



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS  
EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST MEDIANTE LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO  
AMIGABLE CON EL AMBIENTE  
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la  
obtención del título de  
**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR  
AGUILAR CAMBA MIGUEL ANGEL**

**TUTOR  
ING. ARCOS JÁCOME DIEGO**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2020**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, DIEGO ARCOS JÁCOME, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: “APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO AMIGABLE CON EL AMBIENTE” realizado por el estudiante AGUILAR CAMBA MIGUEL ANGEL; con cédula de identidad N°1314448786 de la carrera Ingeniería Ambiental, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Diego Arcos Jácome MSc.  
Tutor de Tesis

Guayaquil, 03 de enero del 2020



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO AMIGABLE CON EL AMBIENTE”, realizado por el estudiante AGUILAR CAMBA MIGUEL ANGEL, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

BLGO. ARIZAGA GAMBOA RAÚL, M.Sc.  
**PRESIDENTE**

---

PhD. MOLLEDA MARTINEZ PATRICIA  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

ING. ARCOS JÁCOME DIEGO, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

PhD. MENDOZA SEGOVIA IVÁN  
**EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 03 de enero del 2020

### **Dedicatoria**

A mis padres quienes supieron guiarme por el buen camino, por darme fuerzas para seguir adelante a pesar de mis tropiezos y no desmayar en cada adversidad que se presentan, enseñándome a enfrentar los problemas desde el comienzo sin decaer en el intento. A mis amigos, quienes por ellos soy lo que soy. Para mi familia y amigos, por sus apoyos, consejos, comprensión, tiempo, dedicación, amor.

## **Agradecimiento**

Primer lugar, agradecer a mis Padres, por su incondicional, porque son la pieza fundamental en mi vida y son ellos por quienes me esforzare en ser mejor cada día, y gracias a sus consejos y enseñanzas las cuales me hicieron un mejor hijo. Gracias a mis amigos, por apoyarme y por ser ejemplo de perseverancia y superación. Quiero agradecer al Ing. Diego Arcos, por sus enseñanzas, apoyo, paciencia, y por brindarme sus conocimientos para el adecuado desarrollo de este Proyecto de Tesis. Agradezco a la Universidad Agraria el Ecuador y a cada uno de sus docentes por brindarme los conocimientos necesarios para poder desarrollarme como profesional en este largo camino.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo Aguilar Camba Miguel Ángel en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO AMIGABLE CON EL AMBIENTE.” para optar el título de Ingeniero Ambiental, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, enero 03 del 2020

AGUILAR CAMBA MIGUEL ÁNGEL  
C.I. 1314448786

## Índice general

<b>PORTADA.....</b>	<b>1</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>2</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>5</b>
<b>Autorización de Autoría Intelectual .....</b>	<b>6</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>10</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>11</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>12</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>13</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Antecedentes del problema.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Planteamiento y formulación del problema .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Justificación de la investigación .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 Delimitación de la investigación .....</b>	<b>17</b>
<b>1.5 Objetivo general .....</b>	<b>17</b>
<b>1.6 Objetivos específicos.....</b>	<b>17</b>
<b>2. Marco teórico .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Estado del arte.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Bases teóricas .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.1 Generación de residuos en el Ecuador .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2 Residuos .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.3 Residuos orgánicos .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.4 Desechos .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.5 Mecanismos para la obtención del compost .....</b>	<b>22</b>

<b>2.2.5.1 Trituradora .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.6 Molienda.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.7 Compostajes.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.8 Etapas del compost.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.9Tipos de compostajes.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.8.1 Bocashi.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.8.2 Compost de lombrices .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.8.3 Avi-compost.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.8.4 Abono verde.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.10 Macro y micronutrientes.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.10.1 Nitrógeno .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.12 Humedad .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3 Marco legal.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.1 Constitución del Ecuador .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.2 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.3 Código Orgánico Ambiental .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Enfoque de la investigación .....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.1 Tipo de investigación.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.2 Diseño de investigación .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2 Metodología .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.1 Variables .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.2 Tratamientos.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.3 Diseño experimental .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.4 Recolección de datos.....</b>	<b>33</b>

<b>3.2.5 Análisis estadístico .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 Clasificación de los residuos sólidos generados en el mercado municipal del cantón Paján .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.1 Distribución de locales .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.2 Capacitaciones realizadas.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.3 Desechos generados .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.4 Implementación de un sistema mecánico amigable con el ambiente para la obtención de compost a partir de los desechos orgánicos.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1.5 Diseño y construcción del sistema mecánico de trituradora.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.6 Costos de construcción.....</b>	<b>44</b>
<b>4.2 Caracterización de macro nutrientes y micronutrientes a los tratamientos en estudios para proponer las características de un producto óptimo para ser utilizado en la agricultura ecológica .....</b>	<b>44</b>
<b>4.3 Comprobación de la eficiencia del compostaje en un cultivo de Cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>) en la zona de estudio para evaluar su eficiencia .....</b>	<b>47</b>
<b>5. Discusión .....</b>	<b>49</b>
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>53</b>
<b>7. Recomendaciones.....</b>	<b>54</b>
<b>8. Bibliografía.....</b>	<b>55</b>
<b>9. Anexos .....</b>	<b>62</b>
<b>9.1 Anexo1: Resultados de análisis de laboratorio.....</b>	<b>62</b>
<b>9.2 Anexo 2: Registro fotográfico .....</b>	<b>65</b>

**Índice de tablas**

Tabla 1. Tiempo de degradación de los residuos a evaluar .....	33
Tabla 2. Parámetros a evaluar en los tratamientos .....	33
Tabla 3. Distribución de locales.....	35
Tabla 4. Número de capacitaciones realizadas.....	36
Tabla 5. Clasificación de residuos sólidos.....	36
Tabla 6. Cuantificación promedio de los desechos comunes generados.....	37
Tabla 7. Resultados de la caracterización de residuos sólidos (R.S) del mes de septiembre.....	38
Tabla 8. Resultados de la caracterización de residuos sólidos (R.S) durante el mes de octubre .....	39
Tabla 9. Resultados de la caracterización de residuos durante el mes noviembre .....	40
Tabla 10. Cuantificación por punto de monitoreo durante el mes de septiembre.	41
Tabla 11. Cuantificación por punto de monitoreo durante el mes de octubre .....	41
Tabla 12. Cuantificación por punto de monitoreo durante del mes de noviembre	42
Tabla 13. Eficiencia del compost.....	47

## Índice de figuras

Figura 1. Producción mensual de desechos generados.....	37
Figura 2. Resultados de la caracterización del tipo de residuos generados durante el mes de septiembre .....	38
Figura 3. Resultados de la caracterización del tipo de residuos realizados durante el mes de octubre.....	39
Figura 4. Resultados de la caracterización del tipo de residuos durante el mes de noviembre.....	40
Figura 10. Resultados de laboratorio (portada) .....	62
Figura 16. Proceso de pesado de desechos .....	66

## Resumen

La agricultura es históricamente, una de las principales bases de la economía en muchos países, a partir de ella se forman las materias primas que consumen las grandes empresas y sus habitantes en general, debido a esto y a las grandes demandas actuales es necesario realizar las actividades agronómicas de forma rápida y a su vez minimizando los impactos ocasionados en el medio ambiente. En la presente investigación se fabricó un sistema mecánico con el cual se elaboró un compost de una forma que mejora su calidad y optimiza el tiempo de obtención por lo que se realizó una caracterización de residuos durante tres meses (septiembre, octubre y noviembre) en el mercado municipal de Paján con lo cual se obtuvo un alto porcentaje de desechos orgánicos para cada uno de los meses analizados 59.08 Kg, 59 Kg, 55.2 Kg respectivamente; los mismos que pueden ser reutilizados y a su vez generar un ingreso económico a la comunidad. Luego de la producción del material orgánico convertido en compostaje, se realizaron análisis de laboratorio determinando características fisicoquímicas, macro, micronutrientes y materia orgánica con lo que se logró evidenciar que el compost obtenido es el mejor tratamiento para ser utilizado en la germinación del cultivo de cilantro *Coriandrum sativum*.

Palabras clave: ambiente, caracterización, compost, desechos, sistema mecánico.

### **Abstract**

Agriculture is historically, one of the main bases of the economy in many countries, from it the raw materials that consume large companies and their inhabitants in general are formed, due to this and the current great demands it is necessary to carry out the activities Agronomic quickly and in turn minimizing the impacts on the environment. In the present investigation a mechanical system was manufactured with which a compost was elaborated in a way that improves its quality and optimizes the time for obtaining a waste characterization for three months (September, October and November) in the municipal market of Paján with which a high percentage of organic waste was obtained for each of the analyzed months 59.08 Kg, 59 Kg, 55.2 Kg respectively, the same that can be reused and in turn generate an economic income to the community. After the production of the organic material converted into composting, laboratory analyzes were performed determining physicochemical, macro, micronutrient and organic matter characteristics, which showed that the compost obtained is the best treatment to be used in the germination of coriander culture *Coriandrum sativum*.

**Keywords:** characterization, compost, environment, mechanical system, Waste.

## 1. Introducción

Uno de los problemas actuales que enfrenta la humanidad, se debe a la generación de desechos sólidos a nivel mundial, producto del crecimiento poblacional, según un informe publicado por el banco mundial, alrededor del mundo se generan 2.010 millones de toneladas de residuos municipales, de las cuales solo el 33 % de ellos no representan un riesgo para el medio ambiente (Banco Mundial, 2018).

Del total de residuos sólidos generados en América Latina y El Caribe, tan solo el 2,2 % de éstos son aprovechables de los cuales se recupera, el 1,9 % de dichos materiales reusados, los cuales corresponden a los inorgánicos y tan solo el 0,3 % a orgánicos, una de las prácticas más común para aprovechar estos residuos, es el abono obtenido de residuos de restos vegetales a través de un proceso biológico denominado compostaje (Sáez, 2014).

En Ecuador se genera un promedio semanal de 58.829 toneladas de residuos de las cuales mensualmente se recuperan toneladas. El 53,9% corresponde a materiales orgánicos (2.580,39 ton/mes), el 24,4 % restante corresponde a cartón y papel (1.168,55 ton/mes), el 10,9% a plástico (520,85 ton/mes), el 6,5% a metales y chatarra (309,75 ton/mes) y el 4,4% a vidrio (208,8 ton/mes) (Solíz, 2015).

Generalmente los desechos orgánicos como las frutas y restos de hortalizas tienen un promedio de degradación de 6 meses, el papel y cartón 1 año, la madera 5 años por lo que, con lo expuesto anteriormente, los residuos provenientes de materiales orgánicos son los de menor tiempo en degradarse (Muñoz, 2018).

Con base a la cantidad de residuos orgánicos generados en el Ecuador, el presente proyecto tiene como objetivo principal proponer e implementar un sistema mecánico mediante la adaptación de pedales que permita la trituración de los

residuos orgánicos facilitando la descomposición de los mismos y permitiendo ser utilizados para la elaboración de compostaje.

### **1.1 Antecedentes del problema**

Algunos países desarrollados tales como Gran Bretaña y los países europeos tales como Alemania tienen un servicio óptimo de recolección de sus residuos sólidos, y más de la tercera parte de ellos son recuperados a través del reciclaje y el abono, por lo tanto, tan solo el 13.5 % de los residuos son reciclados y el 5.5 % son empleados para compostaje (Kasa, 2018).

Una de las maneras más prácticas de aprovechar los residuos orgánicos es a través del reciclaje, como la elaboración de compost o abonos a consecuencia de la cantidad de materia orgánica de origen animal o vegetal las cuales de esta manera regresan al suelo aportando nutrientes después de un proceso de descomposición en el que participan microorganismos como: bacterias, hongos y nematodos, entre otros (Román, Martínez, y Pantoja, 2013).

