

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIEROS AMBIENTALES

TEMA:

**ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
EN LA COMUNIDAD DE PAQUIESTANCIA - CANTÓN CAYAMBE**

AUTORES:

JEFFERSON WLADIMIR PANTOJA VACA

KEVIN ISMAEL VALLADARES LÓPEZ

TUTORA:

DIANA ELIZABETH GARCIA TUMIPAMBA

Quito, agosto del 2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Jefferson Wladimir Pantoja Vaca con documento de identificación N° 171992675-8 y Kevin Ismael Valladares López con documento de identificación N° 172348944-7, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA COMUNIDAD DE PAQUIESTANCIA - CANTÓN CAYAMBE, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIEROS AMBIENTALES, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

.....
Jefferson Wladimir Pantoja Vaca

171992675-8

.....
Kevin Ismael Valladares López

172348944-7

Agosto, 2019

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo Experimental, ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA COMUNIDAD DE PAQUIESTANCIA - CANTÓN CAYAMBE, realizado por Jefferson Wladimir Pantoja Vaca y Kevin Ismael Valladares López, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, agosto 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Diana Elizabeth García Tumipamba', is written over a light blue rectangular stamp.

.....

Diana Elizabeth García Tumipamba

172091411-6

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo a los tres seres más maravillosas que Dios me ha concedido, a mis padres, Alfonso Pantoja y Gladys Vaca; a mi hermana Stefy, por la confianza depositada en mí, por su apoyo incondicional, por haberme brindado perseverancia y por nunca abandonarme en todo este logro en mi vida profesional, por su cariño, amor y valores.

A mi familia especialmente a mis tíos y primos, por ayudarme a solventar cualquier adversidad que se me presente en la vida, porque me han sabido brindar consejos para poder continuar y crecer en mi vida profesional.

A Danna, por ser una persona muy especial, quien en estos últimos años me brindó su apoyo incondicional y la comprensión demostrada durante toda mi carrera universitaria, por siempre estar a mi lado motivándome y ayudándome para alcanzar mis metas.

A mis abuelitos, por haberme brindado el granito de humildad y sabiduría, por demostrarme el gran amor que me tienen y para mis abuelitos que ya no están a mi lado, pero siempre me acompañan; dedico mi trabajo a su memoria.

A mis amigos de clase por su cariño, ayuda y colaboración, y por todas las experiencias que hemos tenido durante la vida universitaria, Kevin, Madi y Joe.

Jefferson Wladimir Pantoja Vaca

Dedico esta tesis a mi madre y padre Soraya López y Francisco Valladares que me han inspirado y apoyado incansablemente e incondicionalmente en todas las etapas de mi formación académica, además por su amor, su educación y valores que me han hecho la persona que soy hoy en día.

A mi hijo Emiliano ha sido mi motivación e inspiración para siempre salir adelante y demostrarme que el título más hermoso antes que Ingenierías, maestrías o doctorados es la de ser padre.

A mi hermano Bryan por sus consejos y por su gran ejemplo de grandeza y de superación, que me ha motivado a siempre buscar la excelencia.

A Wendy por su apoyo incondicional en todo momento hasta los más difíciles y nunca dejarme solo, por darme su amor inmenso y transparente, sus ánimos, sus consejos, por escucharme y por nunca dejar que me rinda a pesar de las adversidades y darme esas palabras de aliento que me confortan cuando más las necesito.

Kevin Ismael Valladares López

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más grande agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana, nuestro segundo hogar, porque nos abrió sus puertas y nos ofreció adquirir diferentes conocimientos en el transcurso de nuestra vida universitaria, así como a nuestra Carrera de Ingeniería Ambiental y a los docentes por darnos la oportunidad de lograr esta meta académica.

El más sincero agradecimiento a nuestra tutora y amiga, Ing. Diana García, por haber confiado en nuestros conocimientos para poder realizar esta investigación, por sus conocimientos brindados y guía hemos culminado con éxito este trabajo.

A nuestros padres, que gracias a ellos hemos culminado una etapa importante en nuestras vidas, por siempre apoyarnos y alentarnos durante toda la formación académica.

A la comunidad de Paquiestancia – Cayambe, por brindarnos el tiempo prestado para realizar todas las actividades de esta investigación, especialmente al Sr. Oscar y Sra. Rosario, por brindarnos un tiempo extra hacia nosotros, por facilitarnos algunos procesos de logística y por el gran cariño que nos brindaron.

Jefferson y Kevin

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3. MARCO TEÓRICO.....	5
3.1 Definiciones generales	5
3.1.1 Residuos	5
3.1.2 Basura.....	5
3.2 Clasificación de los residuos sólidos.....	6
3.2.1 Por su generación.....	6
3.2.1.1 Residuo sólido urbano	6
3.2.1.2 Residuo sólido comercial	6
3.2.1.3 Residuo sólido de establecimientos de atención de salud	6
3.2.1.4 Residuo sólido institucional	6
3.2.2 Por su potencial de aprovechamiento	7
3.2.2.1 Orgánicos compostables	7
3.2.2.2 Inorgánicos reciclables	7
3.2.2.3 Inorgánicos no reciclables	7
3.3 Propiedades de los residuos sólidos	7
3.3.1 Propiedades físicas	7
3.3.1.1 Peso específico	7
3.3.1.2 Humedad	8
3.3.1.3 Contenido de humedad.....	8
3.3.1.4 Tamaño de partícula	8
3.3.1.5 Capacidad de campo.....	8
3.3.1.6 Permeabilidad	8
3.3.2 Propiedades químicas.....	8
3.3.2.1 Material volátil	8
3.3.2.2 Carbono fijo.....	9
3.3.2.3 Punto de fusión de las cenizas	9

3.3.2.4	Análisis elemental	9
3.3.2.5	Contenido energético.....	9
3.3.2.6	Nutrientes esenciales y otros elementos.....	9
3.3.3	Propiedades biológicas.....	9
3.3.3.1	Biodegradabilidad de los componentes orgánicos	10
3.3.3.2	Producción de malos olores.....	10
3.4	Etapas de la gestión de residuos sólidos.....	10
3.4.1	Generación de residuos y almacenamiento	10
3.4.2	Recolección y transferencia	11
3.4.3	Transporte	11
3.4.4	Tratamiento previo a la disposición final.....	11
3.4.5	Disposición final	11
3.5	Tasa de generación de residuos sólidos.....	12
3.6	Marco legal.....	12
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
4.1	Delimitación de la investigación	14
4.1.1	Ubicación de la investigación	14
4.1.2	Límites	14
4.1.3	Clima.....	14
4.2	Materiales	14
4.3	Metodología.....	15
4.3.1	Diagnóstico de la producción de residuos sólidos.....	15
4.3.1.1	Diagnóstico del sistema de recolección.....	16
4.3.2	Determinación de la producción per cápita	17
4.3.2.1	PPC domiciliaria.....	17
4.3.2.1.1	Caracterización de residuos sólidos.....	18
4.3.2.1.2	Determinación del peso específico	18
4.3.2.1.3	Análisis de laboratorio	19
4.3.2.1.3.1	Determinación del análisis elemental	20
4.3.2.1.3.2	Determinación del poder calórico inferior.....	21
4.3.2.1.3.3	Humedad.....	21
4.3.2.1.3.4	Análisis Microbiológico	21
4.3.2.2	PPC Comercial	22

4.3.2.3	PPC Restaurantes	22
4.3.2.4	PPC Instituciones Educativas	23
4.3.2.5	PPC Centro Deportivo	23
4.3.2.6	PPC Centro de Salud	24
4.3.3	Manejo de la compostera	25
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.1	Diagnóstico de la producción de residuos sólidos.....	26
5.1.1	Diagnóstico del sistema de recolección	30
5.2	Determinación de la producción per cápita	31
5.2.1	PPC domiciliaria	31
5.2.1.1	Caracterización de los residuos	32
5.2.1.2	Determinación del peso específico	34
5.2.1.3	Análisis de laboratorio.....	34
5.2.1.3.1	Determinación del análisis elemental	35
5.2.1.3.2	Determinación del poder calórico inferior.....	36
5.2.1.3.3	Humedad.....	36
5.2.1.3.4	Análisis Microbiológico	36
5.2.2	PPC Comercial	37
5.2.3	PPC Restaurantes	38
5.2.4	PPC Instituciones Educativas.....	38
5.2.5	PPC Centro Deportivo	38
5.2.6	PPC Centro de Salud.....	38
5.3	Manejo de la compostera.....	39
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
6.1	Conclusiones	42
6.2	Recomendaciones	44
7.	BIBLIOGRAFÍA	45
8.	ANEXOS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de los sectores y viviendas de Paquiestancia.....	16
Figura 2. Camión recolector de residuos.....	16
Figura 3. Recolección puerta a puerta(a), y la camioneta utilizada para la recolección de los residuos(b).	17
Figura 4. Cuarteo (a) y separación de residuos (b).	18
Figura 5. Determinación del peso específico.	19
Figura 6. Muestra de residuos sólidos enviada al laboratorio.	19
Figura 7. Tienda numero 4 muestreada para PCC comercial.....	22
Figura 8. Pesaje de residuos en Institución educativa Rafael Avilés Moncayo.....	23
Figura 9. Pesaje de residuos de Centro Deportivo de Paquiestancia	24
Figura 10. Registro proporcionado por personal del centro de salud Seguro Campesino.....	24
Figura 11. Materiales mezclados y dispuestos en la compostera para biodegradarse(a), y el resultado después de 3 meses (b).	25
Figura 12. Lugares frecuentes donde las personas compran sus víveres.	26
Figura 13. Recipiente utilizado por la comunidad para transportar sus compras (a) y recipiente donde las personas almacenan sus residuos generados (b).	27
Figura 14. Clase de residuo que generan más las personas de Paquiestancia.....	28
Figura 15. Calificación del servicio de recolección (a) y de la limpieza de su sector (b).....	29
Figura 16. Porcentaje de separación de los residuos que genera la comunidad (a) y utilización de los residuos separados (b).....	30
Figura 17. Ruta de Recolección de Paquiestancia. El punto de inicio y fin está en la vía panamericana.....	31

Figura 18. Caracterización de residuos domiciliarios de la comunidad de Paquiestancia.....	32
Figura 19. Fases de la elaboración de compost.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Legislación aplicada a la investigación.....	12
Tabla 2. Materiales utilizados en la investigación.	15
Tabla 3. Pesos de materiales a partir de la producción total diaria de la comunidad	33
Tabla 4. Resultados del análisis elemental enviado al laboratorio.....	34
Tabla 5. Cálculo de relación C/N de materiales utilizados para elaboración de compost.....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Matriz legal aplicable a la investigación.....	56
ANEXO B: Formato de encuesta para el diagnóstico de residuos sólidos.	60
ANEXO C: Registro de los pesos de las muestras de residuos domiciliarios.	62
ANEXO D: Resultados de la caracterización en pesos y porcentajes.	64
ANEXO E: Pesos específicos diarios durante 7 días.	65
ANEXO F: Resultados de los análisis enviados al laboratorio de la Facultad De Ciencias Químicas de la Universidad Central Del Ecuador.....	66
ANEXO G: Pesos de los residuos comerciales tomados durante 7 días.....	69
ANEXO H: Tríptico entregable a los jefes de hogar de casas muestreadas	70
ANEXO I: Sticker para identificación de las viviendas muestreadas.....	71

RESUMEN

La propuesta de la presente investigación fue establecer una estrategia para la gestión de residuos generados en la comunidad de Paquiestancia. Para lograr los objetivos dispuestos se levantó una línea base con el fin conocer la situación actual de los residuos generados, mediante la realización de encuestas y entrevistas. Al ser un proyecto de investigación participativo, el trabajo con la comunidad fue un factor clave. Para los valores de generación de residuos se utilizó el método de CEPIS (Sakurai, 2000), donde el sector con mayor producción de residuos fue el domiciliario con un PPC de 0,183 kg/hab.día, generando alrededor de 153 kg/día de residuos. De éstos, el 69 % fue materia orgánica, por lo cual la mejor alternativa sería la realización de compost, no solo por el hecho que este residuo es compostable sino por las características que presenta la zona. Al ser área agrícola y ganadera, el compost elaborado podría ser utilizado para sus cultivos, convirtiéndose en una propuesta ambientalmente responsable. Además, que las características que presentan los residuos con respeto a sus propiedades físicas, químicas y biológicas, permitirían que los residuos puedan ser destinados como materia prima para el compostaje, y utilizando materiales adicionales como estiércol o residuos de cosecha que pueden obtenerse tanto de sus animales como de sus cultivos. Sin embargo, los residuos inorgánicos deberían separarse desde la fuente de tal manera que estos puedan ser revalorizados generando ganancias económicas para las personas de la comunidad.

Palabras clave: residuos sólidos, abono orgánico, compost, revalorización.

ABSTRACT

The proposal of the present investigation was to establish a strategy for waste management in the community of Paquiestancia. In order to achieve the objectives set, a baseline was created in order to learn about the current situation of the generated waste, through surveys and interviews. Being a participatory research project, working with the community was a key factor. For the waste generation values, the CEPIS (Sakurai, 2000) method was used, where the sector with the highest waste production was the household with a PPC of 0.183 kg/hab.day generating around 153 kg/day of waste. Of these, 69% was organic matter, so the best alternative would be to compost, not only because this waste is compostable but because of the characteristics of the area. Being agricultural and livestock, the compost could be used for their crops, becoming an environmentally responsible proposal. In addition, the characteristics presented by waste with respect to its physical, chemical and biological properties, would allow waste to be used as raw material for composting, using additional materials such as manure or crop residues that can be obtained from both their animals as of your crops. However, inorganic waste should be separated from the source in such a way that it can be revalued, generating economic benefits for people in the community.

Key words: solid waste, organic fertilizer, compost, revaluation.

ABREVIATURAS

°C:	Grado Centígrado
CEPIS:	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
C/N:	Relación carbono-nitrógeno
FAO:	Food and Agriculture Organization (Organización para la Agricultura y Alimentación)
g:	Gramo
hab:	Habitante
HDT:	Hoja de divulgación técnica
kcal:	Kilocaloría
kg:	Kilogramo
l:	Litro
m³:	Metro cúbico
mg:	Miligramo
pH:	Potencial de Hidrógeno
PNGIDS:	Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos
PPC:	Producción per cápita
UFC:	Unidades formadoras de colonias

1. INTRODUCCIÓN

La comunidad de Paquiestancia está situada en la Parroquia de San José de Ayora en el cantón Cayambe de la provincia de Pichincha. Cuenta con una densidad poblacional de 835 moradores, con un aproximado de 5 miembros por familia, según información del censo levantado por la Universidad Politécnica Salesiana el mes de enero del año 2019. Poseen una superficie cultivada de 433 hectáreas, con una producción y consumo mayoritario de cultivos de papa, maíz y chocho; con una superficie de 22 hectáreas por cultivo (Cachipuendo, 2017).

Por otro lado, la comunidad de Paquiestancia es altamente ganadera con una alta producción de leche, lo que da lugar a que la mayor superficie de terreno este ocupada por cultivo de pasto. Se utiliza el 86% de mano de obra familiar para la ganadería y un 14% de mano de obra contratada por otras personas de la misma comunidad. Poseen un inventario de ganado vacuno de 538 para la producción de leche; presentando un promedio diario de 10 a 15 litros por familia. La comunidad cuenta con 2 centros de acopio de leche donde la comercializan a 0,40 ctvs./l (Sinchiguano, 2017).

