota. (Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, 2019).

- **Generación:** la cantidad de residuos que se producen en una ciudad provienen de las diferentes actividades desarrolladas por las personas. En consecuencia, la cantidad de éstos corresponde a las distintas fuentes provenientes de generación (Castillo, 2012). La importancia del manejo es muy importante, se establece de acuerdo con la cantidad de residuos generados, relacionado con la tasa per cápita, densidad composición, incluyendo la determinación mediante el cálculo de la población futura (Muñoz et al., 2008).
- **Generación per cápita:** la producción per cápita es la cantidad de residuos sólidos que genera una familia, o persona en el día. Este indicador es cuantificado en kilogramos/día (Muñoz et al., 2008). Considerando el número de predios domiciliarios y no domiciliarios (CEPIS/OPS, 2005).
- **Composición de los residuos:** la composición de los residuos ayuda a la descripción de los componentes que conforman el conjunto de residuos sólidos y su distribución relativa que se basa con valores y porcentajes en relación con la muestra total. Esto ayuda al desarrollo de equipos programas y planes de gestión (AME, 2018).

### **2.1.5. Modelos de gestión de RSU**

Un modelo de gestión integral de los residuos sólidos urbanos debe involucrar a distintos elementos técnicos y deben abarcar temas políticos, económicos, financieros, y culturales del GAD, en conjunto con las Juntas Parroquiales. Esto con el fin de lograr un beneficio del proyecto que asegure la minimización de los impactos negativos de los residuos sólidos en la salud de las personas y el ambiente de una forma política y financieramente accesible, cultural y técnicamente sostenible y dentro de la normatividad legal vigente (Giraldo, 1997).

#### **2.1.5.1 Modelo de gestión de residuos mezclados**

El modelo de gestión de residuos sólidos mezclados es almacenado en un contenedor sin separación previa, contaminándose todos los residuos; la disposición final de los desechos es el relleno sanitario. Dicho modelo no es recomendable debido a la acumulación y producción de biogás y lixiviados disminuyendo la vida útil del relleno sanitario.

Las desventajas del modelo de gestión de residuos mezclados se deben a: a) Mayor precio operacional para la elaboración del compost; b) Deterioro del material recuperado, por lo tanto, menor precio para la venta; c) Mayor costo de reciclaje d) Aumento de tierra para el recubrimiento de las celdas del relleno (Muñoz et al., 2008).

#### **2.1.5.2 Modelo de gestión de residuos separados en el origen**

El modelo de gestión de residuos separados en el origen es almacenado en diferentes contenedores de acuerdo el material para un mejor aprovechamiento. Los residuos se pueden separar: orgánicos, reciclables y no aprovechables (Solans y Gadea, 2015). Las ventajas del modelo de gestión de residuos separados: a) disminuye la cantidad de residuos, b) mayor vida útil del relleno sanitario, c) se puede aprovechar los residuos orgánicos mediante el compostaje, d) disminución de tierra para el recubrimiento de las celdas de relleno (Muñoz et al., 2008).

### ***2.1.6. Relación carbono/nitrógeno.***

Los principales elementos de alimentación de las bacterias metanogénicas para el proceso de digestión son el carbono y el nitrógeno. Las bacterias consumen 30 veces más carbono que nitrógeno. La relación de los dos elementos debe encontrarse en un rango de 30:1 hasta 20:1. Para una buena descomposición de residuos que contengan alto contenido de carbono su relación debe ser 35:1, al contrario si existe una relación C/N menor a 8:1 se inhibe la actividad bacteriana debido a la formación de un excesivo contenido de amonio (Moreno, 2011).

### ***2.1.7. Análisis de Varianza***

El análisis de varianza (ANOVA) es una agrupación de herramientas estadísticas con el propósito de analizar los datos de las diferentes variables de una investigación, técnica estadística importante para el proceso de agrupar las variables en subconjuntos homogéneos, determinando el comportamiento de los datos y acotar los datos extensos (Sanz et al., 2010).

## **2.2. Marco legal**

Hace referencia a las leyes, normas y reglamentos para la regularización y estén sujetos al tema de desarrollo establecidos en la pirámide de Kelsen. La presente investigación se desarrollará con base en la normativa legal vigente y aplicable en el Ecuador referente al manejo y gestión integral de los residuos sólidos.

### ***2.2.1. Constitución de la República del Ecuador***

La investigación contribuye a la población a vivir en un ambiente sano y sostenible con énfasis en la conservación de los ecosistemas mediante la prevención de daños ambientales, señalado en el Artículo 14 y Artículo 66 numeral 27 de la Constitución de la República del Ecuador (2008).(Constitución de la Republica del Ecuador, 2008).

### ***2.2.2. Código Orgánico Ambiental (COA)***

El artículo 27 resalta las competencias ambientales de la gestión de residuos sólidos en las fases de recolección, transporte, tratamiento y disposición final a los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos los mismos que son los encargados de desarrollar planes, proyectos, planes y normas que contribuyan a la gestión integral en todas sus etapas con el propósito de prevenir, aprovechar, reutilizar o eliminar los desechos sólidos no peligrosos. Dentro del Código Orgánico Ambiental se incluye la Gestión Integral de Residuos y Desechos. El art. 225 numeral 5 menciona “El fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y desechos, considerándolos un bien económico con finalidad social, mediante el establecimiento de herramientas y mecanismos de aplicación” (Código Orgánico del Ambiente, 2016).

### ***2.2.3. Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD)***

El artículo 136, establece a los GAD municipales, establecer en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de solucionar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales que provienen de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado. Además, el artículo 55 describe las competencias exclusivas del GAD-M en prestar los servicios públicos de agua potable alcantarillado, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley. El COOTAD, entra en vigor tras su aprobación el 19 de octubre del año 2010. El principal objetivo del COOTAD es impulsar la equidad mediante la organización del territorio, mediante la formación de los (GADS) Gobiernos Autónomos Descentralizados, la consolidación y descentralización de manera obligatoria y progresiva con asignación de competencias a cada uno de los niveles (COOTAD, 2010).

### ***2.2.4. Reglamento al Código Orgánico Ambiental (RCOA)***

Art. 573 se menciona a las atribuciones de la Autoridad Ambiental Nacional, respecto a la gestión integral de residuos y desechos. La sección 5 en el Artículo 603 resalta el objeto del reciclaje inclusivo mediante la incorporación de los recicladores en la gestión integral de los

residuos no peligrosos. Para el efecto, los gobiernos autónomos descentralizados municipales promoverán la formalización, asociación, fortalecimiento y capacitación de los recicladores de base, de forma individual o colectiva, ya sea que se encuentren agrupados o no bajo formas asociativas reconocidas por la Ley (Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, 2019).

#### ***2.2.5. Acuerdo Ministerial 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente- TULSMA***

Art. 47, hace referencia sobre la Prioridad Nacional. El Estado Ecuatoriano declara de interés público, la GIRS no peligrosos, la asignación de la rectoría a favor de la Autoridad Ambiental Nacional, para la emisión de las políticas sobre la gestión integral de los residuos. Además de la responsabilidad extendida y compartida por toda la sociedad, con la finalidad de contribuir al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales, en todos los ámbitos de gestión. Art. 57 menciona las responsabilidades de los GAD-M. Garantizarán el manejo integral de residuos y/o desechos sólidos generados en el área de su competencia, ya sea por administración o mediante contratos con empresas públicas o privadas menciona los siguientes incisos: B) Promover y coordinar con las instituciones gubernamentales, no gubernamentales y empresas privadas, la implementación de programas educativos en el área de su competencia, para fomentar la cultura de minimización de generación de residuos, separación en la fuente, recolección diferenciada, limpieza de los espacios públicos, reciclaje. E) Garantizar una adecuada disposición final de los desechos en sitios con condiciones adecuadas y que cuenten con la viabilidad técnica otorgada por la Autoridad Ambiental competente, únicamente se dispondrán los desechos sólidos no peligrosos, cuando su tratamiento, aprovechamiento o minimización no sea factible (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2021).

#### ***2.2.6. Ordenanza Municipal***

Art. 38 inciso 3 menciona la prohibición de arrojar en zonas jardineras y bases de árboles cualquier tipo de residuos sólidos, material pétreo y de construcción y cualquier otro elemento que pueda dañar la flora y arbolado urbano. En el artículo 11 “Condiciones específicas”, menciona que la implementación de cualquier proyecto deberá incorporar sistemas de sustentabilidad y

sostenibilidad ambiental, tales como: eficiencia energética, reciclaje de aguas lluvias, producción más limpia, gestión de residuos sólidos y líquidos, entre otras, según normativa vigente (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Tulcán., 2021).

### ***2.2.7. Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025***

Objetivo 11 menciona: Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales. Se hace la mención de esta herramienta en el presente trabajo de investigación, debido a que los proyectos a ejecutarse en el territorio deben estar contemplados en una planificación (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

### Capítulo III Metodología

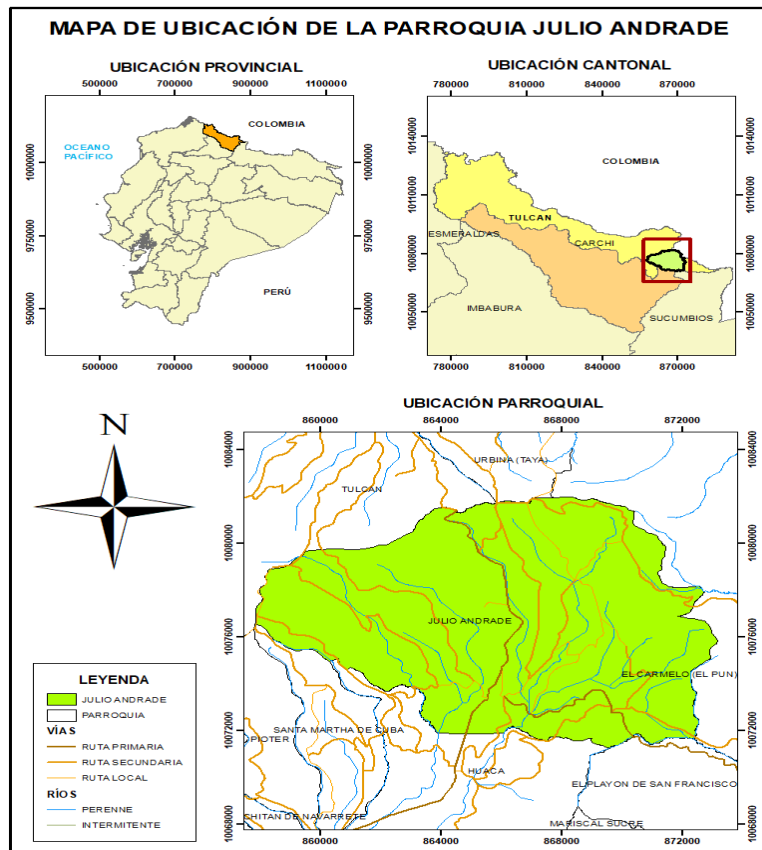
A continuación, se presenta la metodología seguida para el cumplimiento de los objetivos planteados. Se detalla el procedimiento que se llevara a cabo, basándose en investigaciones previas, adecuándolas para la investigación que se realizó.

#### 3.1. Descripción del área de estudio

El área de estudio es la Parroquia de Julio Andrade. Esta se encuentra ubicada en la Provincia del Carchi, cantón Tulcán (Figura 4). Posee una extensión territorial de 9 241 hectáreas correspondiente al 5.08 % del total del cantón, que es de: 1 817 820 hectáreas (GAD-P Julio Andrade, 2015).

**Figura 4**

*Mapa de Ubicación de la Parroquia de Julio Andrade*





Jurisdiccionalmente, según los límites identificados por los Límites Territoriales Internos de la República del Ecuador (CELIR), la parroquia está colindando:

- Al Norte: con la jurisdicción de la cabecera cantonal Tulcán y la Parroquia Urbina, integrantes del cantón Tulcán.
- Al Este: con la Parroquia El Carmelo, del cantón Tulcán.
- Al Sur: con los cantones: Sucumbíos, de la provincia del mismo nombre y San Pedro de Huaca.
- Al Oeste: con las Parroquias Santa Martha de Cuba y Pieter, pertenecientes al cantón Tulcán.

La altitud de la Parroquia de Julio Andrade es de 2 950 m s.n.m, con variaciones desde 2 327 hasta 2 929 m s.n.m. En las comunidades de Guananguicho Alto, en la zona oriente y occidente la temperatura varía entre los 8 y 10 °C. En las comunidades de Machines, El Placer, Puente de Tierra, Gruta de Fátima, Michuquer, Yalquer, San Francisco del Troje y Palestina la temperatura oscila entre los 10 °C y 12 °C. Desde Loma Larga, Julio Andrade, La Cofradía hasta Picuales, su clima Ecuatorial de Alta Montaña el cual abarca un 82% del territorio con 7 577.73 ha de terreno y el Ecuatorial Meso térmico Semi-Húmedo con un 17.99% del territorio equivalente a 1 663.13 ha (GAD-P Julio Andrade, 2015).

## **3.2. Métodos**

### ***3.2.1. Fase 1: Diagnóstico de los procesos de manejo de los residuos orgánicos en la Parroquia de Julio Andrade***

En el diagnóstico se identificaron los procesos de manejo de los residuos sólidos orgánicos. En consecuencia, se efectuaron varios recorridos y salidas de campo para la evaluación de la gestión actual de los Residuos Sólidos Orgánicos (RSO) y se aplicaron encuestas a los ciudadanos para obtener información sobre el manejo de los residuos en todas sus etapas en la Parroquia de Julio Andrade.

### **3.2.1.1. Separación en la fuente**

- **Residuos domiciliarios:** se realizó una visita seleccionando al azar varias viviendas de la parroquia para la verificación del manejo de los residuos, donde se determinó el estado de las fuentes de almacenamiento y los desechos depositados.

### **3.2.1.2. Tratamiento**

Mediante visitas de campo y encuestas se recopiló información del tratamiento de los residuos orgánicos que realicen los habitantes de las viviendas que fueron muestreadas.

### **3.2.1.3. Disposición final de los residuos**

Los residuos procedentes de la Parroquia de Julio Andrade son transportados al relleno sanitario del Cantón Tulcán para su disposición final. Se realizó una visita de campo para la identificación y método de operación del relleno sanitario con ayuda del personal que allí se desempeña.

## ***3.2.2. Fase 2: Caracterización de residuos sólidos orgánicos en la Parroquia de Julio Andrade***

Para realizar la caracterización de los residuos sólidos orgánicos en la Parroquia de Julio Andrade se consideraron las fuentes de generación de los residuos domiciliarios. El tipo de muestreo aplicado en la investigación fue el muestreo directo, el cual consiste en obtener el peso de los residuos sólidos de la fuente que se genera (Castillo, 2012).

La caracterización de los residuos sólidos se realizó utilizando la metodología presentada para la caracterización de residuos domiciliarios de la Guía (CEPIS/OPS, 2005). Esta metodología es la más idónea para su utilización en América Latina y se acoge al requerimiento en la zona de estudio. Esta caracterización consta de las siguientes etapas:

- Planificación para la caracterización
- Formulación y Diseño
- Etapa de Ejecución

### 3.2.2.1. Planificación para la caracterización de residuos sólidos

En la primera etapa se levantó información con el objetivo de organizar y planificar las diferentes actividades durante el desarrollo de la investigación previamente en coordinación juntamente con el GAD Municipal y la Junta Parroquial.

- Formulación y diseño: en esta etapa se elaboraron y definieron los formatos para el levantamiento de información dentro de la parroquia y así se obtuvieron los datos necesarios para la realización del proyecto.
- Definición del universo de la muestra: para definir el universo de la muestra, se adquirió información, la cual fue proporcionada por el GADM del cantón Tulcán, PDOT de la Parroquia de Julio Andrade. El número de viviendas se estableció con la información proporcionada por la Dirección de Planificación Avalúos y Catastros.
- Definición del tamaño de la muestra: según datos del INEC, la población la Parroquia de Julio Andrade fue de 10.741 habitantes en el año 2010 (Tabla 2). Se determinó el tamaño de la muestra con el número de viviendas a ser muestreadas y encuestadas que son 2 933. De la misma manera se utilizó el número de muestras y encuestas para la caracterización de los residuos sólidos orgánicos.

**Tabla 2**

*Número de viviendas de la Parroquia Julio Andrade*

Tipo	Número
Casa/Villa	2560
Departamento en casa o edificio	91
Cuarto(s) en casa de inquilinato	68
Mediagua	155
Rancho	28
Covacha	10
Choza	15
Otra vivienda particular	6
Total	2933

*Nota:* Adoptado de VII Censo de Población y VI de Vivienda (INEC, 2010).