Para obtener un buen compost se debe utilizar una gran variedad de residuos orgánicos. Para que la degradación realizada por los microorganismos presente en este compost sea más rápida, es necesario que los residuos estén lo más triturado posibles lo cual se puede conseguir mediante el uso de instrumentos de corte como tijeras de podar o también a través de una trituradora eléctrica para jardines (Rodríguez S. , 2009).

### **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

#### ***1.2.1 Planteamiento del problema***

Según Bustos (2013), del total de residuos sólidos generados en instituciones educativas, mercados y casas el 30% corresponden a restos inorgánicos, los cuales pueden generar un ingreso económico del 70%, los residuos restantes

corresponden a los desechos orgánicos que pueden ser empleados para abono, de los cuales se puede elaborar compost, los cuales no son utilizados en el mercado del cantón Paján.

Para elaborar un compost de buena calidad y en poco tiempo, es necesario que los restos se trituren bien, esto se puede realizar mediante la utilización de una desbrozadora o trituradora eléctrica permitiendo acelerar el proceso de descomposición de las bacterias. Así mismo, se debe aprovechar los residuos sólidos orgánicos provenientes de los vegetales urbanos, rurales y domésticos para que sea utilizado en la recuperación de suelos.

### ***1.2.2 Formulación del problema***

Lo expuesto permite formular la siguiente interrogante: ¿Cómo aprovechar los residuos orgánicos para compostaje provenientes del mercado municipal del cantón Paján provincia de Manabí?

### **1.3 Justificación de la investigación**

La disposición no adecuada de los residuos sólidos genera gases de efecto invernadero como metano, bióxido de carbono, monóxido de carbono y dioxanos, entre otros. Existen alternativas para aprovechar de manera eficiente estos desechos desde la generación de biogás hasta la elaboración de abono orgánico, para lo cual se debe emplear la maquinaria necesaria (Hernández, 2015).

Esta investigación propone realizar un diseño e implementación de un sistema mecánico que permita reducir el volumen de los residuos orgánicos generados en el mercado municipal del cantón Paján, mediante la trituración, con el objetivo de aprovecharlos y así transformarlos en compostaje. Lo interesante de este dispositivo es que no necesita ser conectado a la electricidad debido a que es completamente mecánico como ocurre con los convencionales que si necesitan

electricidad para su funcionamiento, sencillamente se utilizaron pedales que con el movimiento genera una energía cinética para el proceso de molienda cuya función es reducir el tamaño de los residuos.

La importancia de esta investigación está relacionada con la cantidad de residuos que se generan en los mercados municipales, los cuales terminan en botaderos a cielo abierto o en rellenos sanitarios, sin darles un aprovechamiento óptimo y sustentable con el medio ambiente, según Eliconsul (2011) en el mercado municipal de Paján del total de residuos generados el 74.60 %, son residuos orgánicos, estos que pueden ser transformados en compostaje para cultivos de la zona.

#### **1.4 Delimitación de la investigación**

**Espacio:** Mercado municipal del cantón Paján

**Tiempo:** Un periodo de 6 meses.

**Población:** Este proyecto benefició a pequeños agricultores aledaños al cantón Paján.

#### **1.5 Objetivo general**

Implementar un sistema mecánico amigable con el ambiente para el aprovechamiento de los desechos orgánicos en la elaboración de compost.

#### **1.6 Objetivos específicos**

- Realizar una clasificación de los residuos sólidos generados en el mercado municipal del cantón Paján.
- Establecer una caracterización de macro y micro nutrientes a los tratamientos en estudios para proponer las características de un producto óptimo para ser utilizado en la agricultura ecológica.

- Comprobar la eficiencia del compostaje obtenido en un cultivo de Cilantro (*Coriandrum sativum*) en la zona de estudio para evaluar su eficiencia.

### **1.7 Hipótesis**

El sistema mecánico amigable con el ambiente permitirá el aprovechamiento de los desechos orgánicos del mercado municipal del cantón Paján en la elaboración del compost.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

Anderson (2016) realizó la construcción de un mecanismo desmenuzador de residuos para compostaje, el diseño consta de unas cuchillas fijas y móviles, esta máquina facilita un adecuado montaje, también intercambiabilidad de sus partes, como resultados la maquina tiene una uniformidad en el tamaño del material triturado de 1 centímetro aproximadamente.

Una investigación realizada por Vargas (2018) menciona que los residuos de origen orgánico presentan una alta posibilidad de ser aprovechados, estos generan un beneficio para el ambiente y la sociedad, reduciendo la contaminación y permitiendo la recuperación de ecosistemas alterados. Las principales alternativas son: producción de compost, bioenergéticos y alimentos para animales.

Según el manual de la Agència de Residuos de Catalunya (2016), los materiales complementarios que mejoran la porosidad o la estructura del residuo destinado para el compostaje se denominan estructurantes. Estos materiales son de origen vegetales con una proporción bastante elevada de componentes leñosos, restos de poda, entre otros materiales. Estos deben ser reducidos a un nivel uniforme mediante la trituración puesto que son importantes porque permiten una mejor fijación del nitrógeno, fosforo, y potasio en los abonos.

Un estudio realizado en la ciudad de Riobamba por Brito et al. (2016) permitieron evaluar los residuos sólidos generados en el Mercado Público Municipal de “San Pedro de Riobamba” de los cuales el 95.59% son residuos orgánicos. Por lo que se realizó un compostaje formando pilas, controlando la temperatura y humedad obteniendo un excelente compost con micro y macro nutrientes esenciales que luego fueron incorporados en parques, jardines, espacios verdes y en agricultura.

En el estudio de Ohsowski, Dunfield, Klironomos, y Hart (2017) se probó la capacidad de restauración de pastizales biochar, el compost y los hongos micorrízicos arbusculares, se investigaron los efectos del tratamiento sobre el crecimiento de ocho especies de plantas de pastizales y la colonización de las raíces de las plantas, se determinó que el tratamiento con mayor cantidad de compost resultó ser el mejor para la restauración de los pastizales.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Generación de residuos en el Ecuador**

En Ecuador se generan alrededor de 11.341 toneladas de residuos diarias, aproximadamente 4'139.512 ton/año, entre los cuales el 61.4% corresponde a los orgánicos, 9.4% a papel y cartón, 11% plástico, 2.6% vidrio, 2.2% chatarra, y el 13.3% restante corresponde a otros tipos de residuos (Castro, 2018).

Existen numerosos proyectos generados como proyectos de generación de energía renovable, Proyecto Clima del Gobierno de España y El NAMA Support Project. Los cuales están registrados, aunque existen otros por implementarse, pero solo quedaron en propuestas. Lo importante es que existen alternativas favorables para el control y prevención de residuos dentro del país (Mora, 2017).

“En el cantón Paján se generan diferentes tipos de residuos entre los cuales el de mayor volumen es el orgánico con un 74,60 %, plástico 7,60 %, cartón y vidrio 8,2 %, metal 1,20 %, otros 1,01 %” (Eliconsul, 2011).

### **2.2.2 Residuos**

Los residuos sólidos son todos aquellos productos o subproductos generados de cualquier actividad humana, los cuales no necesitamos pero que algunas veces pueden ser aprovechados como nueva materia prima, si no son tratados de manera correcta, pueden causar problemas a la salud y al ambiente (Santos, 2016).

Se entiende por residuos sólidos a toda sustancia, que genera un producto o subproductos en estado sólido o semisólido estos a su vez; se clasifican según su origen en: residuos domiciliarios, residuos comerciales, residuos de limpieza de espacios públicos, residuos hospitalarios, residuo industrial, residuos de construcción y residuos agropecuarios (INEI, 2015).

### **2.2.3 Residuos orgánicos**

Los residuos orgánicos desde hace muchos años han sido los abonos tradicionales para la nutrición del suelo y los cultivos, los desechos orgánicos suelen ser muy variados la mayoría se obtienen de actividades relacionadas a la alimentación (Navarro, Moral, Gómez, y Mataix, 1995).

Los residuos orgánicos son aquellos que se descomponen naturalmente, su principal característica es la degradación o desintegración de manera rápida, transformándolo en materia orgánica, estos provienen de hogares, industrias, plantas de tratamiento, la agricultura, la horticultura y la silvicultura, entre otros (Medio ambiente Álora, 2015).

### **2.2.4 Desechos**

Los residuos son todos aquellos materiales que ya no son de utilidad para las personas por lo tanto son desechados, los cuales son de origen doméstico, comercial, industrial, también existen desechos generados en la vía pública causados por la poda de los árboles o plantas, o materiales desechos de la construcción (Rischmagui, 2017).

Según (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, y Gálvez, 2016) la generación de los desechos sólidos empieza por la acumulación de manera temporal, después son recolectados, transportados y por último son transferidos a botaderos o rellenos

sanitarios. Una vez aquí si no se les da un buen manejo para su disposición final se convierten en un gran problema ecológico y ambiental.

### **2.2.5 Mecanismos para la obtención del compost**

Para la obtención del compost no se requiere de una inversión alta debido a que prácticamente se consigue mediante el reciclaje de residuos orgánicos, los cuales son excelentes materia prima de buena calidad; por esta razón existen diversos métodos para la elaboración del compostaje (Viera, 2018).

#### **2.2.5.1 Trituradora**

Las trituradoras son maquinarias que consiste en un cono con movimiento rotatorio excéntrico, que gira dentro de otro fijo, aproximándose y separándose periódicamente, estas máquinas tienen una amplia utilización para reducir el volumen de grandes cantidades de materia orgánica (Arias, 2013).

#### **2.2.6 Molienda**

La molienda es una acción que se realiza utilizando la fuerza mecánica de abrasión entre el material a utilizar y el molino, los movimientos de los molinos permiten reducir el tamaño de los materiales introducidos en su interior, algunos utilizan cuchillas otros rodillos giratorios (Pilatasig y Pozo, 2014).

La molienda es un proceso de la fragmentación industrial, que se caracteriza por el tamaño de salida de los productos que pueden estar entre algunos milímetros (mm) y algunas micras ( $\mu\text{m}$ ). Esta operación reduce el tamaño dándole una forma más regular que los obtenidos en base al proceso de trituración (Blanco, 2016).

#### **2.2.7 Compostajes**

El compostaje es la descomposición de la materia orgánica mediante condiciones de control de la humedad, temperatura y pH. Para lo cual se utilizan residuos orgánicos y estiércol de vaca, oveja, caballo, gallina. Éstos se

descomponen en más o menos un tiempo determinado según la composición química de los materiales utilizados (Matarrese, 2007).

El compostaje se realiza bajo condiciones controladas, de aireación, humedad y temperatura donde se combinan diferentes fases y se transforman los residuos orgánicos degradables en un producto estable e higienizado, aplicable como abono o sustrato (Varela, 2011).

“Los compostajes son considerados también como la opción más común de recuperar material de la fracción orgánica de los residuos sólidos debido a su alta utilidad como abono de los cultivos” (Cesaro, Belgiorno y Guida, 2015).

“Los parámetros importantes a considerar al momento de realizar un compostaje son: características químicas como el carbono orgánico, porosidad, humedad, pH, oxígeno y temperatura del proceso” (Oviedo, Marmolejo y Torres, 2017).

### **2.2.8 Etapas del compost**

Estas etapas se definen en cuatro; i) etapa mesófila, en esta se desarrollan de forma acelerada bacterias y hongos llevando el compost hasta una temperatura de 40 °C y a su vez el pH disminuye; ii) etapa termófila, en esta la temperatura aumenta hasta lograr temperaturas de hasta 75°C; iii) etapa de enfriamiento, en esta la temperatura desciende y por ende los organismos mesófilos disminuye; iv) etapa de maduración, es la fase final del compostaje los parámetros se estabilizan, el indicador es el pH, debido a que si continua ácido es un indicador que el compost aún no está maduro los microorganismos del suelo como los actinomicetos que adquieren especial importancia en la formación con ácidos húmicos (Galindo, Martínez y Estrada, 2015).