Entre las tecnologías implementadas para obtener una producción de calidad empleada por los productores están: la implementación de infraestructura para el riego de sus cultivos, distribución de agua para cada parcela, uso de pastos mejorados, técnicas culturales para el pastoreo, manejo del ganado considerando su genética para la reproducción, buenas prácticas de ordeño, manejo sanitario de los animales y manejo de aguas residuales y control de envases con sustancias nocivas para el ambiente (Gualavisí, 2019).

La generación de residuos es tan antigua como la humanidad (Steiner & Wiegel, 2008), pero no era un problema debido a que todos estos residuos generados retornaban a los distintos ciclos naturales, con el pasar del tiempo y la revolución industrial; que dio lugar a una explosión tanto; demográfica como económica (Euformación Consultores, 2015), y a la formación de una cultura de usar y desechar las cosas a niveles alarmantes. La generación de residuos se ha convertido en un problema mundial que debe abordarse de forma urgente.

Estas cifras importantes se reflejan en el informe elaborado por el Banco Mundial (2018), donde la generación de residuos a nivel mundial para el año 2016 fue de 2 010 millones de toneladas al año. Pero el problema no termina ahí, pues según proyecciones del Banco Mundial para el año 2050, esta cifra ascenderá a 3 400 millones de toneladas anuales. De los 2 mil millones de toneladas generadas, el 11% es producido por América Latina y el Caribe.

A nivel nacional, según el INEC (2015), en promedio, el sector urbano tiene una PPC de 0,57 kg/hab.día, y para el año 2014 se recolectó 11 203 toneladas de residuos diarios. A nivel local, en la zona céntrica del cantón Cayambe, la producción de residuos es de 0,82 kg/hab.día, según Quishpe y Tipantuña (2016). Al ser una zona mixta; es decir que no solo es residencial sino también comercial e industrial, la tasa es un poco elevada muy similar a la de Quito de 0,842 kg/hab.día (Secretaría de Ambiente, 2016).

Sobre el tema de residuos sólidos que genera la comunidad de Paquiestancia, no existen estudios previos que contengan la producción o composición de los mismos; ni cuál es su gestión. El presente trabajo tiene por objeto levantar toda la información relacionada con los residuos que genera la comunidad, y de esta forma

establecer una estrategia para su gestión, pero hay que tomar en cuenta, que la gestión de residuos en el área urbana y rural es muy distinta; así como sus características y composición también lo son. Según Taboada, Aguilar y Ojeda (2011), estas dependen de ciertas variables que condicionan su generación. Por un lado, los residuos urbanos presentan una mayor cantidad de elementos no biodegradables, mientras que en la zona rural su composición contiene más elementos biodegradables (materia orgánica).

El presente trabajo busca desarrollar una estrategia para la gestión de residuos sólidos urbanos en la comunidad de Paquiestancia; de tal forma que sus residuos tengan un fin diferente a la disposición convencional del confinamiento; es decir, en rellenos o como sucede en comunidades mexicanas (Friesen, Bautista, Meza, & Garcia, 2011), que queman los residuos; dando origen a problemas respiratorios debido a que sus sistemas de gestión de residuos no son cubiertos en su totalidad o simplemente no los tienen. Por otro lado, el hecho que la comunidad de Paquiestancia sea una zona agrícola y que pueda presentar una gran cantidad de residuos orgánicos, estos pueden destinarse para la elaboración de compost mediante composteras que pueden construir la comunidad después de una respectiva capacitación. De tal modo, que puedan utilizar el compost elaborado como abono para sus tierras y cultivos, y prevenir los problemas medioambientales y socio-ambientales que puedan generar la producción excesiva de residuos, la mala disposición o mala gestión de los residuos generados.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Establecer una estrategia para la gestión de residuos sólidos urbanos en la comunidad de Paquiestancia - cantón Cayambe.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar los sectores generadores de residuos en la comunidad de Paquiestancia.
- Generar programa de separación de residuos.
- Valorizar los residuos orgánicos mediante composteras.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Definiciones generales

3.1.1 Residuos

Los residuos pueden ser objetos, sustancias o elementos sólidos, líquidos o incluso gases; que pierden el valor de uso por el poseedor, es decir, son materiales que se producen por la actividad del hombre en diferentes sectores productivos, teniendo como resultado un desecho que no le es útil. En base a su origen los residuos se clasifican en: domiciliarios, industriales, hospitalarios, agrícolas, entre otros (Ochoa, 2018).

Estos residuos producidos por el hombre son contaminantes para el medio ambiente y perjudiciales para la salud de los seres vivos, por lo cual estos desechos pueden encontrarse aptos para un aprovechamiento o transformación para poder revalorizar estos residuos, dependiendo de sus características se verá el tipo de tratamiento o su disposición final de acuerdo a la regularización ambiental vigente (Castells, 2009).

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), citado por Colomer y Gallardo (2010), los residuos son “aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo, que no han alcanzado un valor económico en el contexto en el que son producidas”.

3.1.2 Basura

Son desperdicios producidos por el ser humano al realizar cualquier actividad que pierde su valor de uso o útil. La basura es todo material que ya no sirve y por ende no existe un tratamiento para su revalorización, por lo tanto, no hay más que pensar en su disposición final (Say, 1989).

La basura es producida por actividades humanas como doméstica, comercial, industrial, entre otras; generadas por un mal manejo de desechos que afecta a los seres vivos. Es perjudicial para el medio ambiente, genera malos olores en su disposición y se puede convertir en una problemática de enfermedades hacia las personas del lugar.

3.2 Clasificación de los residuos sólidos

3.2.1 Por su generación

3.2.1.1 Residuo sólido urbano

El que por su composición y naturaleza posee gran cantidad de materia orgánica, aunque también se consideran lo que son plásticos, papeles, cartones, latas, entre otros, que se deriva de las actividades del ser humano en viviendas, negocios, departamentos entre otros (Calahorrando & Quispe, 2017).

3.2.1.2 Residuo sólido comercial

Estos son generados de todos los tipos de comercio como: bodegas, almacenes, hoteles, supermercados, restaurantes, entre otros. Estos residuos pueden ser orgánicos e inorgánicos, por la variedad de actividades que existen en un determinado lugar (Colomer & Gallardo, 2010).

3.2.1.3 Residuo sólido de establecimientos de atención de salud

Son aquellos que se generan de la actividad de clínicas, hospitales, centros de salud, consultorios privados, laboratorios. Se debe tener mucho cuidado porque en su mayoría son residuos con patógenos y por ende se debe tener un tratamiento adecuado para su disposición final (Mejía & Patarón, 2014).

3.2.1.4 Residuo sólido institucional

Estos residuos son generados por instituciones como establecimientos gubernamentales, centros educativos, militares, centros de rehabilitación, en todos las

terminales terrestres y en edificaciones para oficina. Particularmente son residuos orgánicos, papel, cartón y plástico (López N. , 2009).

3.2.2 Por su potencial de aprovechamiento

3.2.2.1 Orgánicos compostables

Son aquellos residuos biológicos que en su composición poseen una alta humedad: como desperdicios de alimentos, estiércol de animales, restos de poda entre otros. Estos residuos orgánicos representan la mayor parte de los residuos sólidos urbanos y rurales. Pueden convertirse en compost con un tratamiento adecuado en su transformación que servirá como nutrientes para aumentar la fertilidad de los suelos (Steiner & Wiegel, 2008).

3.2.2.2 Inorgánicos reciclables

Estos residuos por su composición no se degradan rápidamente, es decir, su descomposición es lenta. Estos residuos son sintéticos como el plástico, papel, vidrio, cartón y algunos metales. Estos desechos se pueden revalorizar al realizar el proceso de reciclaje o reutilizar en otra actividad productiva (Bonilla & Núñez, 2012).

3.2.2.3 Inorgánicos no reciclables

Son aquellos residuos que al no existir tecnologías disponibles para su tratamiento por su composición no se los puede reciclar o reutilizar, como por ejemplo el papel higiénico (Calahorrando & Quispe, 2017).

3.3 Propiedades de los residuos sólidos

3.3.1 Propiedades físicas

3.3.1.1 Peso específico

También conocido como la densidad del residuo, es el peso del desecho por unidad de volumen, se expresa generalmente en kg/m^3 . En esta propiedad se debe

tomar en cuenta si se trata de residuos mezclados, separados, compactados o no (Villaseca, 2015).

3.3.1.2 Humedad

Consiste en conocer la pérdida de humedad cuando los residuos son sometidos a una temperatura de 105°C en 1 hora (Villaseca, 2015).

3.3.1.3 Contenido de humedad

El contenido de humedad de los residuos se refiere a la cantidad de agua que contiene el desecho. Este dato se puede expresar en porcentajes (Tchobanoglous, Theissen, & Elias, 1982).

3.3.1.4 Tamaño de partícula

Se refiere al cálculo del tamaño del residuo esto se lo puede realizar mediante un conteo, un tamiz, entre otras (Chabalina & Tur).

3.3.1.5 Capacidad de campo

Es la capacidad que tiene un residuo para poder retener humedad, es decir, es la capacidad de absorber líquidos (Colomer & Gallardo, 2010).

3.3.1.6 Permeabilidad

Es el movimiento de líquidos e incluso gases dentro de los desechos, en decir, la conductividad hidráulica de los residuos sólidos (Villaseca, 2015).

3.3.2 Propiedades químicas

3.3.2.1 Material volátil

En este parámetro los residuos son incinerados a una temperatura de 950°C en un crisol tapado para luego determinar la pérdida de peso (Tchobanoglous, Theissen, & Elias, 1982).

3.3.2.2 Carbono fijo

Es la materia remanente después de retirar el material volátil de los residuos (Colomer & Gallardo, 2010).

3.3.2.3 Punto de fusión de las cenizas

Es la temperatura en el que las cenizas de los residuos después de la incineración se convierten en sólidos o escorias por las altas temperaturas a las que se someten entre 1100°C a 1200°C (Melissari, 2012).

3.3.2.4 Análisis elemental

En este parámetro se determina la composición química de los residuos: carbono, oxígeno, hidrógeno, azufre, nitrógeno y cenizas. Estos valores se representan en porcentajes y con ellos se puede saber la relación C/N que tienen los residuos (Pacheco, 1994).

3.3.2.5 Contenido energético

Nos sirve para conocer la capacidad calorífica de los elementos de los residuos, con esto se sabe cuanta energía se puede recuperar de una proporción de residuos (Moratorio, Rocco, & Castelli, 2012).

3.3.2.6 Nutrientes esenciales y otros elementos

Esta información es útil porque después de una conversión biológica se puede conocer la cantidad de nutriente y actividad microbiana que tiene el producto final (Colomer & Gallardo, 2010).

3.3.3 Propiedades biológicas

Como propiedades biológicas se puede mencionar la biodegradabilidad de los componentes orgánicos y de la producción de malos olores.

Colomer y Gallardo (2010), menciona que la mayor proporción de residuos sólidos urbanos corresponde a material orgánico que se clasifica en: solubles en agua; como aminoácidos, azúcares y ácidos orgánicos. También están compuestos de hemicelulosas, celulosa, grasas, ceras, aceites, proteínas, lignina, entre otras.

3.3.3.1 Biodegradabilidad de los componentes orgánicos

Es el proceso de degradación de un compuesto con la acción de un microorganismo para convertirlo en un material más sencillo (Bustamante, 2014).

3.3.3.2 Producción de malos olores

Esta producción de olores se genera cuando los residuos permanecen en un lugar determinado por un período de tiempo considerable. Se da en estaciones de transferencia o en vertederos y se produce por la descomposición anaerobia de la materia orgánica. La producción de malos olores se genera más en climas cálidos (Colomer & Gallardo, 2010).

3.4 Etapas de la gestión de residuos sólidos

3.4.1 Generación de residuos y almacenamiento

La gestión de residuos sólidos empieza desde su generación, al ser producidos por personas que al realizar una actividad crean un material que no tiene valor para ellos y son arrojados (Acosta, 2005).

El almacenamiento es el lugar donde se acumula los residuos temporalmente. Estos pueden ser tachos, recipientes, contenedores entre otros. Depende del tipo de residuo, la frecuencia de recolección y de la cantidad. Este punto es muy importante porque se podría realizar la separación en la fuente (Castillo & Hardter, 2014).

3.4.2 Recolección y transferencia

La recolección de los residuos dependerá de la normativa aplicable en un lugar determinado, ya que la recolección puede ser diferenciada o no. Se debe tomar en cuenta: las rutas, las frecuencias de recolección, porcentaje de cobertura y el lugar donde se dispondrán los residuos (Mejía & Patarón, 2014).

3.4.3 Transporte

El transporte se lo realiza en vehículos con capacidades de carga grandes. Deben ser impermeables, para no descargar los lixiviados que se producen de los residuos. El transporte generalmente se da desde una estación de transferencia o en otros casos desde la generadora de los residuos hacia un relleno sanitario (Bonilla & Núñez, 2012).

3.4.4 Tratamiento previo a la disposición final

Para el tratamiento previo de residuos son importantes los factores sociales, económicos, ambientales y de la entidad encargada de los residuos sólidos del sector. El tratamiento sirve para la reducción de los residuos sólidos y así minimizar los impactos ambientales negativos que se pueden producir y el cuidado de la salud de los ciudadanos (Sánchez, 2007).

3.4.5 Disposición final

Esta es la fase final de un sistema de gestión de residuos sólidos. Es el lugar donde se van a almacenar los residuos como: botaderos, basurales a cielo abierto; aunque estos últimos deberían clausurarse definitivamente según el PNGIDS (2014). A nivel mundial aún existen vertederos, a pesar que la disposición final más adecuada sea un relleno sanitario o depósito de seguridad que cumplan con la normativa vigente (Bonilla & Núñez, 2012).

3.5 Tasa de generación de residuos sólidos

La PPC es un cálculo que sirve para encontrar el valor real de la producción de residuos sólidos por persona, generalmente se expresa en kg/hab.día (Tchobanoglous, Theissen, & Elias, 1982).

3.6 Marco legal

La Tabla 1 incluye la legislación tanto nacional como local aplicable a la presente investigación, explicada de forma más detallada en el Anexo A.

Tabla 1. Legislación aplicada a la investigación

NORMA	ARTÍCULO APLICABLE
Constitución de la República del Ecuador (2008).	Art. 14, Título II, Capítulo II Art. 264. Título V, Capítulo IV
Código Orgánico Del Ambiente (2017).	Art. del 224 al 227, Título V, Capítulo I Art. 228 al 234, Título V, Capítulo II
Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización (2010).	Art. 4, Título I Art. 55, Título III
Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (2004).	Art. 14, Capítulo III

Tabla 1 (continuación). Legislación aplicada a la investigación

NORMA	ARTÍCULO APLICABLE
Ley de Gestión Ambiental (2004).	Art. 2, Título I
Acuerdo Ministerial 061; Del Libro VI Del Texto Unificado De Legislación Secundaria (2015).	Art. 47, Capítulo VI
Ordenanza Para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Cayambe (2017)	Art. 1 Al 7, Capítulo I Art. 8, Capítulo II Art. 9 al 10, Capítulo III
Ordenanza Para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Cayambe (2017)	Art. 11 al 21, Capítulo IV Art. 22 al 37, Capítulo V Art. 38 al 45, Capítulo VI Art. 46 al 58, Capítulo VII Art. 59 al 65, Capítulo VIII Art. 66 al 74, Capítulo IX Art. 75 al 83, Capítulo X

Elaborado por: Autores, 2019.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Delimitación de la investigación

4.1.1 Ubicación de la investigación

La comunidad de Paquiestancia se encuentra ubicada en la parroquia de Ayora, del cantón Cayambe, en la provincia de Pichincha; a 7 kilómetros al nororiente del cantón Cayambe, presenta una altitud de 2 850 m.s.n.m. (GADIP Cayambe, 2018).