Para obtener el nivel de confianza, desviación estándar y error permisible, se obtuvieron los valores que recomienda la “Guía para caracterización de residuos sólidos domiciliarios” (CEPIS/OPS, 2005), al no contar con información de estudios de caracterización de residuos sólidos. Se aplicó la siguiente Ecuación 1:

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z^2_{1-\alpha/2} \sigma^2} \quad \text{Ec. 1}$$

En la cual se tomó en cuenta las siguientes constantes:

- El Nivel de confianza de  $Z_{1-\alpha/2} = 1.96$
- Número de viviendas =  $N$
- Error permisible se utiliza un valor entre 1% y 15% valor de  $E = 0.1$
- Desviación estándar  $\sigma = 0.5$
- $n$  = tamaño de la muestra

### **3.2.2.2. Encuestas**

Con la recopilación de los datos se determinó el tamaño de muestra y el universo de la muestra, obteniendo el número de viviendas a ser muestreadas y encuestadas aplicadas al sector domiciliar. La selección de las viviendas dentro de cada barrio (estrato), se realizó empleando un muestreo sistemático aleatorio, cuyo punto de arranque se determinó, empleando en Excel la función “aleatorio entre”, la cual se representará la vivienda a seleccionar en los barrios de la parroquia. Luego se procedió a encuestar las viviendas seleccionadas.

### **3.2.2.3. Caracterización de los residuos sólidos orgánicos**

Previamente a la recolección de los residuos, se efectuó la visita a las viviendas que se muestrearon con el fin de informar el objetivo de la investigación. A su vez, se informó sobre el aporte de cada hogar en el proceso de caracterización de los residuos. Posteriormente, se procedió a registrar cada uno de los hogares de cada vivienda mediante un registro (Tabla 3). Consecutivamente, se estableció entregar fundas de polietileno de color (verde) solicitando que depositen los residuos sólidos orgánicos generados en la vivienda.

**Tabla 3**

*Registro de Participantes*

N°	Nombre	Número de miembros	Código de Recolección	Código Catastral	Firma
1					
2					

*Nota:* Adoptado de la Guía de Residuos Sólidos Domiciliarios de (CEPIS/OPS, 2005).

- Recolección de los residuos domiciliarios: se realizó la recolección de las muestras los residuos orgánicos ocho días consecutivos, sin excepción en las viviendas que fueron muestreadas anteriormente y se entregaron otras bolsas vacías para el siguiente día. En el séptimo día solo se recolectarán las bolsas con los residuos generados del día anterior.

#### **3.2.2.4. Determinación de la generación per cápita de los residuos orgánicos del sector domiciliario**

Para la determinación de la generación total de los residuos sólidos orgánicos en el sector domiciliario de la Parroquia Julio Andrade se efectuó lo siguiente:

- En las viviendas seleccionadas se pesó diariamente cada bolsa de color verde
- Se determinó el número de habitantes por vivienda, obtenidas de las encuestas realizadas a los hogares seleccionados
- Se identificó y registró el código de la vivienda
- Se registró el peso de acuerdo con el formato establecido (Anexo 2.1)
- Se determinó la producción per cápita

Se estableció ocho días para todas las muestras, la muestra del primer día (muestra cero) se descartó, obteniendo los datos del segundo día de muestreo. Para obtener datos de la cantidad de residuos orgánicos que generaba cada habitante (kg/hab/día). Se utilizó una balanza con una capacidad de 30 kg (Tabla 4).

**Tabla 4***Determinación del peso total (kg/hab/día)*

<b>Determinación del Peso Total de los Residuos Sólidos Orgánicos</b>											
Código de la vivienda	Código de muestra	N° de Habitantes	Peso (kg)								Peso total
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	

*Nota:* Adoptado de la Guía de Residuos Sólidos Domiciliarios de OPS/CEPIS (AME, 2018).

Para la determinación de la producción per cápita se realizó lo siguiente:

- Se registró todas las viviendas a ser muestreadas con la vivienda-miembros
- Para la determinación del cálculo de la generación promedio se utilizó el registro de generación de residuos (Anexo 2.2). Se utilizó la hoja de registro identificando el usuario, número de miembros de la vivienda y los días que se realizó la muestra, obteniendo al final del proceso los datos de producción per cápita.
- Se realizó la sumatoria de pesos de la muestra de los 7 días de pesaje, obteniendo el valor promedio dividiendo para el número de habitantes de la parroquia, determinando la producción per cápita por usuario y la fuente de generación, expresándolo en kg/hab/día.

Se aplicó la ecuación 2, que consiste en dividir el peso de los residuos orgánicos que se generaron en un día para el número de habitantes que ocupan la vivienda (CEPIS/OPS, 2005).

$$GPC\ Dom = \frac{Peso\ de\ residuos\ (kg/día)}{Numero\ de\ personas\ (hab)} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde: *GPC Dom*: Generación per cápita de residuos orgánicos domiciliar (kg/hab\*día).

### 3.2.2.5. Análisis Elemental

Para la realización del análisis elemental se tomaron 3 muestras de 50g aleatoriamente en bolsas plásticas que tenían cierre ZIPLOC. A cada bolsa se le asignó un código y fueron transportadas al laboratorio. Posteriormente, las muestras fueron secadas a 105° C durante 24 horas en una estufa Memmert. Obtenidas las muestras secas se procedió a triturarlas en una malla de 0.6

mm. A continuación, se colocó cada muestra en una bolsa plástica con cierre ZIP, registrando su código y peso en cada una de las tres muestras secas, para su posterior envío a la Universidad Central del Ecuador para análisis (Figura 5).

### Figura 5

*Bandejas de 3 muestras de residuos orgánicos*



*Nota:* Colocación de las muestras en las Bandejas previo a su homogenización, secado y trituración.

- Contenido de carbono-nitrógeno (C/N): para la determinación del análisis elemental: Carbono, Nitrógeno se enviaron las muestras al Laboratorio de Química Ambiental (OSP) en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador. Los métodos utilizados para el análisis se muestran en la Tabla 5.

### Tabla 5

*Métodos para el análisis carbono y nitrógeno*

<b>Análisis de muestra</b>	<b>Método</b>
<b>Carbono total</b>	Método de combustión de Dumas
<b>Nitrógeno total</b>	Método de combustión de Dumas
<b>Relación C/N</b>	Método de combustión de Dumas

*Nota:* Laboratorio de Química Ambiental (OSP) en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.

- Análisis de varianza (ANOVA): se registraron y tabularon los datos obtenidos del análisis elemental y la relación carbono-nitrógeno y se procedió a analizar la varianza en el programa INFOSTAT. Las secciones se las dividió en tres Mezclas: M1, M2, M3; Carbono-nitrógeno el resultado obtenido de cada una de las muestras. De las tres unidades experimentales se obtuvieron tres resultados del registro en los siete días del muestreo. En el software INFOSTAT se registraron los datos y se realizó el análisis de varianza, siendo la variable dependiente: Carbono-nitrógeno y la variable independiente: La muestra.

### ***3.2.3. Fase 3: Planteamiento de estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos***

Los problemas de manejo de los residuos orgánicos que se evidenciaron, de acuerdo a los resultados obtenidos previamente, se priorizaron mediante un modelo de evaluación multicriterio (Tabla 14). Esto facilitó diseñar las estrategias que contribuyan a una solución a la problemática actual en el área de estudio (Córdova y Rodríguez, 2006). El análisis de multicriterio surge como una metodología formal para hacer frente a la diversidad de dicha información, de tal manera que se logre levantar valores técnicos disponibles y posteriormente generar un resultado para apoyar las decisiones en el campo ambiental. Este análisis busca seleccionar la mejor opción dentro de un conjunto de alternativas posibles, lo que permite calcular prioridades globales para ordenar las alternativas bajo estudio a partir de la representación de un problema (Rao et al., 2014).

Para la priorización de problemas se colocaron los problemas identificados en las filas y los criterios encontrados en las columnas. Las celdas fueron valoradas en cada problema utilizando la siguiente escala: 3 Alto, 2 Medio, 1 Bajo o 0 Nulo, como se indica en la Tabla 6. Luego se realizó la sumatoria de puntos para cada problema dispuestos en las filas, estableciendo un orden para cada problema, definiendo estrategias para cada uno de ellos (Contreras et al., 2008).



**Tabla 6***Matriz Multicriterio para la priorización de problemas*

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio “n”	Suma
Problema 1				
Problema 2				
Problema “n”				

**3.3 Materiales y equipos**

Materiales y equipos para el trabajo de caracterización de residuos sólidos. Para el estudio se utilizaron varios materiales y equipos (Tabla 7).

**Tabla 7***Materiales y equipos*

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Software</b>
Bolsas plásticas LDPE (verde)	Balanza digital con capacidad de 100 kg	ArcGis 10.6
Flexómetro	Computador portátil	Microsoft Excel
Adhesivos de colores (azul, amarillo y naranja)	Cámara fotográfica	InfoStat
Marcadores	Vehículo	
Mandil, guantes, mascarilla y gorra		

## **Capítulo IV**

### **Resultados y discusión**

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los objetivos propuestos, mediante tablas y gráficas para una mejor comprensión detallando con el fin de explicar el propósito de este tema de investigación sobre la gestión de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios

#### **4.1. Diagnóstico del manejo actual de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios en la Parroquia Julio Andrade**

Mediante las salidas a campo realizadas y la aplicación de encuestas se obtuvo información sobre el manejo y la Gestión de los Residuos Sólidos Orgánicos (GRSO) en las distintas etapas: desde la separación en la fuente, tratamiento y disposición final.

##### ***4.1.1. Etapa de separación en la fuente de los residuos sólidos orgánicos en el sector domiciliar***

En la actualidad algunos hogares en la Parroquia Julio Andrade no realizan el proceso de separación en la fuente, solo uno de los nueve barrios (Norte) cuentan con los recipientes de color verde para los desechos de origen orgánico y de color negro para los desechos inorgánicos (Figura 6).

#### **Figura 6**

*Separación de los residuos en la fuente*



En la salida de campo se pudo evidenciar que los ocho barrios restantes: Bellavista, Pispud, San Antonio, Estrellita, Centro, Santa Teresita, Santa Clara y San Juan Bosco utilizan sacos o costales de propileno o yute o fundas de polietileno para almacenar sus desechos. Al ser una parroquia agrícola la mayoría de los hogares cuentan con estos tipos de recipientes para depositar allí sus residuos. La utilización de este tipo de instrumentos no es el más adecuado y al incumplir con el horario establecido de recolección de los residuos hace que se acumule en la vía principal y los perros callejeros rompan las fundas (Figura 7).

### **Figura 7**

*Vía principal de la Parroquia Julio Andrade*



#### **4.1.2. Ruta de recolección de residuos sólidos**

En la Parroquia Julio Andrade no se realiza la recolección diferenciada, existe únicamente una ruta de recolección de los residuos que se realiza en los distintos sectores (Figura 8):

- Panamericana Norte E35
- Juan Montalvo y 13 de abril
- Ciudadela José Avelino
- Barrios céntricos de la parroquia.

El carro recolector inicia su recorrido a las 8h00 hasta las 14h00 aproximadamente hasta terminar el proceso de recolección, realizando dos veces su recorrido hasta la disposición final en el relleno sanitario de Tulcán los lunes, miércoles, viernes y sábado.

### Figura 8

*Ruta de recolección de residuos de la Parroquia Julio Andrade*



#### 4.1.3. Tratamiento

En la Parroquia Julio Andrade los residuos sólidos tanto orgánicos como inorgánicos son recolectados sin ningún proceso de separación en la fuente por parte de la ciudadanía, siendo transportados al relleno sanitario de la ciudad de Tulcán como se representa en la Figura 9.

El Gad Municipal de Tulcán es el encargado de todas las etapas de la gestión integral de los residuos sólidos. Es evidente que se han iniciado actividades que involucran a la ciudadanía en

la separación en la fuente de los residuos sólidos mediante capacitaciones y educación ambiental tomado como barrio piloto (Norte).

**Figura 9**

*Transporte de los residuos sólidos*



**4.1.4. Disposición final de los residuos**

Los residuos sólidos urbanos generados por la Parroquia Julio Andrade son transportados por el carro recolector hacia el relleno sanitario del cantón Tulcán que se encuentra ubicado en el sector la Palizada (Figura 10).

**Figura 10**

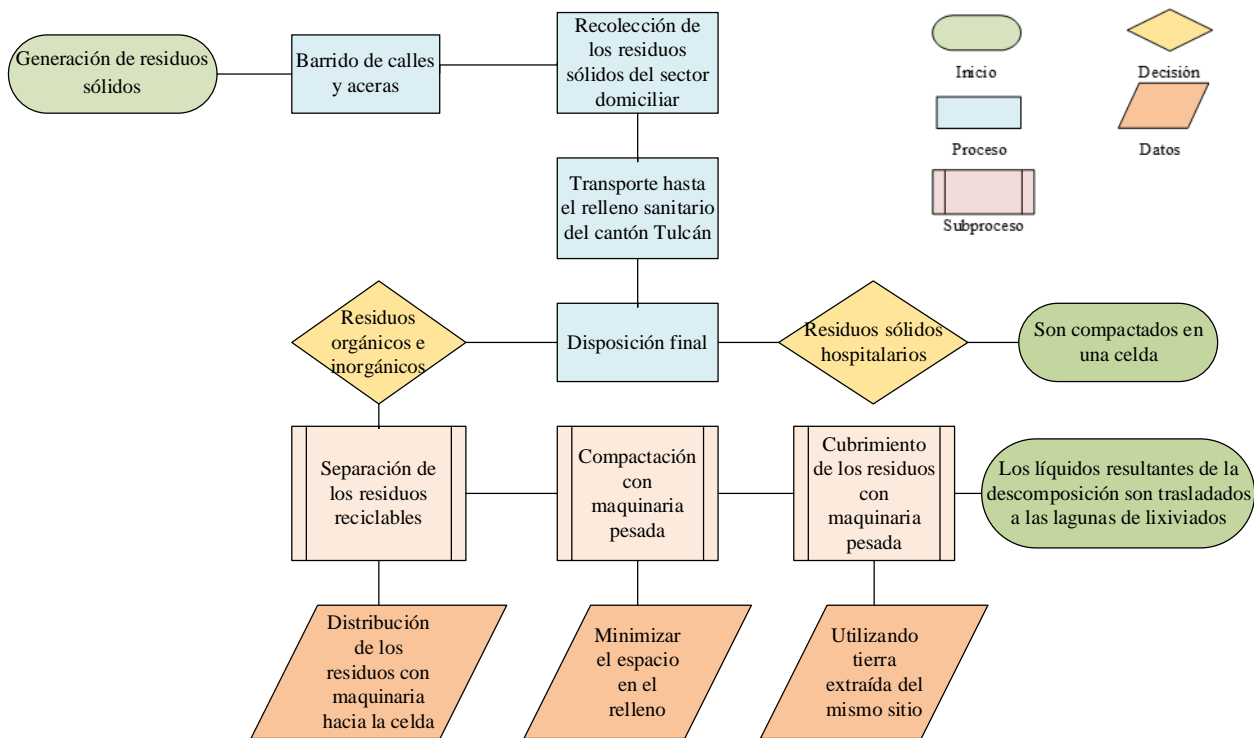
*Relleno sanitario del cantón Tulcán*



El sitio de disposición final abarca una extensión de nueve hectáreas el relleno sanitario de Tulcán recibe en promedio diario 56.7 toneladas. El método de operación es mecánico en una ladera suave de inclinación. Los residuos sólidos son compactados en una celda diaria y recubiertos con el uso de maquinaria pesada (retroexcavadora de orugas), el manejo de lixiviados se realiza mediante una red de drenajes y son tratados mediante biorremediación (Figura 11). El relleno sanitario tiene implementadas chimeneas de drenaje de biogás (AsamTech, 2018).

**Figura 11**

*Diagrama de procesos de la gestión de los residuos sólidos en la parroquia Julio Andrade*



Determinando el diagnóstico del manejo actual de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios en la Parroquia de Julio Andrade se evidenció que no existe ningún programa de recolección diferenciada, por lo tanto, todos los residuos son trasladados al relleno sanitario del cantón Tulcán. Amini et al. (2013) señala que, la última etapa de gestión de los residuos sólidos urbanos se realiza en un relleno sanitario siendo un método de gestión idóneo, más amigable con el ambiente y de menor costo económico a comparación con otros métodos de disposición final de los residuos sólidos.

Uno de los principales problemas en los rellenos sanitarios es el sitio de operación ya que es imprescindible identificar aspectos sociales, ambientales y técnicos como menciona Alavi et al., (2013), el principal objetivo de un relleno sanitario es minimizar los principales problemas de contaminación producido en los vertederos a cielo abierto. Su diseño implica un sistema de captaciones de lixiviados y gases (Flechas y González, 2016).

En la etapa de gestión de los residuos sólidos, la operación de un relleno sanitario debe contar con un registro de la cantidad diaria de residuos sólidos que ingresan al sitio donde se encuentra el relleno, una preclasificación de los desechos, forma de compactación de los residuos en los procesos operativos, monitoreo de lixiviados, la evacuación de los gases y producción de biogás como energía alternativa (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012).