## **2.2.9 Tipos de compostajes**

Teniendo en cuenta que el humus es el mecanismo de la tierra usado para la recuperación de nutrientes presentes en un suelo, a través del compostaje se busca obtener una función similar, considerando esto existe una variedad en donde se consideran las necesidades del suelo y el tipo de materia prima empleada; bocashi, compost de lombrices, avi-compost, abono verde, BIOL, entre otros.

### **2.2.8.1 Bocashi**

El bocashi es el resultado de la descomposición en presencia de oxígeno de los residuos orgánicos bajo ciertas temperaturas con el uso de microorganismos provenientes de los mismos residuos (Boudet, 2017). Una vez el abono haya pasado por las etapas de fermentación y maduración estará listo para ser utilizado en los cultivos aportando nutrición al suelo y a su vez fertilización a las plantas (Sarmiento y Amézquita, 2019).

### **2.2.8.2 Compost de lombrices**

Según manifiesta Ochoa (2017), este método es considerado como pasivo en el cual se hace uso de lombrices por lo general se usa la especie roja californiana (*Eisedia foetida*) cuya finalidad es ayudar al suelo a tener mejor permeabilidad, retención de agua y aumenta la actividad microbiana.

### **2.2.8.3 Avi-compost**

El excremento de aves es sometido a varias transformaciones como es la fase mesófila, termófila, enfriamiento y maduración las cuales permiten utilizar el desecho y generar un valor agregado y a su vez minimizar el impacto ambiental que ocasionaría el no realizar esta actividad (Mullo, 2012).

#### **2.2.8.4 Abono verde**

Este tipo de abono es en el que se aplica directamente plantas frescas al suelo de un cultivo, por lo general se usan leguminosas ya que son plantas ricas en fósforo y otros nutrientes que se colecta, y aplica diluido como abono foliar o directamente al suelo (Rivera, 2010).

#### **2.2.8.5 Biol**

Este un tipo de abono de consistencia líquida, por lo general es usado en las hojas de las plantas, se obtiene de residuos orgánicos provenientes de animales y vegetales (Zanabria, 2019). Dentro de los beneficios que produce se destacan el incremento de la capacidad de producción, la mejora de la calidad de las cosechas y se estimula la recuperación pronta de las plantas dañadas después de las heladas y granizadas (Muñoz, 2018).

#### **2.2.10 Macro y micronutrientes**

Los macronutrientes primarios son nitrógeno, fósforo y potasio, y los secundarios son magnesio, azufre y calcio. Los micronutrientes son requeridos en cantidades muy pequeñas, pero generalmente son importantes para el metabolismo vegetal y animal. Éstos son el hierro, el zinc, el manganeso, el boro, el cobre, el molibdeno y el cloro (FAO, 2013).

##### **2.2.10.1 Nitrógeno**

Es uno de los nutrientes claves en la nutrición mineral del suelo, elemento indispensable y esencial para las plantas, el cual puede estar en forma orgánica como: proteínas y compuestos orgánicos, de forma inorgánica como: nitrato o amonio (Román, Martínez, y Pantoja, 2013).

### **2.2.10.2 Fósforo**

Es un macronutriente esencial para el crecimiento de las plantas, y en el suelo se encuentra en forma orgánica e inorgánica, el cual es absorbido por las plantas en forma de fosfatos mono y diácidos, el fósforo es un elemento poco móvil al ser digerido por los vegetales (Gueçaimburu, 2019).

### **2.2.10.3 Potasio**

Es un macronutriente esencial para el desarrollo y crecimiento de las plantas, las cuales necesitan enormes cantidades de este. El potasio en el suelo se encuentra presente de cuatro formas: potasio en solución, potasio intercambiable, potasio mineral y potasio no intercambiable (Siu Rodas, 2018).

### **2.2.11 Potencial de Hidrógeno (pH)**

El pH nos indica el grado de acidez o alcalinidad que tiene el suelo dentro del proceso de compostaje es muy importante controlarlo debido a la acción que ejerce sobre los microorganismos, en general los hongos llegan a tolerar un pH de 5 a 8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia con un pH de 6 a 7.5 (Varela, 2011).

### **2.2.12 Humedad**

Se define como la cantidad de agua contenida en el suelo, los cuales se pueden expresar de varias maneras como; relación de peso (gravimétrica), relación de volumen (volumétrica) o con relación al volumen de poros ocupados por agua (grado de saturación) (Ecured, 2018).

## 2.3 Marco legal

### 2.3.1 Constitución del Ecuador

#### Capítulo Sexto

**Art. 66.- #27.** Se reconocerá y garantizará a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

**Art.71.-** La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida tiene Derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

**Art. 72.-** La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

En el Título V, de la organización territorial del estado, capítulo cuarto, régimen de competencias.

**Art. 397.-** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca (Asamblea Nacional, 2011),

### 2.3.2 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización

En virtud de lo establecido por el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización en su Artículo 54:

**Art. 54.- Funciones.** - Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal las siguientes:

- Promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial, cantonal para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas cantonales, en el marco de sus competencias constitucionales y legales.
- Regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales (Ministerio de Finanzas del Ecuador, 2010).

### **2.3.3 Código Orgánico Ambiental**

#### **Libro Segundo Del Patrimonio Natural**

##### **Título I**

##### **De La Conservación De La Biodiversidad**

**Art. 30.-** Objetivos del Estado. Los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad son:

**3.** Establecer y ejecutar las normas de bioseguridad y las demás necesarias para la conservación, el uso sostenible y la restauración de la biodiversidad y de sus componentes, así como para la prevención de la contaminación, la pérdida y la degradación de los ecosistemas terrestres, insulares, oceánicos, marinos, marino-costeros y acuáticos.

#### **Libro Tercero**

#### **De La Calidad Ambiental**

##### **Título I**

##### **Disposiciones Generales**

**Art. 159.-** Carácter sistémico de las normas ambientales. Las normas ambientales serán sistémicas y deberán tomar en consideración las características de cada actividad y los impactos que ellas generan. El diseño, la elaboración y la aplicación de las normas ambientales deberán garantizar la calidad de los componentes físicos del ambiente, con el propósito de asegurar el buen vivir y los derechos de la naturaleza.

#### **Capítulo III**

#### **De La Regularización Ambiental**

**Art. 173.-** De las obligaciones del operador. El operador de un proyecto, obra y actividad, pública, privada o mixta, tendrá la obligación de prevenir, evitar, reducir y, en los casos que sea posible, eliminar los impactos y riesgos ambientales que pueda generar su actividad. Cuando se produzca algún tipo de afectación al ambiente, el operador establecerá todos los mecanismos necesarios para su restauración. El operador deberá promover en su actividad el uso de tecnologías ambientalmente limpias, energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, prácticas que garanticen la transparencia y acceso a la información, así como la implementación de mejores prácticas ambientales en la producción y consumo.

#### **Capítulo V**

#### **Calidad De Los Componentes Abióticos Y Estado De Los Componentes Bióticos**

**Art. 190.-** De la calidad ambiental para el funcionamiento de los ecosistemas. Las actividades que causen riesgos o impactos ambientales en el territorio nacional deberán velar por la protección conservación de los ecosistemas y sus componentes bióticos y abióticos, de tal manera que estos impactos no afecten a las dinámicas de las poblaciones y la regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, o que impida su restauración.

**Art. 197.-** Actividades que afecten la calidad del suelo. Las actividades que afecten la calidad o estabilidad del suelo, o que puedan provocar su erosión, serán reguladas, y en caso de ser necesario, restringidas. Se priorizará la

conservación de los ecosistemas ubicados en zonas con altas pendientes y bordes de cuerpos hídricos, entre otros que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

## **Titulo V**

### **Capitulo II**

#### **Gestión Integral De Residuos Y Desechos Sólidos No Peligrosos**

**Art. 228.-** De la política para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos. La gestión de los residuos sólidos no peligrosos, en todos los niveles y formas de gobierno, estará alineada a la política nacional dictada por la Autoridad Ambiental Nacional y demás instrumentos técnicos y de gestión que se definan para el efecto.

**Art. 229.-** Alcance y fases de la gestión. La gestión apropiada de estos residuos contribuirá a la prevención de los impactos y daños ambientales, así como a la prevención de los riesgos a la salud humana asociados a cada una de las fases. Las fases de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos serán determinadas por la Autoridad Ambiental Nacional.

**Art. 230.-** De la infraestructura. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos proveerán de la infraestructura técnica de acuerdo a la implementación de modelos de gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, de conformidad con los lineamientos y normas técnicas que se dicten para el efecto.

**Art. 231.- Obligaciones y responsabilidades. Serán responsables de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos a nivel nacional, los siguientes actores públicos y privados:**

**2.** Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos serán los responsables del manejo integral de residuos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios generados en el área de su jurisdicción, por lo tanto, están obligados a fomentar en los generadores alternativas de gestión, de acuerdo al principio de jerarquización, así como la investigación y desarrollo de tecnologías. Estos deberán establecer los procedimientos adecuados para barrido, recolección y transporte, almacenamiento temporal de ser el caso, acopio y transferencia, con enfoques de inclusión económica y social de sectores vulnerables. Deberán dar tratamiento y correcta disposición final de los desechos que no pueden ingresar nuevamente en un ciclo de vida productivo, implementando los mecanismos que permitan la trazabilidad de los mismos. Para lo cual, podrán conformar mancomunidades y consorcios para ejercer esta responsabilidad de conformidad con la ley. Asimismo, serán responsables por el desempeño de las personas contratadas por ellos, para efectuar la gestión de residuos y desechos sólidos no peligrosos y sanitarios, en cualquiera de sus fases

**3.** Los generadores de residuos, en base al principio de jerarquización, priorizarán la prevención y minimización de la generación de residuos sólidos no peligrosos, así como el adecuado manejo que incluye la separación, clasificación, reciclaje y almacenamiento temporal; en base a los lineamientos establecidos en la política nacional y normas técnicas.

**4.** Los gestores de residuos no peligrosos que prestan el servicio para su gestión en cualquiera de sus fases, serán responsables del correcto manejo, para lo cual deberán enmarcar sus acciones en los parámetros que defina la

política nacional en el cuidado ambiental y de la salud pública, procurando maximizar el aprovechamiento de materiales (Presidencia de la República, 2018).

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1 Enfoque de la investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

**Investigación de campo:** Esta investigación permitió conocer la generación de residuos vegetales en el mercado municipal del cantón Paján donde se instaló el sistema amigable con el ambiente para triturar los residuos orgánicos y además el lugar donde se realizó la elaboración del compostaje.

**Investigación experimental:** Se realizó un sistema mecánico de trituración de residuos orgánicos, se instaló un área experimental, que permitió analizar las variables en estudio, mediante la conformación de dos unidades experimentales.

**Investigación de laboratorio:** A los compostajes obtenidos en la investigación se les realizó un análisis de las características fisicoquímicas del compost, macro y micro nutrientes en laboratorio para conocer la calidad del compostaje (Cook y Reichard, 2005).

##### 3.1.2 Diseño de investigación

Esta investigación fue de carácter experimental, donde se elaboró un sistema de trituración de residuos orgánicos, usando los desperdicios orgánicos generados en el mercado municipal del cantón Paján, una vez realizada la trituración de los residuos, se procedió a elaborar las pilas de compostaje, una con el material triturado y la otra testigo sin triturar, posteriormente se evaluó la calidad del compostaje mediante análisis de laboratorio y el mejor compostaje se aplicó a un cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) para evaluar el proceso de germinación del mismo.