4.1.2 Límites

La comunidad de Paquiestancia está delimitada de la siguiente manera:

Norte: Comunidad Cariacu, río la Chimba y quebrada Paquiestancia

Sur: Comunidad Sto. Domingo 2 y río Blanquillo

Este: Loma Angurreal y Callejones

Oeste: Parque Nacional Cayambe-Coca

4.1.3 Clima

La comunidad de Paquiestancia presenta un clima frío con rangos de temperaturas promedio entre 15 a 17°C; y temperaturas extremas entre 5 y 22°C.

4.2 Materiales

Los materiales utilizados para la investigación, para la fase de diagnóstico, el proceso de la caracterización o fase de campo y fase de gabinete o procesamiento de datos se detallan a continuación:

Tabla 2. Materiales utilizados en la investigación.

Equipos de protección ambiental	
Zapatos cerrados	
Mandil	
Guantes plásticos	
Gorra	
Herramientas	
Lona plástica	Pala
Recipiente de 200 litros	Escoba
Recipiente de 20 litros	Costales
Fundas plásticas	
Equipos	
Ordenador	
Software Informático: ArcGis 10.4	
GPS	

Elaborado por: Autores, 2019.

4.3 Metodología

4.3.1 Diagnóstico de la producción de residuos sólidos

Se realizaron encuestas a una muestra representativa de la comunidad, de forma aleatoria, con la finalidad de levantar información que refleje la situación actual de la producción de residuos. El formato se encuentra en el Anexo B.

Se realizó un mapa con la localización de las viviendas con la ayuda de una persona de la comunidad. En la figura 1 se muestra el mapa con las viviendas de Paquiestancia.

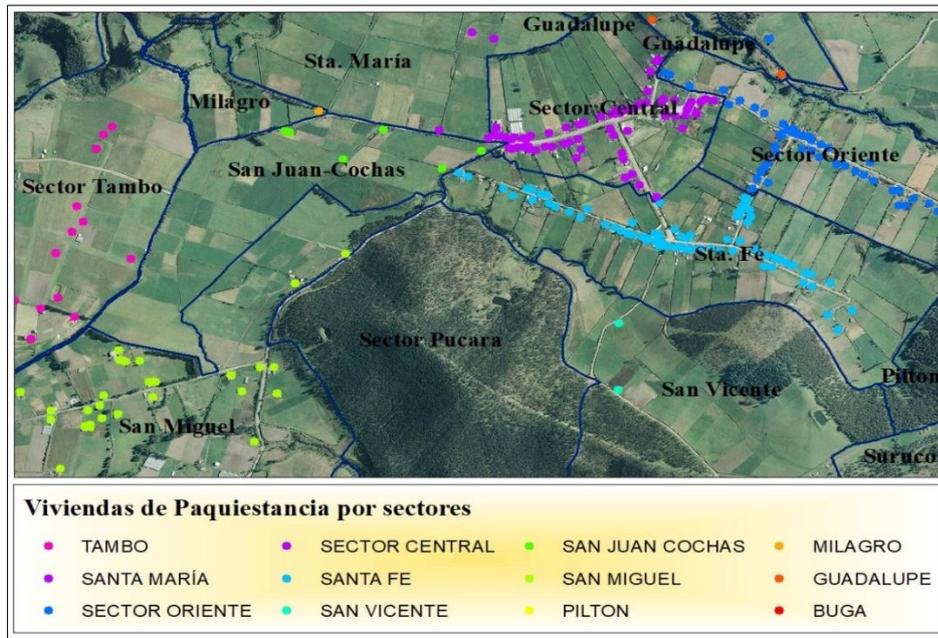


Figura 1. Mapa de los sectores y viviendas de Paquiestancia.

Elaborado por: Autores, 2019.

4.3.1.1 Diagnóstico del sistema de recolección

Se realizó el recorrido en el camión de recolección junto a sus trabajadores y su conductor, en un día común de recolección como se observa en la figura 2, trazando su trayectoria. Además, se registró el tiempo que se demora el camión en recolectar los residuos.



Figura 2. Camión recolector de residuos.

Elaborado por: Autores, 2019.

4.3.2 Determinación de la producción per cápita

4.3.2.1 PPC domiciliaria

La determinación de la tasa de producción per cápita de residuos domiciliarios se realizó a través de la metodología HDT 17, método sencillo de análisis de residuos sólidos, publicado por CEPIS “Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente” (Sakurai, 2000).

Una vez determinado el número de muestra (62 viviendas), se identificaron con un código. Se procedió a la socialización a los comuneros acerca de la investigación, con el fin de que los actores involucrados brindaran su colaboración.

La toma de muestras se realizó puerta a puerta como se observa en la figura 3, durante un período de 8 días consecutivos. De las muestras obtenidas se determinaba su peso, se lo registraba y se procedía a su almacenamiento para su posterior caracterización al día siguiente.

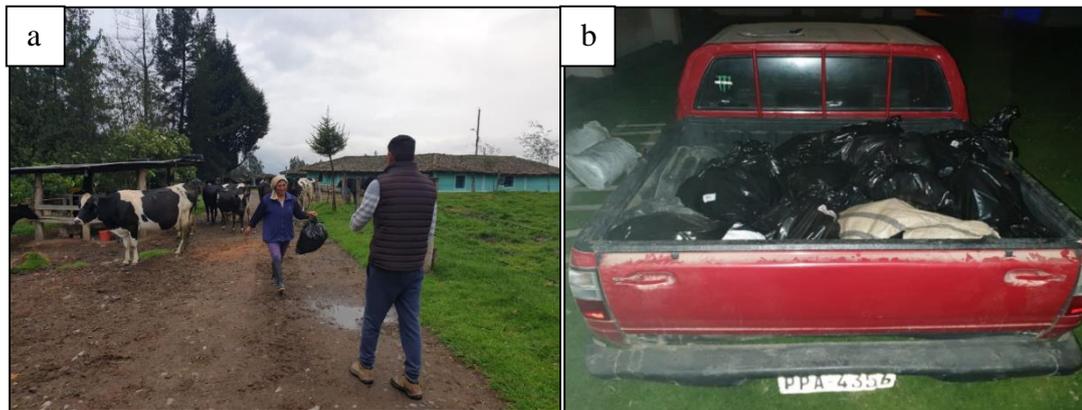


Figura 3. Recolección puerta a puerta(a), y la camioneta utilizada para la recolección de los residuos(b).

Elaborado por: Autores, 2019.

4.3.2.1.1 Caracterización de residuos sólidos

Después de recolectadas las muestras se realizó la caracterización de los residuos con el método propuesto por CEPIS (Sakurai, 2000), a través de un cuarteo como en la figura 4 y se realizó la respectiva separación de los residuos, se utilizó el equipo de protección personal.



Figura 4. Cuarteo (a) y separación de residuos (b).

Elaborado por: Autores, 2019.

4.3.2.1.2 Determinación del peso específico

El peso específico se determinó utilizando el método NMX-AA-019-1985: Método de prueba para determinar el peso específico de los residuos sólidos (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 1985), se pesó los residuos y restó el peso del recipiente de 20 litros. Se realizaron 10 repeticiones y finalmente se determinó el peso específico dividiendo el peso de los residuos para el volumen del recipiente, como se observa en la figura 5.



Figura 5. Determinación del peso específico.

Elaborado por: Autores, 2019.

4.3.2.1.3 Análisis de laboratorio

Se realizaron los análisis en el laboratorio de la Universidad Central del Ecuador de la Facultad de Ciencias Químicas. Se envió una muestra de 1 kilogramo tomada después del cuarteo de los residuos como se observa en la figura 6, para determinar el análisis elemental, humedad, poder calórico inferior y análisis microbiológico.



Figura 6. Muestra de residuos sólidos enviada al laboratorio.

Elaborado por: Autores, 2019.

4.3.2.1.3.1 Determinación del análisis elemental

- a) Materia orgánica: para determinar la cantidad de materia orgánica se empleó el método según Walkey (1947), citado por Carreira y Ostinelli (2010), que consiste en realizar una titulación con de 0,5 gramos de muestra de residuos secos que es pasado por un tamiz de 0,5 milímetros y es colocado en un matraz Erlenmeyer. Se añade al matraz 10 mililitros de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$), luego se adiciona con una bureta 20 mililitros de ácido sulfúrico (H_2SO_4) y se agita durante 1 minuto, se deja reposar por 30 minutos sobre una lámina de asbesto, posteriormente se agrega 200 ml de agua destilada y se añade 5 ml de ácido fosfórico (H_3PO_4). Finalmente se adiciona de 5 a 10 gotas de indicador de difenilamina ($C_{12}H_{11}N$) y se titula con la solución de sulfato ferroso ($FeSO_4$) gota a gota hasta que tome un color verde claro.
- b) Nitrógeno: Para determinar la cantidad de nitrógeno se utilizó el método según Kjeldahl (1883), citado por Carreira (2010), que se basa en realizar una titulación, a través de un medio ácido al cual se agrega ácido sulfúrico (H_2SO_4), y se somete a una temperatura de $400^\circ C$ donde, el nitrógeno orgánico se transforma a ion amonio (NH_4^+), finalmente mediante una destilación y posterior titulación, se puede cuantificar las formas orgánicas, amónicas y ciertos nitratos.
- c) Azufre: Para determinar el valor de azufre total se utilizó el método de oxidación con ácido perclórico ($HClO_4$) y turbidimétrico HACH, que consiste en llevar la muestra a una serie de reacciones químicas y cambios de temperatura para obtener el ion sulfato (SO_4^{-2}) que se somete a una precipitación con cloruro de bario ($BaCl_2$) durante 3 horas. Posterior a ello, se lava con agua hasta eliminar el ion cloruro (Cl^-); luego se oxida con unas gotas

de ácido nítrico (HNO_3) y ácido sulfúrico (H_2SO_4). Se deja evaporar a sequedad y se calcina a una temperatura de $800\text{ }^\circ\text{C}$, por último se deja enfriar y se pesa para determinar el azufre total (Coma, 1974).

- d) Cenizas: para determinar la cantidad de cenizas se aplicó el método MAL-02/AOAC 923.03.(2005), citado por Armijo (2011), que consiste en tomar un crisol limpio que debe ser pesado. Posteriormente, se coloca la muestra de residuos sólidos de 2 a 5 gramos, luego se coloca en una estufa hasta alcanzar los $550\text{ }^\circ\text{C}$ para que la muestra se calcine para obtener la cantidad de cenizas se lleva el crisol a un desecador para enfriarlo y registrar su peso. Una vez realizado todo el procedimiento por diferencia de pesos se obtiene la cantidad de cenizas de la muestra.

4.3.2.1.3.2 Determinación del poder calórico inferior

Para determinar el valor del poder calórico, el laboratorio de Química Ambiental de la facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, utilizó el método dinámico.

4.3.2.1.3.3 Humedad

Para determinar el porcentaje de humedad en el laboratorio de Química Ambiental de la facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, utilizó el método EPA 1310 A.

4.3.2.1.3.4 Análisis Microbiológico

Para determinar las colonias de bacterias y hongos se utilizó el método de recuento de colonias en placa, que consiste en preparar una solución que brinde las mejores condiciones de pH, temperatura, nutrientes, entre otros, para que las colonias

se puedan reproducir, para luego colocar la muestra en diferentes diluciones para poder realizar el conteo de las colonias (López & Torres, 2006).

4.3.2.2 PPC Comercial

Se utilizó el mismo método de la PPC domiciliar. La comunidad tiene 10 tiendas, y se consideraron todas ellas para la toma de muestras. En la figura 7 se observa uno de los locales muestreados.



Figura 7. Tienda numero 4 muestreada para PCC comercial.

Elaborado por: Autores, 2019.

4.3.2.3 PPC Restaurantes

Para la determinación de la PPC de los restaurantes se utilizó el método modificado de CEPIS (Sakurai, 2000), donde se tomaron las muestras de 5 restaurantes que funcionan en la comunidad de manera esporádica de 1 a 3 veces en la semana por el bajo nivel de comercio, donde se procedió a pesar y registrar los residuos producidos en sus días de apertura durante 3 semanas.

4.3.2.4 PPC Instituciones Educativas

Para determinar la PPC de las instituciones educativas se utilizó el método modificado de CEPIS (Sakurai, 2000), que consiste en pesar todos los residuos generados en un día como se observa en la figura 8 y dividir para el número de estudiantes, este procedimiento se lo realizó en dos meses diferentes.

La comunidad de Paquiestancia, únicamente cuenta con una institución educativa: “Escuela fiscal mixta Rafael Avilés Moncayo” que alberga a 30 estudiantes y 3 docentes.



Figura 8. Pesaje de residuos en Institución educativa Rafael Avilés Moncayo

Elaborado por: Autores, 2019.

4.3.2.5 PPC Centro Deportivo

Se utilizó el mismo método modificado de CEPIS (Sakurai, 2000), que consiste en pesar todos los residuos generados por los jugadores y visitantes por un día entero hasta finalizar la jornada deportiva como se observa en la figura 9. Este valor se divide para el número de personas que asisten al complejo. Este procedimiento se lo realizó

en 2 meses distintos. La comunidad cuenta con un complejo deportivo que contiene 2 canchas, baños públicos y puestos de comida.



Figura 9. Pesaje de residuos de Centro Deportivo de Paquiestancia

Elaborado por: Autores, 2019.

4.3.2.6 PPC Centro de Salud

El valor de los residuos sólidos del centro de salud, se obtuvo a través de un registro proporcionado por las personas que trabajan allí, como se observa en la figura 10. En este registro, constan todos los pesos de los residuos que se generan en las diferentes áreas del centro, con dichos datos se escogió un día y se dividió para el número de camas que tiene el centro. En Paquiestancia solo existe un centro de salud que funciona de lunes a viernes.



Figura 10. Registro proporcionado por personal del centro de salud Seguro Campesino

Elaborado por: Autores, 2019.

4.3.3 Manejo de la compostera

Una vez realizada la caracterización de residuos, se dispuso los compuestos orgánicos en un tanque de 200 litros para su almacenamiento temporal para posteriormente utilizarlos como materia prima para la elaboración de compost. Para su manejo, se utilizó la metodología del Manual de Compostaje del Agricultor (FAO, 2013), donde se dispuso los materiales a compostarse en un cubeto construido de madera e impermeabilizado en el fondo para poder recoger sus lixiviados o biol mediante una caída a un recipiente. En la figura 11 se encuentran los materiales mezclados y el resultado después de 3 meses.