Según Soliz (2015), en los años 2010-2015 distintos municipios del Ecuador cerraron sus vertederos e iniciaron campañas y proyectos con técnicas modernas y amigables con el ambiente en la disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU). De esta manera la gestión de los residuos sólidos es competencia de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADS) y el Ministerio del Ambiente (MAE). La Provincia del Carchi se dedica a la producción agropecuaria, generando residuos sólidos orgánicos urbanos con altos porcentajes de materia orgánica aproximadamente del 71.4% (Windows et al., 2019).

La situación que se presenta en la Parroquia de Julio Andrade se debe a la ineficiencia de los procesos de gestión de los residuos sólidos domiciliarios, ya que no existe una buena gestión de los residuos sólidos en todas sus etapas. En consecuencia, no existe ningún tipo de aprovechamiento de los residuos orgánicos, los mismos que son trasladados al relleno sanitario de Tulcán para su disposición final.

## **4.2. Resultados de la encuesta de cuantificación y caracterización de biomasa**

### ***4.2.1. Tamaño de la muestra***

Obtenidos los datos y aplicación de la Ecuación 1, que recomienda la CEPIS, elevar el número de muestra al inmediato superior se obtuvo como resultado: 93 el número viviendas a ser encuestadas y muestreadas.

$$n = \frac{(1,96)^2(2937)(0,5)^2}{(2937 - 1)(0,1)^2 + (1,96)^2(0,5)^2} \quad \text{Ec. 1}$$

$$n = \frac{2820,69}{30,32}$$

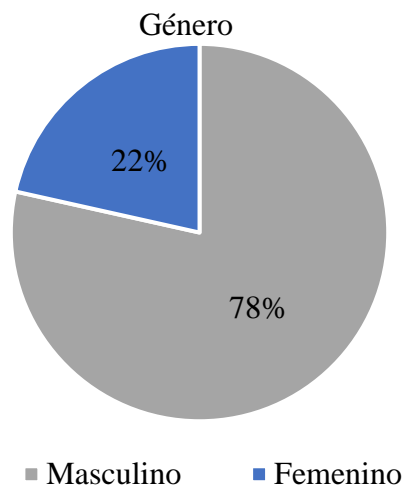
$$n = 93,03$$

#### 4.2.2. Encuesta sobre el manejo de residuos sólidos orgánicos domiciliarios

El número de personas encuestadas en la Parroquia Julio Andrade, de acuerdo con la determinación de la muestra, fue de 93. El mayor porcentaje representa el género femenino con el 78% (Figura 12), lo que evidencia que las mujeres se encargan de la separación de los residuos en la fuente.

**Figura 12**

*Género de las personas encuestadas en la Parroquia Julio Andrade*

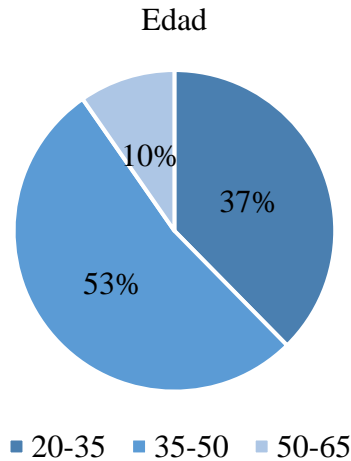




La edad de la mayoría de las personas encuestadas varía entre 35 a 50 años, obteniendo un mayor porcentaje con el resultado de 53%, seguido del rango de edad de 20 a 35 años con un 37%, finalmente con el 10% de muestras colectadas (Figura 13).

**Figura 13**

*Edad de las personas encuestadas en la Parroquia Julio Andrade*

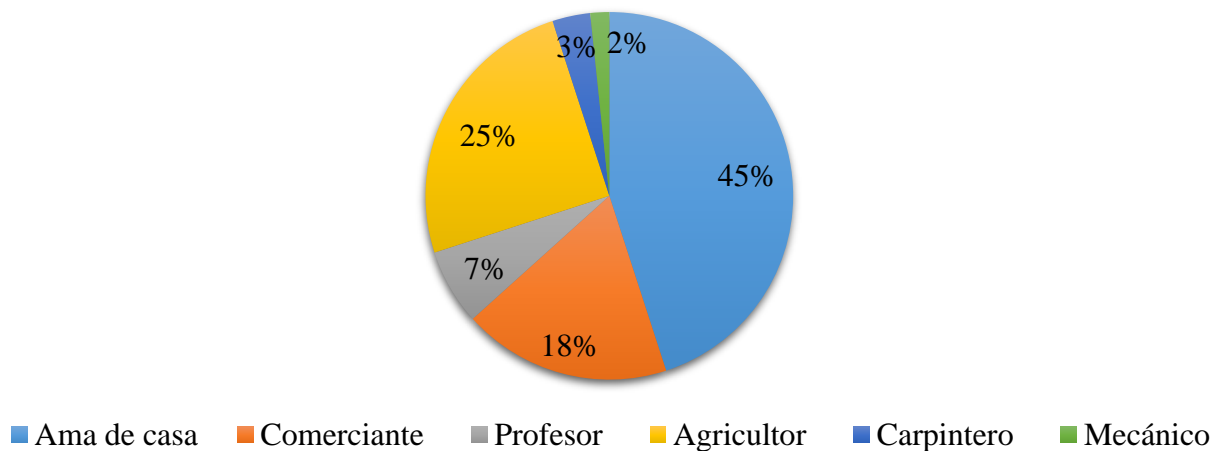


En la zona urbana el 45% de los encuestados son amas de casa, seguido del 25% que fueron agricultores al ser evidente que es una parroquia agrícola, un 18% se dedican al comercio, el 7% son profesores, el 3% carpinteros y 2% mecánico (Figura 14).

**Figura 14**

*Actividad de las personas encuestadas en la Parroquia Julio Andrade*

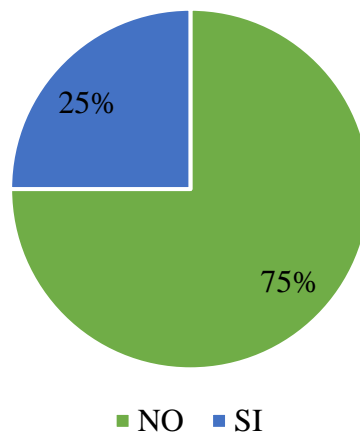
**Actividad a que se dedican las personas**



En la pregunta relacionada con la separación de residuos de la encuesta realizada (Anexo 1), se obtuvo que el 25% de las personas realizan separación de residuos, siendo aprovechados para la alimentación de animales domésticos y como abono para sus parcelas o terrenos. El 75% no realiza la separación antes mencionada ya que dedican su tiempo a otras actividades como el comercio y no tienen el hábito de separar sus residuos (Figura 15).

**Figura 15**

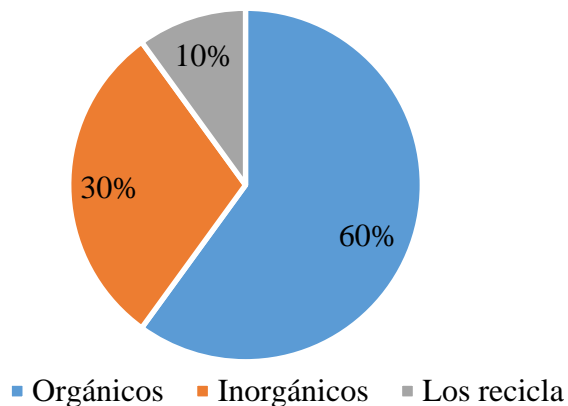
*Pregunta 1: En su hogar separa usted de alguna forma los residuos*



Del total de la muestra de personas encuestadas en la Parroquia de Julio Andrade sobre la clasificación de sus residuos, el 60% manifestó que clasifica sus residuos orgánicos, seguido del 30% que separa sus residuos inorgánicos y el 10% realiza procesos de reciclaje (Figura 16).

**Figura 16**

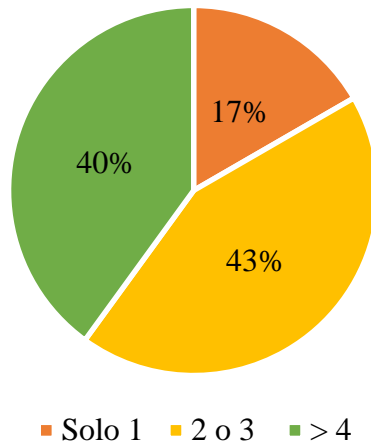
*Pregunta 2: Como clasifica sus residuos*



Como se puede observar en la Figura 17, el 43% de las personas encuestadas manifestaron que almacenan sus residuos en dos o tres recipientes de diferente tipo: recipientes de plástico, fundas plásticas, costales de propileno. Mientras que el 40% utiliza más de cuatro recipientes para almacenar sus residuos debido a las actividades que realizan, el 17% solo utiliza un recipiente y su hogar lo conforman una o dos personas, no se generan muchos residuos.

**Figura 17**

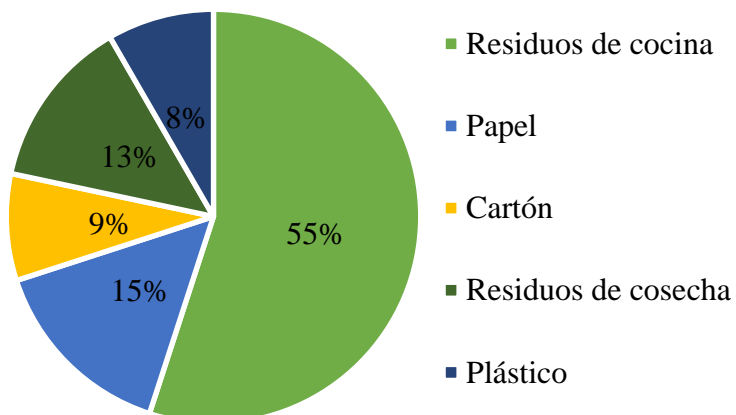
*Pregunta 3: Cuántos recipientes utiliza para almacenar sus residuos*



De acuerdo con el tipo de residuos que se más desechan a la basura, el 55% de las personas encuestadas indicaron que su principal desecho son residuos de cocina, seguido con un 15% que corresponden a papel, 13% residuos de cosecha, 9% cartón y 8% plástico (Figura 18).

**Figura 18**

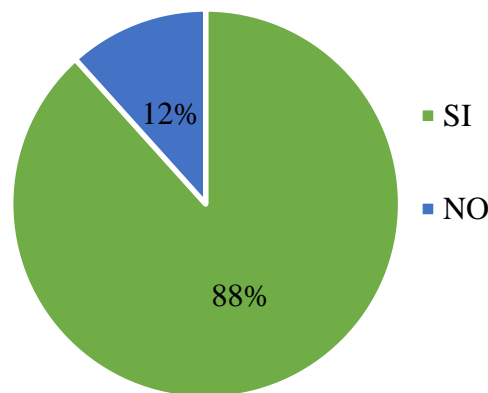
*Pregunta 4:Cuál es el tipo de residuo que arroja con más frecuencia a la basura*



Como se indica en la Figura 19, el 88% de las personas encuestadas indicaron que si colaborarían con el manejo de los residuos participando en un programa de separación en la fuente. El punto de vista de las personas fue: “contribuir con el cuidado del planeta, capacitación y aprendizaje sobre el manejo de los residuos, elaboración de abonos orgánicos a partir de residuos orgánicos”. Mientras que el 12% de los encuestados manifestaron que no participarían por cuanto son personas que trabajan y manejar los residuos les resulta complejo.

**Figura 19**

*Pregunta 5: Colaboraría al manejo de los residuos participando en un programa de separación en la fuente*



En relación con el servicio de recolección de basura el 100% de los encuestados manifestaron que cuentan con este servicio. Según las personas encuestadas de la Parroquia Julio Andrade sobre la frecuencia de recolección de residuos sólidos. El 87% indicó que lo realiza tres veces a la semana. Mientras que el 8% manifestó que realiza dos veces a la semana debido a que la generación de residuos es mínima y el 5% entrega sus residuos una vez a la semana (Figura 20).

**Figura 20**

*Pregunta 7: Cada cuantos días entrega los desechos al camión recolector*

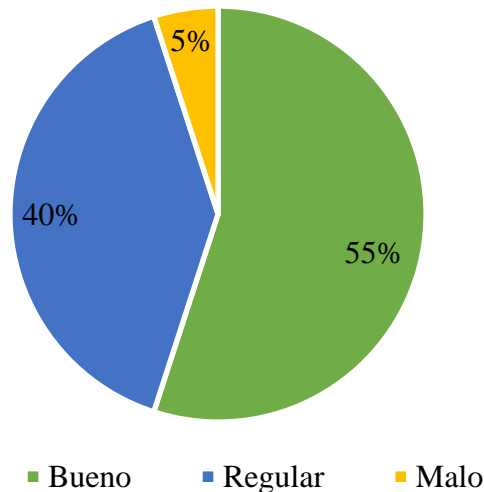


En la figura 21, con respecto al servicio de recolección actual en la zona urbana de la Parroquia Julio Andrade, el 55% de los encuestados calificaron como bueno el servicio de recolección, el 40% considero como regular, y el 5% restante respondió que es un mal servicio. Lo que indicaron que es necesario mejorar el servicio dentro de la parroquia, sugirieron lo siguiente:

- Entregar los contenedores de los residuos en los horarios establecidos
- No dejar los residuos en las esquinas de las calles
- El horario de recolección debe ser en un horario fijo y respetado
- El carro recolector debe disminuir la velocidad y esperar a las personas que entregan sus residuos

### Figura 21

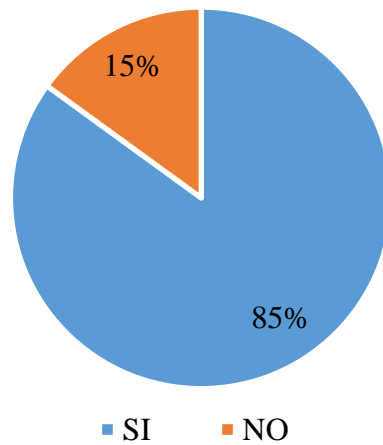
*Pregunta 8: Cómo califica el actual servicio de recolección*



Como se observa en la Figura 22 el 85% de las personas encuestadas indicó que conoce o ha escuchado sobre el compost (abono orgánico). Las personas mencionaron que el abono organico sería de mucho beneficio para sus jardines, cultivos y sus parcelas, mientras que el 15% desconoce del tema.

## Figura 22

Pregunta 9: Tiene algún conocimiento del compost (abono orgánico)

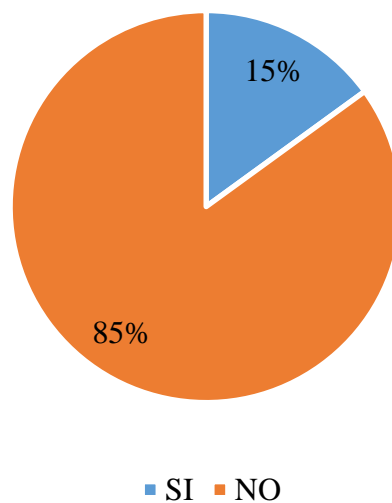


Con respecto a la pregunta sobre el conocimiento de alguna técnica para la elaboración abonos orgánicos, el 85%, indicó que no conoce alguna técnica para elaborar abonos orgánicos (Figura 23). El restante 15% sí tiene conocimiento sobre las técnicas de elaboración de abono orgánico entre las cuales mencionaron:

- Compost (compostera casera)
- Lombricultura casera

## Figura 23

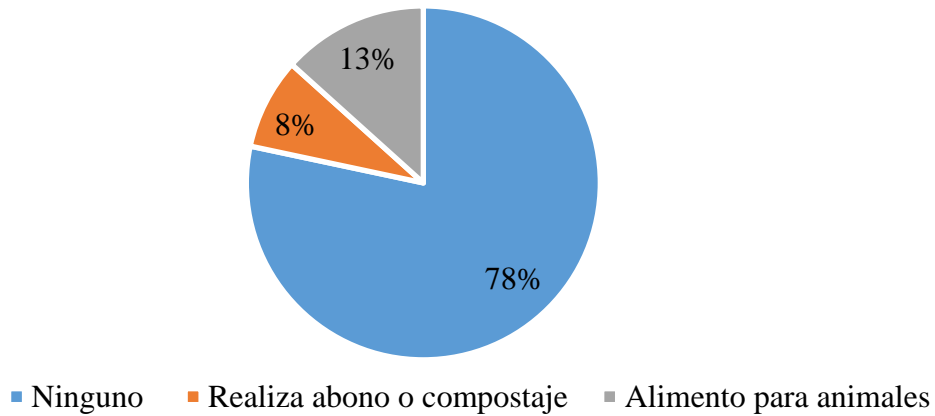
Pregunta 10: Conoce alguna técnica de elaboración de abonos a partir de residuos orgánicos



En lo referente al manejo de los residuos sólidos orgánicos el 47% de los hogares encuestados no realizan ninguna práctica de manejo. Pero, el 13% de encuestados utiliza los residuos orgánicos, desde hace algunos años, como alimento para animales domésticos: cerdos, cuyes, terneros, conejos. El 8% restante realiza algún tipo de compostaje, aunque sin ninguna técnica específica (Figura 24).