## **3.2 Metodología**

### **3.2.1 Variables**

El diseño mecánico que se propuso fue un sistema completamente amigable que no emite gases tóxicos, ni consume recursos energéticos, lo cual podría ser ideal para el medio ambiente, la finalidad de esta máquina diseñada fue reducir los desechos orgánicos en el Mercado de Paján.

#### ***3.2.1.1 Variables independientes***

Sistema mecánico aprovechamiento del compostaje con residuos orgánicos

#### ***3.2.1.2 Variables dependientes***

- Características físico químicas del compost:
- pH
- Conductividad Eléctrica
- Nitrógeno Total
- Materia Orgánica
- Capacidad de Intercambio Catiónico
- Macroelementos
- Microelementos

### **3.2.2 Tratamientos**

Para la presente investigación se realizó la recolección de los desechos orgánicos generados en el mercado municipal del cantón Paján. Se ejecutó el almacenamiento, se procedió con la trituración de los desechos con el prototipo. Posteriormente, con los residuos triturados se procedió a realizar la pila de degradación el cual nos permitió evaluar los parámetros del material compostado para determinar el tiempo de degradación y la calidad del compost.

### 3.2.3 Diseño experimental

En la tabla 1 se muestran los parámetros a evaluar en los residuos de compostaje como son pH, temperatura y humedad durante 40 días.

**Tabla 1. Tiempo de degradación de los residuos a evaluar**

Residuos para compostaje	Parámetros			
	pH	Temperatura	Humedad	Tiempo
1 Residuos orgánicos sin triturar	0.00	°C	%	40 días
2 Residuos orgánicos triturados	0.00	°C	%	40 días

Aguilar, 2019

En la tabla 2 se indican los parámetros a evaluar en los tratamientos, como es el nitrógeno, fósforo, potasio y la materia orgánica.

**Tabla 2. Parámetros a evaluar en los tratamientos**

Tratamiento	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	M. orgánica
T1 Residuos orgánicos triturado	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
T2 Residuos orgánicos sin triturar	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l

Aguilar, 2019

### 3.2.4 Recolección de datos

#### 3.2.4.1 Recursos

- **Materiales y herramientas:** Cámara fotográfica, hoja de registro, láminas de metal, pedales, motor, pinturas, Laptop.
- **Material experimental:** Sistema mecánico para triturar residuos orgánicos
- **Recursos humanos:** Tesista, tutor, agricultores de la zona de estudio
- **Recursos económicos:** La investigación se financió por recursos propios del tesista.

#### **3.2.4.2 Métodos y técnicas**

Para la realización de este proyecto, se construyó un sistema mecánico que permitió la trituración de los residuos orgánicos, generados en el mercado municipal del cantón Paján, y aprovecharlo para la elaboración de compostaje.

Para ello se evaluó lo siguiente:

**Tipos de triturado:** Se realizó un solo tipo de triturado para cada una de las pilas de compostaje, para lo cual se implementó un molino de cortes finos, lo que permitió reducir el tiempo de degradación de los residuos orgánicos, una tercera pila no se le realizó ningún corte.

**Evaluación de los compostajes:** Después de haber transcurrido el tiempo de elaboración del compostaje se realizaron los análisis correspondientes para identificar cuál de las pilas contiene mayor concentración de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica.

#### **3.2.5 Análisis estadístico**

En la presente investigación se realizó un análisis descriptivo con la utilización de gráficos mediante el software Microsoft Excel para realizar la comparación de la calidad del compost obtenido a través del sistema mecánico amigable con el medio ambiente y el compost que no se sometió a la trituración.

## 4. Resultados

### 4.1 Clasificación de los residuos sólidos generados en el mercado municipal del cantón Paján

#### 4.1.1 Distribución de locales

En el mercado municipal del cantón Paján, se evidenció que existen 75 locales distribuidos de la manera como se observa en la tabla 3.

En la tabla 3, Se muestran los locales en el mercado del Cantón Paján, de los cuales del 95% de éstos el 3% corresponden a bodegas, el 1% a vacíos y el 1% a oficinas administrativas.

**Tabla 3. Distribución de locales**

No	Descripción	No. de locales
1	Locales ocupados	71
2	Bodegas	2
3	Locales vacíos	1
4	Administrador	1
	<b>TOTAL</b>	<b>75</b>

Se describe la distribución de locales dentro del mercado Aguilar, 2019

#### 4.1.2 Capacitaciones realizadas

Con el fin de implementar adecuadamente las estrategias de manejo de residuos sólidos se realizó una capacitación para el personal que trabaja en el mercado (tabla 4).

**Tabla 4. Número de capacitaciones realizadas**

No	Descripción	No. de personas capacitadas
1	Usuarios	20
2	Dueños de locales	71
3	Personal de limpieza	2
4	Administrador	1
	<b>Total</b>	<b>94</b>

Se detalla el número de capacitaciones realizadas  
Aguilar, 2019

#### 4.1.3 Desechos generados

En la tabla 5 se detallan los desechos generados en las instalaciones del mercado del Cantón de Paján:

**Tabla 5. Clasificación de residuos sólidos**

No	Componente	Subcomponente
1	Orgánico	Restos de comida preparada Restos de fruta Restos de cárnicos Restos de Hortalizas Restos de verduras Tallos de verde Tallos de maduro
2	Plásticos	Botellas Platos desechables Tarrinas de plástico Cucharas Fundas Vasos
3	Papel	Servilletas Periódicos Revistas Papel bond
4	Cartón	Cubetas de huevos Cajas de cartón
5	Otros	Vidrio Aluminio Madera

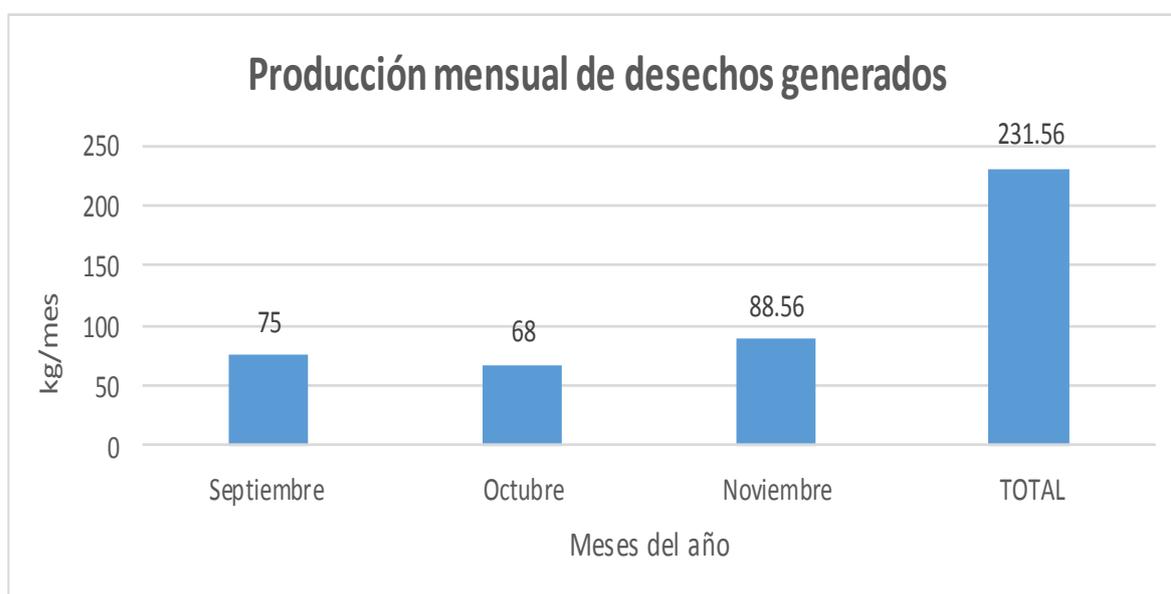
Se describe la clasificación de los residuos sólidos  
Aguilar, 2019

Para efectos de este proyecto fue necesario realizar la caracterización y separación estratégica de los residuos sólidos generados en el mercado municipal del cantón Paján, como se puede observar en la tabla 6, mediante una clasificación de los residuos y el monitoreo realizado durante 3 meses consecutivos (septiembre, octubre y noviembre), en un total de 21 días por cada mes, se obtuvo un peso total de 231.56 Kg. y el peso promedio obtenido fue de 77.19 Kg/mes.

**Tabla 6. Cuantificación promedio de los desechos comunes generados**

No	Mes	Peso total (Kg/Mes)
1	Muestreo Septiembre	75.00
2	Muestreo Octubre	68.00
3	Muestreo Noviembre	88.56
Total		231.56 Kg/mes
Promedio		77.19 Kg/mes

Se detalla la cuantificación promedio de los desechos comunes  
Aguilar, 2019



**Figura 1. Producción mensual de desechos generados**  
Aguilar, 2019

En la figura 1, se observa la producción mensual de los desechos generados dentro del mercado municipal de Paján, en la cual es notable que la mayor generación se produce en el mes de noviembre.

A continuación, se observan la tabla 7 y la figura 2 la caracterización de los residuos en el mes de septiembre en donde el 79% de los residuos generados corresponde a residuos orgánicos.

**Tabla 7. Resultados de la caracterización de residuos sólidos (R.S) del mes de septiembre**

No	Tipo de residuo	Peso total de R.S(Kg/Mes)	% R.S
1	Residuos Orgánicos	59.08	78.77
2	Plástico	6.15	08.20
3	Cartón	8.25	11.00
4	Papel	1.02	01.36
5	Residuos Sanitarios	0.50	0.67
<b>Total</b>		75.00 Kg/mes	100%

Se describen los resultados de la caracterización de residuos sólidos del mes de septiembre  
Aguilar, 2019

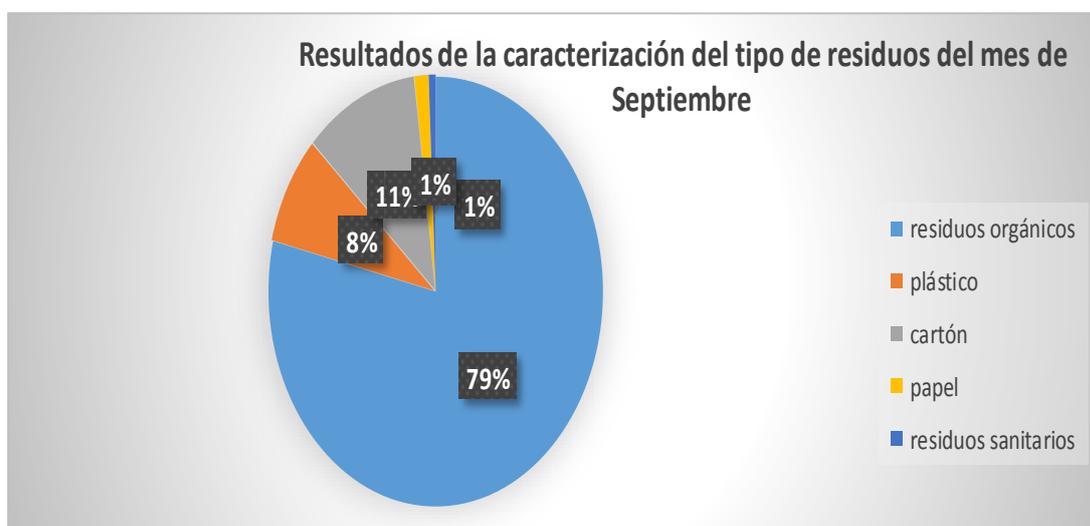


Figura 2. Resultados de la caracterización del tipo de residuos generados durante el mes de septiembre  
Aguilar, 2019

En la figura 2, se muestran los porcentajes de los residuos sólidos cuantificados en el mes de septiembre, dentro del cual dichos desechos orgánicos presentan mayor cantidad.