Figura 11. Materiales mezclados y dispuestos en la compostera para biodegradarse(a), y el resultado después de 3 meses (b).

Elaborado por: Autores, 2019.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Diagnóstico de la producción de residuos sólidos

Contabilizadas las encuestas se procesaron los datos de las 17 preguntas y se obtuvieron los siguientes resultados:

La pregunta 1 se utilizó para identificar la vivienda en nuestra investigación, como se presenta en el Anexo C, ya que corresponde al nombre del jefe del hogar, y la pregunta 2 al número de personas que la habitan, dato que posteriormente se utilizó para determinar la PPC.

Para la pregunta 3 como muestra la figura 12, existe un mayor porcentaje de personas que compran en supermercados, esto se debe a que en la comunidad no existen locales comerciales tan grandes y no poseen todos los insumos, además, que con el proceso de globalización acelerado las costumbres de las personas han cambiado y buscan estar dentro de los estándares impuestos por la sociedad lo que conduce que las personas orienten sus consumos a grandes cadenas comerciales. Esto no sucede solo en las grandes ciudades sino que se expande a todas las partes del país, pues según León (2015), existen fuerzas globales que influyen en el desarrollo de las ciudades.

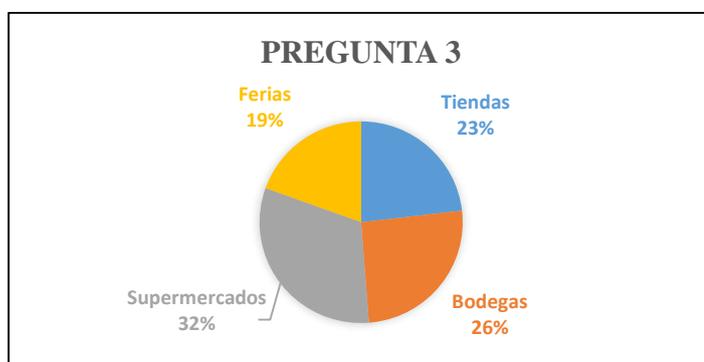


Figura 12. Lugares frecuentes donde las personas compran sus víveres.

Elaborado por: Autores, 2019.

Las preguntas 4, 7 y 15 estuvieron orientadas a los recipientes que ocupan para trasportar sus compras y el material más utilizado fueron las fundas plásticas con el 81%. Para el almacenamiento, de igual forma usan fundas plásticas (55 %). El 89 % de los encuestados aseguraron que utilizaban de 0 a 3 fundas plásticas y el 11% de 4 a 6 al realizar sus compras. En la figura 13 se encuentran los porcentajes de los otros materiales como son canasto o sestras, bolsos reciclables u otros como cartonones o costales esta minoría refleja la conciencia ambiental que tienen algunas personas de la comunidad sobre el problema que tiene el plástico. Según el INEC (2016), en el Ecuador el 79,16% de las personas que realizan sus compras utilizan fundas desechables de plástico, lo que demuestra que en la comunidad la situación no es muy distinta a la del país.

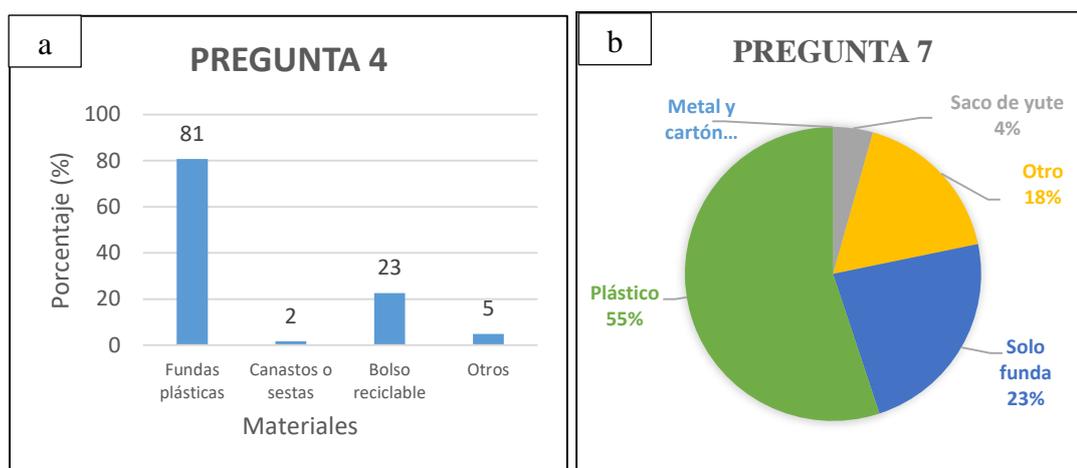


Figura 13. Recipiente utilizado por la comunidad para transportar sus compras (a) y recipiente donde las personas almacenan sus residuos generados (b).

Elaborado por: Autores, 2019.

La pregunta 5 sobre el conocimiento del reciclaje y de la separación, el 95% de las personas encuestadas aseguró que conoce acerca del reciclaje y que separa sus residuos desde la fuente mientras que el 5 % respondió lo contrario.

Para la pregunta 6 como se presenta en la figura 14, los resultados muestran que la comunidad genera más materia orgánica. Resultado que se confirmó una vez realizada la caracterización de los residuos. Al igual que en otras zonas rurales a nivel mundial, la generación de residuos orgánicos es mayor con respecto al resto de residuos generados (Armijos, Aguilar, Taboada, Lozano, & Buenrostro, 2009).

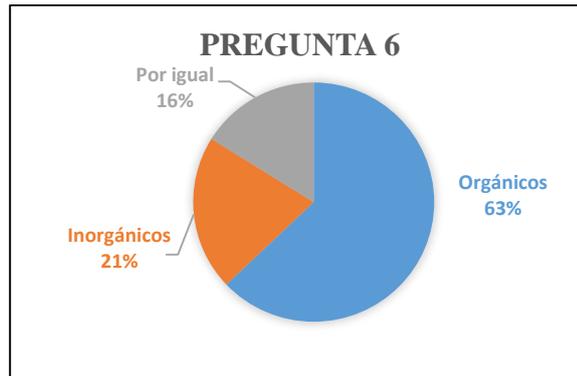


Figura 14. Clase de residuo que generan más las personas de Paquiestancia.

Elaborado por: Autores, 2019.

La pregunta 8 sobre la frecuencia de recolección, se validó con la información proporcionada en diagnóstico del sistema de recolección, siendo una vez a la semana los días martes. En cuanto a la satisfacción de la comunidad respecto al servicio de recolección y la limpieza de su sector (preguntas 9 y 11 respectivamente de la figura 15), el 44 % lo describe como regular, el 42 % bueno y el 14 % malo. Su desagrado con el sistema de recolección se da principalmente porque las personas aseguran que debe recolectarse por lo menos 2 días a la semana. La limpieza de su barrio nadie la consideró muy buena, el 55% la consideró más o menos. Los encuestados comentaron acerca de la falta de cultura por parte de moradores que arrojan basura a la calle. La pregunta 12 se refiere a si existe cerca de las viviendas basurales, y el 97% de las personas respondió que no. El 3% que aseguró lo contrario, comentó que como sus

viviendas estaban cerca de una quebrada existían personas que arrojaban los residuos a dicho lugar.

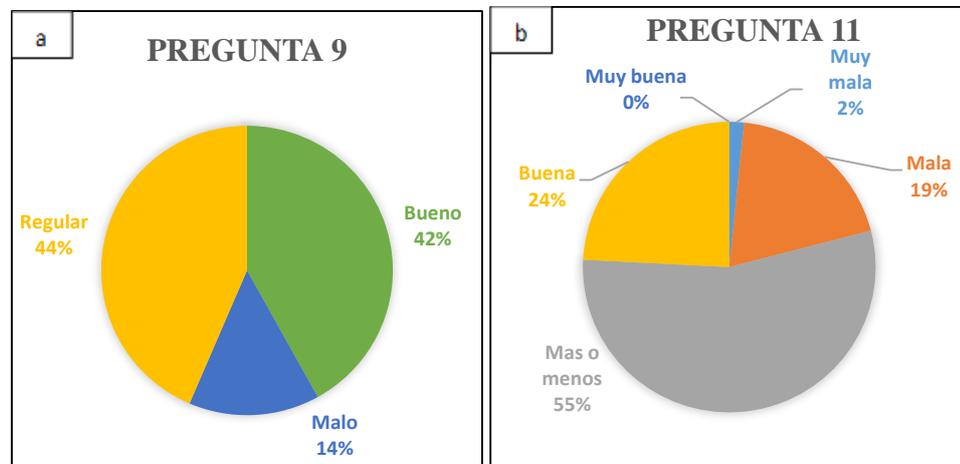


Figura 15. Calificación del servicio de recolección (a) y de la limpieza de su sector (b)

Elaborado por: Autores, 2019.

Se consultó a la comunidad si clasificaba sus residuos en la pregunta 13 y como lo hacían y los resultados se presentan en la figura 16.

El 95% de los encuestados separan los residuos orgánicos, el 32% separa el plástico, el 13% el papel y el cartón y en menor cantidad el cristal y las pilas con 3 y 2% respectivamente. En la pregunta 16 se les consultó sobre qué tratamiento deberían dar a estos residuos y el 100% respondió que debían ser convertidos en abono.

El hecho que casi todas las personas separen la materia orgánica se debe a que han recibido capacitaciones por parte del grupo agroecológico de la comunidad sobre la separación en la fuente de sus residuos. En la pregunta 14 sobre qué realizan con el material sepradado, el 82% de los encuestados aseguraron que utilizan los residuos orgánicos como abono debido a que poseen huertos o cultivos, el 37% también los utiliza como alimento de su ganado y el 5 % los quema, siendo éste último un problema, debido a que durante las encuestas las personas comentaban que quemaban

los residuos inorgánicos cuando no podían enviar sus residuos en el camión recolector, generando emisiones gaseosas que pueden perjudicar su salud especialmente si estos son plásticos o sustancias químicas (OMS, 2013).

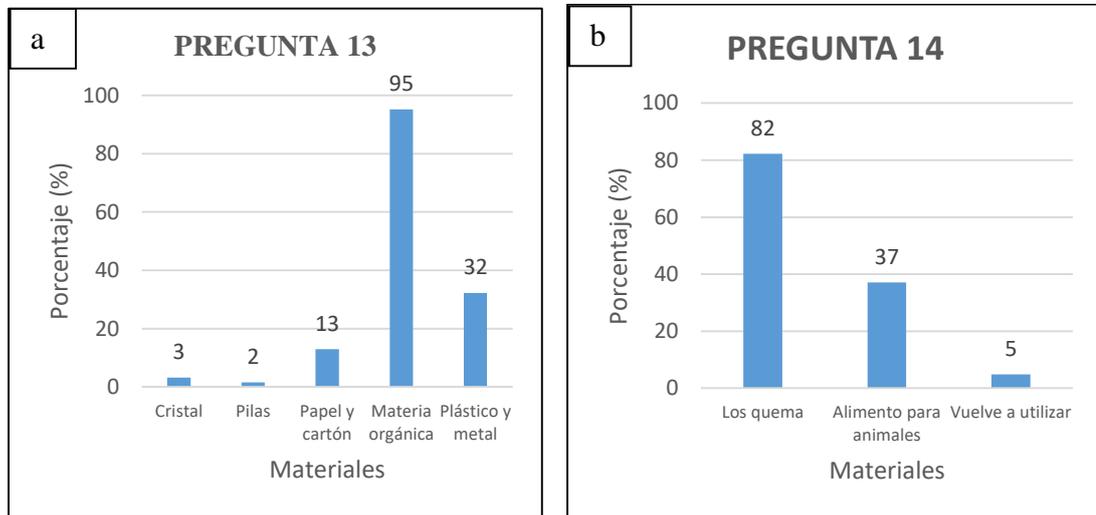


Figura 16. Porcentaje de separación de los residuos que genera la comunidad (a) y utilización de los residuos separados (b).

Elaborado por: Autores, 2019.

Finalmente, se consultó a la comunidad en la pregunta 17 si estaban dispuestos a clasificar adecuadamente los residuos a través de una adecuada capacitación y el 100% contestó que estaban de acuerdo siempre y cuando se organicen dichas capacitaciones los fines de semana cuando dispongan de mayor tiempo porque consideran que es un problema que debe atenderse.

5.1.1 Diagnóstico del sistema de recolección

Una vez trazada la ruta de recolección, se obtuvo el resultado ilustrado en la figura 17. El tiempo que demoró el camión en realizar la recolección fue de 30 minutos y recorrió una distancia de 8,6 kilómetros.

Mediante una entrevista realizada al conductor del camión recolector, se determinó que el camión tiene una capacidad de 13 toneladas y pertenece a la Junta Administradora de Agua Potable de Ayora. Las comunidades que reciben el servicio de recolección con este camión, además de Paquiestancia, son: el Prado 1 y 2, Santa Clara, Nueva Esperanza y Cariacu. Una vez recolectados los residuos los días martes, su disposición final es en el botadero de Pingulmi ubicado en la parroquia de Cangagua al suroeste del cantón Cayambe. El mantenimiento del camión lo realiza la Junta de Agua Potable de Ayora, en cuyas instalaciones este es guardado una vez terminada sus labores (Túqueres, 2019).

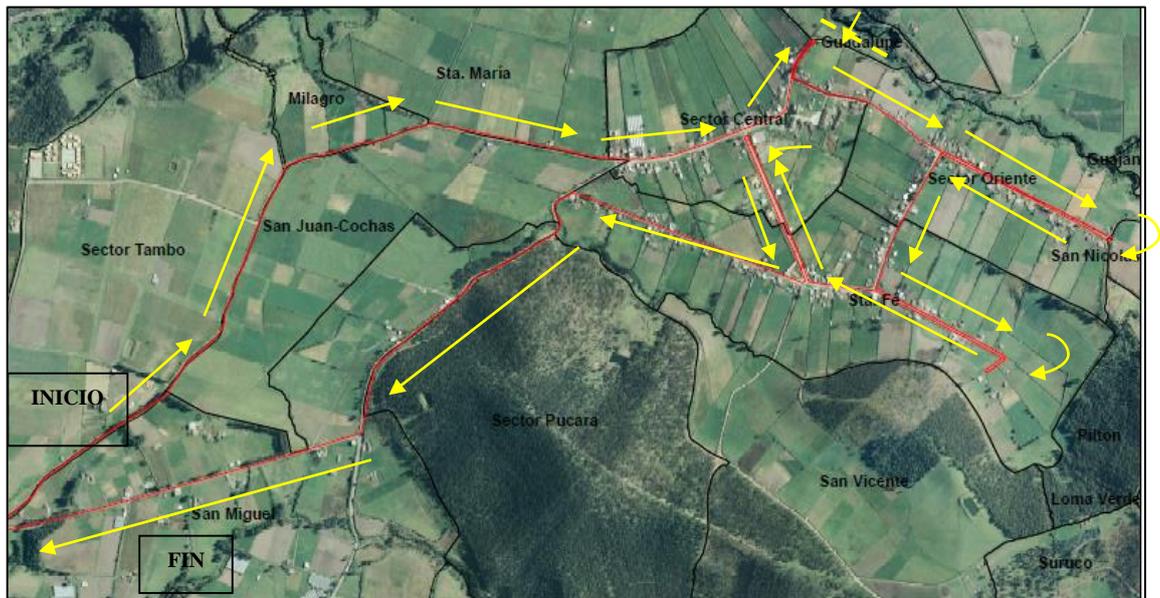


Figura 17. Ruta de Recolección de Paquiestancia. El punto de inicio y fin está en la vía panamericana.