**Figura 24**

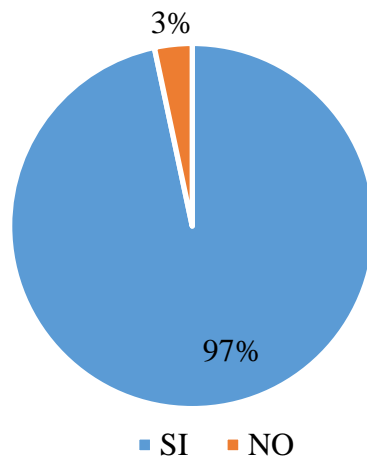
*Pregunta 11: Cómo maneja sus residuos orgánicos*



Como se puede observar en la Figura 25, del total de la muestra el 97% de las personas encuestadas indicaron que el mal manejo de los residuos puede causar daños al ambiente, mencionaron que pueden contaminar el agua, aire y suelo y el mal manejo de los residuos puede causar mal olor y proliferación de moscas y causar enfermedades.

**Figura 25**

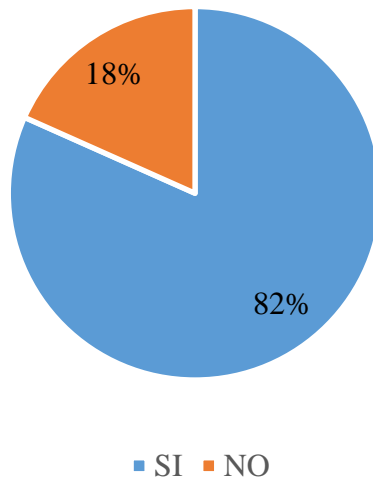
*Pregunta 12: Esta Ud. de acuerdo que el mal manejo de los residuos puede causar daños al ambiente*



El 82% de la muestra tiene conocimiento del lugar donde se depositan los residuos que se generan, las personas manifestaron que el único lugar de transferencia de los residuos sólidos es el relleno sanitario del Cantón Tulcán, mientras que el 18% desconoce la disposición final de los residuos sólidos (Figura 26).

**Figura 26**

*Pregunta 13: Conoce usted, cuál es la disposición final de sus residuos*



En la Parroquia Julio Andrade no se realiza la separación en la fuente de los residuos sólidos, se debe tomar en cuenta que los hogares no cuentan con los recipientes específicos para separar sus residuos. Se debe recalcar que el tipo de residuo con mayor porcentaje, que se genera en el sector domiciliario, son los residuos de cocina en un 55%. Al comparar los datos obtenidos con los datos de Información Ambiental de Hogares del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), del 61.68% de los hogares que no clasifica los residuos, el 35.09% de los hogares urbanos indicó que la principal razón para no hacerlo es el no disponer de contenedores específicos o centros de acopio. Mientras que el 20.34 % señala que no les interesa y desconocimiento de como clasificar sus residuos. (INEC, 2015).

Los datos obtenidos de la pregunta relacionada con la colaboración de los hogares en el manejo de los residuos en un programa de separación en la fuente, el 88% de la muestra indicó que si están de acuerdo o participarían en el manejo de los residuos sólidos mediante capacitaciones. Esto con el fin de aprovechar los residuos, especialmente orgánicos para la



obtención de abonos orgánicos y producir alimentos orgánicos en sus parcelas y jardines. Es importante mencionar que existen algunas alternativas para el aprovechamiento de la materia orgánica como son: lombricultura, bocashi, takakura y biodigestión. Estas técnicas consisten en incorporar cantidades significativas de materia de origen orgánico a los procesos de degradación biológicos, ya que, así consiguen reducir la carga contaminante efectuada al ambiente y a los recursos naturales (Ministerio del Ambiente y Agua , 2020).

Se puede evidenciar que la entrega de los residuos al carro recolector se lo realiza con una frecuencia de tres veces a la semana como lo indica el 88% de las personas encuestadas. Es importante mencionar que se deben cumplir con los horarios establecidos de recolección. En un estudio realizado sobre los Residuos Sólidos Urbanos en el territorio metropolitano, recomienda que la recolección de los residuos se debe realizarse mínimo dos veces a la semana debido a los problemas que conlleva la disposición final de los residuos sólidos en un relleno sanitario a cielo abierto y los impactos ambientales que ocasionan los mismos (Saidón, 2015).

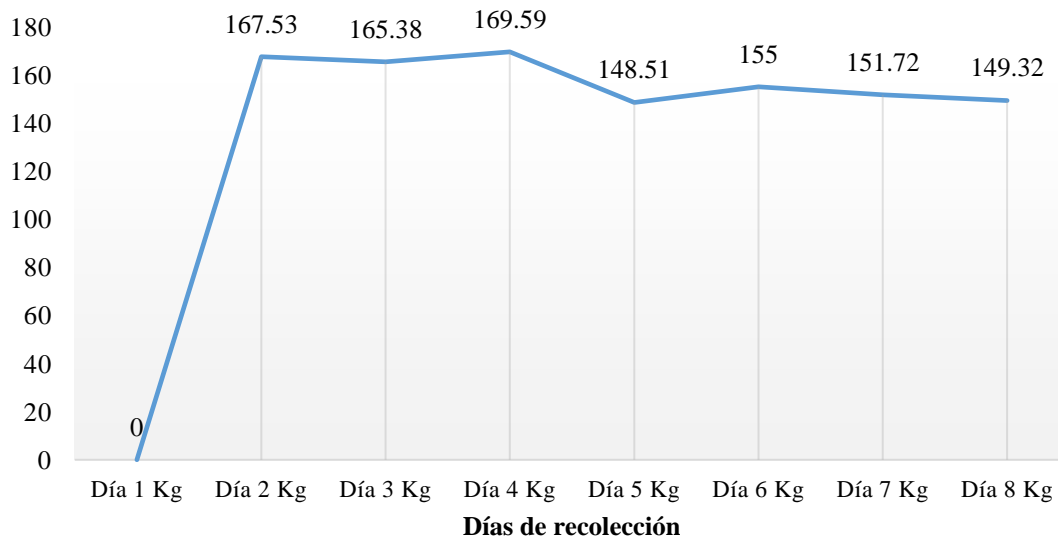
## **4.2. Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios de la Parroquia Julio Andrade**

### ***4.2.1. Cantidad de residuos sólidos orgánicos domiciliarios recolectados***

La generación de los residuos sólidos orgánicos depende del número de habitantes que conforman el hogar, así como también el consumo de productos provenientes de fuentes orgánicas. El menor valor obtenido fue de 0.373 kg y el máximo de 6.321 kg, obteniendo un total de 1 107.05 kg de residuos en los siete días de recolección. La cantidad de residuos producidos por cada vivienda es influenciada por el número de personas que habitan en cada una de ellas y el tiempo que permanecen en sus hogares (Figura 27).

**Figura 27**

*Cantidad de residuos recolectados durante una semana*



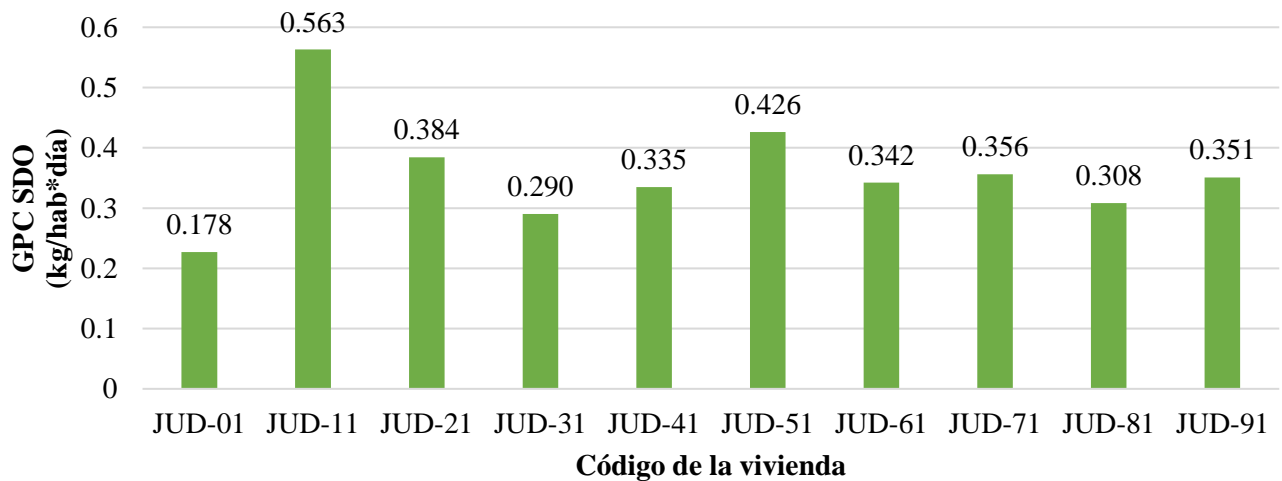
#### 4.2.2. Generación per cápita total diaria

- **Generación per cápita del sector domiciliario**

Obtenidos los datos con el total de residuos sólidos orgánicos domiciliarios colectados durante una semana, se determinó la generación per cápita del sector domiciliario aplicada a cada vivienda muestreada. Estos resultados se especifican en la Figura 28.

**Figura 28**

*Generación per cápita de las viviendas muestreadas*



Se evidenció que la dispersión de los datos fue de 0.178 kg/hab/día hasta 1.006 kg/hab/día, mientras la media que fue de 0.429 kg/hab/día.

La validación de los datos se obtuvo calculando los parámetros de distribución normal obtenidos con los datos de generación per cápita. Con un PPC DE 0.429 kg/hb/día, varianza de 0.02 y la desviación estándar de 0.1 (Tabla 8).

**Tabla 8**

*Parámetros de distribución normal*

<b>Promedio (<math>\mu</math>)</b>	0.429
<b>Número de muestras</b>	93
<b>Varianza</b>	0.029
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>	0.171

Determinado los datos validados del muestro de las viviendas de la Parroquia Julio Andrade se pudo observar que el valor de generación de residuos varía desde 0.178 hasta 1.006 kg/hab/día, identificando que los valores con los picos más altos se encuentran sobre la generación per cápita domiciliar que fue de 0.429 (Tabla 9 y Figura 29).

**Tabla 9**

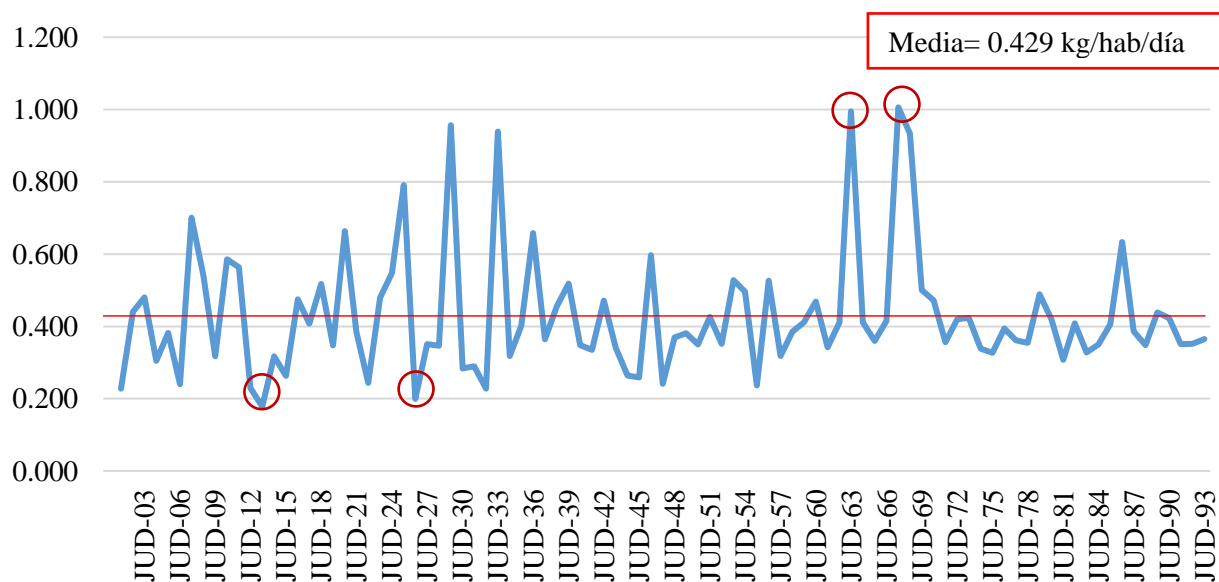
*Generación per cápita de las viviendas muestreadas*

<b>N°</b>	<b>GPC</b>	<b>N°</b>	<b>GPC</b>	<b>N°</b>	<b>GPC</b>	<b>N°</b>	<b>GPC</b>
<b>Código</b>	<b>DOM</b>	<b>Código</b>	<b>DOM</b>	<b>Código</b>	<b>DOM</b>	<b>Código</b>	<b>DOM</b>
<b>JUD-13</b>	0.178	JUD-43	0.341	JUD-87	0.386	JUD-03	0.481
<b>JUD-26</b>	0.199	JUD-61	0.342	JUD-76	0.394	JUD-79	0.489
<b>JUD-01</b>	0.227	JUD-28	0.347	JUD-35	0.401	JUD-54	0.496
<b>JUD-32</b>	0.228	JUD-19	0.347	JUD-85	0.406	JUD-69	0.500
<b>JUD-12</b>	0.229	JUD-40	0.348	JUD-17	0.408	JUD-18	0.518
<b>JUD-55</b>	0.237	JUD-88	0.349	JUD-82	0.409	JUD-39	0.518
<b>JUD-06</b>	0.240	JUD-50	0.350	JUD-64	0.411	JUD-56	0.526
<b>JUD-47</b>	0.241	JUD-84	0.350	JUD-59	0.411	JUD-53	0.528

<b>JUD-22</b>	0.243	JUD-91	0.351	JUD-62	0.411	JUD-08	0.542
<b>JUD-45</b>	0.259	JUD-27	0.351	JUD-66	0.416	JUD-24	0.547
<b>JUD-15</b>	0.263	JUD-92	0.352	JUD-72	0.420	JUD-11	0.563
<b>JUD-44</b>	0.264	JUD-52	0.352	JUD-80	0.420	JUD-10	0.585
<b>JUD-30</b>	0.284	JUD-78	0.355	JUD-90	0.422	JUD-46	0.597
<b>JUD-31</b>	0.290	JUD-71	0.356	JUD-73	0.424	JUD-86	0.633
<b>JUD-04</b>	0.305	JUD-65	0.360	JUD-51	0.426	JUD-36	0.658
<b>JUD-81</b>	0.308	JUD-77	0.362	JUD-89	0.439	JUD-20	0.663
<b>JUD-14</b>	0.317	JUD-37	0.364	JUD-02	0.440	JUD-07	0.700
<b>JUD-09</b>	0.317	JUD-93	0.365	JUD-38	0.455	JUD-25	0.791
<b>JUD-34</b>	0.318	JUD-48	0.370	JUD-60	0.469	JUD-68	0.934
<b>JUD-57</b>	0.318	JUD-43	0.341	JUD-42	0.471	JUD-33	0.939
<b>JUD-75</b>	0.327	JUD-61	0.342	JUD-70	0.472	JUD-29	0.956
<b>JUD-83</b>	0.328	JUD-28	0.347	JUD-16	0.475	JUD-63	0.995
<b>JUD-41</b>	0.335	JUD-19	0.347	JUD-23	0.480	JUD-67	1.006
<b>JUD-74</b>	0.339	JUD-59	0.411	JUD-07	0.700		

**Figura 29**

*Media de la generación percápita domiciliar*



Al comparar estos resultados de generación per cápita con el informe de la Evaluación Regional del Manejo de RSU en América Latina y el Caribe 2010, el caso de la Parroquia de Julio Andrade por su tamaño poblacional está en el rango de microciudades (<15000 hab), que tienen valores medios a nivel de la región de 0.41 kg/hab/día para los RSD (Tello et al., 2011). Los datos obtenidos para la parroquia Julio Andrade corresponde a 0.429 kg/hab/día para los RSD, se puede notar que se encuentran dentro de los valores establecidos en esta categoría.