En la tabla 8, se muestran los resultados obtenidos de la caracterización del tipo de residuos generados en el mes de octubre, obteniéndose un 86.76% siendo el porcentaje más alto encontrado durante los meses en que se llevó a cabo el estudio. Se generaron un total de 68 kg/mes de residuos sólidos.

**Tabla 8. Resultados de la caracterización de residuos sólidos (R.S) durante el mes de octubre**

No	Tipo de residuo	Peso total de R.S (Kg/Mes)	% R. S
1	Residuos Orgánicos	59	86.76
2	Plástico	3.2	4.71
3	Cartón	3.5	5.14
4	Papel	1	1.47
5	Residuos Sanitarios	1.3	1.91
<b>Total</b>		68.00 Kg/mes	100%

Se describen los resultados de la caracterización de residuos sólidos en el mes de octubre  
Aguilar, 2019

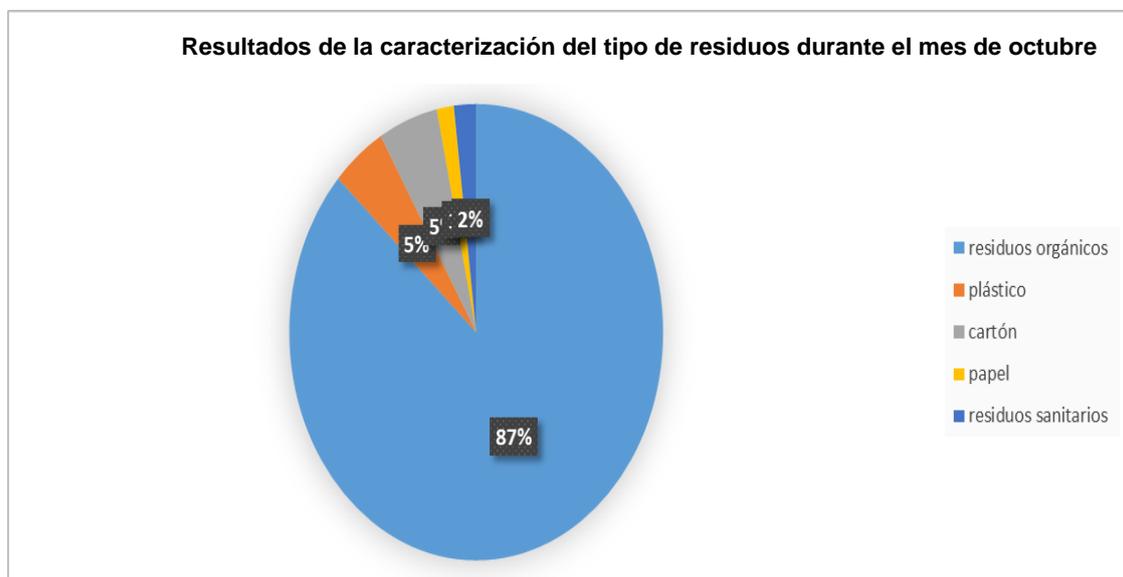


Figura 3. Resultados de la caracterización del tipo de residuos realizados durante el mes de octubre  
Aguilar, 2019

En la figura 3, se observan los porcentajes de los residuos sólidos registrados durante el mes de octubre, donde los residuos orgánicos presentan mayor cantidad de restos de hortalizas, de verduras y de frutas con el 87% en comparación con los otros tipos de desechos encontrados.

En la tabla 9, se observan los resultados obtenidos de la caracterización de residuos generados en el mes de noviembre, obteniendo un 61.24% de generación de residuos orgánicos.

**Tabla 9. Resultados de la caracterización de residuos durante el mes noviembre**

No	Tipo de residuo	Peso total de R.S (Kg/Mes)	% R.S
1	Residuos Orgánicos	55.2	61.24
2	Plástico	19.04	21.12
3	Cartón	11.41	12.66
4	Papel	1.58	1.75
5	Residuos Sanitarios	2.91	3.23
Total		88.56 Kg/mes	100%

Se describen los resultados de la caracterización de residuos en el mes de noviembre  
Aguilar, 2019

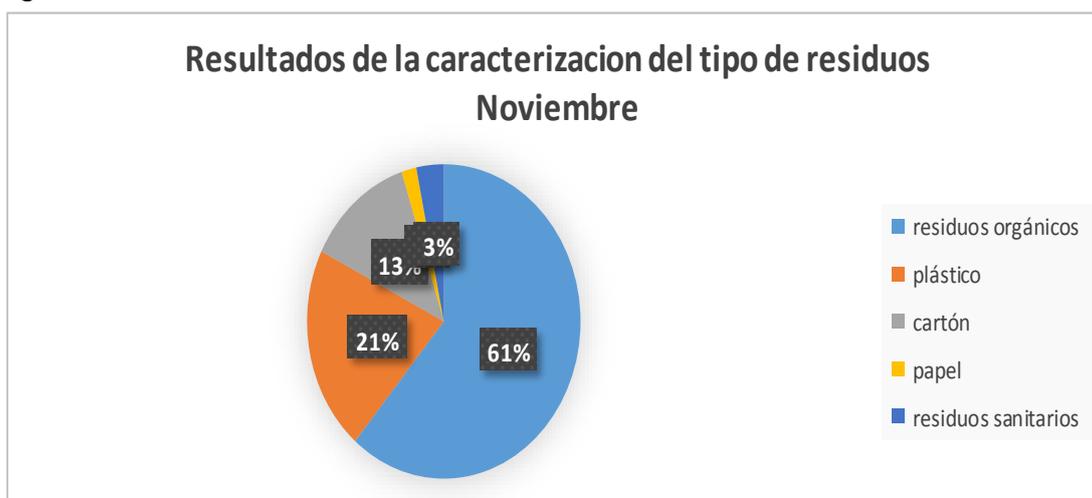


Figura 4. Resultados de la caracterización del tipo de residuos durante el mes de noviembre.  
Aguilar, 2019

Se observa en la figura 4 los porcentajes de la cantidad de residuos generados durante el mes de noviembre, es notable que en este mes hubo una reducción en la generación de residuos orgánicos en comparación al mes de octubre.

La tabla 10 se muestran los resultados obtenidos de la caracterización del tipo de residuos generados durante los 7 primeros días de cada mes, comprendido entre los meses de septiembre, octubre, y noviembre, se realizó una cuantificación de los residuos generados por cada subpoblación es decir por cada área del mercado del Cantón Paján objeto de esta investigación.

**Tabla 10. Cuantificación por punto de monitoreo durante el mes de septiembre**

Mes / Septiembre	Peso en kg							
Punto de cuantificación	Comedor	legumbres	Cárnicos	Mariscos	Viveres	Sanitarios	instalaciones	total segregados
Sub población	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	
Días de monitoreo	1	2	3	4	5	6	7	
Papel	0.14	0.03	0.25	0.15	0.15	0.2	0.1	1.02
Cartón	1.2	1.2	1.2	1.08	1.5	1.05	1.02	8.25
Mezcla de desechos orgánicos	13.9	9.35	9.48	5.4	8.25	6.2	6.5	59.08
Plásticos	0.5	1	0.5	0.5	1.5	1.15	1	6.15
Residuos sanitarios	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1	0.05	0.15	0.5
TOTAL	15.79	11.63	11.48	7.18	11.5	8.65	8.77	75

Se describe la cuantificación del mes de octubre  
Aguilar, 2019

**Tabla 11. Cuantificación por punto de monitoreo durante el mes de octubre**

Mes / Octubre	Peso en kg							
Punto de cuantificación	Comedor	legumbres	cárnicos	mariscos	Viveres	sanitarios	instalaciones	total segregados
Sub población	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	
Días de monitoreo	1	2	3	4	5	6	7	
Papel	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	1
Cartón	1.1	1.5	0.3	0.3	0.3	0	0	3.5
Mezcla de desechos orgánicos	12	11.6	12	5.2	15	0.2	3	59
Plásticos	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.2	0.3	3.2
Residuos sanitarios	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	1.3
TOTAL	13.9	14	13.2	6.5	16.5	0.5	3.4	68

Se describe la cuantificación del mes de noviembre  
Aguilar, 2019

**Tabla 12. Cuantificación por punto de monitoreo durante del mes de noviembre**

Mes / Noviembre	Peso en kg							
Punto de cuantificación	Comedor SP1	legumbres SP2	cárnicos SP3	mariscos SP4	Viveres SP5	sanitarios SP6	instalaciones SP7	total, segregados
Días de monitoreo	1	2	3	4	5	6	7	
Papel	0.08	0.1	0.1	0.1	0.1	0.9	0.2	1.58
Cartón	1.9	2.1	1.2	3.41	0.8	1	1	11.41
Mezcla de desechos orgánicos	12.9	8.6	8.47	6.5	17.2	0.13	1.4	55.2
Plásticos	1.07	2.45	1.02	5.5	0.9	0.5	7.6	19.04
Residuos sanitarios	0.9	0.81	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	2.91
TOTAL	16.77	13.96	11.19	15.71	19.1	1.73	10.1	88.56

Se describe la cuantificación del mes de septiembre Aguilar, 2019

Como se muestran en las tablas 10, 11 y 12 la mayor cantidad de desechos producidos son orgánicos, he ahí la importancia de implementar un sistema que permita el aprovechamiento y revalorización de estos residuos para convertirlo en un nuevo producto transformado en fertilizante orgánico.

#### **4.1.4 Implementación de un sistema mecánico amigable con el ambiente para la obtención de compost a partir de los desechos orgánicos**

Ecuador actualmente está trabajando en la utilización de los residuos orgánicos, transformándolos en compostaje, siendo ésta una solución viable para la restauración de las áreas verdes como jardines, parques, entre otros. Las ciudades muestran un interés notable en una solución ecológica para el aprovechamiento y revalorización de los residuos donde las municipalidades y sectores agrícolas son los principales actores (Cifuentes y Vega, 2014).

En Ecuador se muestra una tendencia en relación a la separación de los residuos (Alarcón, 2017); según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el 2016, el 41.46% de los hogares realizaron una clasificación de los residuos desde sus hogares.

Los residuos orgánicos poseen una variedad de características que los hacen aptos para el compostaje. En principio, todos los residuos orgánicos se pueden compostar, aunque debido a las diferentes velocidades de degradación, algunos se deberían evitar sobre todo los lácteos, carne y pescado, evitando complicaciones en el proceso, o la proliferación de patógenos como por ejemplo *E. coli*, *Salmonella*, entre otros (Rodríguez E. , 2006).

Para que estos residuos orgánicos sean aptos para el compost es necesario realizar un proceso de trituración previa a modo de estandarizar su tamaño, la cual se realiza mediante el uso de trituradores manuales o mecánicas.

Los Trituradores son aparatos electromecánicos o conjunto de cuchillas utilizadas para la desintegración mecánica de materiales sólidos en partículas más pequeñas. Las trituradoras tienen múltiples usos, por ejemplo, en el campo de la agricultura se pueden usar trituradoras que se encarguen de disminuir las partículas plantas, frutos y hierbas recogidos en el campo (Cifuentes y Vega, 2014).

#### **4.1.5 Diseño y construcción del sistema mecánico de trituradora**

El diseño y construcción del prototipo de triturador para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos del mercado del Cantón Paján, fue elaborado a partir de partes y piezas en desusos o dados de baja recicladas de otras máquinas o equipos, partes o piezas que juntos servirán para disminuir el tamaño de los residuos y reducir el tiempo de producción de compost. Los principales elementos que componen el sistema mecánico amigable son: mecanismo de trituración tipo molino, poleas, engranajes, pedales, asiento reciclado, estructura de hierro.