Elaborado por: Autores, 2019.

5.2 Determinación de la producción per cápita

5.2.1 PPC domiciliaria

La PPC diaria por vivienda, su peso y su promedio, obtenidos de las muestras analizadas, se resumen en el Anexo C, dando como resultado una PPC total de

0,183 kg/hab.día. Como se esperaba, es un resultado bajo debido a que es una comunidad rural y según el análisis sectorial de residuos sólidos del Ecuador (Organización Panamericana de la Salud, 2002), la zona rural a nivel nacional produce un 26,7% del total de los residuos generados en todo el país mientras que la zona urbana el 73,3%. Esta diferencia porcentual se refleja en el valor obtenido de Paquiestancia frente al valor de Quito que es 0,842 kg/hab.día (Secretaría de Ambiente, 2016).

5.2.1.1 Caracterización de los residuos

Los resultados obtenidos de la caracterización se encuentran en el Anexo D de los residuos y a continuación se describen los resultados de forma resumida en la figura 18.

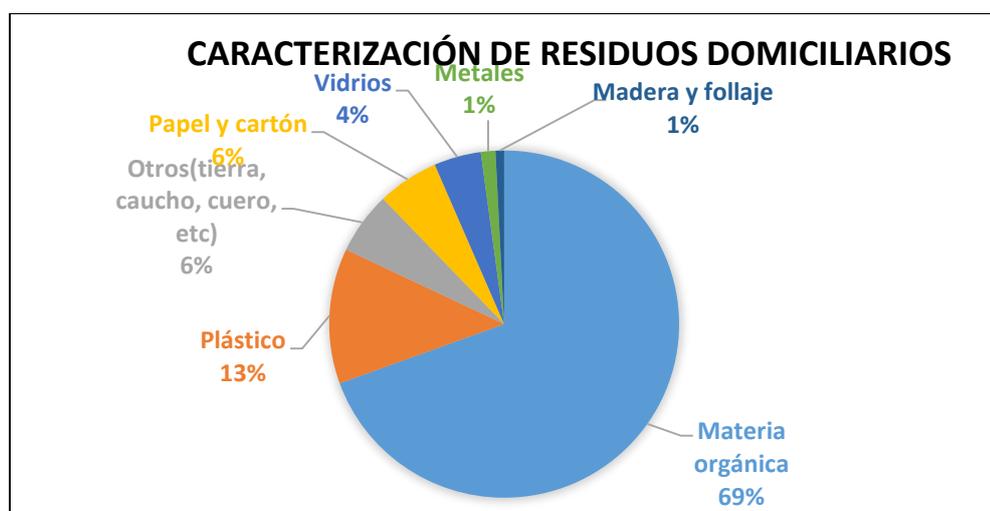


Figura 18. Caracterización de residuos domiciliarios de la comunidad de Paquiestancia.

Elaborado por: Autores, 2019.

La producción de residuos de toda la comunidad es aproximadamente 115,23 kg/día. Y de todos los residuos generados el que predomina en generación es

la materia orgánica con el 69% que representa 80,04 kilogramos como se observa en la Tabla 3.

Aunque la mayor generación de residuos orgánicos no ocurre solamente en zonas rurales, depende de factores como: niveles socioeconómicos y nivel de desarrollo del país (Akinci, Duyusen, & Gok, 2012), pues a nivel nacional se produce 58% de residuos orgánicos (INEC, 2016), y a nivel local, la ciudad de Quito produce de un 56% a 57% de residuos orgánicos del total de residuos generados según EMGIRS (2019).

Tabla 3. Pesos de materiales a partir de la producción total diaria de la comunidad

Materiales	Peso (kg)
Materia orgánica	80,04
Plástico	14,52
Otros(tierra, caucho, cuero, etc.)	6,65
Papel y cartón	6,55
Vidrio	5,01
Metales	1,56
Madera y follaje	0,91
Total	115,23

Elaborado por: Autores, 2019.

Por otro lado, las botellas y fundas están principalmente constituidas por plástico; generalmente fundas plásticas y botellas PET, lo que es un punto importante

de resaltar y tratar debido a que por su composición se degradarían entre 400 a 450 años (Ayuntamiento de Alpedrete, 2018) y su mala disposición conlleva a una contaminación del suelo y del agua principalmente, mucho más si este se transforma en microplástico por efecto de la degradación de fundas y botellas plásticas. (Donoso, 2018).

5.2.1.2 Determinación del peso específico

Los valores del peso específico obtenidos una vez realizado el cuarteo se encuentran en el Anexo E. El promedio de dichos valores es de 104,34 kg/m³. El valor obtenido tiene mucha relación con la composición que presentan los residuos, debido a su alta composición de residuos orgánicos hace que incremente su peso específico. Si se compara con otras zonas rurales del país, el valor obtenido es muy parecido a pesos específicos de otras parroquias rurales como Cojitambo de 124,75 kg/m³ y San Miguel de Porotos de 126,22 kg/m³ en el cantón de Azogues (Loyola, 2018).

5.2.1.3 Análisis de laboratorio

Los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio se detallan en la tabla 4, a continuación.

Tabla 4. Resultados del análisis elemental enviado al laboratorio

Parámetros	Unidad	Resultados
Azufre total (S)	mg/kg	1332,5
Cenizas	%	2,9
Humedad	%	75
Materia Orgánica (C)	%	40,4

Tabla 4 (continuación). Resultados del análisis elemental enviado al laboratorio

Parámetros	Unidad	Resultados
Nitrógeno Total Kjendahl (N)	mg/kg	4382,0
Poder calórico inferior	kcal/g	3,53

Fuente: Universidad Central del Ecuador Laboratorio de Química Ambiental (2019)

Elaborado por: Autores, 2019.

5.2.1.3.1 Determinación del análisis elemental

El porcentaje de materia orgánica fue del 40%, mientras que la cantidad de nitrógeno fue de 4382 mg/Kg que es el 0,44 % de la muestra. La relación C/N fue de 90,91. Este resultado producto de su composición no es muy alejado de valores obtenidos en las estaciones de transferencia del Distrito Metropolitano de Quito: de 41 a 90 (Casco, 2015).

La cantidad de azufre en los residuos sólidos también depende de la clase de materiales que presenten en su composición, pero para procesos de incineración este valor debe ser bajo ya que los compuestos sulfurados pueden generar no solo contaminación ambiental, sino problemas en la salud. Según el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales (1994), para el proceso de incineración la cantidad de azufre en los residuos debe ser menor al 2 %, el resultado de azufre obtenido fue de 0,13 %, siendo según este criterio residuos aptos para el proceso de incineración.

En cuanto a la ceniza, mientras mayor sea su producción, refleja que en su composición presenta materiales combustibles como papel, cartón, trapos, entre otros. Al ser su resultado bajo (2,9%), el proceso de combustión sería óptimo ya que la reducción en su volumen sería efectiva (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales, 1998).

5.2.1.3.2 Determinación del poder calórico inferior

El poder calórico de los residuos es un parámetro utilizado en el diseño y construcción de incineradores. Los residuos sólidos municipales tienen un poder calórico entre 3,22 a 4,19 kcal/kg según Clavijo (2017). La muestra de residuos de este estudio presentó un poder calórico de 3,53 kcal/g, entre la típica. Según Lueghe (2007), para que el proceso de incineración sea efectivo, los residuos deben tener un poder calorífico mayor a 1,4 kcal/g, cumpliendo el segundo parámetro para el proceso de incineración.

5.2.1.3.3 Humedad

La muestra presentó una humedad del 75%. Para procesos de degradación anaerobia este valor es óptimo, ya que en el proceso de metanogénesis valores altos de humedad acondicionan su efectividad (Gonzales, Rustrián, Hourbron, & Zamora, 2008), pero resulta todo lo contrario si se realiza una degradación aerobia debido a que el exceso de humedad conduce a la producción de malos olores y a que los procesos microbiológicos de descomposición se inhiban o demore más tiempo, pues en dichos procesos los rangos óptimos de humedad están entre el 50 a 60 % (Garrido, 2014).

5.2.1.3.4 Análisis Microbiológico

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico dan a conocer la cantidad de microorganismos presentes en las muestras de residuos orgánicos que se va a añadir

al compostera, y de esta forma poder predecir si existe una carga microbiana necesaria para la descomposición tanto de los residuos, como otros materiales añadidos como el estiércol y residuos de la cosecha. Existe una carga alta de microorganismo aerobios de $4,6 \times 10^8$ UFC/g, que van a realizar la descomposición en la fase mesófila como se observa en la figura 19, los mohos y levaduras descompondrán materia de difícil degradación como la celulosa en la fase termófila, mientras que los patógenos serán depurados en la misma fase (Silva, López, & Valencia, 2011).

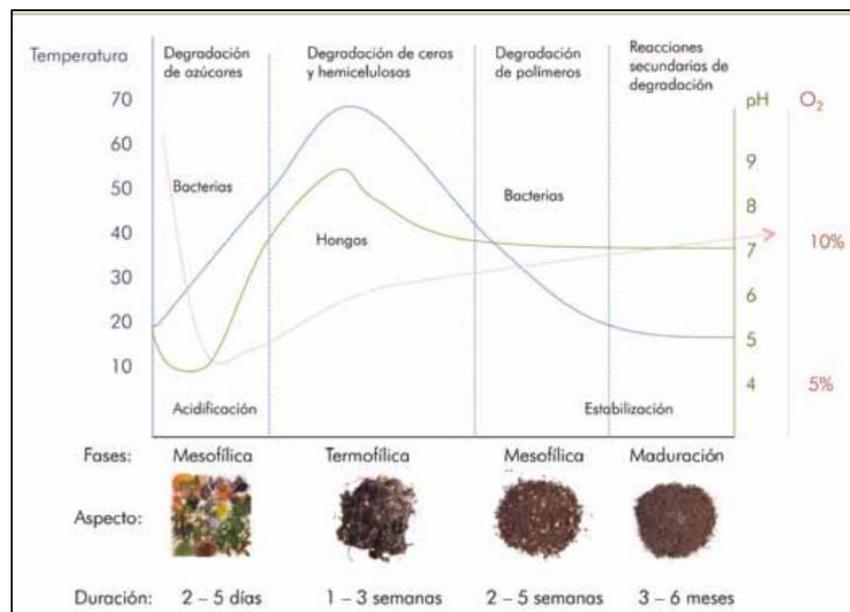


Figura 19. Fases de la elaboración de compost

Fuente: FAO (2013)

5.2.2 PPC Comercial

En Paquiestancia existen 10 locales comerciales que cuentan con un solo trabajador cada uno y su atención es de lunes a domingo, los mismos que son fuentes generadoras de residuos y todos fueron muestreados. Los pesos están resumidos en el Anexo G, dando un valor de 0,0063 kg/hab.día, la poca cantidad de locales comerciales y su bajo comercio es la razón por la que este valor es bajo.

5.2.3 PPC Restaurantes

Existen 5 restaurantes en la comunidad, pero su apertura es una vez o a lo mucho 2 veces por semana. Una vez tomada las muestras por 3 semanas se obtuvo una PPC de 0,030 kg/hab.día. Su bajo valor es debido a que no solo su número es bajo sino también su frecuencia de atención.

5.2.4 PPC Instituciones Educativas

Para la institución educativa, la PPC fue de 0,001 kg/hab.día. Este valor es el más bajo de todos los PPC, debido a que existe una clasificación de la basura donde la materia orgánica es colocada en una pequeña parcela que tiene la escuela y el material reciclable es almacenado para su revalorización o reutilización si existe la posibilidad.

5.2.5 PPC Centro Deportivo

Existe un centro deportivo que cuenta con 2 canchas de fútbol que funciona los días domingos donde la afluencia de personas y la venta de alimentos es alta, ya que no solo visitan personas de la comunidad sino de distintas comunidades e incluso de la ciudad de Cayambe dando una PPC de 0,063 kg/hab.día.

5.2.6 PPC Centro de Salud

Con el apoyo de las personas que laboran en el centro de Salud se obtuvo el registro de los desechos de 2 meses de los residuos que se producen en el Centro de Salud, dichos registros fueron tomados cada 14 días y se registró de acuerdo a las siguientes áreas generadoras:

- Enfermería
- Sala de espera
- Consultorio

- Odontología
- Baños de los pacientes
- Baños personal
- Obstetricia
- Toma de muestras

Dando como resultado, una PPC de 0,001 kg/hab.día. Al no existir muchos pacientes y pocas camas, el resultado fue muy bajo, siendo el área que genera más residuos la enfermería. Según Elías (2001), los residuos que se generan en un centro de salud, van a depender de factores como el acondicionamiento de los residuos por parte todo el personal generador de los mismos, el número de las consultas y el tamaño de la organización o su frecuencia de servicios prestados.

5.3 Manejo de la compostera

Existen varias formas de construir composteras, todo dependerá de los recursos que se tengan a disposición, tanto para su construcción como para su manejo. Puede ser mecanizado o manual, pero hay algo que todas estas tienen en común y es que existen ciertos factores que van a condicionar que su funcionamiento y propósito sea el esperado. Estos factores son: calidad de los residuos orgánicos, la relación carbono-nitrógeno (C/N), aireación, humedad, temperatura y pH (Palmero, 2010). Todos los factores mencionados anteriormente son condicionales para que los microorganismos y macroorganismos tanto existentes como añadidos sobrevivan y cumplan sus funciones de degradación de la materia orgánica.

El conjunto de actividades para el manejo de la compostera es muy importante, ya que de esta dependerá que el producto final tenga buenas características, que aporte

al suelo la mayor cantidad de nutrientes y sirva como fertilizante natural para los cultivos.

Como en la comunidad de Paquiestancia se genera gran cantidad de residuos orgánicos, se utilizaron 15 kg de residuos orgánicos para la elaboración de compost, y se añadió otros materiales como: estiércol de vaca 5 kg, residuos de cosecha 10 kg y ramas de poda 15 kg. Todos estos materiales juntos tuvieron una relación C/N de 30.

Una vez estabilizado el compost, la relación C/N puede ser de 8 a 15, si la relación inicial es mayor a 35 quiere decir que la cantidad carbono (carbohidratos) es mucho mayor con respecto al nitrógeno (nutrientes), el proceso se ralentiza debido a la saturación de carbono en la mezcla. Si es menor a 30 existe una cantidad mayor de nitrógeno disponible, lo que produce que el proceso se acelere, se caliente y produzca malos olores por la producción de amonio, como se observa en la tabla 5. En la mezcla no debe existir residuos inorgánicos puesto que estos no van a poder degradarse (FAO, 2013).

Tabla 5. Cálculo de relación C/N de materiales utilizados para elaboración de compost

Material	Peso (kg)	Porcentaje	C/N, FAO (2013)	C/N Total
Residuos Orgánicos	15	33%	14,00	4,67
Estiércol de vaca	5	11%	25,00	2,78
Restos de cosecha	10	22%	37,00	8,22
Ramas de poda	15	33%	44,00	14,67
Total	45	100%	120	30

Elaborado por: Autores, 2019.