**Figura 30**

*Resultados GPC urbana y domiciliar ALC 2010*

PAÍS	MICRO		PEQUEÑO		MEDIANO		GRANDE		MEGA		PAÍS	
	RSD	RSU	RSD	RSU	RSD	RSU	RSD	RSU	RSD	RSU	RSD	RSU
Argentina	0,66	0,92	0,68	1,06	0,8	1,02	0,78	1,41	..	..	0,77	1,15
Belice	-	-	-	-	-	-	-	-	..	..	-	-
Bolivia	0,27	0,29	0,4	0,43	0,45	0,48	0,51	0,55	..	..	0,46	0,49
Brasil	0,49	0,87	0,54	0,86	0,66	0,85	0,78	1,31	0,91	1	0,67	1
Chile	0,75	1,28	0,76	1,43	0,8	1,21	0,86	1,12	..	..	0,79	1,25
Colombia	0,41	0,48	0,4	0,55	0,56	0,57	0,59	0,66	0,73	0,82	0,54	0,62
Costa Rica	-	1,21	-	0,75	-	0,89	-	1,2	..	..	-	0,88
Ecuador	0,41	0,54	0,45	0,66	0,59	0,68	0,73	0,85	..	..	0,62	0,71
El Salvador	0,3	0,48	0,42	0,64	0,58	0,94	0,58	1,74	..	..	0,5	0,89
Guatemala	0,36	-	0,42	0,5	0,52	0,62	0,5	0,62	..	..	0,48	0,61
Guyana	-	-	-	-	-	-	-	-	..	..	-	-
Honduras	0,27	-	0,37	-	0,67	-	0,94	-	..	..	0,61	-
Jamaica	0,6	-	0,64	-	0,83	-	0,95	-	..	..	0,71	-
México	0,32	0,53	0,47	0,78	0,49	0,83	0,75	1,1	0,65	1,34	0,58	0,94
Nicaragua	-	-	0,7	-	0,57	-	1	-	..	..	0,73	-
Panamá	0,46	0,54	0,57	1,11	0,59	0,96	0,5	1,6	..	..	0,55	1,22
Paraguay	0,63	0,72	0,63	0,86	0,72	1,02	0,83	1,28	..	..	0,69	0,94
Perú	0,33	0,53	0,41	0,63	0,51	0,67	0,48	0,85	0,43	0,81	0,47	0,75
Rep. Dom.	-	-	0,9	1	0,75	1,01	0,9	1,2	..	..	0,85	1,1
Uruguay	0,72	0,85	0,67	1,07	0,46	0,81	0,88	1,22	..	..	0,75	1,03
Venezuela	-	0,5	0,77	0,78	0,51	0,75	0,82	1,08	..	..	0,65	0,86
ALC	0,45	0,75	0,53	0,8	0,61	0,84	0,74	1,14	0,73	1,01	0,63	0,93

Fuente: Software - Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en ALC. 2010

Micro: ≤15.000 habitantes; Pequeño: 15.001 - 50.000 habitantes; Mediano: 50.001 - 300.000 habitantes; Grande: 300.001 - 5.000.000 habitantes; Mega > 5.000.000 habitantes

- Información no disponible

.. Sin población de ese tamaño

RSD: Residuos sólidos domiciliarios; RSU: Residuos sólidos urbanos o municipales.

*Nota:* Adoptado el informe de la Evaluación Regional del Manejo de RSU en América Latina y el Caribe (Tello et al., 2011).

Se tabularon los datos para la ejecución del programa INFOSTAT, es necesario la tres muestras y la relación carbono-nitrógeno (Tabla 10).

**Tabla 10**

*Tabulación de datos para ingresar a INFOSTAT*

<b>Análisis elemental</b>	<b>Bloque</b>	<b>Dato</b>
<b>Carbono</b>	A1	41.30
<b>Nitrógeno</b>	A1	2.10
<b>Carbono</b>	A2	43.30
<b>Nitrógeno</b>	A2	2.10
<b>Carbono</b>	A3	43.60
<b>Nitrógeno</b>	A3	1.67

El primer análisis de varianza ayudo a determinar los residuos, residuos absolutos y predichos de la variable dependiente, que servirá para realizar la prueba de normalidad y la prueba de homogeneidad. El análisis de datos la prueba de normalidad el P valor es menor a 0.005, por lo tanto, se aceptó la hipótesis alternativa por lo que hay diferencias significativas. En la prueba LSD de Fisher la mayor media fue de 42.73 carbono que predomina sobre el nitrógeno Figura 30.

**Figura 31**

*Comparación LSD de Fisher*

Análisis de la varianza

Variable	N	R'	R'	Aj	CV
Dato	6	1.00	1.00		4.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2495 .36	3	831 .79	832 .77	0 .0012
Análisis elemental	2494 .10	1	2494 .10	2497 .06	0 .0004
Bloque	1 .25	2	0 .63	0 .63	0 .6147
Error	2 .00	2	1 .00		
Total	2497.35	5			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.51102

Error: 0.9988 gl: 2

Análisis elemental	Medias	n	E.E.	
nitrógeno	1 .96	3	0 .58	A
carbono	42 .73	3	0 .58	B

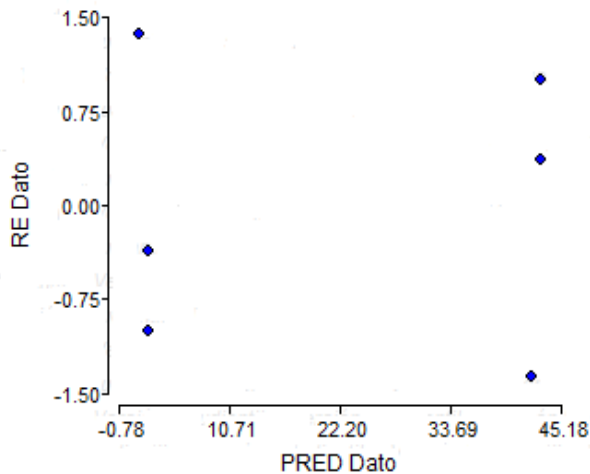
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

- **Diagrama de dispersión**

De acuerdo con la dispersión de los datos se puede afirmar que el diseño experimental es correcto (Figura 31).

**Figura 32**

*Diagrama de dispersión*



#### **4.2.3. Proyección poblacional y de la generación diaria de Residuos Sólidos Orgánicos**

Se reportó una tasa de crecimiento poblacional igual a 1.19%. Para la proyección de la generación de los RSO se realizó en base a la *GPCTOTAL* obtenida y se usó una tasa de crecimiento 1% anual (Zepeda, 2010). Los valores determinados se muestran en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Proyección poblacional y de generación de RSO*

<b>PROYECCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA PARROQUIA JULIO ANDRADE</b>			
<b>Año</b>	<b>Población Julio Andrade (hab)</b>	<b>Generación per cápita (kg/hab*día)</b>	<b>Generación diaria (kg/día)</b>
<b>2021</b>	10.741	0.429	4.608
<b>2022</b>	10.868	0.433	4.706

<b>2023</b>	10.997	0.437	4.806
<b>2024</b>	11.128	0.441	4.907
<b>2025</b>	11.26	0.445	5.011
<b>2026</b>	11.394	0.449	5.116
<b>2027</b>	11.53	0.453	5.223
<b>2028</b>	11.667	0.457	5.332
<b>2029</b>	11.806	0.462	5.454
<b>2030</b>	11.946	0.467	5.579
<b>2031</b>	12.088	0.472	5.706

#### 4.2.3.1. Análisis elemental

Una vez obtenidos los datos con los porcentajes de N, C, H, S de las muestras seleccionadas, esto ayudó a determinar la relación carbono-nitrógeno y determinar la mejor estrategia para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios (Tabla 12).

**Tabla 12**

*Resultados del análisis elemental*

<b>Código</b>		<b>%N</b>	<b>%C</b>	<b>%H</b>	<b>%S</b>
<b>M1</b>	Av	2.07	41.34	5.57	0.59
	SD	0.14	0.45	1.43	0.14
<b>M2</b>	Av	2.13	43.31	5.89	0.40
	SD	0.16	0.14	1.31	0.11
<b>M3</b>	Av	1.67	43.64	5.82	0.27
	SD	0.20	0.52	2.15	0.12

*Nota:* Se muestra el porcentaje de la media de las 3 repeticiones.

#### 4.2.3.2. Relación de carbono-nitrógeno (C/N)

La mejor relación carbono/nitrógeno es la Muestra 3 (26:1) ya que se encuentra dentro del rango que propone la FAO, la cual recomienda un rango óptimo de relación de (20:1) hasta (30:1) (Varnero, 2011). La muestra 1 (20:1) y muestra 2 (21:1) también se encuentran dentro del rango presentada por la FAO (Tabla 13).



**Tabla 13***Relación C/N de las tres muestras*

<b>Cod.</b>	<b>N [%]</b>	<b>C [%]</b>	<b>Relación C/N</b>
M1	2.1%	41.3%	20:1
M2	2.1%	43.3%	21:1
M3	1.67%	43.6%	26:1

*Nota:* La relación C/N presentada es para tener una perspectiva de que estrato es mejor para una digestión anaerobia.

En el estudio realizado por Gualle (2021), la muestra tiene una relación c/n de 30:1 y evidenció la mayor producción de biogás de 30.28 mlCH<sub>4</sub>/gST en un lapso de 14 días de digestión anaerobia, situación concordante con Varnero (2011), quien ratifica el mejor rendimiento en la generación de biogás corresponde a una relación C/N de 30:1 a 20:1. Al comparar los datos obtenidos en este experimento, la relación carbono-nitrógeno en las 3 muestras obtenidas, están dentro del rango de 20:1 a 26:1; condición favorable para la generación de biogás.

- **Potencial energético eléctrico**

La proyección de generación de energía eléctrica en la parroquia de Julio Andrade a partir de la digestión anaerobia de los residuos orgánicos se indica en la (Tabla 13) y corresponde a la muestra M3 con el mayor nivel de generación eléctrica, equivalente a 184 965.7 kWh/año, autogeneración que contribuirá favorablemente al consumo actual de 985 000 kWh/año (INEC, 2021), con un aporte del 18.50% al consumo de energía eléctrica por año de la parroquia.

Al comparar los datos obtenidos sobre un estudio de Aprovechamiento energético de la biomasa residual de los restos de comida de familias de estudiantes de la Universidad de Guayaquil, para producción de biogás que obtuvo Coello et al. (2021), se puede notar que se considera en este solamente los desechos de restos de comidas (cáscaras de vegetales, frutas y comida mezclada), determinando una relación de (C/N) (26:1). Este estudio corrobora con los datos del presente estudio y determina que el biogás sería el más recomendado para uso doméstico

en sectores urbano en la región de la Costa, donde el consumo es mayor y se expande gradualmente a nivel nacional. Lo anterior debido a que uno de sus parámetros a favor es la temperatura con intervalos un potencial energético apropiado para ser utilizado en proyectos de valorización o generación de combustible con tratamiento de fermentación metánica como una alternativa al gas glp doméstico.

Por otro lado, la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífera (2016), afirma que la biomasa residual que va a los vertederos puede ser aprovechar de forma efectiva con un tratamiento adecuado para su explotación y producción energética. Bajo este enfoque se concluye que la técnica de análisis químico elemental de carbono-nitrógeno es primordial para caracterizar la composición química de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios y para realizar una mezcla correcta de los materiales residuales mediante un sistema de tratamiento anaeróbico y degradar de manera eficiente en digestores. Con base en este contexto, el nivel de producción de biogás debe estar determinado por la recuperación energética del sustrato orgánico (restos de alimentos domiciliarios) mediante la caracterización fisicoquímica de sus componentes y que este tipo de materia orgánica pueda producir biogás.

#### **4.3. Alternativas para el aprovechamiento de los Residuos Orgánicos Domiciliarios (ROD)**

Mediante la aplicación del análisis multicriterio, se evidenció como principal problema la inexistencia de un método de aprovechamiento de los residuos orgánicos (Tabla 14). Por consiguiente, este problema está relacionado con la falta de contenedores y maquinaria para la gestión de los residuos en la etapa de separación en la fuente.

Con una priorización menor se encuentra la inexistencia de un programa de separación en la fuente de los residuos sólidos y el incumplimiento de los horarios establecidos de la recolección de los residuos por el carro recolector. Finalmente, la falta de conocimiento para elaboración de abonos orgánicos, hacen parte de esta problemática (Tabla 14).

Una buena gestión de los residuos orgánicos en todas sus etapas, desde su generación, tratamiento y disposición constituyen la base fundamental en la minimización de impactos

ambientales. En este sentido, el aprovechamiento y minimización de los residuos orgánicos domiciliarios es una solución sostenible de gran envergadura tanto a nivel ambiental como económico, toda vez que la alternativa esté dada cuando evitamos, minimizamos y aprovechamos los residuos. En este contexto, a continuación, se presentan tres estrategias que contribuirán en el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la Parroquia Julio Andrade.

**Tabla 14***Matriz multicriterio de los problemas identificados*

	<b>Tipo de criterio</b>					<b>Suma</b>
	<b>Ambiental</b>	<b>Técnico</b>	<b>Social</b>	<b>Económico</b>	<b>Social</b>	
<b>Problemas</b>	<b>Beneficios Ambientales</b>	<b>Importancia para el municipio</b>	<b>Ciudadanía afectada</b>	<b>Presupuesto económico</b>	<b>Toma de decisiones para la solución de problemas y obtener éxito</b>	
No existe un programa de separación en la fuente de los residuos sólidos	3	3	3	3	3	15
Incumplimiento de los horarios de recolección de los residuos sólidos por el carro recolector	2	3	2	2	3	12
No existe ningún método de aprovechamiento de la biomasa de los residuos orgánicos su disposición final es el relleno sanitario	3	3	3	3	2	14
Falta de contenedores y maquinaria para la gestión de los residuos	3	3	3	2	2	13
Falta de conocimiento sobre el aprovechamiento de los RSO mediante el uso de energía alternativas	2	2	2	3	2	11

**4.3.1. Estrategia 1. Educación ambiental, sensibilización, y participación comunitaria, que promuevan el aprovechamiento y minimización de la producción de residuos orgánicos**

Tiene como meta implementar buenas prácticas ambientales, con el fin de aumentar la recolección de los residuos sólidos orgánicos. La estrategia de educación ambiental generará campañas de concientización logrando un cambio cultural. En este sentido, la capacitación a la comunidad de la Parroquia Julio Andrade se puede realizar mediante actividades educativas como talleres, seminarios, charlas, sobre los distintos aspectos y temáticas relacionadas con la problemática ambiental y el manejo integral de los residuos sólidos orgánicos. De acuerdo con los resultados y el análisis de las encuestas, existen personas en la parroquia que están interesadas en capacitarse al respecto. En consecuencia, esta estrategia ayudará a promover en la comunidad la correcta disposición de residuos sólidos para así tener un buen aprovechamiento del mismo (Tabla 15).

**Tabla 15**

*Estrategia 1. Educación ambiental, sensibilización y participación comunitaria para promover el aprovechamiento y utilización de los residuos orgánicos.*

<b>Resumen narrativo de los objetivos</b>	<b>Indicadores verificables</b>	<b>Medios de verificación</b>
<b>FIN:</b>		
Diseñar y ejecutar un plan de capacitación a través de recursos didácticos y pedagógicos que faciliten el aprendizaje y aborden las distintas temáticas ambientales sobre los residuos sólidos orgánicos en la Parroquia Julio Andrade.	Comunidad de la parroquia que realiza la separación de los residuos sólidos orgánicos.  Comunidad de la parroquia que aprovechan los residuos sólidos orgánicos.	Registro de visitas a la comunidad generadora de RSO.  Registro de evaluaciones periódicas sobre el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.
<b>PROPÓSITO:</b>		
Capacitar a la comunidad de la Parroquia Julio Andrade con el propósito de	Personas capacitadas en las temáticas relacionadas con los aspectos ambientales de	Registro de la asistencia de las personas a capacitaciones.

sensibilizar y educar en el manejo integral de los residuos sólidos orgánicos bajo el enfoque de desarrollo sostenible.	los residuos sólidos orgánicos.  Comunidad capacitada en temáticas relacionadas con la importancia del manejo integral de residuos sólidos orgánicos.  Cantidad de evaluaciones positivas con respecto al manejo integral de los residuos sólidos orgánicos.  Cantidad de evaluaciones positivas con respecto a las alternativas de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.  Porcentaje de participación de los capacitados.	Registro de las temáticas dadas al personal capacitado.
---	---	---

---

**COMPONENTES:**

Concienciar a la comunidad en la importancia de separar y aprovechar los RSO bajo el enfoque de desarrollo sostenible.	Grado de utilización de Bolsas plásticas para separar y almacenar temporalmente los residuos sólidos orgánicos.	Verificación y registro de la separación temporal de los residuos sólidos orgánicos en bolsas plásticas.  Registro de personas que aprovechan reutilizan y reciclan los residuos sólidos orgánicos.
Educar a la comunidad en los procesos de clasificación y aprovechamiento mediante la capacitación.	Comunidad que realiza el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos.	Registro de volúmenes del material reciclado por vivienda.
Incentivar a la comunidad en la aplicación del manejo apropiado y eficiente de los RSO.	Comunidad que aprovecha los residuos sólidos orgánicos.	

---

**ACTIVIDADES:**

Capacitaciones mediante talleres específicos en el tema: elaboración de (abonos orgánicos, abonos sólidos y líquidos, lombricultura, vermicompostaje y bioles) de manejo adecuado de RSO	Nivel del manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos en la comunidad.  Comunidad que recicla los residuos sólidos orgánicos.	Encuesta para verificar el impacto sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos en la comunidad.  Formato de evaluación y seguimiento de la estrategia de capacitación.
--	---	---

---

Actividades ambientales relacionadas con el manejo adecuado de los RSO para que la comunidad conozca y participe de ella (perifoneo, concursos y ferias).	Comunidad que participa en la capacitación.	Registro de personas que participaron en las diferentes actividades.
Reconocimiento a quienes se destaquen en la participación.		

- **Responsables**

Los responsables de la realización de esta estrategia serán: Junta de Vecinos, la Junta Parroquial del Julio Andrade y el GAD del Carchi.

#### **4.3.2. Estrategia 2. Manejo Integral de residuos sólidos orgánicos.**

Es de suma importancia realizar el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, ya que permite recuperar el valor bioquímico de los nutrientes que contienen y emplearlos en varias aplicaciones con valor económico y ambiental, además de extender la vida útil de los sitios de disposición final, y disminuir los impactos ambientales.

Esta estrategia considera dos alternativas para la separación, almacenamiento y valorización de los residuos sólidos orgánicos (Tabla 16). Además, dado su nivel de significancia se convierte en estrategia clave a la hora de manejar integralmente los residuos sólidos orgánicos, permitiendo el aprovechamiento de los residuos mediante el compostaje y/o vermicompostaje.

**Tabla 16**

*Estrategia 2. Manejo Integral de residuos sólidos orgánicos*

<b>Resumen narrativo de los objetivos</b>	<b>Indicadores verificables</b>	<b>Medios de verificación</b>
<b>FIN:</b>		
Contribuir con el manejo integral, almacenamiento y presentación de los residuos	Puntos ecológicos o bolsas plásticas dispuestas para la	Número de toneladas de residuos sólidos dispuestos al carro recolector de basuras

orgánicos sólidos en la Parroquia Julio Andrade, a través de la ubicación selectiva de puntos ecológicos.	separación de residuos sólidos orgánicos.	después de la separación de los residuos orgánicos sólidos.
Implementar la recolección selectiva de los residuos orgánicos a fin de poder contar con materia orgánica para su procesamiento, lo que contribuya a la sostenibilidad del proyecto.	Residuos orgánicos sólidos dispuesto en cada uno de los sitios de recolección (Puntos ecológicos, canecas, bolsas o contenedores).  Viviendas que realizan la disposición adecuada de los residuos orgánicos sólidos.	Registro de evaluaciones periódicas sobre el aprovechamiento de los residuos orgánicos sólidos.

---

**PROPÓSITO:**

Instalar puntos ecológicos de manera selectiva en las afueras del area urbana de la parroquia.	Cantidad de puntos ecológicos, bolsas, canecas o contenedores establecidas en la parroquia y que están cumpliendo con la función de separación selectiva de los residuos sólidos orgánicos.	Registro de inspección de los puntos ecológicos o canecas dispuestas para la recolección de los residuos orgánicos sólidos.
Separar los residuos orgánicos de los inorgánicos por parte de la comunidad dentro de la vivienda a partir de la aplicación de la estrategia educación ambiental.	Porcentaje de participación en relación con el manejo integral y el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.	Registro de la asistencia y capacitación de la comunidad.  Registro de las temáticas dadas a las personas capacitadas.
Disminuir y aprovechar entre el 20% al 30% de los residuos sólidos orgánicos generados por la Parroquia Julio Andrade mediante la implementación de composteras caseras.	Cantidad de puntos ecológicos, canecas, bolsas o contenedores entregados a la comunidad para la separación de los residuos sólidos orgánicos.  Cantidad de puntos ecológicos, canecas, bolsas o contenedores utilizados correctamente por la comunidad para la recolección de los residuos sólidos orgánicos.	Registro fotográfico del estado de los puntos ecológicos o canecas.

---

**COMPONENTES:**

Colocar los puntos ecológicos para la separación	Kilogramos de residuos sólidos orgánicos recolectados en los puntos	Registro del peso de residuos sólidos orgánicos extraídos de los puntos ecológicos o canecas.
--	---	---

---



selectiva de los residuos sólidos orgánicos.	ecológicos, bolsas, canecas o contenedores.	Registro de viviendas aprovechan, reutilizan y reciclan los residuos sólidos orgánicos.
Establecer un plano en el que se señalen los puntos estratégicos de canecas y contenedores.	Número de personas que utilizan adecuadamente los puntos ecológicos, bolsas plásticas o contenedores.	Registro del peso y volumen del material reciclado por vivienda. Encuestas a involucrados en el proceso.
Establecer los volúmenes de residuos sólidos orgánicos.	Kilogramos de residuos sólidos orgánicos que las personas entregaron.	

### **ACTIVIDADES:**

Realizar campañas diarias de divulgación de la estrategia concernientes a la importancia de clasificar y disponer los residuos sólidos orgánicos, que conlleven motivación a la comunidad.	Número de personas/viviendas que separan correctamente los residuos sólidos orgánicos.	Registro de recursos económicos utilizados para la compra de los puntos ecológicos y/o canecas. Encuesta a la comunidad para verificar el impacto que he tenido el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos.
Revisión constante del plano de ubicación de los puntos ecológicos y/o canecas para la clasificación de los residuos sólidos orgánicos.	Número de entidades públicas y privadas que han apoyado con los recursos económicas al programa.	Formato de evaluación y seguimiento de la estrategia.
Inspección y vigilancia para posibilitar la ubicación de canecas y/o puntos ecológicos para los residuos sólidos orgánicos.	Reportes generados de la gestión y manejo integral de los residuos sólidos orgánicos.	Registro de vigilancia y control en el desarrollo de las actividades del Manejo Integral, almacenamiento y presentación de los residuos sólidos orgánicos.
Socialización de la iniciativa a para que reconozcan los beneficios que conlleva este tipo de manejo.		
Hacer verificación diaria del material al término de la jornada y generar un reporte al grupo gestor de residuos sólidos orgánicos del total recolectado y de la capacidad de carga del compostador.		

- **Responsables**

Los responsables de la realización de esta estrategia serán: el GAD del Carchi, la Junta Parroquial del Julio Andrade y la Junta de Vecinos.

#### ***4.3.3. Estrategia 3. Generación de biogás a partir del aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.***

Los residuos sólidos orgánicos se pueden transformar, por medio de la acción de microorganismos, en una mezcla de gases llamada biogás. Esta mezcla de diferentes gases se produce por la descomposición anaeróbica de materia orgánica, principalmente formada por metano (CH<sub>4</sub>). Asimismo, es un combustible ecológico, puesto que, al quemarse, produce monóxido de carbono y agua. Este primero sale a la atmósfera, donde es captado por plantas para producir carbohidratos mediante la fotosíntesis (Barret, 2015). En este sentido, la digestión anaeróbica puede desarrollarse en sistemas denominados biodigestores, los cuales se definen como una cámara hermética en que se dispone la materia orgánica en condiciones anóxicas, para que se pueda llevar a cabo la fermentación. Esta última consiste en la descomposición bioquímica de la biomasa (Creus, 2009).

En el proceso de biodigestión las reacciones bioquímicas son llevadas a cabo por distintas familias de microorganismos y se da en cuatro etapas. La primera etapa es la hidrólisis. En esta etapa las bacterias formadoras de ácidos, hidrolizan las moléculas complejas del material orgánico para producir ácidos grasos y alcohol (Hadi et al., 2019). En el segundo periodo las bacterias acetogénicas generan acetato e hidrógeno. El tercer grupo de bacterias, denominado homoacetogénicas son las encargadas de convertir un amplio espectro de compuestos orgánicos en ácido acético. En la última etapa, las bacterias metanogénicas, tienen la capacidad de digerir el ácido acético y transformarlo en metano y dióxido de carbono, la base principal del biogás (Barret, 2015).

En este contexto, este estudio propone como estrategia de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos la generación de biogás a partir de un Biodigestor, el cual tiene la capacidad de transformar 500 toneladas de residuos orgánicos al día (Tabla 17). Por lo tanto, esta estrategia

consiste en el manejo técnico de biotransformación de los residuos sólidos orgánicos recolectados en la Parroquia Julio Andrade.

**Tabla 17**

*Estrategia 3. Generación de biogás a partir de la degradación de los residuos sólidos orgánicos.*

<b>Resumen narrativo de los objetivos</b>	<b>Indicadores verificables</b>	<b>Medios de verificación</b>
<b>FIN:</b>		
Implementar la generación de biogás mediante la transformación y disposición de los residuos sólidos orgánicos en un Biodigestor en la Parroquia Julio Andrade.	Cantidad y composición de residuos sólidos orgánicos para la generación de biogás.	Registro periódico de la cantidad y composición del biogás.
<b>PROPÓSITO:</b>		
Estimular el aprovechamiento in situ de los residuos sólidos orgánicos generados en la Parroquia Julio Andrade.	Biodigestor, ubicado e instalado.	Fotos del estado del Biodigestor.
Dotar e instalar un Biodigestor para la producción de biogás a partir del aprovechamiento de los residuos Sólidos orgánicos.	Cantidad de biogás obtenido en relación con los residuos sólidos orgánicos recolectados y tratados.	Entrevistas y encuestas sobre el manejo integral que se le está dando a los residuos sólidos orgánicos.
Disminuir y aprovechar entre el 70% al 90% de los residuos sólidos orgánicos que generan la Parroquia Julio Andrade mediante la implementación de un Biodigestor.	Porcentaje de disminución de los residuos sólidos producidos en la Parroquia Julio Andrade.	Inspección y registro a la alternativa de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.
<b>COMPONENTES:</b>		
Informar a la comunidad sobre la alternativa de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.	Comunidad informada sobre la alternativa de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.	Registro de personas de la comunidad informada sobre la alternativa de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.
Establecer y ubicar en el lugar apropiado el Biodigestor.	Ubicación del Biodigestor en la parroquia.	
Hacer el estudio de factibilidad de comercialización del biogás		

---

obtenido en el proceso y su aprovechamiento en la Parroquia Julio Andrade.	Cantidad de biogás producido y comercializado.	Registro de las alternativas de ubicación del Biodigestor en la parroquia.  Registro de volúmenes de biogás producido.  Registro de la cantidad de biogás comercializado.
--	--	---

---

**ACTIVIDADES:**

Realizar campañas informativas para recordar la alternativa de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.	La comunidad en general involucrada en el proceso.	Formato para el registro y seguimiento de la producción de biogás.
Revisión y estudio de la ubicación del Biodigestor en la parroquia.	Comunidad en general que entrega el material orgánico separado para el proceso in situ.	Registros de los recursos financieros y logísticos entregados a la administración aportados por las diferentes instituciones.
Revisión y estudio de la comercialización del biogás obtenido del proceso de transformación de los residuos sólidos orgánicos.	Número de convenios con instituciones que apoyen de manera económica, logística y de comercialización del biogás.	Registro de convenios con instituciones para la venta o comercialización del biogás.

---

- **Responsables**

Los responsables de la realización de esta estrategia serán: el GAD del Carchi, la Junta Parroquial de Julio Andradre, Junta de Vecinos, Instituciones educativas, entre otros.

## **Capítulo V**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

#### **5.1. Conclusiones**

La producción per cápita producida de la cabecera parroquial Julio Andrade es 0.429 kilogramo/habitante/día de residuos sólidos orgánicos, valor que se encuentra por debajo de la media nacional para el sector domiciliar.

Existe una relación favorable entre carbono/nitrógeno a las tres muestras recolectadas, siendo la Muestra 3 (26:1) que se encuentra dentro del rango óptimo entre (20:1 y 30:1), determinando que los residuos orgánicos contienen un valor alto de carbono siendo un importante recurso energético para la obtención de biogás.

Se propusieron tres estrategias referentes a la sensibilización con un programa de educación ambiental; implementación de manejo integral de residuos sólidos orgánicos y la generación de biogás a partir del aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en la parroquia Julio Andrade.

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda que el GAD de la Parroquia de Julio Andrade tome en consideración las necesidades de la población en la gestión de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios en concordancia con el GAD del cantón Tulcán, cumpliendo con los horarios ya establecidos en las rutas y días de recolección. Además, se recomienda desarrollar programas que incentiven a la comunidad al aprovechamiento de los residuos orgánicos.

Al desarrollar estudios de caracterización de residuos sólidos, tomar en cuenta todas las fuentes generadoras para obtener datos precisos e información relevante, para un buen aprovechamiento de los residuos en la toma de decisiones.

Realizar un análisis de variabilidad diario de los residuos sólidos orgánicos para la obtención de datos más precisos en la generación per cápita total diaria.

## REFERENCIAS

- Abdel-Shafy, H., y Mansour, M. (2018). Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27(4), 1275–1290. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.07.003>
- Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífera. (2016). *Boletín estadístico de Hidrocarburos 2016: actividad hidrocarburífera*.
- Alavi, N., Goudarzi, G., Babaei, A. A., Jaafarzadeh, N., y Hosseinzadeh, M. (2013). Municipal solid waste landfill site selection with geographic information systems and analytical hierarchy process: a case study in Mahshahr County, Iran. *Waste Management & Research*, 31(1), 98–105.
- AME, [Asociación de Municipalidades del Ecuador]. (2018). *Mejoramiento del servicio municipal de manejo integral sostenible de los residuos sólidos e implementación de políticas públicas sobre GIRS en Ecuador*.
- Amini, H. R., Reinhart, D. R., y Niskanen, A. (2013). *Comparison of first-order-decay modeled and actual field measured municipal solid waste landfill methane data*. *Waste Mana*, 33(12), 2720–2728.
- Arguello, J. (2018). *Gestión de Residuos Sólidos*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2018/Boletin\\_tecnico.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/Boletin_tecnico.pdf)
- AsamTech. (2018). *Estudio de impacto ambiental ex-post del proyecto de mejoramiento de la calidad ambiental en los cantones de Tulcán y San Pedro de Huaca mediante un manejo optimizado de desechos sólidos y manejo adecuado de aguas residuales*. Tulcán, Ecuador. [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4703/1/60329\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4703/1/60329_1.pdf)
- Barret, C. (2015). El Biodigestor como alternativa ecológica en la generación de Energía Natural. Ambiente de la Universidad Abierta de Colombia. *Informe Final*. <https://fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/159/242>
- Calderón, R., y Baquerizo, L. (2007). Producción de Combustible Sólido Doméstico a partir de desechos orgánicos Municipales en la ciudad de Huancayo. Universidad Nacional del Centro del Perú. Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Química. *Informe Final*.
- Cantanhede, A., Monge, G., Sandoval, L., y Caycho, C. (2005). *Procedimientos estadísticos para*

- los Estudios de caracterización de residuos sólidos. Rev AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales.* 1(1), 39–64.
- Cárdenas, C., Guevara, A., Noreña, D., Suárez, C. H. M., y Becerra, E. R. (2018). *GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS RESIDENCIALES (GIRSOR)*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/413/410>
- Castillo, M. (2012). *Consultoría para la Realización de un Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos Domésticos y Asimilables a Domésticos para el Distrito Metropolitano de Quito. Informe.* [http://www.emaseo.gob.ec/documentos/pdf/Caracterizacion\\_residuos.pdf](http://www.emaseo.gob.ec/documentos/pdf/Caracterizacion_residuos.pdf)
- CCA. (2017). No Title. *Caracterización y Gestión de Los Residuos Orgánicos En América Del Norte, Informe Sintético, Comisión Para La Cooperación Ambiental, Montreal., 52.* <http://www3.cec.org/islandora/fr/item/11770-characterization-and-management-organic-waste-in-north-america-white-paper-es.pdf>
- CEPIS/OPS, C. P. de I. S. y C. del A. P. de la S. (2005). *Guía Para Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios. AIDIS, 1(1), 59–71.* [https://www.academia.edu/23969592/Anexo\\_2\\_Guía\\_para\\_caracterización\\_de\\_residuos\\_sólidos\\_domiciliarios](https://www.academia.edu/23969592/Anexo_2_Guía_para_caracterización_de_residuos_sólidos_domiciliarios)
- Código Orgánico del Ambiente, (COA). (2016). *Promulgado por la Asamblea Nacional en el Registro Oficial N° 983 del 12 de abril del 2017. Quito: Asamblea Constituyente.*
- Coello, M., Rodríguez, B., González, Y., y Hidalgo, J. (2021). Aprovechamiento energético de la biomasa residual: caso de estudio de los restos de comida de familias de estudiantes de la Universidad de Guayaquil, para producción de biogás. *REVISTA FIGEMPA, 12.*
- Collazos, H. (1997). *Residuos Sólidos Domiciliarios, Diseño, Construcción y operación de Rellenos Sanitarios Manuales. (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de Bogotá. Bogotá, Colombia.*
- Constitución de la Republica del Ecuador. (2008). *Constitución del Ecuador - 2008. Registro Oficial.*
- Contreras, F., Hanakia, K., Aramania, T., y Connors, S. (2008). Application of analytical hierarchy process to analyze stakeholders preferences for municipal solid waste management plans, Boston, USA. *Conservation and Recycling, 52(7), 979-991.* [doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.03.003](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.03.003).



- COOTAD. (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización del Ecuador Promulgado por la Asamblea Nacional en el Registro Oficial N° 303 del 19 de octubre del 2010*. Quito: Asamblea Constituyente.
- Coral, K. (2013). *Tratamiento de Residuos Sólidos (Tesis de Maestría, Universidad Internacional SEK Ecuador)*. [Universidad Internacional SEK]. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3838>
- Córdova, y Rodríguez, M. (2006). *Manual de Compostaje Municipal. Tratamiento de residuos sólidos urbanos*. <http://www.resol.com.br/cartilha5/Manual de Compostaje-SERMANAT-Mexico.pdf>
- Costa, L. (2010). *Modelos de privatización del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina. OPS serie ambiental*. 5–12.
- Creus, A. (2009). *Energías Renovables*. Murcia: CANO PINA, S.L.
- Flechas, S. H., y González, L. R. C. (2016). Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI. *Revista de Tecnología*, 15(1), 57–76.
- Flores, D. (2013). *Guía práctica N.º 2. Para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos/ Elaborado por IPES Promoción del Desarrollo Sostenible, Quito, Ecuador: Programa de Gestión Urbana*.
- GAD-P Julio Andrade. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de GAD Parroquial Julio Andrade 2015-2031*. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/0460022020001\\_DIAGNOSTICO PDOT Julio Andrade\\_14-05-2015\\_16-25-50.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0460022020001_DIAGNOSTICO PDOT Julio Andrade_14-05-2015_16-25-50.pdf).
- Giraldo, E. (1997). *Manejo Integrado de Residuos Sólidos Municipales. (Tesis de Pregrado)*. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Tulcán. (2021). *Ordenanza que regula la implementación, manejo, uso y protección de arbolado urbano, vivero municipal, parques y áreas verdes del Cantón Tulcán*. <https://www.google.com/search?q=Gobierno+Autónomo+Descentralizado+Municipal+del+Cantón+Tulcán.+&sa=X&ved=1&sa=X&ved=>
- Gualle, G. (2021). *“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS UTILIZANDO LOS*

*RESIDUOS ORGÁNICOS DEL MERCADO AMAZONAS DE IBARRA MEDIANTE DIGESTIÓN ANAEROBIA* [Universidad Técnica del Norte]. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11858/2/03\\_IER\\_018\\_TRABAJO GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11858/2/03_IER_018_TRABAJO_GRADO.pdf)

- Hadi, A., Jagath, P., Liu, C., Knaus, M., Onoda, H., Faezeh, M., y Guo, Y. (2019). *Challenges and An Implementation Framework for Sustainable Municipal Organic Waste Management Using Biogas Technology in Emerging Asian Countries*. <https://doi.org/10.3390/su11226331>
- Hoorweg, D., y Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste: a global review of solid waste management*. INEC, [Instituto Nacional de Estadísticas y Censos]. (2010). *Resultados del censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador- Fascículo provincial Carchi*.
- INEC, [Instituto Nacional de Estadísticas y Censos]. (2021). *Ecuador - Estadística del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2021*. <https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/907>
- INEN. (2014). NTE INEN 2841. Gestión ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. [Instituto Nacional de Estadísticas y Censos]. <http://extwprlegs1.fao.org/doc s/pdf/ecu175750.pdf>
- IRR, [Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo]. (2015). *Reciclaje Inclusivo y Recicladores de Base en el Ecuador*. <https://reciclajeinclusivo.org/wp-content /uploads/2016/04/Reciclaje-Inlcusivo-y-Recicladores-de-base-en-EC.pdf>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada Tata, P., y Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. *World Bank Group*. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, (MATE). (2021). *Acuerdo Ministerial No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Registro oficial No. 316, del 4 de mayo del 2015. Ecuador*.
- Moreno, M. T. V. (2011). MANUAL DE BIOGÁS. MINENERGIA / PNUD / FAO / GEF. In *Santiago de Chile*. <https://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>
- Muñoz, M., Morales, V., y Villalba, L. (2008). *Manual de manejo de residuos sólidos urbanos. Quito: Impremédios*.
- Prieto, C. (2003). *Basuras: Manejo y transformación práctico - económico. Bogotá. Ecoe. 98 p.* RED DE DESARROLLO SOSTENIBLE. (2012). *GESTION AMBIENTAL. Registro Oficial*.
- Puerta, S. (2004). *Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. Revista*

- Lasallista de Investigación*, 1(1), 56–65.
- ReFED. (2016). *A Roadmap to Reduce U.S. Food Waste by 20 Percent, Rethink Food Waste through Economics and Data*. [https://staging.refed.org/downloads/ReFED\\_Report\\_2016.pdf](https://staging.refed.org/downloads/ReFED_Report_2016.pdf)
- Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, (RCOA). (2019). *Promulgado por la Asamblea Nacional en el Registro Oficial N° 507 del 12 de junio del 2019*. Quito: Asamblea Constituyente.
- Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E., y Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. [https://www.cepal.org/es/publicaciones/4040\\_7-guia-general-la-gestion-residuos-solidos-domiciliarios](https://www.cepal.org/es/publicaciones/4040_7-guia-general-la-gestion-residuos-solidos-domiciliarios)
- Salgado, J. (2012). Residuos sólidos: percepción y factores que facilitan su separación en el hogar. In *El caso de estudio de dos unidades habitacionales de Tlalpan*. Quivera. *Revista de Estudios Territoriales*. (Quivera). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40126859005>
- Sánchez, J. (2020). Qué son los residuos sólidos y cómo se clasifican. *Ecología Verde*. <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html>
- Santos, C. (2007). *Modulo: Contaminación por Residuos, Compostaje y Biometanización, Mater en Ingeniería y Gestión Medioambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente*. In *Libro VI, Anexo 4* [Escuela de Organización Industrial]. <https://docplayer.es/12808746-Compostaje-y-biometanizacion-autor-santos-cuadros-modulo-contaminacion-por-residuos-master-en-ingenieria-y-gestion-medioambiental-2007-2008.html>
- Sanz, J. A. O., Hiraldo, M. del C. M., y Castaño, C. M. R. (2010). *Métodos estadísticos y econométricos en la empresa y para finanzas*. Departamento de Economía, *Métodos Cuantitativos e Historia Económica Universidad Pablo de Olavide* (U. P. de Olavide (ed.); licencia d). <https://libros.metabiblioteca.org/bitstream/001/362/5/978-84-694-7251-4.pdf>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025. *Resolución N° CNP-001-2021*. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creación-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf>
- Solans, X., & Gadea, E. (2015). *Gestión de residuos: clasificación y tratamiento*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. <https://www.insst.es/documents/94886/331130/ntp-1054w.pdf/79c06c7b-984a-4f8f-87cd-3e0af9b8491>

- Soliz, M. F. (2015). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (17), 4–28.
- Soliz, D. (2011). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*. Quito: V&M gráficas.
- Tchobanoglous, G., H., T., y Vigil. (1994). *Gestión Integral de residuos sólidos: volumen III*. McGraw-Hill, Madrid, España.
- Tello, P., Campani, D., y Sarafian, D. (2018). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. [https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/08/Gestion-Integral-de-Residuos -Solidos-Uurbanos-Libro-AIDIS.pdf](https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/08/Gestion-Integral-de-Residuos-Solidos-Uurbanos-Libro-AIDIS.pdf)
- Tello, P., Martínez, E., Daza, D., Soulier, M., y Terraza, H. (2011). *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe 2010*. [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Inform %0Ae-de-la-evaluaci3n-regional-del-manejo-de-residuos-s3lidos-urbanos-en-Am3r %0Aica %20-Latina-y-el-Caribe-2010.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Inform%0Ae-de-la-evaluaci3n-regional-del-manejo-de-residuos-s3lidos-urbanos-en-Am3r%0Aica%20-Latina-y-el-Caribe-2010.pdf)
- Torres, M. F., Solíz Cordero, J., Durango Fuentes, M. A., y Peláez, J. L. S. (2020). *El derecho a la salud en el oficio del reciclaje: Acciones comunitarias frente al COVID–19*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar. <http://hdl.handle.net/10644/7282>
- Varnero, M. (2011). *Manual del Biogás*. Santiago de Chile: FAO.

# ANEXOS

## ANEXO 1: ENCUESTA

### Anexo 1.1

*Instrumento aplicado en las encuestas*



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES  
INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



#### ENCUESTA SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS

##### Datos Informativos

Nombre: ..... Edad: .....  
Ocupación: ..... Sexo: .....  
Número de habitantes que ocupan la vivienda: .....

1. ¿En su hogar separa usted de alguna forma los residuos?  
Si  No
2. ¿Como clasifica sus residuos?  
Orgánicos   
Inorgánicos   
Los recicla
3. ¿Cuántos recipientes utiliza para almacenar sus residuos?  
Solo 1   
2 a 3   
4 o mas
4. ¿Cuál es el tipo de residuo que arroja con más frecuencia a la basura?  
Residuos de cocina (vísceras, restos de frutas, hortalizas entre otros)   
Papel  Cartón   
Residuos de cosecha  Plástico   
Otros (Especifique) \_\_\_\_\_
5. ¿Colaboraría al manejo de los residuos participando en un programa de separación en la fuente?  
Si  No   
Porque \_\_\_\_\_
6. ¿En su hogar recibe el servicio de recolección de residuos?  
Si  No
7. ¿Cada cuantos días entrega al camión recolector sus residuos?  
Diariamente  Cada 2 días   
1 vez a la semana  2 veces a la semana   
3 veces a la semana

1 vez a la semana  2 veces a la semana   
3 veces a la semana

Otro (Señale) \_\_\_\_\_

Observación .....

**8. ¿Cómo califica el actual servicio de recolección?**

Bueno   
Regular   
Malo

**9. ¿Tiene algún conocimiento del compost (abono orgánico)?**

Si  No

**10. ¿Conoce alguna técnica de elaboración de abonos a partir de residuos orgánicos?**

Si  No

¿Cuales? \_\_\_\_\_

**11. ¿Cómo maneja sus residuos orgánicos?**

Realiza abono o compostaje   
Alimento para animales   
Ninguno

Otro (Indique) \_\_\_\_\_

**12. ¿Esta Ud. de acuerdo que el mal manejo de los residuos puede causar daños al ambiente?**

Si  No

Por qué.....

**13. ¿Conoce usted, cuál es la disposición final de sus residuos?**

Si  No

Lugar \_\_\_\_\_



## Anexo 2.2

*Total de residuos sólidos orgánicos domiciliarios colectados durante una semana*

Código de la vivienda	Nro. de Hab	Peso (kg)							Peso total
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
JUD-01	7	2.384	1.009	1.520	1.001	2.281	1.574	1.376	11.145
JUD-02	4	1.112	1.325	1.020	2.874	1.987	1.980	2.03	12.328
JUD-03	3	2.121	1.230	0.762	1.850	1.345	1.343	1.442	10.093
JUD-04	5	2.212	0.954	1.040	1.654	1.780	1.721	1.303	10.664
JUD-05	6	3.521	1.874	1.412	2.895	2.041	2.375	1.93	16.048
JUD-06	5	1.984	2.965	1.222	1.001	2.365	1.231	2.646	13.414
JUD-07	2	0.861	1.345	2.301	1.030	1.374	1.887	1.007	9.805
JUD-08	3	2.254	0.891	1.854	1.254	1.899	1.241	1.983	11.376
JUD-09	5	1.679	1.007	1.332	1.674	1.784	1.899	1.737	11.112
JUD-10	4	2.354	1.214	3.621	2.001	1.987	2.987	2.222	16.386
JUD-11	3	1.672	3.847	0.984	1.645	1.354	0.874	1.455	11.831
JUD-12	7	3.974	1.854	1.004	1.457	1.378	0.501	1.066	11.234
JUD-13	8	0.912	1.965	1.380	1.989	1.476	1.236	1.027	9.985
JUD-14	6	2.142	1.741	3.410	1.314	1.245	1.488	1.976	13.316
JUD-15	5	1.023	1.784	0.874	1.784	1.387	1.367	1.003	9.222
JUD-16	4	2.451	1.845	2.416	1.987	1.740	1.654	1.212	13.305
JUD-17	6	3.417	4.874	2.365	2.121	2.345	1.004	1.007	17.133
JUD-18	5	2.872	3.004	3.417	2.001	2.340	2.115	2.366	18.115
JUD-19	4	1.320	1.475	1.874	1.030	1.474	1.343	1.205	9.721
JUD-20	3	1.690	0.373	3.987	2.451	2.478	2.111	0.837	13.927
JUD-21	7	3.631	2.303	2.741	2.074	3.741	2.004	2.343	18.837
JUD-22	8	3.410	2.801	1.041	1.871	1.232	1.730	1.545	13.63
JUD-23	5	2.850	3.001	1.521	1.574	2.341	2.824	2.679	16.79
JUD-24	4	2.856	1.474	4.745	2.321	1.387	1.230	1.313	15.326
JUD-25	3	3.410	3.102	1.541	2.349	0.745	2.491	2.978	16.616
JUD-26	6	0.956	0.871	1.984	1.020	1.003	0.899	1.639	8.372
JUD-27	4	1.752	1.235	1.005	1.070	1.741	1.344	1.676	9.823



<b>JUD-28</b>	5	2.894	1.006	2.310	1.895	1.740	1.289	1.007	12.141
<b>JUD-29</b>	2	3.458	1.041	1.965	1.741	1.874	1.987	1.324	13.39
<b>JUD-30</b>	4	0.891	0.862	1.001	1.457	0.895	1.845	1.003	7.954
<b>JUD-31</b>	8	1.583	1.741	3.841	1.645	2.417	2.364	2.646	16.237
<b>JUD-32</b>	7	1.199	1.020	2.654	1.721	1.347	1.842	1.399	11.182
<b>JUD-33</b>	1	1.023	1.351	0.981	0.745	1.001	0.782	0.687	6.57
<b>JUD-34</b>	6	2.385	2.254	1.985	1.374	1.747	1.925	1.687	13.357
<b>JUD-35</b>	4	2.151	1.084	1.547	1.450	1.543	1.474	1.989	11.238
<b>JUD-36</b>	3	1.874	3.854	1.987	1.415	1.787	1.324	1.578	13.819
<b>JUD-37</b>	5	1.620	1.003	3.984	1.432	1.889	1.565	1.254	12.747
<b>JUD-38</b>	4	0.985	3.965	1.741	1.541	1.798	1.645	1.074	12.749
<b>JUD-39</b>	4	1.221	1.734	3.965	1.745	1.547	2.659	1.631	14.502
<b>JUD-40</b>	5	2.471	0.831	2.745	1.345	1.845	1.028	1.930	12.195
<b>JUD-41</b>	4	1.602	1.321	1.745	0.958	1.324	1.423	1.005	9.378
<b>JUD-42</b>	5	1.912	2.357	2.145	2.345	2.748	2.656	2.330	16.493
<b>JUD-43</b>	4	1.124	0.751	1.965	1.457	1.745	1.041	1.459	9.542
<b>JUD-44</b>	6	1.327	1.841	1.740	1.968	1.330	1.877	1.007	11.09
<b>JUD-45</b>	5	1.002	1.652	0.874	1.874	0.987	1.008	1.666	9.063
<b>JUD-46</b>	4	1.547	4.987	2.007	2.201	1.784	1.955	2.241	16.722
<b>JUD-47</b>	7	2.020	1.987	1.853	1.420	1.332	1.776	1.412	11.8
<b>JUD-48</b>	5	1.784	3.654	1.874	1.347	1.574	1.008	1.696	12.937
<b>JUD-49</b>	3	0.981	1.847	0.987	0.671	0.788	1.725	1.000	7.999
<b>JUD-50</b>	5	1.002	2.368	1.987	1.784	1.671	1.891	1.536	12.239
<b>JUD-51</b>	4	2.303	1.748	2.461	1.014	1.874	0.984	1.545	11.929
<b>JUD-52</b>	4	1.112	0.987	1.654	1.357	1.366	1.646	1.741	9.863
<b>JUD-53</b>	5	5.326	1.384	1.470	2.789	2.345	2.603	2.570	18.487
<b>JUD-54</b>	3	0.864	2.981	1.147	0.701	1.992	1.378	1.354	10.417
<b>JUD-55</b>	5	0.876	1.903	0.987	1.324	0.895	0.504	1.799	8.288
<b>JUD-56</b>	5	1.257	4.541	2.147	2.417	2.367	2.985	2.699	18.413
<b>JUD-57</b>	4	0.984	1.002	1.365	1.540	1.574	1.009	1.435	8.909
<b>JUD-58</b>	6	1.346	3.541	2.147	2.329	1.858	2.974	2.003	16.198
<b>JUD-59</b>	5	6.321	1.011	1.954	1.001	1.323	1.365	1.464	14.439
<b>JUD-60</b>	4	1.001	2.821	1.001	3.478	1.374	1.847	1.606	13.128