#### 4.1.6 Costos de construcción

Entre los costos de construcción para el sistema mecánico amigable con el ambiente se detalla lo siguiente:

**Tabla 11. Detalle de costo de construcción del sistema mecánico amigable con el ambiente.**

No.	Detalle	Costo.
1	Asiento	\$ 30.00
2	Pedales	\$ 3.00
3	Cadena de bicicleta	\$ 4.00
4	Garruchas	\$ 6.00
5	Molino de hierro	\$ 25.00
6	Aceite lubricante	\$ 3.50
7	Soporte de hierro	\$ 5.00
8	Spray anticorrosivo	\$ 4.50
	Total	\$81.00

Se detalla el costo de construcción del sistema mecánico amigable con el ambiente Aguilar, 2019

#### 4.2 Caracterización de macro nutrientes y micronutrientes a los tratamientos en estudios para proponer las características de un producto óptimo para ser utilizado en la agricultura ecológica

Para la caracterización se tomaron muestras del compost triturado con el prototipo y del compost no triturado, las mismas que fueron enviadas al laboratorio de la Escuela Politécnica del Litoral ESPOL, obteniéndose los resultados que se observan en la Figura 10, los cuales fueron comparados con el manual de compost de la FAO para determinar las concentraciones de macro y micronutrientes (FAO, 2013).

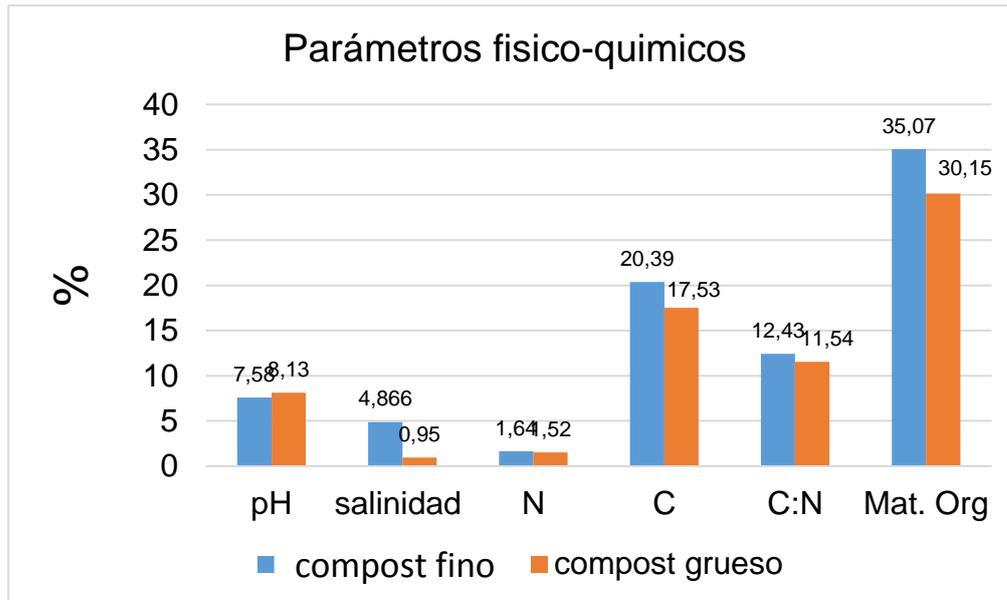


Figura 5. Comparación de parámetros físico-químicos entre el compost triturado con sistema mecánico (compost fino) y no triturado (compost grueso)

En la figura 5, se observan los parámetros físico-químicos en los cuales; en ambos casos se encuentran dentro del estándar de calidad publicado por la FAO (2013), sin embargo hay que recalcar que el compost más fino (obtenido con la utilización del sistema mecánico amigable, presenta mejores resultados debido a que contiene mayor concentración de materia orgánica, C:N, carbono, nitrógeno y el pH se encuentra en un punto neutral ni ácido ni básico.

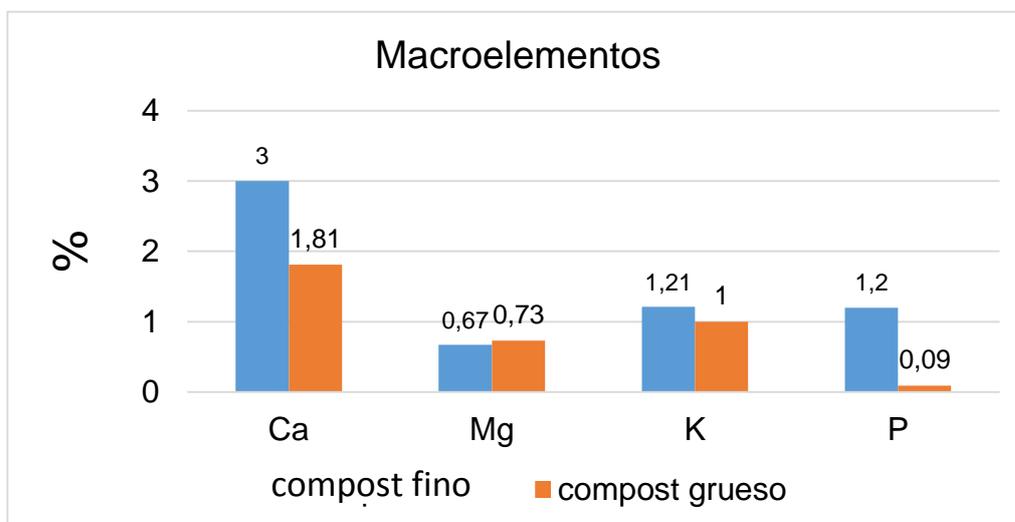


Figura 6. Comparación de macroelementos del compost grueso y el compost fino Aguilar, 2019

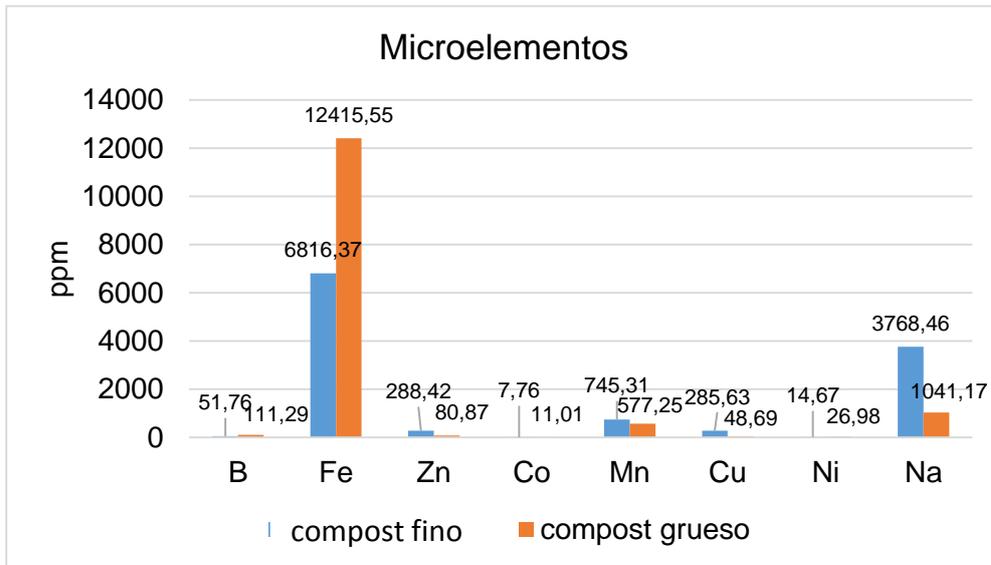


Figura 7. Comparación de microelementos del compost grueso y el compost fino Aguilar, 2019

En la figura 6 y 7, se muestran los micro y macroelementos, se destacan el fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), manganeso (Mn), Zinc (Zn), debido a su importancia en el desarrollo de las plantas, mismos que presentan un aumento considerable en el compost fino, pero hay que notar que en elementos como el hierro (Fe), se muestra una disminución drástica.

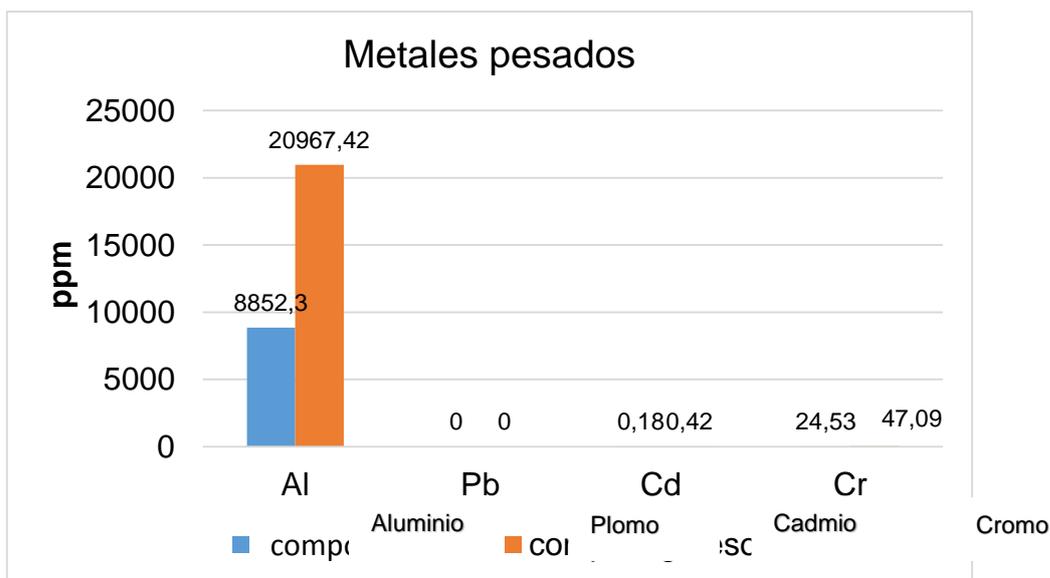


Figura 8. Comparación de metales pesados del compost grueso y el compost fino Aguilar, 2019

La figura 8 hace referencia a los metales pesados, en ella se puede observar que el compost fino presenta una cantidad de 8852,3 partes por millón (ppm) en relación al compostaje no triturado o denominado compost grueso de 20967,42 partes por millón (ppm), así mismo los elementos de metales pesados como son el cromo, cadmio, plomo y aluminio no registran valores por el bajo límite de detección en los análisis de laboratorio por el método de agua regia tal como lo indica Norma Española UNE 77322.

#### **4.3 Comprobación de la eficiencia del compostaje en un cultivo de Cilantro (*Coriandrum sativum*) en la zona de estudio para evaluar su eficiencia**

Para la demostración de la eficiencia del compost obtenido a través del sistema mecánico amigable con el medio ambiente, se evaluó el porcentaje de germinación de la especie cilantro. Para ello se utilizó una muestra que contiene tipo testigo (compost sin triturar) y otra en la que se aplicó el compost (Triturado con el sistema mecánico).

**Tabla 13. Eficiencia del compost**

<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentaje de germinación a los 20 días</b>	<b>de 20</b>	<b>Porcentaje de germinación a los 40 días</b>	<b>de 40</b>
Testigo (Sin triturar)	45%		56%	
Compost triturado (Sistema mecánico)	95%		99%	
Porcentaje de diferencia	50%		43%	

Se describe la eficiencia del compost Aguilar, 2019.

En la tabla 13, se observa la siembra de 100 semillas de cilantro para cada tratamientos en donde se evidencia una comparación entre una muestra testigo (sin triturar) y otra con la aplicación del compost triturado (con el sistema mecánico), en los porcentajes de germinación se registra 45% a los 20 días y 56% a los 40 días en el testigo sin triturar y en el compost triturado con el sistema mecánico

amigable se registra 95 % y 99% de germinación a los 20 y 40 días respectivamente valores que nos da un 50% de efectividad para la germinación del cilantro.