Además, todos estos materiales de preferencia deben reducirse en tamaño, para acelerar el proceso y obtener una mezcla homogénea. Para que exista una buena

aireación y no se genere anaerobiosis, lo recomendable es realizar un primer volteo en 10 días y posteriormente cada 3 días. También puede tener un sistema de aireación asistido pero eso implica costos adicionales (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 2012). En este caso se utilizó el volteo manual.

Para controlar la humedad se realizó la técnica del puño según Sztern y Pravia (1999), citado por Minta (2010), obteniendo una humedad del 40%, y mediante una cinta peachimetro se obtuvo un pH de 6, estos valores se encuentran dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de las bacterias (FAO, 2013). La temperatura variará dependiendo de las fases en las cuales se va degradando la materia. Existen 4 fases que se describen en la figura 19, donde se incluyen los períodos y temperaturas respectivas.

A los 3 meses de haberse realizado la compostera se pudo obtener un material estabilizado que favorezca las propiedades del suelo. Sin embargo posterior a su uso debe realizarse un tamizado para reducir los materiales gruesos y no mineralizado o humificados (FAO, 2013).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se determinaron los sectores generadores de residuos, y los valores de PPC son los siguientes: domiciliario: 0,183 kg/hab.día, comercial: 0,0063 kg/hab.día, restaurantes: 0,030 kg/hab.día, centro deportivo: 0,063 kg/hab.día, institución educativa: 0,001 kg/hab.día y centro de salud: 0,001 kg/hab.día. Siendo la mayor PPC del sector domiciliario, esto se debe a que la zona residencial supera a la zona comercial, mientras que, en el sector hospitalario, educativo y deportivo, cuentan con una sola institución cada una.
- La comunidad tiene talleres donde los grupos agroecológicos promueven la separación en la fuente y un programa que se basa en un compromiso de la gente en separar los residuos orgánicos principalmente, utilizándolos en sus cultivos o como alimento para ganado porcino principalmente, para no enviarlos en el camión recolector. Sin embargo, esto lo realizan no solo por cumplir con el programa, sino que entienden que estos residuos pueden ser reaprovechados. Además, se entregó un manual para la correcta separación de los residuos y que estos puedan ser comercializados o dispuestos correctamente.
- La revalorización de los residuos orgánicos mediante una compostera es muy viable en el ámbito económico y ambiental. Se pueden utilizar los residuos orgánicos producidos, y para completar la relación C/N se pueden añadir otros materiales como estiércol y restos de cosecha, provenientes de sus animales y cultivos, respectivamente. Además, es ambientalmente responsable, puesto que sus elementos hacen que sea un fertilizante natural para sus cultivos y el

suelo en general. El compost elaborado se colocaría dentro de sus huertos abaratando aún más su producción.

- La mejor estrategia que puede tener la comunidad para la gestión de sus residuos es la minimización de residuos inorgánicos y la potencialización en el reaprovechamiento de los residuos orgánicos separando correctamente desde la fuente.

6.2 Recomendaciones

- Al ser un proyecto participativo, se recomienda dar una capacitación previa sobre las actividades o entrega de elementos informativos como el anexo H, que se van a realizar durante toda la investigación, para poder solventar cualquier duda que tengan las personas de la comunidad, principalmente en la toma de muestras, con el fin de establecer el horario de recolección y como se deberán entregar los residuos.
- Para el análisis de proyecciones de la generación de residuos sería necesario realizar un censo poblacional más frecuente con el fin de obtener datos y conocer el incremento anual de residuos.
- Al momento de realizar la caracterización de los residuos la comunidad deberá proporcionar un espacio adecuado, techado y con el suelo impermeabilizado con el fin de que las actividades se desarrollen de la mejor manera.
- Respecto a la quema de residuos se debe concientizar a las personas de la comunidad a evitar esta acción, como se evidenció en la encuesta realizada el 5% de los encuestados lo realizan, pudiendo generar impactos al ambiente y a la salud pública.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M. (2005). *Propuesta para la gestión integral de residuos sólidos en la ciudad de Vinces, provincia de Los Ríos – Ecuador. Vinces. Vinces: Escuela Superior Politécnica del Ejército.*
- Acuerdo Ministerial 061; Del Libro Vi Del Texto Unificado De Legislación Secundaria. (04 de Mayo de 2015). Registro Oficial 316. Quito. Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA++R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>
- Akinci, G., Duyusen, E., & Gok, G. (Enero de 2012). Evaluación de las opciones de gestión de residuos y el potencial de conservación de recursos según las características de los residuos y los ingresos de los hogares: un estudio de caso en la región del Egeo, Turquía. *Resources, Conservation and Recycling*, 58, 114-124. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344911002382?via%3Dihub>
- Armijo, I. (26 de Julio de 2011). *Determinación cenizas*. Obtenido de <http://www.idal.cl/sgcidal/images/stories/Procedimientos/Laboratorio/Determinacion%20cenizas%20metodo%20gravimetrico.pdf>
- Armijos, c., Aguilar, Q., Taboada, P., Lozano, G., & Buenrostro, O. (2009). Comparación de la composición de residuos sólidos en una comunidad urbana y una rural de Baja California. *Red de Ingeniería en Saneamiento Ambiental*. Obtenido de

<http://www.redisa.net/doc/artSim2009/Clasificacion/Comparaci%C3%B3n%20de%20la%20composici%C3%B3n%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20en%20una%20comunidad%20urbana%20y%20una%20rural%20de%20Baja%20California.pdf>

Bonilla, M., & Núñez, D. (2012). *Plan de manejo ambiental de los residuos sólidos de la ciudad de Logroño*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.

Bustamante, Y. (2014). *Gestión de residuos sólidos biodegradables para el logro de la ecoeficiencia en la universidad*. Lima: UNMSM.

Cachipundo, C. (2017). *Plan de Producción agropecuaria*. Cayambe.

Calahorrando, W., & Quispe, B. (2017). *Diseño e implementación de un sistema integral de gestión para manejo de los residuos sólidos generados en el área de hospedaje de la estación biológica Kutukú y en el área de preparación de alimentos del internado y cocina de Sevilla Don Bosco, Macas-Ecu*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.

Carreira, D. (2010). *Método Kjeldahl*. Obtenido de

[https://agroindustria.gob.ar/sitio/areas/proinsa/informes/_archivos//002010_Ronda%202010/000003_Ing.%20Agr.%20Daniel%20Carreira%20\(Carbono%20oxidable%20y%20Nitr%C3%B3geno\)/000008_Carbono%20oxidable%20-M%C3%A9todo%20de%20Walkley&Black-%20%20y%20en%20Nitr%C](https://agroindustria.gob.ar/sitio/areas/proinsa/informes/_archivos//002010_Ronda%202010/000003_Ing.%20Agr.%20Daniel%20Carreira%20(Carbono%20oxidable%20y%20Nitr%C3%B3geno)/000008_Carbono%20oxidable%20-M%C3%A9todo%20de%20Walkley&Black-%20%20y%20en%20Nitr%C)

Carreira, D. A., & Ostinelli, M. M. (31 de Mayo de 2010). *Carbono orgánico del suelo por Walkley y Black*. Obtenido de

https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cox__microescala.pdf

Casco, E. (2015). *Determinación de Carbono y Nitrógeno de los residuos orgánicos del Distrito Metropolitano de Quito. Año 2014-2015*. Quito. Obtenido de <http://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/1426/1/Determinaci%C3%B3n%20de%20carbono%20y%20nitr%C3%B3geno%20de%20los%20residuos%20org%C3%A1nicos%20del%20distrito%20metropolitano%20de%20quito.%20A%C3%B1o%202014-2015.pdf>

Castells, X. (2009). *Reciclaje de residuos industriales*. Madrid: Diaz de Santos.

Castillo, M., & Hardter, T. (2014). *Gestión integral de residuos sólidos en regiones insulares*. Galápagos : WWF y Toyota.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. (1998). *Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud*. Obtenido de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. (1994). *Guía para la caracterización y análisis de los residuos sólidos generados en centros de atención de salud*. Lima. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/residuos/villena1.pdf>

Chabalina, L., & Tur, A. (s.f.). *Bases para la gestión de residuos sólidos urbanos e industriales en Bluefields, Nicaragua*. Bluefields: Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas.

Clavijo, L., & Pillajo, W. (Julio de 2017). *Evaluación del poder calorífico de los residuos sólidos urbanos biodegradables generados en la zona residencial,*

mercados y ferias del sector sur de la ciudad Quito. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional:

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17524/1/CD-8029.pdf>

Código Orgánico del Ambiente. (12 de Abril de 2017). Registro Oficial Suplemento 983. Quito. Obtenido de http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf

Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralizada. (19 de Octubre de 2010). Registro Oficial Suplemento 303. Quito. Obtenido de http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf

Colomer, F., & Gallardo, A. (2010). *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. México: Universidad Politécnica de Valencia.

Coma, F. (1974). *Método para la determinación analítica de sulfuros y de azufre total contenidos en áridos y hormigones, y consideraciones acerca de la necesidad de separar, del valor de azufre total tolerable en los áridos, el debido a la presencia de sulfuros*. Cataluña.

Constitución de la República del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). Registro Oficial 499. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

Donoso, J. (2018). *Cuantificación de microplástico en la cuenca alta del río Guallabamba*. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9983/1/UDLA-EC-TIAM-2018-35.pdf>

Ecuador. (29 de Julio de 2014). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de Plan Nacional De Gestión Integral De: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>

Elías, X. (2001). *BVSDE*. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/cursoa_reas/e/fulltext/Ponencias-ID52.pdf

EMGIRS. (2019). *Empresa Metropolitana de Gestión de Residuos Sólidos*. Obtenido de <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/zenkit/visitas-al-relleno-sanitario-2>

Esquinca , F., Escobar, J., Hernandez, A., & Villalobos, J. (2014). Caracterización y generación de residuos sólidos de Tuxla Gutierrez Chiapas. *Secretaria de Ecología Recursos Naturales y Pesca*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03364e14.pdf>

Euformación Consultores, S. (2015). *Gestión Integral de Residuos* . Bogotá: ic.

FAO. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Chile. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Friesen, B., Bautista, L., Meza, S., & Garcia, S. (2011). Hacia la sustentabilidad: Los residuos sólidos como fuente de energía y materia prima © 2011 pp 451-455 ISBN 978-607-607-015-4451 El Manejo de los residuos en una comunidad rural de México: Prácticas actuales y planes futuros. *Researchgate*, 451- 455.

Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. (2012). *Elaboremos Compost*. Obtenido de http://www.fhia.org.hn/downloads/diversificacion_pdfs/trifolio_compost.pdf

- GADIP Cayambe. (2018). *Go Raymi*. Obtenido de Centro Comunitario Paquiestancia: <https://www.goraymi.com/es-ec/ayora/centro-comunitario-paquiestancia-afe93d5f8>
- Garrido, G. (2014). *Efecto de la Humedad en la biodegradación de residuos sólidos urbanos, mediante tratamiento mecánico biológico*. Obtenido de http://repopib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/173/1/Garrido_Troncoso_Gustavo.pdf
- Gonzales, G., Rustrían, E., Hourbron, E., & Zamora, A. (2008). Impacto de la tasa de humedad en la biodegradación de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Veracruz, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 4(3), 336-341. Obtenido de <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v4-n3-3-impacto-de-la-tasa-de-humedad-en-la-biodegradacion-de-los-residuos-solidos-urbanos.pdf>
- Gualavisí, O. (15 de Marzo de 2019). Situación actual de Paquiestancia. (K. Valladares, Entrevistador)
- INEC. (11 de Diciembre de 2015). *INEC (Instituto de Estadística y Censos)*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/los-ecuatorianos-producen-057-kilogramos-de-residuos-solidos-diario/>
- INEC. (2016). *Estadística de información ambiental económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Gestion_Integral_de_Residuos_Solidos/2016/Presentacion%20Residuos%20Solidos%202016%20F.pdf

- INEC. (2016). *Información Ambiental en Hogares*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares/Hogares_2016/Documento%20tecnico.pdf
- León, R. (2015). *El Desarrollo Urbano en el Ecuador*. Quito. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8755/RAMIRO%20LE%C3%93N-EL%20DESARROLLO%20URBANO%20EN%20EL%20ECUADOR-PUCE..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ley de Gestión Ambiental. (10 de Septiembre de 2004). Registro Oficial Suplemento 418. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. (10 de Septiembre de 2004). Registro Oficial Suplemento 418. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-PREVENCION-Y-CONTROL-DE-LA-CONTAMINACION-AMBIENTAL.pdf>
- López, L., & Torres, C. (2006). *Recuento de colonias en placa*. Obtenido de Universidad Nacional del Nordeste : <http://www.biologia.edu.ar/microgeneral/tp5.pdf>
- López, N. (2009). Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la Plaza de Mercado de Cerete-Cordoba. *Gestión Ambiental*. Bogotá, Colombia: Universidad Pontificia Javeriana.

- Loyola, K. (2018). *Estudio comparativo de los indicadores de los residuos sólidos en la zona urbana y cuatro parroquias rurales del cantón Azogues*. Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15608>
- Luegue, J. (2007). *Calidad Ambiental*. 7(2), 17-20. Obtenido de https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/573572/DocsTec_5298.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mejía, P., & Patarón, I. (2014). Propuesta de un plan integral para el manejo de los residuos sólidos del cantón Tisaleo. *Carrera de Ingeniería en Biotecnología*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Melissari, B. (2012). Comportamiento de cenizas y su impacto en sistemas de combustión de biomasa . *Memoria de trabajos de difusión científica y técnica*, 69-82.
- Minta, M. (2010). *Evaluación de diferentes densidades de siembra de lombrices en la producción de abono orgánico casting*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo : <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1292/1/17T0936.pdf>
- Moratorio, D., Rocco, I., & Castelli, M. (2012). Conversión de residuos sólidos urbanos en energía. *Memoria de trabajos de difusión científica y técnica*, 115-126.
- Ochoa, M. (2018). Gestión Integral de residuos. En *Análisis normativo y herramientas para su implementación* (págs. 21-22). Bogotá: Universidad del Rosario.

- OMS. (2013). *Organización Panamericana de la Salud*. Obtenido de https://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=1087:who-technical-notes-on-drinking-water-sanitation-and-hygiene-in-emergencies&Itemid=0&lang=es
- Ordenanza Para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Cayambe. (13 de Enero de 2017). Registro Oficial. Cayambe. Obtenido de http://municipiocayambe.gob.ec/images/ley_transparencia/Ordenanzas/2017/02.2017.PDF
- Organización Panamericana de la Salud. (2002). *Análisis sectorial de residuos sólidos del Ecuador*. Ecuador. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/analisis/ecuador.pdf>
- Pacheco, J. (1994). *Reuso de residuos sólidos*. México: UNAM.
- Palmero, R. (2010). *Elaboración de compost con restos vegetales por el sistema tradicional en pilas o montones*. Obtenido de <http://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads/2013/10/elaboracion-de-compost-con-restos-vegetales-1.pdf>
- Pérez, M., Valencia, J., Rubiano, J., Feo, D., & Cuellar, E. (2010). *Energía de la basura*. *Scielo*.
- Quishpe, N., & Tipantuña, D. (2016). *Eficiencia de la gestión integral de residuos sólidos en la zona céntrica del cantón Cayambe*. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7357/1/T-UCE-0011-245.pdf>
- Sakurai, K. (10 de 12 de 2000). *CEPIS*. Obtenido de Hojas de divulgación técnica CEPIS:

<http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.htm>

1

Sánchez, G. (2007). *Gestión integral de residuos sólidos urbanos en los municipios de Actopan, San Salvador y El Arenal del Estado de Hidalgo*. Actopan, San Salvador y El Arenal: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Say, A. (7 de Julio de 1989). *Manejo de la basura y su clasificación*. Obtenido de Universidad de San Carlos de Guatemala:

http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07_1989.pdf

Secretaría de Ambiente. (2016). *Secretaría de Ambiente*. Obtenido de

<http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/politicas-y-planeacion-ambiental/residuos-solidos/generacion>

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1985). *NMX-AA-019-1985: Método de prueba para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos*.