<b>JUD-61</b>	4	0.872	1.844	1.369	0.478	1.457	1.785	1.774	9.579
<b>JUD-62</b>	3	1.041	0.947	1.247	1.870	1.121	0.956	1.452	8.634
<b>JUD-63</b>	1	0.951	1.012	0.854	0.754	1.241	0.754	1.398	6.964
<b>JUD-64</b>	4	2.345	1.432	0.974	1.478	1.951	1.587	1.741	11.508
<b>JUD-65</b>	5	1.756	1.312	1.545	1.689	2.741	1.547	2.004	12.594
<b>JUD-66</b>	4	1.478	1.003	1.765	1.578	2.417	1.399	1.994	11.634
<b>JUD-67</b>	1	1.032	0.874	0.954	1.002	0.841	0.991	1.347	7.041
<b>JUD-68</b>	2	1.784	1.694	2.745	1.636	2.498	1.001	1.714	13.072
<b>JUD-69</b>	3	1.385	1.524	1.999	0.974	1.834	1.788	1.002	10.506
<b>JUD-70</b>	4	0.987	1.909	2.774	1.004	1.995	1.748	2.798	13.215
<b>JUD-71</b>	5	1.347	1.933	1.647	2.004	1.723	2.110	1.698	12.462
<b>JUD-72</b>	4	1.921	1.349	1.568	2.475	1.007	1.749	1.679	11.748
<b>JUD-73</b>	3	1.007	1.115	1.001	0.812	1.329	1.889	1.747	8.9
<b>JUD-74</b>	5	2.374	2.010	1.687	1.432	1.784	1.222	1.341	11.85
<b>JUD-75</b>	7	2.978	1.227	1.998	2.748	2.980	1.717	2.368	16.016
<b>JUD-76</b>	4	1.987	1.341	1.554	1.736	2.147	1.241	1.025	11.031
<b>JUD-77</b>	3	0.874	1.387	0.852	0.987	1.364	1.124	1.004	7.592
<b>JUD-78</b>	4	1.398	1.214	1.965	1.002	1.368	0.991	1.999	9.937
<b>JUD-79</b>	3	1.257	1.967	1.881	1.009	1.024	1.672	1.458	10.268
<b>JUD-80</b>	5	2.478	2.354	2.001	1.965	1.687	2.874	1.342	14.701
<b>JUD-81</b>	4	1.001	1.324	1.221	1.425	1.358	0.950	1.333	8.612
<b>JUD-82</b>	3	0.987	1.257	1.368	1.009	1.102	1.874	0.984	8.581
<b>JUD-83</b>	4	1.367	1.211	1.887	1.020	0.952	1.854	0.895	9.186
<b>JUD-84</b>	5	1.501	1.235	1.147	2.368	2.012	1.417	2.566	12.246
<b>JUD-85</b>	3	1.002	1.657	0.958	0.895	1.145	1.548	1.322	8.527
<b>JUD-86</b>	2	1.470	0.985	1.332	1.010	1.475	1.369	1.224	8.865
<b>JUD-87</b>	5	1.329	2.314	1.745	2.643	1.489	2.658	1.345	13.523
<b>JUD-88</b>	4	0.897	1.376	2.474	1.685	1.002	1.346	0.984	9.764
<b>JUD-89</b>	4	1.375	2.347	1.001	1.354	1.896	1.999	2.314	12.286
<b>JUD-90</b>	3	0.965	1.016	1.003	1.004	1.895	1.241	1.746	8.87
<b>JUD-91</b>	4	1.003	1.325	1.748	1.987	0.874	1.657	1.227	9.821
<b>JUD-92</b>	5	1.784	1.088	2.992	1.874	1.369	1.845	1.374	12.326
<b>JUD-93</b>	4	1.330	0.999	1.745	0.825	1.990	1.984	1.345	10.218

<b>TOTAL</b>	407	167.53	165.38	169.59	148.51	155.00	151.72	149.32	<b>1107.05</b>
--------------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	----------------

### Anexo 2.3

#### *Generación per cápita de las viviendas muestreadas*

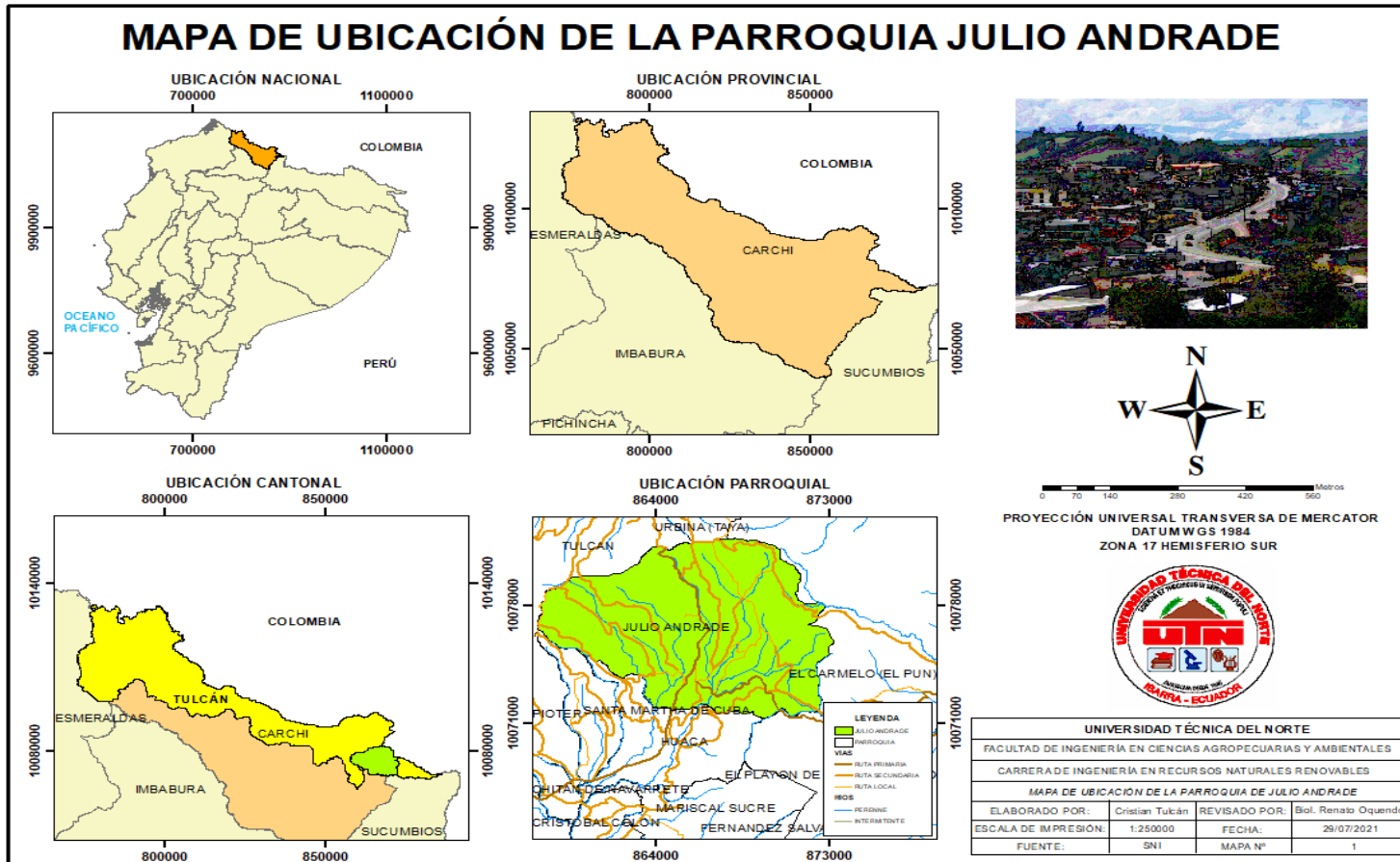
<b>Código de la vivienda</b>	<b>Promedio (kg/día)</b>	<b>Nro. de Hab.</b>	<b>GPC SDO (kg/hab*día)</b>	<b>Código de la vivienda</b>	<b>Promedio (kg/día)</b>	<b>Nro. de Hab</b>	<b>GPC SDO (kg/hab*día)</b>
<b>JUD-01</b>	1.592	7	0.227	<b>JUD-48</b>	1.848	5	0.370
<b>JUD-02</b>	1.761	4	0.440	<b>JUD-49</b>	1.143	3	0.381
<b>JUD-03</b>	1.442	3	0.481	<b>JUD-50</b>	1.748	5	0.350
<b>JUD-04</b>	1.523	5	0.305	<b>JUD-51</b>	1.704	4	0.426
<b>JUD-05</b>	2.292	6	0.382	<b>JUD-52</b>	1.409	4	0.352
<b>JUD-06</b>	1.202	5	0.240	<b>JUD-53</b>	2.641	5	0.528
<b>JUD-07</b>	1.401	2	0.700	<b>JUD-54</b>	1.488	3	0.496
<b>JUD-08</b>	1.625	3	0.542	<b>JUD-55</b>	1.184	5	0.237
<b>JUD-09</b>	1.587	5	0.317	<b>JUD-56</b>	2.630	5	0.526
<b>JUD-10</b>	2.341	4	0.585	<b>JUD-57</b>	1.273	4	0.318
<b>JUD-11</b>	1.690	3	0.563	<b>JUD-58</b>	2.314	6	0.386
<b>JUD-12</b>	1.605	7	0.229	<b>JUD-59</b>	2.055	5	0.411
<b>JUD-13</b>	1.426	8	0.178	<b>JUD-60</b>	1.875	4	0.469
<b>JUD-14</b>	1.902	6	0.317	<b>JUD-61</b>	1.368	4	0.342
<b>JUD-15</b>	1.317	5	0.263	<b>JUD-62</b>	1.233	3	0.411
<b>JUD-16</b>	1.901	4	0.475	<b>JUD-63</b>	0.995	1	0.995
<b>JUD-17</b>	2.448	6	0.408	<b>JUD-64</b>	1.644	4	0.411
<b>JUD-18</b>	2.588	5	0.518	<b>JUD-65</b>	1.799	5	0.360
<b>JUD-19</b>	1.389	4	0.347	<b>JUD-66</b>	1.662	4	0.416
<b>JUD-20</b>	1.990	3	0.663	<b>JUD-67</b>	1.006	1	1.006
<b>JUD-21</b>	2.691	7	0.384	<b>JUD-68</b>	1.867	2	0.934
<b>JUD-22</b>	1.947	8	0.243	<b>JUD-69</b>	1.501	3	0.500
<b>JUD-23</b>	2.399	5	0.480	<b>JUD-70</b>	1.888	4	0.472
<b>JUD-24</b>	2.189	4	0.547	<b>JUD-71</b>	1.780	5	0.356
<b>JUD-25</b>	2.374	3	0.791	<b>JUD-72</b>	1.678	4	0.420
<b>JUD-26</b>	1.196	6	0.199	<b>JUD-73</b>	1.271	3	0.424

<b>JUD-27</b>	1.403	4	0.351	<b>JUD-74</b>	1.693	5	0.339
<b>JUD-28</b>	1.734	5	0.347	<b>JUD-75</b>	2.288	7	0.327
<b>JUD-29</b>	1.913	2	0.956	<b>JUD-76</b>	1.576	4	0.394
<b>JUD-30</b>	1.136	4	0.284	<b>JUD-77</b>	1.085	3	0.362
<b>JUD-31</b>	2.320	8	0.290	<b>JUD-78</b>	1.420	4	0.355
<b>JUD-32</b>	1.597	7	0.228	<b>JUD-79</b>	1.467	3	0.489
<b>JUD-33</b>	0.939	1	0.939	<b>JUD-80</b>	2.100	5	0.420
<b>JUD-34</b>	1.908	6	0.318	<b>JUD-81</b>	1.230	4	0.308
<b>JUD-35</b>	1.605	4	0.401	<b>JUD-82</b>	1.226	3	0.409
<b>JUD-36</b>	1.974	3	0.658	<b>JUD-83</b>	1.312	4	0.328
<b>JUD-37</b>	1.821	5	0.364	<b>JUD-84</b>	1.749	5	0.350
<b>JUD-38</b>	1.821	4	0.455	<b>JUD-85</b>	1.218	3	0.406
<b>JUD-39</b>	2.072	4	0.518	<b>JUD-86</b>	1.266	2	0.633
<b>JUD-40</b>	1.742	5	0.348	<b>JUD-87</b>	1.932	5	0.386
<b>JUD-41</b>	1.340	4	0.335	<b>JUD-88</b>	1.395	4	0.349
<b>JUD-42</b>	2.356	5	0.471	<b>JUD-89</b>	1.755	4	0.439
<b>JUD-43</b>	1.363	4	0.341	<b>JUD-90</b>	1.267	3	0.422
<b>JUD-44</b>	1.584	6	0.264	<b>JUD-91</b>	1.403	4	0.351
<b>JUD-45</b>	1.295	5	0.259	<b>JUD-92</b>	1.761	5	0.352
<b>JUD-46</b>	2.389	4	0.597	<b>JUD-93</b>	1.460	4	0.365
<b>JUD-47</b>	1.686	7	0.241				

# ANEXO 3: MAPAS

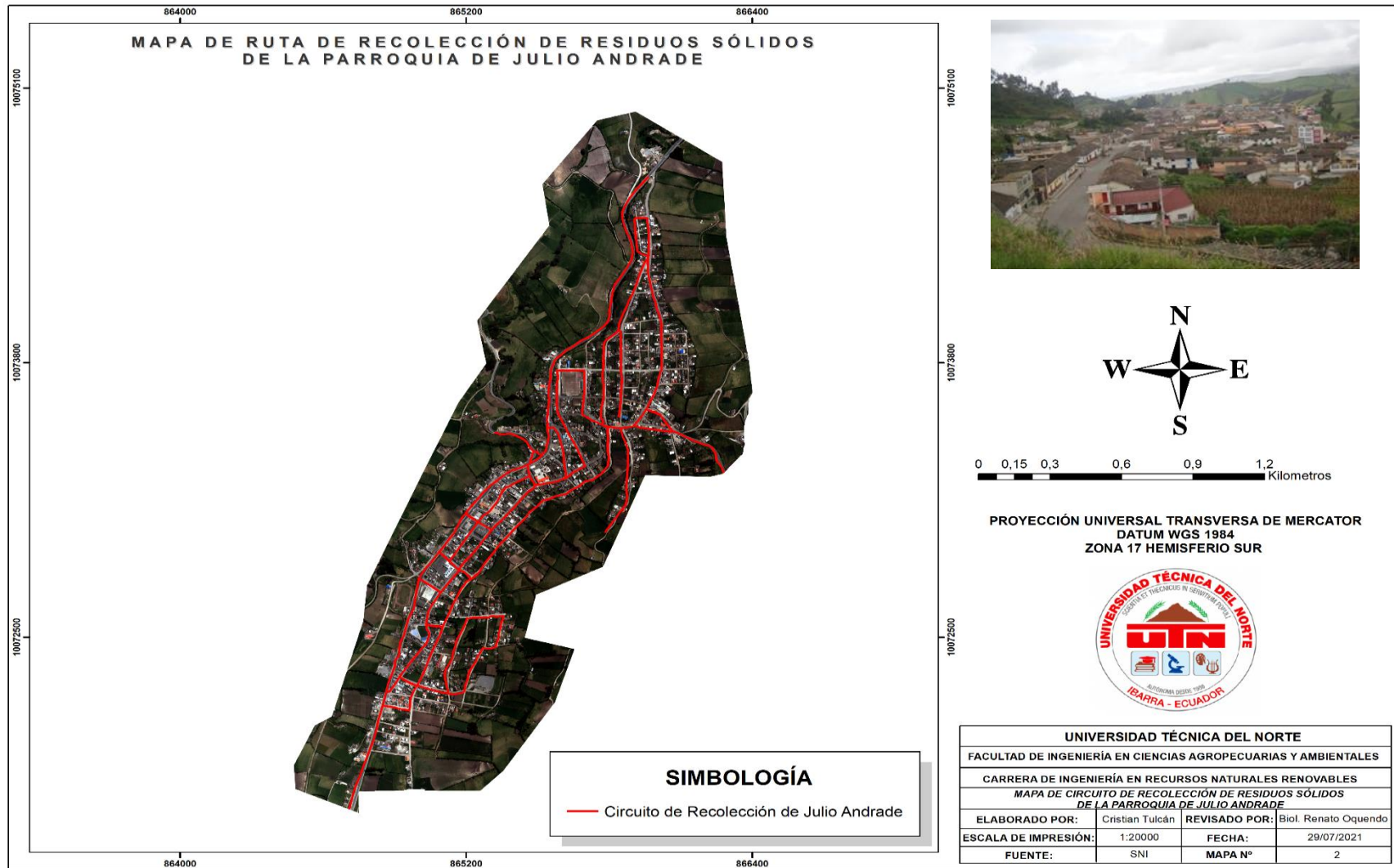
## Anexo 3.1

Mapa de ubicación del área de estudio



## Anexo 3.2

### Mapa de ruta de recolección de residuos sólidos del área de estudio



## **ANEXO 4: REGISTRO FOTOGRÁFICO**

### **Anexo 4.1**

*Aplicación de la encuesta en la Parroquia Julio Andrade*



### **Anexo 4.2**

*Pesaje de residuos orgánicos de la fuente generadora*



### Anexo 4.3

#### *Secado de las tres muestras*



### Anexo 4.4

#### *Trituración de las muestras*