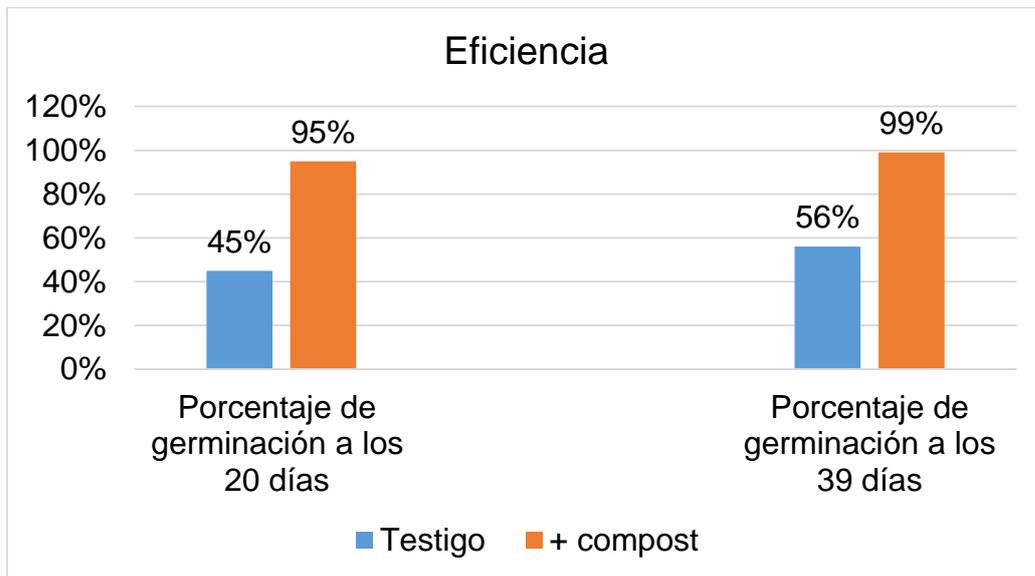


Figura 9. Eficiencia del compost triturado  
Aguilar, 2019

En la figura 9, se observa la efectividad del compost obtenido mediante el sistema mecánico amigable con el ambiente evaluado con el porcentaje de germinación del cultivo de cilantro registrado a los 20 y 40 días.

## 5. Discusión

Uno de los problemas ambientales de las explotaciones agrícolas son los residuos orgánicos que se generan. El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola.

El abono orgánico ha sido caracterizado para mejorar las propiedades tanto físicas, químicas y biológicas aportando nutrientes y otros compuestos, para luego proporcionar la materia orgánica necesaria con el fin de mantener la vida y la fertilidad de las plantas siendo un recurso ideal, ecológico y amigable ayudando a reducir la contaminación ambiental.

Alarcón (2017) señala que en el Ecuador se muestra una tendencia a la separación de los residuos pero no se ha visto mayor concientización por parte de los ciudadanos porque al botar los desechos en el contenedor equivocado, utilizan bolsas plásticas o tiran las botellas de vidrio junto a los desechos comunes impidiendo que los residuos orgánicos se vuelvan a reutilizar (revalorización de residuos) por esta razón se diseñó y se elaboró un sistema mecánico amigable fabricado con piezas recicladas de otras máquinas o equipos que a partir de un proceso de trituración para generar compostaje. Este proceso reduce el tiempo de degradación para obtener un compost de manera rápida y eficaz con mayor concentración de materia orgánica, rica en micro y macroelementos sumado a un pH neutro.

El estudio de Pastor (2018) propuso un tratamiento mecánico y biológico para la recuperación de residuos, que consistió en una separación inicial de los desechos, posteriormente los residuos orgánicos se transformaron en compost. También

indicó que su modelo se lo utilizaría solo en una parte del proceso mecanizado de elaboración de compost.

Montalvo y Palma (2018) evaluaron la eficiencia de tres fertilizantes orgánicos en un cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) donde se generó un compost eficaz para el crecimiento y desarrollo de dicha siembra. El estudio se basó en 3 tratamientos: 10 kg de compost (parcela 1), 10 kg de humus de lombriz (parcela 2), 5kg de gallinaza (parcela 3) y un suelo control (parcela 4) el cual presentó: una textura arcillosa, 0.13% de carbono orgánico, 0.23% de materia orgánica, 175 kg/ha de nitrógeno total, 168 kg/ha de fósforo, 179 kg/ha de potasio y 6.5 de pH. Se tomaron muestras de suelo por cada parcela antes de la siembra y tres veces durante el primer mes del crecimiento de cilantro para observar los cambios en los parámetros químicos: % de carbono orgánico, materia orgánica (M.O.), macronutrientes (N, P, K) y pH, como indicadores de fertilidad del suelo. Los resultados se analizaron mediante un ANOVA utilizando el programa estadístico SPSS 21, mostrando diferencias significativas al 5% en las propiedades químicas entre el suelo control y los tratamientos, destacando así la parcela 1 determinando que el tratamiento orgánico con compost produce resultados óptimos para el cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum*), por su mayor tamaño y la apariencia física del producto y en las propiedades químicas del suelo; nuestra investigación también usó un compost triturado para verificar la eficacia del compostaje determinando el porcentaje de germinación mediante la comprobación por medio del cultivo de cilantro. El porcentaje de germinación obtenido fue del 95% posterior a los 20 días de sembrar y 99% de eficacia se lo observó a los 39 días; pero la cantidad de materia prima que se utilizó para la elaboración del compostaje correspondió a 0.2 cm aparte de que se utilizaron dos muestras que fueron el compost triturado como

el no triturado para determinar las concentraciones de macro y micronutrientes. Se demoró tres meses consecutivos para hacer el cultivo respectivo y elaborar de dicho abono por lo cual, los parámetros de laboratorio fueron analizados en la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL), obteniéndose los siguientes resultados: pH de compost fino fue de 7,58 y del compost grueso fue de 8,13; macroelementos del compost fino fueron: 3% Ca , 0.67% Mg, 1,21% K , 1,2% P. y del compost grueso fue: 1,81 % Ca , 0,73% Mg , 1% K, 0,09 % P. Microelementos del compost fino fueron: 51,76% B, Fe 6819,37 %, Zn 288,42%, Co 7.76% , Mn 745,31% , Cu 285,63 %, Ni 14,67% y Na 3768,46%. Y los del compost grueso son: 11,29% B, Fe 12415,55 %, Zn 80,87%, Co 11,01%, Mn 577,25%, Cu 48,69 %, Ni 26,98% y Na 1041,17%. Determinando que el que presenta mejores resultados es el compost fino debido a que contiene mayor concentración de materia orgánica, pH neutro y elementos como carbono y nitrógeno parámetros considerados importantes a la hora de comparar con el estudio anterior nombrado.

Pastor (2019) indica que el tamaño de los componentes del compostaje es importante debido a que dicho compost obtenido se da mediante un proceso estrictamente aerobio, por lo cual, un adecuado tamaño de los componentes permite un buen transporte de aire y agua lo que ayudará a obtener un abono orgánico de calidad. Sin embargo, el tamaño no debe ser demasiado fino ya que se compactará y dificultará el paso de aire y agua disminuyendo su eficiencia.

A diferencia de que en esta investigación se elaboró un prototipo para la obtención del compost tanto aerobio como anaerobio mediante el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos a través de un proceso llamado trituración permitiendo reducir el tamaño de las partículas y disminuyendo el tiempo de producción de compost ayudando a formar un abono beneficioso y de calidad

siendo viable para la utilización del suelo ayudando a evitar la contaminación ambiental.

## 6. Conclusiones

Se realizó la clasificación de los residuos orgánicos e inorgánicos generados en el mercado Municipal del cantón Paján, en la misma se logró evidenciar que la mayor parte de los residuos generados pertenecen a residuos orgánicos.

Mediante los resultados obtenidos a través de parámetros físicos, químico, macro, micronutrientes y materia orgánica se determinó que el compost de mejor calidad es el triturado con el sistema mecánico amigable con el medio ambiente.

A través de la prueba de eficiencia teniendo en consideración el porcentaje de germinación se pudo constatar que el compost obtenido en el sistema mecánico amigable es eficiente en su aplicación generando mayor porcentaje de germinación de Cilantro (*Coriandrum sativum*).

## 7. Recomendaciones

Considerando la tendencia en los mercados municipales de que la mayor cantidad de residuos son orgánicos, se recomienda mantener capacitados al personal que frecuenta el mercado municipal con charla que se concientice la clasificación de los residuos, se los reutilice y sean aprovechados (incluso puede tener un valor económico).

Al implementar técnicas poco eficientes para la minimización de los desechos orgánicos que formarán parte del compost se recomienda la propuesta de la réplica del sistema mecánico amigable con el medio ambiente ya que permite reducir el tamaño de las partículas y obtener el compost en menor tiempo, además de ser una fuente de quemar calorías para el individuo que genera el movimiento.

Se consideró al compost fino, como eficiente el cual induce a la utilización del sistema amigable como una opción favorable para la obtención de compost orgánico pudiendo ser una alternativa ecológica para la fertilización de cualquier tipo de cultivo agrícola a implantarse, en este caso se sugiere utilizarlo en la fertilización de las áreas verdes del mercado municipal del cantón Paján.

## 8. Bibliografía

- Agencia de residuos . (2016). *Manual de gestión de residuos industriales*.  
Catalunya: Sade Litografía.
- Alarcón, I. (2017). Ecuador tiene un déficit en reciclar basura. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/tendencias/ecuador-deficit-reciclar-basura-contaminacion.html>
- Arias, P. D. (2013). *Estudio del proceso de trituración de los residuos sólidos orgánicos para reducir la contaminación residuales en el mercado mayorista de Ambato* . Ambato - Ecuador : Universidad Técnica de Ambato.
- Asamblea Nacional. (2011). Constitución de la República del Ecuador. *Registro oficial No. 449*. Quito, Ecuador.
- Banco Mundial. (2018). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Blanco, E. (2016). Grados de molienda. *Open Course Ware*, 1 - 55.
- Boudet, A. (2017). *Efecto sobre el tomate (Solanum lycopersicum L.) de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en condiciones agroecológicas*. Obtenido de Scielo: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852017000400006&script=sci\\_arttext&tIng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852017000400006&script=sci_arttext&tIng=en)
- Brito, H., Viteri, R., Guevara, L., Villacrés, M., y Jara, J. (2016). Obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado mayorista del cantón Riobamba. *Revista Científica Europea*, 12(16), 76 - 80.  
doi:ISSN: 1857 - 7431

- Castro, A. G. (2018). *Plan de Gestión integral de residuos sólidos en el gobierno Autónomo descentralizado*. Ambato: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Cesaro, A., Belgiorno, V., y Guida, M. (2015). Compost from organic solid waste: Quality assessment and European regulations for its sustainable use. *Resources, Conservation and Recycling*, 72-79. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344914002353>
- Cifuentes, K., y Vega, H. (2014). Implementación de un prototipo triturador para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos de la parroquia Tena - provincia Napo. *Tesis de grado*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Cook, T., y Reichard, C. (2005). *Métodos Cualitativos y Cuantitavos en investigación evaluativa*. España: España.
- Ecured. (2018). *Humedad ambiental*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Humedad\\_ambiental](https://www.ecured.cu/Humedad_ambiental)
- Eliconsul. (2011). *Estudios de diagnóstico y prefactibilidad de alternativas para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos en los 22 cantones de la provincia de Manabí*. Guayaquil : Gobierno Provinvial de Manabí.
- FAO. (2013). *FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Galindo, L., Martínez, J., y Estrada, G. (2015). Haciendo composta. *Pro Ciencias*, 2(11), 7-15. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/German\\_Estrada-Bonilla/publication/327369168\\_Compostaje\\_enriquecido\\_con\\_fosforo\\_como\\_metodo\\_de\\_reaprovechamiento\\_de\\_los\\_residuos\\_organicos/links/5b8aa](https://www.researchgate.net/profile/German_Estrada-Bonilla/publication/327369168_Compostaje_enriquecido_con_fosforo_como_metodo_de_reaprovechamiento_de_los_residuos_organicos/links/5b8aa)

ba992851c1e12407c3f/Compostaje-enriquecido-con-fosforo-como-metodo-  
d

Gomez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación* . Córdoba: Editorial las brujas .

Gueçaimburu, J. (2019). *Evolución del fósforo disponible a distintos niveles de compactación por tráfico agrícola en un argiudol típico*. Obtenido de Scielo: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0719-38902019000100081&script=sci\\_arttext&tIng=n](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0719-38902019000100081&script=sci_arttext&tIng=n)

Hernández, D. J. (2015). *Diseño de un prototipo de triturador de desechos orgánicos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

INEI. (2015). *Anuario de estadísticas Ambientales: Residuos Sólidos* . Lima- Perú: Instituto Nacional de Estadísticas e Información .

Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2016). *Información ambiental en hogares*. Quito: Dirección de estadísticas agropecuarias y ambientales.

Instituto Nacional de Pueblos Indígenas . (2017). *CDI*. Obtenido de <http://www.cdi.gob.mx/dmdocuments/lombricomposta.pdf>

Lesmes, L. (2018 ). *Evaluación de alternativa de compostaje para el tratamiento de los residuos orgánicos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*. *Tesis de post grado*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Gavarito.

Matarrese, C. (2007). *Agricultura orgánica: el compost*. Río Negro : INTA.

Medio ambiente Álora. (2015). *Residuos Orgánicos*. Obtenido de <https://medioambientealora.wordpress.com/2015/06/08/recogida-de-rsu/>

- Ministerio de Finanzas del Ecuador. (2010). *Código orgánico organización territorial autonomía descentralización*. Quito: Gobierno Nacional de la República del Ecuador.
- Moltalvo, C., y Palma, R. (2018). *Eventos científicos de la Universidad Peruana Unión*. Obtenido de [http://eventoscientificos.upeu.edu.pe/index.php/viiconacin/vii\\_conacin/paper/view/4627](http://eventoscientificos.upeu.edu.pe/index.php/viiconacin/vii_conacin/paper/view/4627)
- Mora, A. (2017). Diagnóstico del manejo de residuos sólidos en el parque histórico Guayaquil. *Scielo*, 15.
- Mullo, I. (2012). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Redalyc*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520108>
- Muñoz, G. (2018). Evaluación de la eficacia del biofertilizante orgánico biomineralizado en el rendimiento del cultivo col morada (*Brassica oleracea*) en la zona de Babahoyo. *Tesis de grado*. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Navarro, J., Moral, R., Gómez, J., y Mataix, J. (1995). *Residos orgánicos y agricultura*. Murcia, España: Universidad de Alicante.
- Ochoa, J. (2017). Producción de humus de lombriz de tierra (*Eisenia foetida* Savigny), a partir de escobajo de palma aceitera (*Elaeis guinensis* Jacq) y gallinaza, en sector Neshuya - Curimaná, Provincia de Padre Abad. Purallpa, Perú: Universidad Nacional de Ucayali.
- Ohowski, B., Dunfield, K., Klironomos, J., y Hart, M. (2017). Plant response to biochar, compost, and mycorrhizal fungal amendments in post-mine sandpits. *Restoration Ecology*, 26(1), 63-72. Obtenido de

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/rec.12528#accessDenialLayout>

- Oviedo, E., Marmolejo, L., y Torres, P. (2017). Advances in Research on Biowaste Composting in Small Municipalities of Developing Countries. Lessons from Colombia. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 18(1), 31-42. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432017000100031](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432017000100031)
- Pastor, C. (2019). Proyecto de diseño de un biorreactor para la producción de compost a partir de bioresiduos. *Tesis de grado*. Castelló, España: Universidad Jaume I.
- Pilatasig, D., y Pozo, F. (2014). Diseño y construcción de una máquina para moler plásticos P.E.T. para la microempresa de reciclaje Santa Anita ubicada en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi. *Tesis de grado*. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Presidencia de la República. (2018). Código orgánico del ambiente. *Registro oficial suplemento 983*. Quito, Ecuador.
- Rischmagui, G. (2017). *Manual de Manejo de desechos sólidos en barrios populares de Tegusigalpa*. Tegusigalpa : Centro de Investigación Urbano Globales.
- Rivera, C. (2010). *Abonos verdes e inoculación micorrízica de posturas de café sobre suelos Fersialíticos Rojos Lixiviados*. Obtenido de SciELO: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362010000300007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000300007)
- Rodríguez, E. (2006). *Metodología de la investigación*. Villahermosa: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

- Rodríguez, S. (2009). *Manual de Compostaje*. Madrid: V.A. Impresores, S.A.
- Román, P., Martínez, M., y Pantoja, A. (2013). <http://www.fao.org/>. Obtenido de <http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>
- Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E., y Gálvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. *Manuales de la Cepal No. 2*. Santiago, Chile: Ministerio de Desarrollo social de Chile.
- Santos, A. (2016). *Tipos de compost*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/SantosDominguezAleja/7tipos-de-compost>
- Sarmiento, G., y Amézquita, M. (2019). Use of bocashi and effective microorganisms as an ecological alternative in strawberry crops in arid zones. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 55-61. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172019000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172019000100006&script=sci_arttext)
- Siu Rodas, Y. (2018). Macronutrientes esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas. *Revista Argentina de Microbiología ScienceDirect*, 234-243. Obtenido de Bacillus subtilis con actividades de endocelulasa y exocelulasa aislado en la fase termofílica del compostaje con residuos de café: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754117301487?via%3Dihub>
- Solíz, T. M. (2015). Residuos sólidos en América Latina. *Letras Verdes*(17), 4 - 28. doi:ISSN: 1390-6631
- Varela, S. (2011). Uso de compost en la producción de plantines de especies forestales. En *Sistemas forestales integrados* (pág. 6). Bartiloche: INTA.

Vargas, Y. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1), 59-72.

Viera, Á. (2018). *Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Obtenido de <http://201.218.5.85/handle/123456789/8783>

Zanabria, J. (2019). *Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina*. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4044>

## 9. Anexos

### 9.1 Anexo1: Resultados de análisis de laboratorio



Figura 50. Resultados de laboratorio (portada)  
Espol, 2019

## REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS TÉCNICO

CLIENTE:	Miguel Aguilar
DIRECCIÓN CLIENTE:	Sauces 9, Mz 328 villa 8
SOLICITADO POR:	Miguel Aguilar
TIPO DE MUESTRA:	Compost
ANÁLISIS SOLICITADO:	Análisis completo
NÚMERO DE MUESTRAS:	2
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS: (PROPORCIONADA POR EL CLIENTE)	Compost Fino, Compost Grueso
# ORDEN DE TRABAJO	LABSYNV-090-2019
FECHA DE ANÁLISIS:	13 de Noviembre del 2019

PARÁMETRO	MÉTODO
pH	agua:suelo (5:1)
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	agua:suelo (5:1)
NITRÓGENO TOTAL	Analizador Automático C/N
MATERIA ORGÁNICA	Analizador Automático C/N
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO	Acetato de Amonio 1 M
MACRO, MICRONUTRIENTES Y METALES PESADOS	Agua Regia

*Nota: Los resultados corresponden únicamente a las muestras analizadas por el laboratorio.*

### 1) Características Físico Química del Compost:

CÓDIGO	pH	EC μS/cm	Salinidad psu	CIC (cmol/kg)
Compost fino	7,58	8,660	4,866*	58,8
Compost grueso	8,13	1837	0,954	50,9

EC= Conductividad Eléctrica  
\* = mS/cm  
CIC= Capacidad de Intercambio Cationico

CÓDIGO	N %	C %	C:N	Mat. Org. %
Compost fino	1,64	20,39	12,43	35,07
Compost grueso	1,52	17,53	11,54	30,15

N= Nitrógeno  
C= Carbón  
C: N= Relación carbón nitrógeno  
Mat. Org.= Materia Orgánica

2) *Macro elementos:*

Código Muestra	Ca	Mg	K	P
	%			
Compost fino	3,00	0,67	1,21	1,20
Compost grueso	1,81	0,73	1,00	0,09

Macronutrientes:

Ca = Calcio, K= Potasio, Mg= Magnesio, P = Fósforo

3) *Microelementos:*

Código Muestra	B	Fe	Zn	Co	Mn	Cu	Ni	Na
	ppm							
Compost fino	51,76	6816,37	288,42	7,76	745,31	285,63	14,67	3768,46
Compost grueso	111,29	12416,55	80,87	11,01	577,25	48,89	28,98	1042,17

Micronutrientes:

B= Boro; Fe= Hierro; Zn = Zinc; Co= Cobalto

Mn = Manganeseo, Cu= Cobre; Ni= Niquel; Na= Sodio

ppm = partes por millón (mg/kg); BLD= Bajo límite de detección

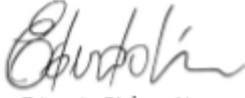
4) *Metales pesados:*

Código Muestra	Al	Pb	Cd	Cr
	ppm			
Compost fino	8852,30	BLD	0,18	24,53
Compost grueso	20967,42	BLD	0,42	47,09

Metales Pesados:

Al= Aluminio; Pb= Plomo, Cd = Cadmio; Cr = Cromo;

ppm = partes por millón (mg/kg); BLD= Bajo límite de detección

FIRMA DE APROBACIÓN

<b>Dr. Eduardo Chávez Navarrete</b> <b>Jefe de Laboratorio de Suelos y Nutrición Vegetal</b>
Preguntas, comentarios o sugerencias contactarse con: Dra. Maritza Hidalgo Laboratorio de Suelos – ESPOL, Km 30.5 Vía Perimetral - Campus Gustavo Galindo, Facultad de Ciencias de la Vida (FCV) Edificio 18-E (Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, atrás del edificio STEAM) Correos electrónicos <a href="mailto:lasuelos@espol.edu.ec">lasuelos@espol.edu.ec</a> ; <a href="mailto:mahidal@espol.edu.ec">mahidal@espol.edu.ec</a> ; Página Web: <a href="http://www.espol.edu.ec">www.espol.edu.ec</a>

## 9.2 Anexo 2: Registro fotográfico



Figura 13. Mercado municipal de Paján Aguilar, 2019



Figura 14. Recolección de desechos. Aguilar, 2019



Figura 15. Caracterización de residuos  
Aguilar, 2019



Figura 66. Proceso de pesado de desechos  
Aguilar, 2019



Figura 17. Desechos orgánicos  
Aguilar, 2019



Figura 18. Desechos separados en sacos.  
Aguilar, 2019



Figura 19. Prototipo amigable con el medio ambiente (vista lateral)  
Aguilar, 2019



Figura 20. Prototipo amigable con el medio ambiente (vista medial)  
Aguilar, 2019



Figura 21. Prueba del prototipo  
Aguilar, 2019



Figura 22. Prueba mecánica de molino de desechos orgánicos  
Aguilar, 2019



Figura 23. Obtención del material triturado  
Aguilar, 2019



Figura 24. Realización de compost.  
Aguilar, 2019



Figura 25. Compost después de 5 días  
Aguilar, 2019



Figura 26. Análisis en laboratorio  
Aguilar, 2019



Figura 27. Muestras de compost  
Aguilar, 2019



Figura 28. Medición de pH  
Aguilar, 2019



Figura 29. Cultivo de cilantro  
Aguilar, 2019