México. Obtenido de <http://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC051993>

Servicio Nacional de Aprendizaje "SENA". (2014). *Propiedades físicas, químicas y biológicas de los residuos sólidos urbanos*. Obtenido de

<https://es.scribd.com/document/322196615/Propiedades-Fisicas-Quimicas-y-Biologicas-de-Los-Rsu>

Silva, J., López, P., & Valencia, P. (2011). Recuperación de Nutrientes en fase sólida a través de compostaje. *EIDENAR*. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/266525614_RECUPERACION_D

- Sinchiguano, C. (2017). *Turismo comunitario agroecológico, eje de Desarrollo Sostenible en el territorio rural indígena Kayambi: estudios de caso Paquiestancia y La Esperanza, localizados en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo*. Quito. Obtenido de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/xmlui/handle/10469/11792>
- Steiner, M., & Wiegel, U. (2008). *Una guía básica para la gestión de residuos*. Madrid: CLAGSA.
- Taboada, P., Aguilar, Q., & Ojeda, S. (2011). Análisis estadístico de residuos sólidos domésticos en un municipio fronterizo de México. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(1), 9-20. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3624167>
- Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Elias, R. (Mérida de 1982). *Desechos sólidos - Principios de ingeniería y administración*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/curso/desechos/desec-04.html>
- Túqueres, L. (04 de 2019). Información sobre el sistema de recolección de basura. (K. Valladares, & J. Pantoja, Entrevistadores) Cayambe.
- Villaseca, Y. (2015). *Gestión de residuos sólidos*.
- World Bank Group. (2018). *WHAT A WASTE 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington: Urban Development Series. Obtenido de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>

8. ANEXOS

ANEXO A: Matriz legal aplicable a la investigación.

<p>Constitución de la República del Ecuador (2008).</p>	<p>TÍTULO II: DERECHOS</p> <p>CAPÍTULO II: DERECHOS DEL BUEN VIVIR</p> <p>SECCIÓN SEGUNDA: AMBIENTE SANO</p> <p>Art. 14. - Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay.</p> <p>TÍTULO V: ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO</p> <p>CAPÍTULO IV: RÉGIMEN DE COMPETENCIAS.</p> <p>Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:</p> <p>4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.</p>
<p>Código Orgánico Del Ambiente (2017).</p>	<p>TÍTULO V: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS</p> <p>CAPITULO I: DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>Art. del 224 al 227. Donde se presenta el objeto, las políticas, la jerarquización y prohibiciones de la gestión de residuos sólidos.</p> <p>CAPITULO II: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS</p> <p>Art. 228 al 234. Donde menciona que la gestión integrada de residuos será determinada por la Autoridad Ambiental Nacional además de las obligaciones y responsabilidades de los actores públicos y privados.</p>
<p>Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización (2010).</p>	<p>TÍTULO I: PRINCIPIOS GENERALES</p> <p>Art. 4.- Fines de los gobiernos autónomos descentralizados. - Dentro de sus respectivas circunscripciones territoriales son fines de los gobiernos autónomos descentralizados:</p> <p>d) La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de medio ambiente sostenible y sustentable.</p> <p>TÍTULO III: GOBIERNOS AUTONOMOS DESCENTRALIZADOS</p> <p>Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:</p>

	<p>d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales,</p> <p>manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley</p>
Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (2004).	<p>CAPÍTULO III: DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS</p> <p>Art. 14.- Las personas naturales o jurídicas que utilicen desechos sólidos o basuras, deberán hacerlo con sujeción a las regulaciones que al efecto se dictará. En caso de contar con sistemas de tratamiento privado o industrializado, requerirán la aprobación de los respectivos proyectos e instalaciones, por parte de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia.</p>
Ley de Gestión Ambiental (2004).	<p>TÍTULO I: AMBITO Y PRINCIPIOS DE LA GESTION AMBIENTAL</p> <p>Art. 2. - La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales</p>
Acuerdo Ministerial 061; Del Libro Vi Del Texto Unificado De Legislación Secundaria (2015).	<p>Capítulo VI: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS, Y DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES</p> <p>Art. 47 Prioridad Nacional. - El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional y como tal, de interés público y sometido a la tutela Estatal, la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos y desechos peligrosos y/o especiales. El interés público y la tutela estatal sobre la materia implican la asignación de la rectoría y la tutela a favor de la Autoridad Ambiental Nacional.</p>
Ordenanza Para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Cayambe (2017)	<p>CAPITULO I: GENERALIDADES Y COMPETENCIA</p> <p>Art. 1 al 7.- Donde se contempla las competencias y responsabilidades que tienen las diferentes instituciones tanto públicas y privadas, además que todas las personas que generan residuos para un manejo integrado en la gestión de residuos, y que la responsabilidad absoluta de normar los procesos de recolección, tratamiento y disposición final es el GADIP del Municipio de Cayambe.</p> <p>CAPÍTULO II: OBJETIVOS Y MOTIVACIÓN</p> <p>Art. 8.- El objetivo de la presente Ordenanza es normar la gestión integral de los residuos sólidos.</p> <p>Y para ello menciona el sistema de barrido, nuevas alternativas de recolección, participación activa de la ciudadanía, gestión de los desechos peligrosos que se aplicara a absolutamente todos los establecimientos que los generen y su disposición final</p> <p>CAPÍTULO III: DEL SERVICIO ORDINARIO Y DE LOS ESPECIALES DE ASEO.</p> <p>Art. 9 al 10.- Menciona al servicio ordinario que incluye al sector domiciliario, institucional, residuos no peligrosos de hospitales,</p>

residuos de la vía pública; y a los no ordinarios conformados por el sector comercial, chatarra y escombros, y los residuos peligrosos.

CAPÍTULO IV.- DEL BARRIDO Y RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS COMUNES

Art. 11 al 21.- Donde menciona que es responsabilidad de todos los ciudadanos mantener limpio el frente de sus domicilios y respetar los horarios de recolección, además de la utilización de tachos diferenciados, además que propone que, para los sectores rurales del cantón, la Dirección de Gestión Ambiental implementará un modelo de gestión para el sitio de acuerdo a su realidad.

CAPÍTULO V: DE LA GESTIÓN DE DESECHOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

Art. 22 al 37.- Establece que tanto los establecimientos públicos y privados deben regularizarse ante la Autoridad Ambiental, y debe cumplir el PMA y el Plan Anual de Gestión de Desechos y de Bioseguridad interna. Además, que el plan de Desechos debe contemplar un Plan de Contingencias, así como su personal debe conocer dicho plan. El comité Cantonal de Manejo de Desechos Infecciosos establecerá incentivos y sanciones para fomentar el manejo adecuado de los desechos infecciosos, también menciona 3 clasificaciones que deben seguir los centros de salud, como desechos comunes, infecciosos y especiales. Y finalmente destaca que los residuos deben ser separados en el origen de acuerdo a las disposiciones del CAPÍTULO IV, para que se pueda realizar la recolección diferenciada.

CAPÍTULO VI: DE LOS ESCOMBROS, TIERRA Y CHATARRA

Art. 38 al 45.- Menciona que las personas generadoras de chatarra o escombros deberán ser responsables y obtener el permiso correspondiente por la EMAPAAC-EP además que esta entidad se encarga de autorizar e informar los sitios de disposición final, así como las empresas que presten los servicios de transporte de tierra o escombros. Además, que estos residuos no deben estar mezclados y la Comisaria de Construcciones notificara el tiempo límite de permanencia de escombros en la vía pública

CAPÍTULO VII: DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS ESPECIALES, INDUSTRIALES Y PELIGROSOS

Art. 46 al 58.- todos los productores de desechos peligrosos son responsables de su tratamiento y disposición final otorgando dichos desechos a gestores calificados ante la Autoridad ambiental, además que deberá comunicar a la Dirección de Gestión Ambiental los procedimientos de manejo y disposición final de sus residuos en función de la regulación aplicable, caso contrario deberá sujetarse a las sanciones respectivas según la ley.

CAPÍTULO VIII: DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS

Art. 59 al 65.- La disposición final de los desechos garantizará un manejo técnico para prevenir la contaminación de los recursos naturales y los riesgos para la salud humana, el manejo de la celda de desechos infecciosos deberá manejarse con el manual de operaciones y las normas establecidas por la Jefatura de Saneamiento y Sostenibilidad Ambiental. Los residuos no peligrosos deberán

disponerse en rellenos sanitarios manejados técnicamente, y con su licencia respectiva; se presentan todos los requerimientos del relleno sanitario en el Art. 65, caso contrario serán sancionados. En cuanto a las iniciativas comunitarias para el aprovechamiento y/o procesamiento de los residuos deben ser aprobadas por la EMAPAAC-EP.

CAPÍTULO IX: DE LAS TASAS Y COBROS

Art. 66 al 74.- las tarifas a cancelarse por la tasa de servicio de recolección, aseo de calles, transporte de residuos y su disposición final, se calculará sobre el monto mensual que cada usuario/a deba satisfacer por consumo de energía eléctrica facturado por EMELNORTE S.A, las personas que produzcan aglomeración de personas, junto con el permiso de ocupación de la vía pública pagaran la tasa del 20 % del total del permiso. Mientras que las personas que produzcan escombros deberán pagar el 3% del SBU por cada volqueta de 5m³, mientras que pagará el 4% del SBU por cada volqueta de 8 m³, que depositen en lugares autorizados de disposición final. Finalmente otorga a EMAPAAC-EP, la venta de compost a 2,50 USD por quintal, la venta de subproductos, los valores correspondientes deberán cancelarse en las ventanillas de EMAPAAC-EP, para la correspondiente emisión del comprobante.

CAPÍTULO X: DEL CONTROL, ESTÍMULO, CONTRAVENCIONES Y SANCIONES

Art. 75 al 83.- En este capítulo se presentan todas las sanciones que pueden darse por realizar contravenciones clasificadas en 5 clases con sus respectivas sanciones que van desde el 5% al 150% de un SBU además de la reincidencia.

Muy buena

Porque _____

12. ¿Existen basurales por su casa? Sí _____ No _____

¿De qué tipo?

Quebradas	
Terrenos Baldíos	
Otro. Cuál?	

13. ¿Separa de alguna forma la basura? Sí _____ No _____

¿Qué tipo de residuos Ud. clasifica?

Cristal	
Pilas	
Papel y cartón	
Materia orgánica	
Plástico y metal	
Medicamentos	
Otros	

14. ¿Si clasifica la basura como utiliza los residuos generados?

Los quema	
Los utiliza como alimento para animales	
Los vuelve a utilizar	
Los utiliza como abono para sus cultivos	

15. ¿Cuántas fundas o empaques desecha diariamente en su hogar al realizar sus compras?

0 - 3 fundas	
4 - 6 fundas	
7 - 9 fundas	
10 o más fundas	

16. ¿Qué tratamiento cree Ud. que se debería dar a los desechos orgánicos domésticos?

Separar la basura en la casa	
Tratarlos para obtener otros materiales como abonos	
Depositarlos en botaderos fuera de las ciudades	
Incinerarlos	

17. ¿Estaría Ud. dispuesto a clasificar los desechos mediante un adecuado asesoramiento?

Si	
No	

¡Gracias por su colaboración!

ANEXO C: Registro de los pesos de las muestras de residuos domiciliarios.

No	Jefe de hogar	N°. Hab.	Mie	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom	Lun.	Mar.	Mie.	Promedio	Promedio
			13-mar	14-mar	15-mar	16-mar	17-mar	18-mar	19-mar	20-mar	kg/día	kg/hab*día
1	María Andrea Guacán Cachipuendo	3	-	0,72	2,69	2,07	0,41	0,39	1,87	0,54	1,241	0,410
2	Bertha Cecilia Conlago	13	-	2,80	1,37	0,26	0,65	1,04	0,17	0,99	1,041	0,080
3	Ángela Marlene Ulcuango Conlago	8	-	0,95	0,61	0,92	0,76	0,75	0,91	0,59	0,783	0,100
4	Carmen Amelia Farinango Lema	6	-	0,13	0,07	0,16	0,64	0,21	0,12	0,06	0,198	0,030
5	Lilian Lucrecia Gualavisi Conlago	6	-	0,26	0,58	0,24	1,03	1,03	1,51	1,79	0,918	0,150
6	Julia Cecilia Ulcuango Lara	5	-	0,41	0,81	1,35	0,60	1,09	1,23	0,76	0,894	0,180
7	José German Conlago Ulcuango	5	-	0,54	0,31	0,37	0,19	0,49	0,27	0,55	0,388	0,080
8	Georgina Matilde Ulcuango	7	-	2,01	1,27	1,77	0,61	3,08	2,36	2,37	1,924	0,270
9	Mónica Maribel Gualavisi Conlago	9	-	3,25	6,20	1,99	1,75	2,31	1,74	2,45	2,814	0,310
10	Hugo Marcelo Imbaquingo Farinango	3	-	0,77	1,17	0,44	1,04	0,54	0,88	1,22	0,867	0,290
11	Darwin Iván Conlago Guajan	6	-	0,91	0,22	0,47	0,68	0,13	0,25	0,00	0,379	0,060
12	Vinicio Carlos Conlago Ulcuango	4	-	0,46	0,26	1,25	0,38	0,25	0,57	0,25	0,488	0,120
13	Rosario Lara	6	-	2,50	1,72	2,03	0,87	1,77	0,63	1,71	1,602	0,270
14	Rosa Carlota Conlago Chancosi	2	-	0,61	0,32	0,45	1,13	0,11	0,03	0,05	0,387	0,190
15	Wilma Maritza Conlago Gualavisi	4	-	1,26	0,60	0,64	1,10	0,75	0,12	0,37	0,691	0,170
16	Luis Javier Túqueres Conlago	3	-	0,31	0,11	0,27	1,18	0,22	0,09	0,15	0,331	0,110
17	Edison Armando Tuqueres Conlago	4	-	0,50	0,17	0,06	0,45	0,04	0,47	0,07	0,253	0,060
18	Fanny Cecilia Cacuango	7	-	1,57	0,83	0,17	1,91	0,27	1,30	1,25	1,042	0,150
19	Ligia Tamara Conlago Quishpe	5	-	0,65	0,40	0,00	1,36	0,36	0,00	1,05	0,547	0,110
20	María Luisa Conlago Ulcuango	1	-	2,06	0,16	0,20	2,70	3,03	3,82	2,50	2,067	2,070
21	Pedro Ulcuango Conlago	3	-	0,60	0,31	0,48	0,20	0,28	0,48	0,21	0,368	0,120
22	Raúl Leonel Guajan	3	-	0,00	3,86	0,00	0,28	2,83	1,02	0,71	1,243	0,410
23	Hilda Fabiola Tuqueres Quishpe	3	-	1,04	0,19	0,20	0,17	0,10	0,26	0,00	0,279	0,090
24	Laura Beatriz Conlago Ulcuango	2	-	0,55	0,30	0,31	0,39	0,45	0,76	0,68	0,492	0,250
25	Segundo Eriberto Conlago	4	-	0,14	0,07	0,16	1,10	1,03	0,10	0,12	0,389	0,100
26	Ana Beatriz Ulcuango	5	-	0,28	0,12	0,25	0,32	0,34	0,15	0,15	0,229	0,050
27	Mónica Pilar Imbaquingo Conlago	4	-	0,26	0,03	0,18	0,59	0,29	0,45	0,50	0,328	0,080
28	Digna Margoth Guajan Imbaquingo	5	-	0,66	2,18	1,75	2,75	2,68	0,57	1,78	1,768	0,350
29	Edison Eduardo Laas Chila	6	-	0,91	1,00	1,85	1,20	1,09	1,20	2,09	1,333	0,220
30	Laudy Consuelo Lema Conlago	3	-	0,36	0,94	0,49	0,61	0,40	0,36	0,43	0,511	0,170

31	David Gualavisi Guajan	3	-	0,78	0,36	0,78	0,00	0,57	0,66	0,44	0,512	0,170
32	Luis Alberto Gualavisi	4	-	0,68	0,52	6,12	0,33	3,74	1,47	2,04	2,128	0,530
33	Enma María Lara Pila	4	-	2,54	1,45	0,88	0,00	1,88	0,87	0,47	1,155	0,290
34	Segundo Miguel Gualavisi Tutillo	10	-	0,29	0,40	0,40	0,33	0,30	0,45	0,67	0,405	0,040
35	Mario Ruffino Imbaquingo Farinango	4	-	0,00	0,46	0,00	0,42	0,56	1,69	0,00	0,447	0,110
36	Cruz Matilde Gualavisi Conlago	9	-	0,18	0,34	0,38	0,66	0,23	0,22	0,29	0,330	0,040
37	Eloy Albacura Alba	4	-	0,62	3,76	0,82	0,46	1,22	0,64	0,89	1,201	0,300
38	María Jesús Cacuango	6	-	0,73	1,90	0,00	0,12	0,81	1,00	0,95	0,786	0,130
39	Vicky Viviana Conlago Gualema	4	-	0,20	0,52	1,84	1,15	0,21	1,07	0,03	0,718	0,180
40	Ofelina Tito Catucuamba	6	-	1,28	0,26	0,82	0,55	1,06	0,59	2,43	0,997	0,170
41	José Vicente Gualavisi Tutillo	6	-	2,13	2,56	0,51	1,50	0,95	1,36	0,78	1,396	0,230
42	Luis Alfredo Gualavisi Conlago	3	-	6,00	1,96	0,12	7,00	2,73	0,00	1,40	2,744	0,910
43	María Edelina Guatemal Pillajo	6	-	0,14	0,20	0,46	0,33	0,93	1,69	0,61	0,624	0,100
44	María Guadalupe Ulcuango Conlago	7	-	2,17	1,84	4,40	1,67	1,61	2,15	20,1 4	4,852	0,690
45	Sonia Esmeralda Ulcuango Conlago	5	-	0,62	0,17	0,20	0,19	0,19	1,13	0,33	0,403	0,080
46	Santiago Patricio Conlago Guacan	4	-	0,88	1,10	1,82	0,14	0,01	3,36	0,31	1,090	0,270
47	Vinicio Catucuamba Lechon	6	-	0,00	1,63	0,54	0,21	0,14	2,38	0,62	0,786	0,130
48	Eliana Victoria Achiña Farinango	3	-	0,53	0,37	0,21	0,29	0,69	0,57	0,10	0,394	0,130
49	Carlos Imbaquingo	9	-	2,07	0,16	0,11	0,40	0,14	0,13	0,23	0,461	0,050
50	Luis Antaño Farinango Guajan	6	-	1,51	1,00	0,93	1,30	0,69	0,57	0,17	0,881	0,150
51	Carlos Vicente Guacan Cachipuendo	7	-	2,07	2,36	1,80	0,00	0,54	1,84	2,20	1,543	0,220
52	Wilmer Andrés Paspues Guerrero	3	-	3,25	0,00	2,15	0,00	1,90	0,00	0,82	1,160	0,390
53	Miguel Ángel Conlago Tandayame	2	-	1,02	0,31	0,52	0,86	0,77	0,62	0,12	0,601	0,300
54	María Luisa Cuzco Toapanta	3	-	0,84	0,36	1,26	0,27	0,82	0,00	1,27	0,688	0,230
55	Roberto Conlago	5	-	1,17	0,67	0,21	0,43	0,36	0,24	0,43	0,499	0,100
56	Mayra Teresa Villarreal Méndez	4	-	0,70	0,61	0,19	1,29	0,96	1,42	0,69	0,837	0,210
57	Luz Mila Tulchan	8	-	3,72	0,12	3,39	1,30	0,57	0,12	0,49	1,387	0,170
58	José Nolberto Farinango	4	-	0,63	0,56	1,24	1,14	1,14	0,52	0,92	0,878	0,220
59	María Aida Ulcuango	6	-	0,82	0,84	1,35	1,57	1,03	1,06	0,84	1,072	0,180
60	Rolly German Conlago Lara	1	-	0,12	0,13	0,52	0,05	0,06	0,24	0,25	0,194	0,190
61	Narciza de Jesús Requelme	4	-	0,61	0,53	0,25	0,45	1,21	0,94	0,36	0,621	0,160
62	Charles Cachipuendo	4	-	1,38	1,40	2,05	2,51	1,25	0,11	1,13	1,404	0,350

ANEXO D: Resultados de la caracterización en pesos y porcentajes.

DIAS	Peso en Kilogramos (kg)								
Materiales	Mie.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mie.	Promedio
Materia orgánica	-	18,58	17,59	15,22	9,83	12,98	13,12	7,53	13,55
Plástico	-	2,67	1,17	2,87	4,27	1,58	1,86	1,93	2,34
Otros(tierra, caucho, cuero, etc.)	-	0,78	1,17	1,86	0,73	1,41	1,23	0,50	1,10
Papel y cartón	-	0,85	0,96	0,79	1,19	1,07	1,39	1,07	1,05
Vidrios	-	0,55	0,00	0,34	1,21	0,88	1,32	0,97	0,75
Metales	-	0,58	0,19	0,21	0,32	0,13	0,42	0,06	0,27
Madera y follaje	-	0,89	0,04	0,34	0,01	0,01	0,02	0,00	0,19
Total	-	24,90	21,13	21,64	17,56	18,06	19,37	12,06	19,25

DIAS	Porcentaje en (%)								
Materiales	Mie.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mie.	Promedio
Materia orgánica	-	74,62	83,26	70,35	55,95	71,87	67,75	62,43	69,46
Plástico	-	10,71	5,56	13,28	24,32	8,75	9,60	15,99	12,60
Papel y cartón	-	3,43	4,56	3,65	6,77	5,95	7,17	8,87	5,77
Otros(tierra, caucho, cuero, etc.)	-	3,14	5,53	8,60	4,17	7,80	6,37	4,16	5,68
Vidrios	-	2,21	0,00	1,57	6,91	4,87	6,82	8,05	4,35
Metales	-	2,33	0,91	0,98	1,82	0,72	2,18	0,50	1,35
Madera y follaje	-	3,57	0,19	1,57	0,06	0,04	0,11	0,00	0,79
Total	-	100							

ANEXO E: Pesos específicos diarios durante 7 días.

Peso Específico (kg/m ³)							
Días	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mie.
Repeticiones							
1	128,82	91,18	90,14	94,18	89,64	111,77	100,86
2	68,14	116,27	125,82	46,09	64,55	136,45	124,91
3	133,64	106,05	105,41	87,55	105,36	96,82	122,41
4	84,55	105,45	111,64	63,09	78,73	116,68	79,82
5	118,27	105,00	138,91	105,45	90,95	90,09	129,59
6	109,32	135,23	126,55	62,50	109,00	105,14	140,14
7	134,68	118,68	131,86	85,45	81,77	101,00	111,59
8	91,00	111,27	93,23	57,50	128,55	80,18	91,55
9	81,36	111,36	137,36	63,95	99,59	88,18	129,32
10	101,82	145,00	116,77	102,91	95,55	125,50	134,82
Promedio	105,16	114,55	117,77	76,87	94,37	105,18	116,50

ANEXO F: Resultados de los análisis enviados al laboratorio de la Facultad
De Ciencias Químicas de la Universidad Central Del Ecuador.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 38186
ORDEN DE TRABAJO No. 60916

SOLICITADO POR:	VALLADARES LÓPEZ KEVIN ISMAEL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SOLANDA
MUESTRA DE:	RESIDUOS ORGÁNICOS
DESCRIPCIÓN:	RESIDUOS ORGÁNICOS
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	21/03/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	14H45
FECHA DE ANÁLISIS:	26/03/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	03/04/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	SÓLIDO
CONTENIDO:	1Kg
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento de bacterias aerobias	ufc/g	4.6X10 ⁸	RECuento en placa
RECuento de coliformes	ufc/g	1.3X10 ⁷	RECuento en placa
TOTALES			
<i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/g	8.8X10 ⁵	RECuento en placa
RECuento de mohos	ufc/g	5.6X10 ⁵	RECuento en placa
RECuento de levaduras	ufc/g	1.4X10 ⁹	RECuento en placa

DATOS ADICIONALES:
ufc/g Unidad formadora de colonias por gramo




B.F. MAGALY-CHASI - MSc.
JEFE DE AREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
 INFORME DE RESULTADOS

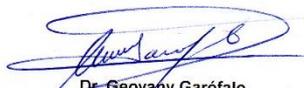
INF. LAB. ALI- 27102
 ORDEN DE TRABAJO No. 60917

SOLICITADO POR:	VALLADARES LOPEZ KEVIN ISMAEL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SOLANDA
MUESTRA DE:	RESIDUOS SOLIDOS
DESCRIPCIÓN:	RESIDUOS SOLIDOS
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	21/03/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	14:45
FECHA DE ANÁLISIS:	26-28/03/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	29/03/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido:	1 Kg
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Cenizas	%	2.92	MAL-02/ AOAC 923.03




 Dr. Geovany Garófalo
 JEFE AREA DE ALIMENTOS



RAL-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
 Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
 LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
 INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 48883
 ORDEN DE TRABAJO No. 60918

SOLICITADO POR:	VALLADEARES LOPEZ KEVIN ISMAEL		
DIRECCION DEL CLIENTE:	SOLANDA		
MUESTRA DE:	RESIDUOS		
DESCRIPCIÓN:	RESIDUOS SOLIDOS		
FECHA DE RECEPCIÓN:	21/3/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	14H45
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 21/03/2019 AL 30/04/2019		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	30/4/2019		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	CARACTERÍSTICO	ESTADO:	SOLIDO
		CONTENIDO:	1 Kg
OBDEERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
* AZUFRE TOTAL	mg/Kg	1332,5	OXIDACION CON HClO4 Y TURBIDIMETRICO HACH	-
* HUMEDAD	%	75	EPA 1310 A	-
* MATERIA ORGANICA	%	40,4	METODO DE WALKLEY	-
* NITROGENO TOTAL KJELDAHL	mg/Kg	4382	KJELDAHL	-
* PODER CALORICO	BTU/lb	6349,16	METODO DINAMICO	-



B.F. ALICIA CEPA
 JEFE DE AREA DE AMBIENTAL

RAM-4.1.04

1 / 1



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
 Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

ANEXO G: Pesos de los residuos comerciales tomados durante 7 días.

No.	Nombre	Trabajadores	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mie.	Promedio	Promedio
										kg*Día	kg/hab*día
1	Tienda1	1	0,514	0,298	0,31	0,905	0,159	0,147	0,298	0,353	0,350
2	Tienda 2	1	0,269	0,087	0,596	0,352	0,487	0,187	0,014	0,287	0,290
3	Tienda 3	1	0,245	0,347	0,419	0,175	0,157	0,298	0,148	0,257	0,260
4	Tienda 4	1	1,025	2,487	1,179	1,165	0,987	1,687	0,954	1,410	1,410
5	Tienda 5	1	0,345	0,145	0,316	0,478	0,258	0,148	0,239	0,264	0,260
6	Tienda 6	1	0,157	0,158	0,125	0,085	0,157	0,369	0,314	0,201	0,200
7	Tienda 7	1	0,424	0,769	0,527	0,418	0,447	0,635	0,357	0,526	0,530
8	Tienda 8	1	0,487	0,215	0,389	0,125	0,469	0,347	0,298	0,307	0,310
9	Tienda 9	1	1,268	0,785	0,829	0,799	0,485	1,698	1,58	1,029	1,030
10	Tienda 10	1	0,553	0,69	0,757	0,678	0,455	0,745	0,523	0,641	0,640

ANEXO H: Tríptico entregable a los jefes de hogar de casas muestreadas

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO</p> <p style="text-align: center;">CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL</p> <p style="text-align: center;">PLAN DE TRABAJO EXPERIMENTAL</p> <p style="text-align: center;">TEMA: ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA COMUNIDAD DE PAQUIESTANCIA - CANTÓN CAYAMBE</p> <p style="text-align: center;">Línea de investigación: Ecología, Recursos Naturales y Gestión Ambiental</p> <p style="text-align: center;">JEFFERSON WLADIMIR PANTOJA VACA KEVIN ISMAEL VALLADRES LÓPEZ</p> <p style="text-align: center;">TUTOR: DIANA ELIZABETH GARCIA TUMIPAMBA</p> <p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: center;">Quito, 2019</p>	<p style="text-align: center;">Indicaciones a seguir por parte de las casas seleccionadas para el muestreo.</p> <ul style="list-style-type: none">• Se les pasar a recoger la basura por parte de los tesistas UNA SEMANA COMPLETA.• Los señores dueños de casa deberán sacar la basura normalmente durante esta semana.• En el caso que los propietarios tengan que salir de sus viviendas dejar la funda de basura en lugar visible y accesible para que los tesistas pasen recogiendo basura.• Dentro de la funda de basura solo debe estar separado en otra funda los papeles utilizados en el baño.• En el caso de tener mascotas las heces de las mascotas también deberán estar en una funda aparte. <p style="text-align: center;">Con tu apoyo y ayuda, Paquiestancia será una comunidad limpia de residuos sólidos, así disfrutaremos de una mejor</p>	<p style="text-align: center;">calidad de vida y viviremos en armonía con el ambiente</p> <p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: center;"> </p>
---	--	--

ANEXO I: Sticker para identificación de las viviendas muestreadas.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS AÑO 2019

CÓDIGO DEL MEDIDOR

LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM


Centro de Turismo Comunitario
Paquiestancia
compartiendo lo nuestro


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR