

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA COMERCIAL DE  
VERMICOMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS DE PLAZAS DE MERCADO  
EN POPAYAN**



**MARIA ALEJANDRA AVIRAMA ALEJO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
POPAYÁN  
2016**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA COMERCIAL DE  
VERMICOMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS DE PLAZAS DE MERCADO  
EN POPAYAN**



**MARIA ALEJANDRA AVIRAMA ALEJO**

**Proyecto de grado en la modalidad de plan de negocios para optar al título  
de Ingeniero Agroindustrial**

**M. Sc. ROMAN OSPINA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
POPAYÁN  
2016**

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION	11
1. MARCO REFERENCIAL	13
1.1 Antecedentes del proyecto	13
1.2 Análisis del sector	14
1.2.1 A nivel mundial	14
1.2.2 Contexto del municipio de Popayán y la producción de residuos orgánicos	16
1.2.3 Mercados campesinos en la ciudad de Popayán	17
1.2.4 Manejo de residuos orgánicos en las ciudades	18
2. METODOLOGIA	19
2.1 Revisión información secundaria	19
2.2 Visitas	20
2.2.1 Visitas a experiencias productoras de lombricompost	20
2.2.2 Visitas a mercados	20
2.2.3 Visitas a centros agropecuarios	20
2.2.4 Visitas a sitios de suministro de materia prima de origen vegetal	21
2.2.5 Visitas a sitios de suministro de materia prima de origen animal	22
2.3 Sistematización y estudios de viabilidad	22
2.3.1 Viabilidad técnica	22
2.3.2 Estudio de mercado	23
2.3.3 Evaluación financiera	23
3. RESULTADOS	23
3.1 ESTUDIO DE MERCADO	23
	23

3.1.1	Mercado objetivo	
3.1.2	Justificación del mercado objetivo	23
3.1.3	Análisis del consumidor	24
3.1.4	Análisis de la competencia	29
3.1.5	Estrategias de aprovisionamiento	38
3.2	ESTUDIO TECNICO	48
3.2.1	Ficha técnica del producto o servicio	48
3.2.2	Estado de desarrollo	57
3.2.3	Descripción del proceso	58
3.3	ESTUDIO FINANCIERO	59
3.4	EVALUACION FINANCIERA	63
3.5	EVALUACION ECONOMICA	64
3.6	ANALISIS AMBIENTAL	65
3.7	ANALISIS SOCIAL	66
4.	CONCLUSIONES	67
	BIBLIOGRAFIA	70
	ANEXOS	72

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1.</b> Oferta de abonos orgánicos en centros agropecuarios de Popayán, (2016).	29
<b>Cuadro 2 -</b> Tipos de residuos que generan las familia residentes en el conjunto La Rioja, el peso equivalente de los mismos y el porcentaje cada tipo de residuo.	41
<b>Cuadro 3 -</b> Peso de los residuos orgánicos vegetales de los sitios de suministro de materia prima vegetal durante el mes de Julio.	43
<b>Cuadro 4 -</b> Peso de los residuos orgánicos vegetales de los sitios de suministro de materia prima vegetal, segundo muestreo.	44
<b>Cuadro 5 –</b> Tiempos de cargue, acarreo y descargue de la materia prima hasta el lugar donde estará ubicada la planta.	44
<b>Cuadro 6 -</b> Tiempos de cargue, acarreo y descargue totales de la materia prima hasta el lugar donde estará ubicada la planta.	45
<b>Cuadro 7 –</b> Distancia desde cada lugar de recolección de materia prima vegetal hasta el lugar donde estará ubicada la planta.	45
<b>Cuadro 8 -.</b> Oferta semanal y mensual de materias primas para la alimentación de la lombriz y fuentes de abastecimiento.	49
<b>Cuadro 9 –</b> Reproducción de las lombrices en ciclos de tres meses hasta un año.	52
<b>Cuadro 10 -</b> Relación C/N para alimentación de las lombrices.	53
<b>Cuadro 11 -</b> Producción de lombrinaza y zoomasa en un módulo por ciclo.	57
<b>Cuadro 12 -</b> Proceso del compost y el lombricompost para la obtención del producto.	58
<b>Cuadro 13 -</b> Costos de producción de lombricompost por bulto por mes.	59
<b>Cuadro 14-</b> Costos de producción total y Rentabilidad por bulto, bultos por	60

mes y bultos en el año.

<b>Cuadro 15</b> - Inversión requerida para la construcción de la planta.	61
<b>Cuadro 16</b> - Ingresos generados por la venta de los productos producidos en la planta por mes y por año.	62
<b>Cuadro 17</b> – Flujo de caja	63
<b>Cuadro 18</b> – TIR, TIO y VPN	63
<b>Cuadro 19</b> – Análisis económico familiar	64

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1</b> – Lombricomposta orgánica certificada por BioAgricer	15
<b>Figura 2</b> – Lombricultura de Tenjo – Cundinamarca.	16
<b>Figura 3</b> - Pesajes de los residuos en la Placita Campesina del Barrio la Paz	22
<b>Figura 4</b> – Uso de abonos orgánicos y químicos por parte de las asociaciones de productores en los municipios de Popayán, Puracé y Piendamó (2016).	25
<b>Figura 5</b> – Productores pertenecientes a asociaciones en los municipios de Popayán, Puracé y Piendamó (2016).	26
<b>Figura 6</b> – Productores que usarían en sus cultivos el abono de lombriz para sus productos en los municipios de Popayán, Puracé y Piendamó (2016).	26
<b>Figura 7</b> - Uso de abonos orgánicos y químicos por parte de los productores que venden sus productos en la Galería del Barrio Bolívar (2016)	27
<b>Figura 8</b> – Productores que venden sus productos en la galería del Barrio Bolívar y que usarían en sus cultivos el abono de lombriz para sus productos (2016).	28

<b>Figura 9</b> – Productos orgánicos usados como abono por los productores pertenecientes a asociaciones y los productores que venden sus productos en la galería del Barrio Bolívar (2016)	29
<b>Figura 10</b> – Abonos orgánicos producidos y comercializados por empresas de la región.	30
<b>Figura 11</b> – Granja integral “Mama Lombriz” en el área de producción de lombricompost	31
<b>Figura 12</b> – Empresa ECOMOVI en el área de producción de lombricompost	32
<b>Figura 13</b> – Empresa INAGRO, área de lombricompostaje.	34
<b>Figura 14</b> – Maqueta con diseño y camas dobles para la producción de lombricompost en el SENA	35
<b>Figura 15</b> – Maquina para clasificar granulometría de los abonos inventada por María del Socorro Anaya docente de Procesos de Bioinsumos del SENA	36
<b>Figura 16</b> – Maquinaria para picar moler y cernir los abonos del sistema de Procesos de Bioinsumos del SENA	36
<b>Figura 17</b> – Producción de abonos orgánicos - FANAL	37
<b>Figura 18</b> – Productora de abonos orgánicos a base de polvo de rocas, biofertilizantes y microorganismos descomponedores - FANAL	37
<b>Figura 19</b> - Parcela Mana – Vereda Rio Blanco – Municipio de Cajibío Cauca (kilómetro 2 a la derecha a 500 mts de la panamericana Popayán - Cali)	38
<b>Figura 20</b> – Placita campesina de La Paz, fuente proveedora de materia prima vegetal.	39
<b>Figura 21</b> – Mercado Móvil de La Paz, fuente proveedora de materia prima vegetal.	40
<b>Figura 22</b> - Tipos de residuos que generan las familias residentes en el Conjunto Residencial La Rioja y el porcentaje que representa en la basura cada tipo de residuo.	42
<b>Figura 23</b> – Unidad residencial La Rioja, proveedor de materia prima vegetal	42

<b>Figura 24</b> – Caballeriza “Paraíso Real”, proveedor de materia prima animal.	46
<b>Figura 25</b> – Finca el arado, proveedor de materia prima animal.	47
<b>Figura 26</b> – Distribución de zonas en área de proceso en la planta.	50
<b>Figura 27</b> - Dimensiones de las neveras y conformación de camas.	50
<b>Figura 28</b> - Ciclos de producción en el año 1.	51
<b>Figura 29</b> - Sistema de alimentación suministrado a los 3 módulos (12 camas) en el año 1.	54
<b>Figura 30</b> - Costos de producción de lombricompost por bulto por mes.	60

## RESUMEN

La idea del estudio de factibilidad para la producción de lombricompost en la ciudad de Popayán en la vereda Rio Blanco, surgió con la intención de explorar la viabilidad técnica y financiera de la producción de un abono de lombriz de buena calidad, a partir del aprovechamiento de materias primas orgánicas obtenidas en placitas campesinas y mercados móviles de la ciudad; con el fin de aportar en la necesidad de reducir la cantidad de residuos orgánicos como fuentes contaminantes en el relleno sanitario municipal y contribuir a la conservación ambiental.

Para la realización de este estudio, se utilizaron herramientas de investigación como entrevistas, encuestas y visitas a experiencias o proyectos relacionados con el tema del estudio. Se tomó como base la información técnica y económica obtenida de las personas que producen lombricompost en los alrededores del municipio de Popayán, así mismo se optó por realizar encuestas a Asociaciones de Productores de café, flores, fresa, caña, brócoli y ganadería doble propósito, las cuales se ven como potenciales demandantes del producto lombricompost.

La variable con mayor importancia en cuanto a costos de producción fue la del transporte ya que es la que representa el mayor valor en comparación a otras variables como lo son la compra de materia prima o el valor del jornal.

En la parte financiera se decidió trabajar en un horizonte de 2 años teniendo en cuenta que el ciclo productivo de la lombriz es muy corto. De este análisis se pudo determinar que el costo de oportunidad del negocio es favorable y sin riesgo, ya que en menos de 2 años se libera la inversión; esto enfatizando que los recursos con los que se cuenta para la implementación del proyecto, son recursos propios. Adicional a lo anteriormente mencionado, se tiene un impacto a nivel ambiental y social alto, lo cual le da más peso a la factibilidad del proyecto.

## **ABSTRACT**

The idea of the feasibility of the study for the production of vermicompost in the city of Popayán, in the village of Rio Blanco, arose with the intention of exploring the technical and financial viability of the production of a good quality earthworm compost from the use of Organic raw materials obtained in small farms and mobile markets across the city. This would be done in hopes of and in order to reduce the amount of organic waste in the municipal waste dump and contribute to the conservation of the environment.

To carry out this study, we used research tools such as interviews, surveys and visits to experiences or projects related to the subject of the study. Based on the technical and economic information obtained from the people who produce vermicompost in the vicinity of the municipality of Popayán, we were able to carry out surveys to Associations of Producers of coffee, flowers, strawberry, cane, broccoli and livestock, which are seen as potential users of the vermicompost product.

The most important variable in terms of production costs was transport, since it represents the highest value in comparison to other variables such as the purchase of raw material or the value of the work day.

In the financial part it was decided to work in a time span of 2 years taking into account that the productive cycle of the worm is very short. From this analysis it was possible to determine that the opportunity cost of the business is favorable and without risk, since in less than 2 years there is a return of investment; Emphasizing the fact that the resources that are used for the implementation of the project are personal resources. In addition to the above, it has a high environmental and social impact, which gives more weight to the feasibility of the project.

## INTRODUCCION

Se habla y se escribe intensamente de la necesidad de conservar el medio ambiente. Las sociedades a lo largo de su historia siempre han producido residuos sólidos, los cuales han crecido de forma tan desorbitada, que muchos estudios ambientales han concluido que la tierra está perdiendo la capacidad de absorber y degradar los productos que son depositados en ella, muchos de ellos tóxicos, peligrosos y no biodegradables.

Hoy, la calidad de los suelos de las fincas de los productores campesinos e indígenas se ve disminuida cada día en su capacidad productiva porque se ha perdido la vida natural del suelo y por tanto la capacidad para equilibrar su fertilidad mediante la descomposición de la materia orgánica y el ciclaje natural de nutrientes que se fundamentan en los sistemas agroforestales tradicionales de producción de alimentos, (Ricardo Garza, 2013).

El desaprovechamiento de los residuos orgánicos sólidos, impide que sean convertidos en energía sostenible y en abonos orgánicos como una alternativa para contribuir a disminuir la contaminación ambiental evitando las emisiones de CO<sub>2</sub> y olores desagradables de los vertederos, así como los lixiviados que contaminan la capa vegetal y las redes de agua subterráneas, permitiendo producir abonos de síntesis orgánica útiles para mejorar la calidad de los suelos y la productividad de los cultivos.

Por otro lado en la naturaleza se ha encontrado la respuesta a muchos problemas de contaminación orgánica y es justamente allí donde nace la Vermicultura como una respuesta simple, de sentido común y económica a este problema que aqueja a la humanidad y se manifiesta en la cotidianidad de la vida familiar y comunitaria con el manejo de los residuos orgánicos en las ciudades o centros poblados, la cual puede evitarse, si los residuos son procesados de manera adecuada, para la obtención de un producto comercializable.

La Vermicultura permite obtener resultados concretos a corto plazo, aprovechando los residuos orgánicos producidos en la ciudad, generando ingresos de manera sostenible por ventas de abono, lixiviado, pie de cría y harina de lombriz. Por un lado se logra bajar notablemente los gastos de fertilizantes químicos, y por el otro es una excelente alternativa para la eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales orgánicos (FAO, 2004).

En Colombia el consumo de Abonos orgánicos es tan insignificante que no se registran datos estadísticos de su consumo, hecho atribuido a la revolución verde que siempre ha buscado el incremento de la productividad a costa del uso de agroquímicos con mayor disponibilidad de minerales. No existiendo en el país un sector fuertemente consolidado, pero se está abriendo un gran mercado a partir del consumo de productos netamente orgánicos (Kolmans y Vásquez, 1996).

En la actualidad en los almacenes agropecuarios de la ciudad de Popayán no existe oferta de vermicompost en el mercado, parece ser porque es difícil sostener un producto con registro Ica que se pueda comercializar en el Cauca, garantizando la calidad y estandarización del mismo. Es así, que los productores de vermicompost que existen son en baja escala como el Sena y algunas fincas campesinas, los cuales comercializan directamente el producto a algunos de los agricultores, o suministran el insumo para el desarrollo de algunos proyectos productivos institucionales.

Es de anotar, que en el mercado se encuentran abonos de origen orgánico procedentes del Valle del Cauca, del Norte del Cauca, los cuales presentan una creciente demanda en los últimos años por los agricultores de producción de papa, frijol y café entre otros cultivos, demostrando un nivel de conciencia ambiental que favorece una potencial demanda de vermicompost para el desarrollo de la producción agroecológica en el Cauca.

En este sentido, el presente estudio pretendió contribuir con una estrategia de aprovechamiento de residuos orgánicos, para que a través de un sistema de producción comercial de vermicompost se disminuyan algunos volúmenes de basuras conducidas al vertedero municipal. Al mismo tiempo, motivando el uso de los abonos orgánicos por los agricultores, se pueda devolver la fertilidad y la vida a los suelos maltratados con el uso de agroquímicos y así mismo, permita reducir los costos de producción, todo ello en el marco del compromiso por el desarrollo de tecnologías amigables con la naturaleza y con el planeta. (Jorge Domínguez, D. Pérez).

El objetivo principal del proyecto se fundamentó en desarrollar un estudio técnico y financiero de la producción comercial de vermicompost, lixiviado y lombriz a partir del aprovechamiento de los residuos orgánicos producidos en placitas y mercados campesinos móviles del municipio de Popayán, con el fin de establecer la viabilidad para el montaje de una empresa.

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

**Antecedentes del Sector Agropecuario - Uso de fertilizantes y Abonos Orgánicos para la Producción.** En el diagnóstico del Plan de Desarrollo Municipal de Popayán (2008), se expresa que “La estructura económica rural aún no se transforma y su perfil tradicional le resta funciones y peso específico en la economía regional. Igualmente que un porcentaje de la actividad agropecuaria se desarrolla bajo sistemas tradicionales de producción con algunos cultivos de pancoger (maíz, frijol, yuca, arracacha en menor proporción, hortalizas y frutales) y ganadería especializada y extensiva, los cuales generan pequeños excedentes para comercialización.

Sin embargo en el renglón agropecuario y agroindustrial del municipio, la institucionalidad ha avanzado en la dinamización de organizaciones y gremios como el Comité de Cafeteros del Cauca, cooperativas y asociaciones de productores a través de agrocadenas, cafés especiales regionales, forestal, ganadería, hortalizas y frutas, los cuales se han constituido en una demanda importante en el uso de fertilizantes y abonos orgánicos tanto para la nutrición del suelo como para asegurar la productividad de los cultivos.

Cabe resaltar que la influencia de la agricultura convencional es aplicada en mayor o menor grado por los productores generando la utilización de prácticas insostenibles como el uso de pesticidas, fertilizantes, herbicidas y al manejo inadecuado de las pendientes que llevan a grandes problemas ambientales relacionados con procesos erosivos y la pérdida de la fertilidad de los suelos, incrementando la dependencia de fertilizantes compuestos que provean los requerimientos nutricionales necesarios a las plantas para el mejoramiento de su productividad.

Adicionalmente, en el marco de este tipo de agricultura, se han obtenido nuevos genotipos con mayor producción, pero también con una demanda de mayores insumos a más altos costos, mayor aplicación de fertilizantes, nuevas densidades de siembra y nuevos pesticidas para contrarrestar los problemas fitosanitarios generados por los sistemas de monocultivo implementados. “Este esquema va en contravía y debe cambiarse con la resistencia de muchos, dado que va en contra de lo que históricamente han “enseñado” los antepasados, debido a que la transferencia de tecnología ha sido inadecuada Porta et al. (1994). Y están

enmarcados en esquemas de otras condiciones agroclimáticas, económicas y políticas, produciendo alimentos bajo esquemas de preparación de suelos con tecnologías para climas templados (Casanova, 1996).

A nivel general para enfrentar los efectos de la desastrosa revolución verde, se ha creado el modelo de agricultura que promueve la biodiversidad del suelo, a través de la incorporación de materia orgánica que nutra a los microorganismos del suelo, pues son ellos los responsables que los nutrientes queden disponibles para las plantas, sin contar que también mejoran las condiciones físicas del suelo. Estas mejoras se pueden conseguir mediante el empleo de los abonos orgánicos, los cuales se definen como fertilizantes de origen natural y de los que depende el que hacer de la agricultura orgánica, para esto se utilizan sustancias no perjudiciales para el medio ambiente uso de diferentes tipos de compost y empleo de preparados orgánicos líquidos unido a prácticas de conservación de los suelos como el uso de abonos verdes, el mantenimiento de cultivos de cobertura (Guiberteau y Labrador, 1991).

Hoy, ya entendida, por muchos, las especiales condiciones del trópico ecuatorial, sigue siendo una necesidad el impulso del desarrollo tecnológico del sector agropecuario a través de procesos dinámicos, que ayuden a mitigar paulatinamente los impactos generados por el mal manejo del suelo y el uso inadecuado de altos volúmenes de agro tóxicos. En este sentido, la incorporación de materia orgánica al suelo se constituye en la alternativa más valiosa con la que puede contar un productor agropecuario ya que le da vida al suelo evita la erosión y pérdidas de nutrientes devolviendo al suelo su fertilidad (Casanova, 1996).

Es así, que poco a poco agricultores indígenas y campesinos e instituciones del estado y privadas reevalúan las consecuencias del sistema productivo agropecuario convencional, ven la necesidad de generar y promover alternativas sostenibles y amigables con el medio ambiente, donde la producción y uso relevante de los abonos orgánicos son fundamentales como acondicionadores del suelo debido a sus compuestos naturales que proporcionan nutrientes, fortalecen su estructura mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas las cuales inciden en disminuir el problema de la acidez y mejorar significativamente la fertilidad de los suelos.

## **1.2 ANÁLISIS DEL SECTOR**

**1.2.1 A nivel mundial.** A nivel mundial existen experiencias exitosas de promoción y uso del humus o lombricompost en los procesos productivos

promovidas directamente por el estado a través de las instituciones del sector agropecuario, siendo considerada como una alternativa agroecológica, que permite regenerar los suelos, reducir costos y garantizar la calidad de los productos. Además, propicia que las raíces asimilen más rápido los nutrientes, aumenta la resistencia de las plantas ante organismos problema, agentes patógenos e, incluso, protege la cosecha de fenómenos naturales como las heladas. Es el caso por ejemplo del estado de Tlaxcala en México entregando más de 10 mil toneladas de abono orgánico de lombriz a los productores en el año 2014. También en el Programa Institucional Especial para la seguridad Alimentaria PESA de Centro América – Guatemala. FAO TECA y FAO CENTROAMERICA (pesahon@sdnhon.org.hn) GUATEMALA. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria –PESA-

Diversos estudios han confirmado la efectividad de los abonos orgánicos, la vermicomposta en especial es un abono orgánico de gran efectividad. Se ha demostrado que los fertilizantes químicos pueden ser sustituidos por abonos orgánicos y los resultados son mejores además de implementar al mismo tiempo la agricultura sustentable ([http://eximex.blogspot.com.co/2012\\_03\\_01\\_archive.html](http://eximex.blogspot.com.co/2012_03_01_archive.html).)

Así mismo empresas grandes productoras de Humus de lombriz o lombricomposta orgánica certificada por BioAgricerty Lombricultura de Tenjo que es una empresa dedicada a la Producción y Comercialización de Productos Derivados de la Lombricultura ubicada cerca a Bogotá.

**Figura 1** – Lombricomposta orgánica certificada por BioAgricer



Fuente: <http://hydrocultura.com.mx/producto/humus-de-lombriz-solido-40kg/>

**Figura 2 – Lombricultura de Tenjo – Cundinamarca.**



**1.2.2 Contexto del Municipio de Popayán y la Producción de Residuos Orgánicos.** El territorio del Municipio de Popayán, tiene una extensión de 483,11 km<sup>2</sup>, con una altitud sobre el nivel del mar es de 1737m. Su temperatura promedio es de 19°C y se halla situado al sur occidente de la República de Colombia, limitando al Norte con los municipios de Cajibío y Totoró; por el Sur con Sotaró y Purace; por el Oriente con Totoró, Puracé y el Departamento de Huila y por el Occidente con El Tambo y Timbío.

Es un municipio eminentemente urbano, tiene un 88,1% de población urbana y 11,9% de población rural. Cuenta con 9 comunas y 23 corregimientos (76 veredas y 2 resguardos indígenas).

Según el último Censo de población realizado en Colombia (DANE, 2005), el municipio de Popayán para el año 2005 tenía 258.653 habitantes, de los cuales 227.840 residían en el casco urbano y 30.813 en la zona rural.(*Popayan-cauca.gov.co*).

También dentro del diagnóstico del Plan de Desarrollo Municipal (2008) se establece que en la “dinámica rural se manifiestan graves problemas de exclusión social, hay un fuerte desequilibrio urbano-rural en el desarrollo socio-económico que estimula los desplazamientos *de familias del campo – ciudad*”, *por el conflicto armado y por la activación de la economía en el sector de la Construcción, Comercio, Actividad Inmobiliaria, Agroindustria, Producción Agropecuaria, y Transporte y almacenamiento, incrementado la densidad poblacional del Municipio de Popayán.* ([www.undp.org/conten](http://www.undp.org/conten)).

La población estimada para Popayán en el 2016, es de 270.000 habitantes aproximadamente, los cuales generan un consumo alimentario de productos del campo significativo y unos residuos orgánicos considerables (entre el 40 y el 60%) que pudieran procesarse en sistemas sostenibles de producción de abono orgánicos para devolver progresivamente el suministro de nutrientes y vida del suelo a las áreas rurales, bajando los costos de producción y estimulando la producción de alimentos más sanos para el consumo humano. (<https://colaboracion.dnp.gov.co>).

**1.2.3 Mercados campesinos en la ciudad de Popayán.** En Colombia, desde el año 2004, surgió esta propuesta político-económica, por parte de diversas organizaciones campesinas que producen alimentos en todas las regiones. La cual consiste en llevar alimentos del campo a la ciudad, tratando de eliminar las cadenas que llevan los productos al consumidor y que disminuye el ingreso de los trabajadores directos.

En distintos lugares de Popayán se realizan frecuentemente mercados campesinos, con el fin de ofrecer a la comunidad productos del campo, a bajos precios. Los mercados campesinos, consisten básicamente en que campesinos de varios municipios del Cauca, van a diferentes parques de la ciudad, como: Benito Juárez, Parque de la Salud, Yambitará y Villa del viento, La Aldea; a vender ellos mismos sus productos agropecuarios.

Los días martes, miércoles, viernes y sábado, los Payaneses pueden encontrar en los sectores mencionados respectivamente: carnes, pollo, frutas, verduras, hortalizas, así como derivados de la leche.

De esta forma, los mercados campesinos benefician a ciudadanos, debido a que los alimentos pueden ser entre 15 y 30 % más económicos que en los grandes almacenes de cadena. Al mismo tiempo, los campesinos mejoran sus ingresos y sus relaciones comerciales.

Así, estos representantes de las comunidades campesinas, han creado vínculos comerciales y se han hecho conocidos, a través de la venta de productos de muy buena calidad, naturales y a bajos precios. Lo cual les ha traído consecuencias positivas porque aumentan sus ingresos, ya que ellos son quienes directamente ofrecen los alimentos. Extra- Diario del Sur Julio 2013.

**1.2.4 Manejo de los residuos orgánicos en las ciudades.** La disposición final de los residuos es uno de los problemas principales de las ciudades modernas y del campo, ya que allí no existe un plan de recolección. Por lo general existen tres caminos a tomar: arrojarla a fuentes de agua, que produce contaminación acuática; incinerarla, que si bien es barato produce contaminación del aire y cenizas tóxicas; o enterrarla, que si no se hace apropiadamente puede contaminar el suelo y los reposos de agua subterránea.

En América el método más utilizado para los residuos sólidos urbanos es la disposición en rellenos sanitarios, es decir, enterrarla. Pero ocurre que no siempre se hace de la manera adecuada y el ambiente y la población sufre las consecuencias.

En Colombia la producción de residuos sólidos se ha incrementado en los últimos 40 años (después de la industrialización). Actualmente se producen 26.000 toneladas de residuos por día y sólo el 10% es intervenido a través de procesos de reciclaje, reúso y recuperación, es decir que cada colombiano produce en promedio 0,6 kilos diarios de residuos -17 kilos por mes y 190 kilos por año. Se estima pues que el 85 % de los residuos se generan en los hogares, y el 15% restante lo produce el comercio, la industria, las instituciones, las plazas de mercado y las vías públicas. En Popayán para el año 2009 se llevaban al vertedero entre 190 y 200 Toneladas de residuos por día.

La contaminación que se ocasiona por una mala disposición de residuos orgánicos, representa un riesgo para la salud del ser humano, la cual puede evitarse, si desde la fuente donde se generan los residuos son procesados de manera adecuada, para la obtención de un producto comercializable.

Esta técnica contribuiría a reducir en un 50% los desechos tirados a diario con el resto de la basura generada en una localidad, fomentando prácticas de agricultura sustentable, que contribuyen al cuidado y conservación del medio ambiente.

Últimamente algunas instituciones ambientalistas trabajan en la sensibilización de la comunidad urbana para que se manejen responsablemente los residuos y procurar que se generen menos volúmenes, mediante la estrategia de las tres R, donde todos podemos ser parte de la solución al problema de la basura al reducir y no mezclar (separar) desde la fuente donde se producen, para que ésta se pueda reutilizar y reciclar.

## **2. METODOLOGIA**

Para llevar a cabo el presente trabajo se partió de una revisión de información secundaria, que incluyó entre otros el Marco Legal sobre la producción y comercialización de abonos orgánicos y acondicionadores de suelos; en este sentido, fueron revisadas las normas, leyes y regulaciones a nivel nacional y municipal, que se deben tener en cuenta para el desarrollo del proyecto. El estudio de mercado se fundamentó en el conocimiento y análisis de experiencias en producción de compost desarrolladas a nivel local y regional, las cuales permitieron identificar elementos técnicos para la producción del vermicompost y su función dentro de las empresas o proyectos productivos.

Las normas Colombianas que se relacionan con la producción de abonos orgánicos son:

- Resolución 698 de febrero de 2011.
- Resolución 00150 de enero de 2003
- Resolución Min. agricultura 0187 de 2006
- Resolución 1167 de 2010

### **2.1 REVISIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA**

Se realizó revisión de documentos que brindaron información necesaria para la realización del proyecto, tales como Trabajos de grado en varias universidades del país, bases de datos virtuales sobre empresas productoras de vermicompost a nivel nacional e internacional, documentos, artículos y libros. Se revisaron estudios previos que permitieron tener una idea de volúmenes de residuos en los sitios planteados.

Así mismo, (Infraestructura, manejo de la materia prima, manejo de la alimentación de la lombriz, poscosecha, empaque y comercialización). De manera relevante se identificaron las mezclas de materias primas más adecuadas para la alimentación de las lombrices y así poder obtener un producto lo más estandarizado posible que garantice su calidad, priorizando en su composición C/N para que la mezcla sea la ideal.

## **2.2 VISITAS.**

**2.2.1 Visitas a experiencias productoras de lombricompost.** Se enfocó en conocer los sistemas de producción de vermicompost existentes a nivel local y regional. Se realizó una visita inicial a cada una de las experiencias para determinar el estado actual de los procesos que se desarrollan, su impacto sobre el medio ambiente, estimación de costos de producción desde la recolección de la materia prima (plan de inversión) y tecnología que permitan definir el tamaño adecuado del proyecto. Esta información se recolectó mediante la aplicación de una encuesta (Anexo A) y entrevistas directamente a los propietarios de los proyectos o negocios.

Experiencias visitadas:

- Granja integral “Mamá Lombriz”.
- ECOMOVI
- INAGRO
- Centro Agropecuario SENA
- FANAL

**2.2.2 Visitas a mercados.** Se realizó una encuesta (Anexo B), a 11 campesinos que participan en la Plaza de mercado del Barrio Bolívar, procedentes de los municipios de Popayán, Timbio y Tambo, para identificar de manera aleatoria el uso y la demanda de los abonos orgánicos y de manera específica el uso o interés por el vermicompost.

De la misma manera se realizó encuestas a productores pertenecientes a diversas asociaciones con el fin de ver la demanda que tiene el lombricompost entre ellos.

Asociaciones encuestadas:

- Productores de fresa del municipio de Puracé – resguardo de Kokonuko.
- Productores de hortalizas (brócoli) y frutas de exportación (Uchuva), del municipio de Silvia y Totoro.
- Productores de flores del municipio de Piendamó.
- Productores de panela y ganadería multipropósito del municipio de Cajibío.
- Productores de Café del municipio de Piendamó.

**2.2.3 Visitas a centros agropecuarios.** Con el propósito de identificar la oferta de abonos orgánicos y vermicompost (volúmenes, precios, presentaciones, marcas y calidades), se realizó la aplicación de encuestas (Anexo C) y registros fotográficos en 5 Almacenes agropecuarios y una institución del estado (SENA).

**2.2.4 Visitas a sitios de suministro de materia prima de origen vegetal.** Se identificaron por medio de encuestas (Anexo D), los volúmenes de residuos orgánicos producidos y tipología de los mismos. Porcentaje del volumen a procesar en relación al ofertado en el Mercado Móvil de La Paz, la placita campesina de la Paz y Bella vista, plaza de mercado de Bello Horizonte y la Unidad Residencial La Rioja.

La frecuencia con que se realizó la toma de muestras en la placita campesina de La Paz y el mercado móvil de La Paz fue de 4 jueves en un mes y en la Unidad Residencial la Rioja fue de 3 días por semana, durante un mes.

El Mercado móvil, es un mercado que se desplaza por diferentes sectores de la ciudad, teniendo un día fijo en cada sector para vender los productos alimenticios; siendo todos los jueves el día en que se establece en barrio La Paz.

La Unidad Residencial La Rioja se encuentra ubicada en la variante Pasto-Cali y cuenta con 120 viviendas. En la unidad residencial el profesor Román Ospina de la Universidad del Cauca, viene realizando actividades de sensibilización a la comunidad para la separación de residuos orgánicos e inorgánicos. Se realizó una medición del tiempo de cargue de los residuos con 11 casas, recogiendo las bolsas y subiéndolas al vehículo, vivienda por vivienda.

La Placita campesina de la paz se encuentra ubicada en el barrio La Paz, cuenta con todos los productos agrícolas de uso para la alimentación de la población (frutas, verduras, hortalizas, medicinales, aromáticas y condimentarías).

A continuación se presentan imágenes de los pesajes realizados en la Placita Campesina del Barrio la Paz:

**Figura 3-** Pesajes de los residuos en la Placita Campesina del Barrio la Paz



**2.2.5 Visitas a sitios de suministro de materia prima de origen animal.** Específicamente la finca El Arado y La Caballeriza Paraíso Real, ubicadas en la vereda de Rio Blanco. Se realizó encuesta (Anexo E), con el fin de determinar el uso que le dan a los residuos producidos por los animales.

La Caballeriza Paraíso Real está ubicada en la vereda Rio Blanco a 250 mts de distancia del lugar de establecimiento de la planta. Cuenta con 43 pesebreras de las cuales están ocupadas 38.

## **2.3 SISTEMATIZACION Y ESTUDIOS DE VIABILIDAD.**

**2.3.1 Viabilidad técnica.** Con base en la información consultada y las visitas realizadas a experiencias de producción de lombricompost, se determinó el sistema técnico más adecuado para la producción de vermicompost.

Para determinar los costos de producción se tuvieron en cuenta los movimientos y tiempos requeridos en cada una de las fases del proceso (ciclo de producción), desde la recolección de la materia prima, el cargue, desplazamiento y descargue, los cuales se determinaron desde cada uno de los sitios proveedores de materia prima, hasta el lugar donde se realizara el proceso de producción. Los costos de procesamiento en planta, se determinaron con base en los resultados de las experiencias visitadas y de la información secundaria consultada (preparación de

la materia prima para el compostaje – fragmentación, compostaje, alimentación de camas, cosecha, secado, tamizado, empaque).

**2.3.2 Estudio de Mercado.** Se realizó el análisis del entorno, de la demanda y oferta de cada uno de los productos (vermicompost, lombriz y lixiviado), precios y canales de distribución para cada producto. La oferta hizo referencia a identificar el mercado de los abonos orgánicos y vermicompost específicamente, identificando volúmenes, presentaciones, calidades y precios.

El estudio permitió determinar el uso de los abonos orgánicos y de manera específica el vermicompost en sus procesos productivos, cantidades, marcas, precios, frecuencia de compra y resultados. Adicionalmente se identificaron proyectos con enfoque de desarrollo de agricultura orgánica, tanto estatales como privados como potenciales de demanda de este producto en la actualidad.

**2.3.3 Análisis financiero.** Se identificaron los ingresos, costos y flujo de fondos, generados por el proyecto en un horizonte de 2 años, para ver el comportamiento de las variables financieras TIR y VPN, y así determinar la rentabilidad del proyecto.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 ESTUDIO DE MERCADO

**3.1.1 Mercado objetivo.** El mercado objetivo para la implementación de la planta de lombricompost, son las asociaciones agropecuarias entre los cuales están productores de fresa en el municipio de Puracé – resguardo de Kokonuko, hortalizas y frutas en los municipios de Silvia y Totoro, flores y café en el municipio de Piendamó y panela y ganadería doble propósito en el municipio de Cajibío. Adicionalmente productores independientes del municipio de Popayán – Cauca.

**3.1.2 Justificación del mercado objetivo.** Este mercado se identificó teniendo en cuenta que en la actualidad existen numerosas Asociaciones de productores que desarrollan proyectos productivos con enfoque ambiental y énfasis en la transición hacia la agricultura orgánica.

Por otra parte, también es viable hacer distribución directa a compradores al detal, ya sea para uso en jardinería o cultivos pequeños. Como productos complementarios en el mercado se encuentra el lixiviado de la lombriz con ventajas técnicas importantes en la nutrición de los cultivos; así mismo la lombriz, ideal como semilla o para producir harina de lombriz para consumo humano o animal, la cual se obtiene mediante el secado y previa molienda de la lombriz, siendo un producto altamente proteico.

**3.1.3 Análisis del consumidor.** Los abonos orgánicos en general están tratando de posicionarse poco a poco en el mercado con el fin de incentivar a las personas del cuidado del medio ambiente y el consumo de alimentos libres de químicos. Los consumidores encuestados presentan variabilidad en cuanto al uso de los abonos orgánicos, teniendo un importante auge los caficultores, quienes vienen incursionando en mercados especiales internacionales, los cuales demandan volúmenes importantes de abonos orgánicos procesados en sus fincas o comprados en el mercado.

Esta se constituye en una potencial demanda de lombricompost para la planta objeto del estudio. Adicional a ellos se encuentran asociaciones productoras de fique, brócoli, fresa y panela quienes combinan en su producción el uso de abono químico y orgánico.

#### **Relación de Asociaciones de Productores encuestados en el uso y demanda de los abonos orgánicos y en especial del lombricompost.**

Con el fin de determinar la demanda de humus de lombriz, se realizaron encuestas a productores asociados de fresa en el municipio de Puracé – resguardo de Kokonuko, hortalizas y frutas en los municipios de Silvia y Totoro, flores y café en el municipio de Piendamó y panela y ganadería doble propósito en el municipio de Cajibío. A continuación se presentan algunos de los resultados más relevantes obtenidos de la encuesta.

Como se puede apreciar en la figura 4, de las 11 asociaciones encuestadas, el 18% utiliza abonos orgánicos en sus sistemas productivos, los cuales corresponden a café orgánico. El 64% utilizan abonos orgánicos y químicos, los cuales corresponden a los cultivos de café, pastos, fique, brócoli, caña, y fresa. El 18% restante utilizan abonos químicos, los cuales corresponden a café y flores.

**Figura 4** – Uso de abonos orgánicos y químicos por parte de las asociaciones de productores en los municipios de Popayán, Puracé y Piendamó (2016).



El 82% de los productores representa una tendencia importante en la incorporación de abonos orgánicos asociados a los fertilizantes químicos en los cultivos comerciales de café, pastos, fique, brócoli, caña y fresa; los cuales se constituyen en una potencial demanda de vermicompost, como una de las fuentes más completas a nivel nutricional frente a otras fuentes de abonos orgánicos existentes en el mercado.

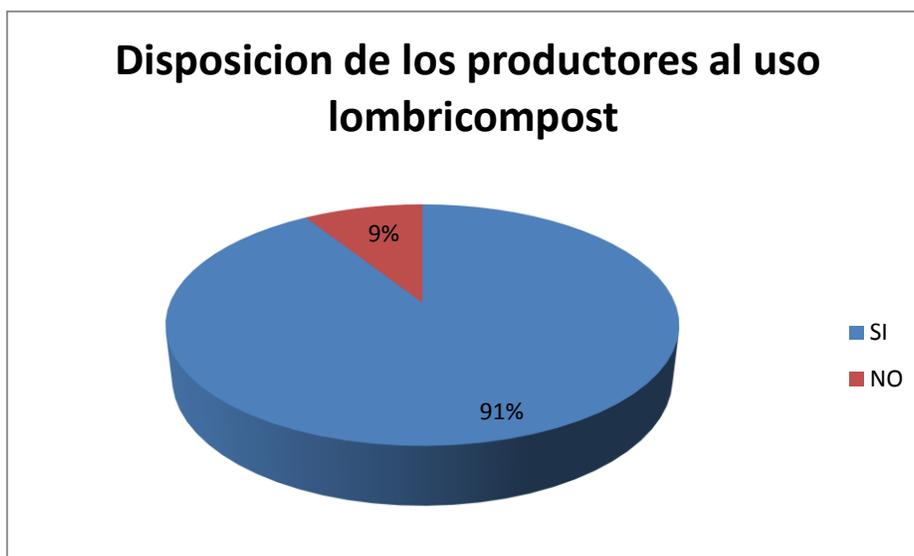
Se observa en la figura 5 que el 50% de los productores encuestados son caficultores, mientras que el otro 50% lo componen productores de otro tipo de productos como flores, brócoli, fique, fresa y panela, en una proporción de 10% cada uno.

**Figura 5** – Productores pertenecientes a asociaciones en los municipios de Popayán, Puracé y Piendamó (2016).



Como se muestra en la figura 6, la totalidad de los productores encuestados en las asociaciones se determinó que el 91% de ellos estaría dispuesto a usar abono de lombriz en sus cultivos, el otro 9% de los productores respondió que rotundamente no lo usaría.

**Figura 6** – Disposición de los productores al uso de abono de lombriz en sus cultivos en los municipios de Popayán, Puracé y Piendamó (2016).

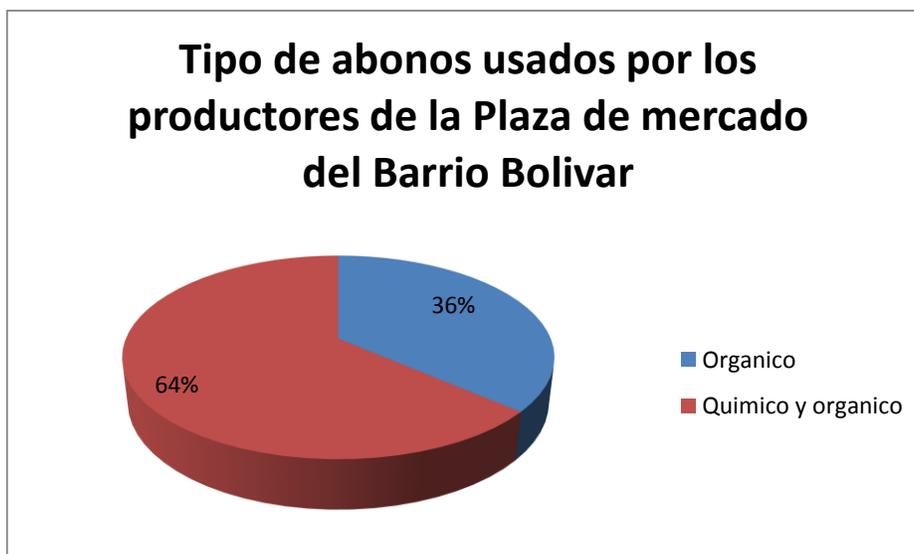


**Relación de productores campesinos que venden sus productos en la Plaza de mercado del Barrio Bolívar y fueron encuestados en el uso y demanda de los abonos orgánicos y en especial del lombricompost.**

Con el fin de determinar la demanda de humus de lombriz, se realizaron encuestas a productores del Tambo, Silvia y Timbio que venden sus productos en la Plaza de mercado del Barrio Bolívar. A continuación se presentan algunos de los resultados más relevantes obtenidos de la encuesta.

En la figura 7 se observa que de los 11 productores que venden en la Plaza de mercado del Barrio Bolívar, el 36% utilizan abonos orgánicos en sus sistemas productivos y el 64% de ellos utilizan abonos orgánicos combinados con químicos.

**Figura 7** - Uso de abonos orgánicos y químicos por parte de los productores que venden sus productos en la Plaza de mercado del Barrio Bolívar (2016)

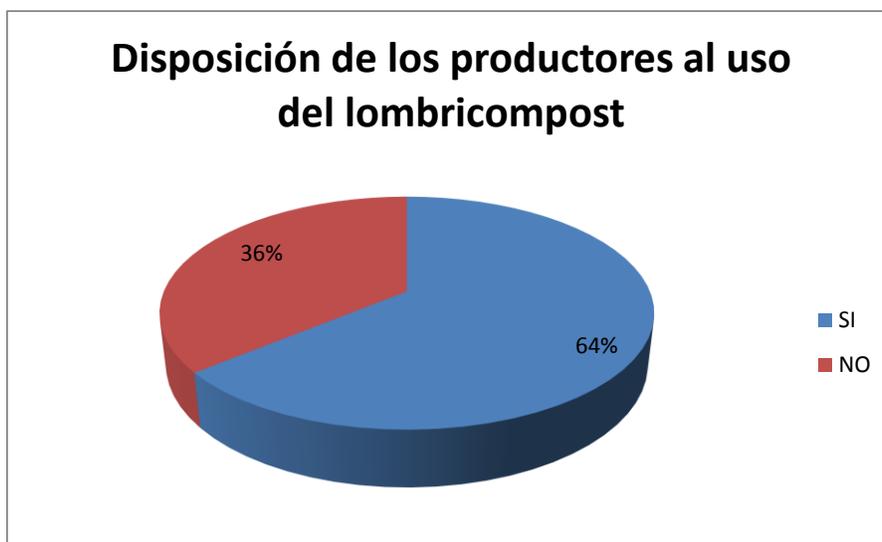


De acuerdo a lo anterior, se puede decir que el 100% de los productores que comercializan en el barrio bolívar hacen uso de abonos orgánicos, ya sea de manera pura o combinada con químicos; lo cual los convierte en posibles demandantes de vermicompost.

En la figura 8 se observa que el 64% de los productores estaría dispuesto a utilizar el lombricompost, porque conocen sus bondades y beneficios tanto para el suelo,

como para los cultivos y el 36% no lo usaría ya que ve mayores beneficios a nivel de producción con el uso de químicos mezclados con abono orgánico.

**Figura 8** – Productores que venden sus productos en la Plaza de mercado del Barrio Bolívar y que usarían en sus cultivos el abono de lombriz para sus productos (2016).



Tomando en cuenta los datos de los productores que venden en el barrio bolívar y los datos de los productores de las asociaciones, se observa en la figura 9 que el 27% utilizan gallinaza comprada para sus cultivos como fuente orgánica para abonar, y el 14% de estos productores usan el producto denominado “Abonissa”, producto a base de caña y gallinaza compostada. El otro 59% de los encuestados utiliza residuos orgánicos sin procesar o compostar, provenientes de las mismas fincas.

**Figura 9** – Productos orgánicos usados como abono por los productores pertenecientes a asociaciones y los productores que venden sus productos en la galería del Barrio Bolívar (2016)



**3.1.4 Análisis de la competencia.** La competencia directa para el lombricompost del presente estudio, son las grandes empresas caucanas, que compostan residuos orgánicos de la caña combinada con la gallinaza principalmente; y lombricompost mezclado con gallinaza compostada.

**Cuadro 1.** Oferta de abonos orgánicos en centros agropecuarios de Popayán, (2016).

Almacén Agropecuario	Vende abonos orgánicos?	Cuales	Valor/bulto (40 Kg)	Vende Humus de lombriz?	Vende Lixiviado de lombriz?	Cuales	Valor/Lt	los productos tienen registro ICA?
FRESAGRO	SI	Inagro	\$14.000	SI	SI	Lombri liq	\$15.000	SI
AGROSUR	SI	Abonissa	\$9.000	NO	NO	0	0	SI
EL RODEO	SI	Abonissa	\$9.500	NO	NO	0	0	SI
MULTIAGRO	SI	Abonissa	\$10.000	NO	SI	Humus liquido	\$15.000	SI
PROAGRO	SI	Abonissa	\$9.000	NO	NO	0	0	SI

En el municipio de Popayán y sus alrededores hay empresas que realizan compostaje en pequeña y mediana escala, algunos no teniendo como propósito vital o central el procesamiento de este producto, siendo el caso del centro recreativo “Mama Lombriz” en la vereda Rio Blanco y la Empresa “ECOMOVI” en el municipio de Silvia; mientras que la empresa de abono orgánico “INAGRO” cuya planta está ubicada en el municipio de Popayán y la empresa “ABONISSA” ubicada en el municipio de Caloto, registro ICA N° 5502, tienen como propósito

central la producción y comercialización del abono orgánico en una mezcla de lombricompost con gallinaza compostada y de caña con gallinaza respectivamente, saturando los mercados en los almacenes agropecuarios con sus respectivas licencias o registro ICA en el municipio de Popayán (figura 10). Se visitó también el Centro Agropecuario SENA en el municipio de Popayán en el área de producción de abonos orgánicos de la institución.

**Figura 10** – Abonos orgánicos producidos y comercializados por empresas de la región.



La **Granja integral “MAMA LOMBRIZ”** es una finca temática que desde sus principios se fundamentó en la producción de lombricompost, de ahí su nombre; pero con el tiempo fueron incorporadas otro tipo de actividades como la pesca, el senderismo, granja, producción de lácteos y como sitio de descanso y distracción familiar, cambiando el énfasis inicial del negocio. La finca se encuentra ubicada en la vereda Rio Blanco del municipio de Popayán.

En el área de compostaje y producción se produce lombricompost utilizando materias primas de la misma finca estiércol de vaca y otros animales, desperdicios de cocina, pasto y los desperdicios del lago de pesca (barro, concentrado y otros) y con este último han encontrado mayor desarrollo de la lombriz en cuanto a proteína – 40%).

Para el proceso de lombricompostaje disponen de 9 camas con dimensiones de 5 m de largo x 1.5 m de ancho x 50 a 70 cm de alto, la construcción está hecha en guadua en paredes y piso y recubierta internamente con plástico negro para evitar desperdicios y un tubo al fondo en la parte central para drenar los lixiviados

producidos por la lombriz (Figura 11). Se cubre con polisombra negra con el fin de mantener la oscuridad en las camas. Los lixiviados en su mayoría son devueltos a las camas con el fin de enriquecer el lombricompost, otra parte es usada en piscicultura y el restante es para la venta como abono. Se vende en envase plástico de 1 litro sin rotulo ni registro Ica. Las indicaciones necesarias para su uso se hacen directamente al comprador. Por su parte, el humus solido es empacado en bolsas plásticas de 40 kilos para comercializar.

**Figura 11** – Centro recreacional Mama Lombriz en el área de producción de lombricompost



**Empresa ECOMOVI** - La empresa se encuentra ubicada en el municipio de Piendamó – Cauca, su propietario es Jaime Mora, la empresa tiene de creación 4 años y su actividad principal es la producción de café exportación 100% orgánico y como segunda línea está la comercialización del abono de lombriz en volúmenes importantes, el cual también es usado para la producción del café orgánico. Este producto no tiene registro ICA y manifiesta que no lo va a hacer porque es muy costoso y además porque él da fe de la calidad de su producto con los resultados en su cultivo del café certificado como orgánico

Del proceso del beneficio del café se generan unos subproductos como la pulpa de café, la cual es usada en la alimentación de las lombrices, así mismo los desperdicios de cocina, el estiércol del ganado y la equinaza; materias primas con las cuales cuenta directamente en la finca. Tiene 7 camas con dimensiones de 7 m de largo x 1 m de ancho x 70 a 80 cm de alto, construidas en cemento y con drenaje para lixiviados en tubo de pvc (Figura 12).

En cuanto a la venta de los productos como humus de lombriz, lixiviado o pie de cría, lo hace directamente en la finca o lo entrega a sus compradores directamente en el lugar donde se usara, pero siempre recomienda previa compra, realizar un análisis de suelos para poder determinar de qué tipo de nutrientes carece el suelo donde se usara el abono y así poder suplementarlo antes de ser usado. El señor Mora también dicta charlas en su finca en todo lo relacionado al tema de lombricompost, las cuales incluyen la parte teórica y el recorrido por toda la infraestructura que tiene para este fin.

**Figura 12** – Empresa ECOMOVI en el área de producción de lombricompost





**Empresa “INAGRO”-** Productora de abonos orgánicos ubicada en la vereda Alto Puelenje en el municipio de Popayán.

Tiene aproximadamente 22 camas, las cuales no presentan medidas determinadas, están hechas directamente en el suelo y cubiertas con plástico (Figura 13). Para evitar que las lombrices se vayan, se mantiene comida constante y al momento de la cosecha deja de alimentar una cama y pone bastante comida en la de al lado para que ellas se pasen de una cama a la otra por medio de la capa de tierra que las divide.

El abono para la comercialización es a base de lombricompost y gallinaza compostada en una proporción 50-50. Tiene registro ICA n° 5728.

**Figura 13** – Empresa INAGRO, área de lombricompostaje.



**Centro Agropecuario SENA.** Institución educativa ubicada al norte de la ciudad cuenta con un programa de formación en la producción de abonos orgánicos, donde se destaca la experiencia en la producción de lombricompost (Figuras 14, 15, 16). Su función es estrictamente pedagógica, aunque vende subsidiado el abono, lixiviado y lombriz como semilla para proyectos productivos.

**Figura 14** – Maqueta con diseño y camas dobles para la producción de lombricompost en el SENA



**Figura 15** – Maquina para clasificar granulometría de los abonos inventada por María del Socorro Anaya docente de Procesos de Bioinsumos del SENA



**Figura 16** – Maquinaria para picar moler y cernir los abonos del sistema de Procesos de Bioinsumos del SENA



Se puede concluir frente a la competencia, que en relación a las grandes empresas como “Aboniza” e “Inagro” en un principio sería muy difícil competir porque son grandes empresarios, tienen sus productos con licencia del ICA, facilitando la comercialización a través de los almacenes agropecuarios y en volúmenes significativos con precios que oscilan entre \$9000 a \$14.000 por bulto de 40 kilos, dependiendo de la calidad.

**Planta productora de abonos orgánicos de la Federación Campesina del Cauca – FANAL** – Se visitó esta experiencia por la trayectoria que existe en la preparación de abonos orgánicos de diferentes tipos, para la comercialización a las comunidades campesinas en busca de acciones como alternativas de conservación del medio ambiente y de generación de ingresos económicos. Esta experiencia no trabaja con los abonos para la producción de lombricompost, si no con abonos a base de polvo de rocas mezclados con residuos orgánicos, biofertilizantes y microorganismos los cuales son comercializados sin registro ICA directamente a los campesinos asociados y particulares (Figura 17 y 18).

**Figura 17** – Producción de abonos orgánicos - FANAL



**Figura 18** – Productora de abonos orgánicos a base de polvo de rocas, biofertilizantes y microorganismos descomponedores - FANAL



**3.1.5 Estrategias de aprovisionamiento de materia prima para la alimentación de la lombriz en la planta.** Para la identificación de las fuentes de materia prima para la alimentación de la lombriz, se tuvo como referente la ubicación de la parcela, donde se pretende montar la planta productora de lombricompost y los lugares que podrían proveer la alimentación con residuos orgánicos de origen vegetal y animal, lo más cercanos posibles a la planta para disminuir los costos de acarreo y tiempos de recolección cargue y descargue. En la (figura 19) se presenta la ubicación de la parcela, donde se establecerá el proyecto objeto del presente estudio.

**Figura 19** - Parcela Mana – Vereda Rio Blanco – Municipio de Cajibío Cauca (kilómetro 2 a la derecha a 500 mts de la panamericana Popayán - Cali)



**Placita Campesina:** La Placita campesina del barrio la paz genera en promedio 131 kilos por día de residuos vegetales (Cuadro 3), siendo mayor los días martes y jueves, días en que puede llegar a 200 kg por día. Los desperdicios son empacados en bolsas plásticas y costales, los cuales son llevados por el carro del servicio municipal de recolección de basuras.

Entre los residuos vegetales se encuentran hojas de lechuga, choclo, cebolla, repollo, frijol, alverja, entre otros. Así mismo tomate, papa, arracacha, cebolla y frutas, que no están en condiciones aptas para la venta.

**Figura 20** – Placita campesina de La Paz, fuente proveedora de materia prima vegetal.



En conclusión los datos recolectados durante la semana del 12 al 15 julio permiten deducir que en promedio salen 131,4 kilos por día de residuos vegetales que equivalen a 3.416 kilos por mes (26 días). Los residuos pueden aumentar hasta los 200 kilos / día en los días martes y jueves donde confluye mayor número de compradores y se generan mayor cantidad de residuos orgánicos, los cuales se constituyen en una oferta de materia prima útil para el proyecto

**Placita campesina de Bella Vista:** no se pudieron tomar muestras, ni hacer uso de los desperdicios producidos en ella, ya que todos los residuos producidos son recogidos por el dueño de una porcícola y usados para la alimentación de animales.

**Mercado móvil de La Paz:** En el mercado móvil se encuentra variedad de frutas, hortalizas y verduras los cuales al final de la jornada (8am a 2pm), dejan una gran cantidad de residuos alrededor de 200 kg; los cuales son empacados en costales y dejados para que el carro recolector de residuos sólidos del municipio los lleve a su destino en el relleno sanitario. En el cuadro 3 se observan el promedio de los datos recolectados con el pesaje de los residuos orgánicos del mercado móvil del barrio La Paz durante tres días jueves del mes de Julio.

**Figura 21** – Mercado Móvil de La Paz, fuente proveedora de materia prima vegetal.



Se concluye que en el mercado móvil del barrio la Paz que en promedio se pueden recoger el día jueves 194 kilos de residuos orgánicos para un total de 777 kilos en promedio durante el mes en los cuatro jueves de mercado en el barrio La Paz. Estos se constituyen en el volumen de residuos orgánicos como materia prima disponible a utilizar en la alimentación de las lombrices, ya que son destinados al relleno sanitario municipal.

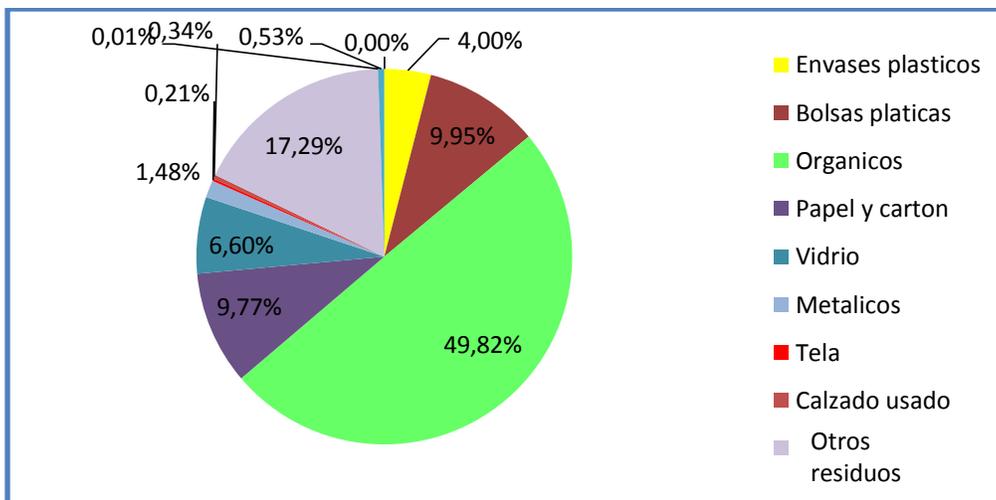
**Unidad Residencial La Rioja:** En el cuadro 2, se presentan los tipos de residuos que generan las familias, el peso equivalente de los mismos y el porcentaje en que incide cada tipo de residuo en el volumen total de la basura de este sector.

**Cuadro 2 -** Tipos de residuos que generan las familia residentes en el conjunto La Rioja, el peso equivalente de los mismos y el porcentaje cada tipo de residuo.

<b>TIPO DE RESIDUO</b>	<b>Viviendas</b>	<b>PESO EN KILOGRAMOS</b>	<b>%</b>
Envases plásticos	68%	11,91204	4,00%
Bolsas platicas	100%	29,595888	9,95%
Orgánicos	0,76%	148,190112	49,82%
Papel y cartón	0,68%	29,0682	9,77%
Vidrio	0,16%	19,622232	6,60%
Metálicos	0,36%	4,405968	1,48%
Tela	0,04%	0,625968	0,21%
Calzado usado	0,04%	1,00296	0,34%
Otros residuos	0,80%	51,416064	17,29%
Madera	0,04%	0,044352	0,01%
Peligrosos	0,08%	1,57248	0,53%
Electrónicos	0%	0	0,00%
<b>TOTAL</b>		<b>297,456264</b>	<b>100%</b>

Fuente: Profesor Ospina, 2016.

**Figura 22** - Tipos de residuos que generan las familias residentes en el Conjunto Residencial La Rioja y el porcentaje que representa en la basura cada tipo de residuo.



Como se puede observar en la figura 22 el 49,82% de los residuos producidos por las 120 familias residentes en la Rioja corresponden a residuos de origen orgánico vegetal, en otras palabras, casi el 50% de los residuos son manejados como basura, cuando podrían tener un uso productivo y ambiental importante.

De las 120 viviendas, solo 23 familias han adelantado algunos trabajos de separación de residuos directamente en los hogares, de las cuales se produce un promedio de 148 kg por día de residuos orgánicos. Este volumen de residuos orgánicos clasificados directamente por las familias se constituye en una materia prima útil para la alimentación de la lombriz en la planta.

**Figura 23** – Unidad residencial La Rioja, proveedor de materia prima vegetal.



**Disponibilidad de materia prima para la alimentación de la lombriz.** Los requerimientos de materia prima para la alimentación semanal y mensual, se satisfacen de acuerdo a la oferta de los sitios estudiados (Cuadro 3). Con el presente estudio se estaría dando una utilidad a los residuos disminuyendo en pequeña escala la contaminación ambiental.

Se contará con un servicio de transporte para la recolección de la materia prima y así mismo para la entrega directa del producto, desde el sitio de producción hasta el comprador final. Inicialmente ese vehículo será contratado mientras la empresa cuente con la suficiente solvencia para tener su propia línea de transporte. Se priorizo la modalidad de contrato integral del servicio en función de los costos de recolección, transporte y descargue en planta.

La recolección de la materia prima se hará en estopas, que serán entregadas a cada uno de los sitios de suministro de materia prima y llevadas nuevamente para cada recolección.

Se recolecto información en la Placita campesina de La Paz y en el Mercado móvil de La Paz en dos momentos diferentes, ya que en la primera toma de datos, la región se encontraba en un paro camionero que impedía el paso regular de alimentos y no se surtía de igual manera estos dos lugares. La recolecta de datos se duplico con el fin de ver la variabilidad del suministro de materia prima.

A continuación en el cuadro 3, se presentan los datos durante el paro camionero:

**Cuadro 3** - Peso de los residuos orgánicos vegetales de los sitios de suministro de materia prima vegetal durante el mes de Julio.

<b>PESO (Kg)</b>	<b>Placita campesina de La Paz</b>	<b>Mercado movil de La Paz</b>	<b>Unidad residencial La Rioja</b>
<b>Promedio</b>	131,4	194,1	148,19
<b>Valor Max.</b>	143,4	200,1	148,19
<b>Valor Min.</b>	116,4	182,8	148,19

El cuadro 3 muestra el promedio de los pesos de la materia prima recogida en el mes de julio como muestra para definir la oferta de materia prima en cada uno de los sitios dispuestos para recolección.

En el cuadro 4, se presentan los datos recolectados en actividad normal de los transportadores.

**Cuadro 4** – Peso de los residuos orgánicos vegetales de los sitios de suministro de materia prima vegetal, segundo muestreo.

<b>PESO (Kg)</b>	<b>Placita campesina de La Paz</b>	<b>Mercado movil de La Paz</b>	<b>Unidad residencial La Rioja</b>
<b>Promedio</b>	172,3	210,6	148,19
<b>Valor Max.</b>	175,5	219,8	148,19
<b>Valor Min.</b>	169,6	204,8	148,19

Estos valores indicaron que se puede cumplir con la meta requerida para la alimentación de las lombrices a la semana.

**Cuadro 5** – Tiempos de cargue, acarreo y descargue de la materia prima hasta el lugar donde estará ubicada la planta.

<b>TIEMPO (Min)</b>	<b>Placita campesina de La Paz</b>	<b>Mercado movil de La Paz</b>	<b>Unidad residencial La Rioja</b>
<b>CARGUE</b>	5:14:17	4:52:07	13:26:00
<b>ACARREO</b>	10:30:13	10:22:43	9:08:53
<b>DESCARGUE</b>	2:04:36	1:58:31	1:28:21

Los tiempos representados en la tabla 5, muestran la duración de cada viaje para trasladar la materia prima vegetal de cada sitio de suministro hasta el lugar donde estará ubicada la planta; los viajes incluyen cargue, acarreo y descargue. El mayor tiempo en el cague de materia prima estuvo representado en la Unidad Residencial La Rioja ya que se hizo la recolección casa por casa, que aunque no es mucho el tiempo, para un servicio de transporte contratado si es significativo, reflejándose en el incremento del costo del servicio. En la placita campesina de la paz y el mercado móvil los tiempos de cargue son cercanos entre sí, ya que maneja pesos de materia prima similares y son recogidos en un solo punto.

En el acarreo desde el lugar donde se recolecta la materia prima hasta la planta, los tiempos fueron similares. En el descargue también es similar entre ellos por la similitud en la cantidad de materia prima (Cuadro 5).

Los tiempos pueden variar un poco a causa de los semáforos o del tránsito de la ciudad, el cual influye directamente en la movilidad y traslado de la materia prima.

En el cuadro 5 se representaron los tiempos si la materia prima se llevara desde cada uno de los puntos de recolección en un viaje independiente, pero en el proyecto se trabajara con un transporte que hará la recolección de los 3 puntos en un solo viaje. Al hacerlo de esta manera los tiempos cambian y se representan en el cuadro 6.

**Cuadro 6** – Tiempos de cargue, acarreo y descargue totales de la materia prima hasta el lugar donde estará ubicada la planta.

TIEMPO (Min)		
CARGUE	ACARREO	DESCARGUE
23:32:24	22:52:41	5:31:28

El cuadro 7 muestra la distancia desde cada punto de suministro de materia prima hasta el lugar donde estará ubicada la planta.

**Cuadro 7** – Distancia desde cada lugar de recolección de materia prima vegetal hasta el lugar donde estará ubicada la planta.

DISTANCIA (Km)	Placita campesina de La Paz	Mercado movil de La Paz	Unidad residencial La Rioja
Planta	3	3	3,5

**Disponibilidad de materia prima animal para la alimentación de la lombriz.** Las materias primas animales para balancear la dieta de las lombrices con una composición de 70%, serán obtenidas de fincas cercanas al lugar de producción.

**Caballeriza Paraíso Real:** Se encuentra ubicada a 250 metros de donde será la ubicación de la planta y cuenta con 38 pesebreras. La recolección del estiércol de caballo es diaria y viene mezclado con cisco de madera que se encuentra en el suelo de las pesebreras (5 Kg de cisco aproximadamente por bulto de 40 Kg de estiércol). El cisco es cambiado dos días a la semana. El promedio de recolección

total es de 22 bultos diarios de 40 kg. Ellos utilizan los residuos mezclados con cal como abono para los pastos directamente sin compostar y el resto lo venden a un comprador que lo lleva al municipio del Tambo.

**Figura 24** – Caballeriza “Paraíso Real”, proveedor de materia prima animal.



**Finca El Arado:** Finca cercana al lugar donde estará ubicada la finca, cuentan con 20 vacas la cuales son llevadas a un establo para su ordeño y es ahí donde el estiércol se recolecta. El dueño de la finca rosea el estiércol con E.M. para nutrir las praderas.

**Figura 25** – Finca el arado, proveedor de materia prima animal.



**Cuadro 8** - Demanda semanal y mensual de materias primas para la alimentación de la lombriz y fuentes de abastecimiento.

MATERIAS PRIMAS PARA LA ALIMENTACION DE LA LOMBRIZ					
Fuentes de residuos organicos	Destino de los Residuos	Kilogramos por semana	Kilogramos por mes	Requerimientos	
Residuos vegetales	30% de la materia prima para la alimentación			Kg/semana	Kg/mes
Placita campesina del barrio La Paz	Relleno sanitario	172,3	689,2	531	2124
Mercado movil del barrio La Paz	Relleno sanitario	210,6	842,4		
Unidad residencial La Rioja	Relleno sanitario y compostera	148,19	592,76		
<b>SUBTOTAL</b>		<b>531,09</b>	<b>2124,36</b>	<b>531</b>	<b>2124</b>
Residuos animales	70% de la materia prima para la alimentación				
Caballeriza Papraiso Real - Vereda Rio Blanco	Fertilización pastos de corte	2469	9876	2469	9876
<b>SUBTOTAL</b>		<b>2469</b>	<b>9876</b>	<b>2469</b>	<b>9876</b>
<b>TOTAL</b>				<b>3000</b>	<b>12000</b>

De manera general, se puede decir que los residuos de los diferentes establecimientos comerciales de productos agrícolas y residuos de estiércol animal evaluados en el presente estudio, pueden abastecer la demanda de la planta equivalente a 3000 kilos semanales, 531 kilos de residuos vegetales y 2.469 kilos de estiércol (por semana); generando un total de 12.000 kilos/mes, para tres módulos en producción simultanea (12 camas).

### 3.2 ESTUDIO TÉCNICO

#### 3.2.1 Ficha técnica del producto.

La lombricultura es el arte de criar lombrices en cautiverio, con objeto de aprovechar los subproductos orgánicos de naturaleza agrícola, ganadera o urbana, generando a partir de éstos un producto de alta calidad agronómica; el HUMUS DE LOMBRIZ. La mejor forma de definir el humus de lombriz es como un *Recuperador de suelos*. Se trata de una *Enmienda Orgánica Sólida* que ofrece unas maravillosas propiedades físicas, químicas y biológicas al suelo y hoy día pasa por ser *el mejor fertilizante orgánico natural* del mundo (Cepeda, 1996; Manual agropecuario, 2002).

#### **Diseño de la planta para el proceso de fabricación de Lombricompost.**

Para la fabricación del lombricompost, se debe identificar variables que permitan tener un ambiente propicio que asegure el mantenimiento de las condiciones de humedad y oscuridad vitales para las lombrices, tales como: área de terreno para construcción de las camas, dimensiones y diseño de las camas; capacidad de producción, tipo de recolección y entrada de insumos. Características que son fijadas por cada agricultor y empresario.

El diseño de la abonera debe contener y cumplir con las funciones de Protección, Ventilación y Drenaje

La unidad técnica productiva del proyecto será de 400 mts<sup>2</sup>, dividida en 5 áreas:

- Área de picado: 25 mt<sup>2</sup> donde se dispondrá de una máquina para realizar el proceso de picado de la materia prima que posteriormente se llevara a precompostar.
- Área de precompostado: 100 mt<sup>2</sup> donde se realizara el precompostaje de la materia primas para la alimentación de las lombrices, se contara con 12 camas, una cama de precompostado por 1 cama de lombricompost.
- Área de lombricompostaje: 140 mt<sup>2</sup> donde se contara con 12 camas de 5 mt<sup>2</sup> divididas en 3 modulos de 4 camas cada uno, las camas estarán formadas por cajones de nevera recicladas en buen estado con dimensiones de 1mt de largo y 50 cm de ancho.Las neveras se unen a lo ancho entre sí, en grupos de 10 neveras para formar 1 cama. Se instalaran camas dobles para un total de 6 unidades productoras. Cada unidad estará separada por un pasillo de 1 mt por donde ingresara la carretilla a realizar la alimentación de las lombrices. Las camas se ubicaran con una inclinación del 5% adecuada para drenar los líquidos producidos por el proceso de lombricompostaje, para lo cual se contara con un sistema de recepción del lixiviado.
- Área de secado: 91 mt<sup>2</sup> donde se realizara el secado de la lombrinaza hasta obtener la humedad deseada (50%); el secado se hará bajo sistema de invernadero, y posteriormente se procederá a tamizarlo para obtener un granulo homogéneo.
- Área de empaque y almacenamiento: 35 mt<sup>2</sup> donde se realizara el proceso de empaque del producto en bultos por 40Kg y se almacenaran para su posterior comercialización.

**Figura 26** - Distribución de zonas en área de proceso en la planta.

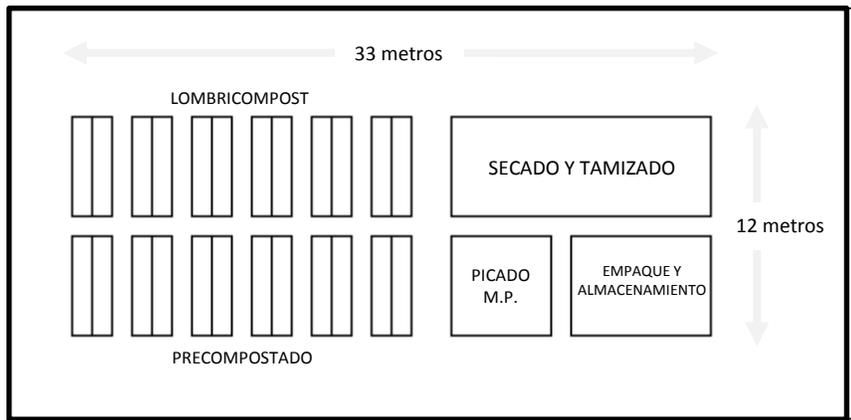
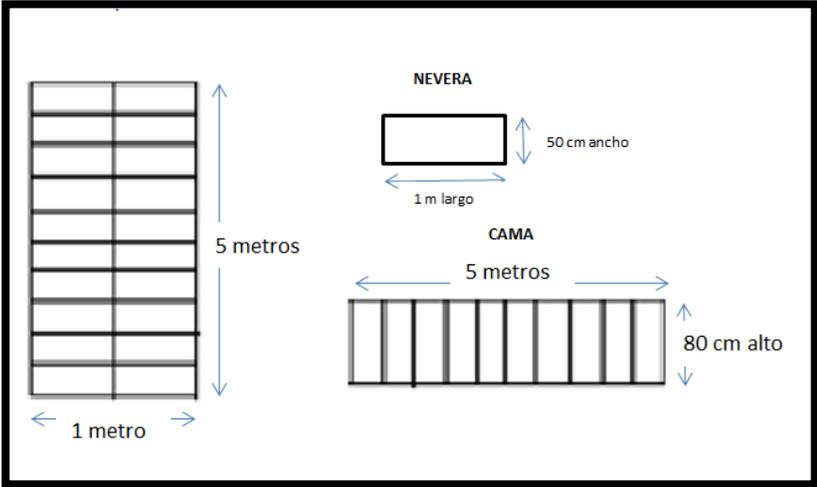


Figura 27 - Dimensiones de las neveras y conformación de camas.

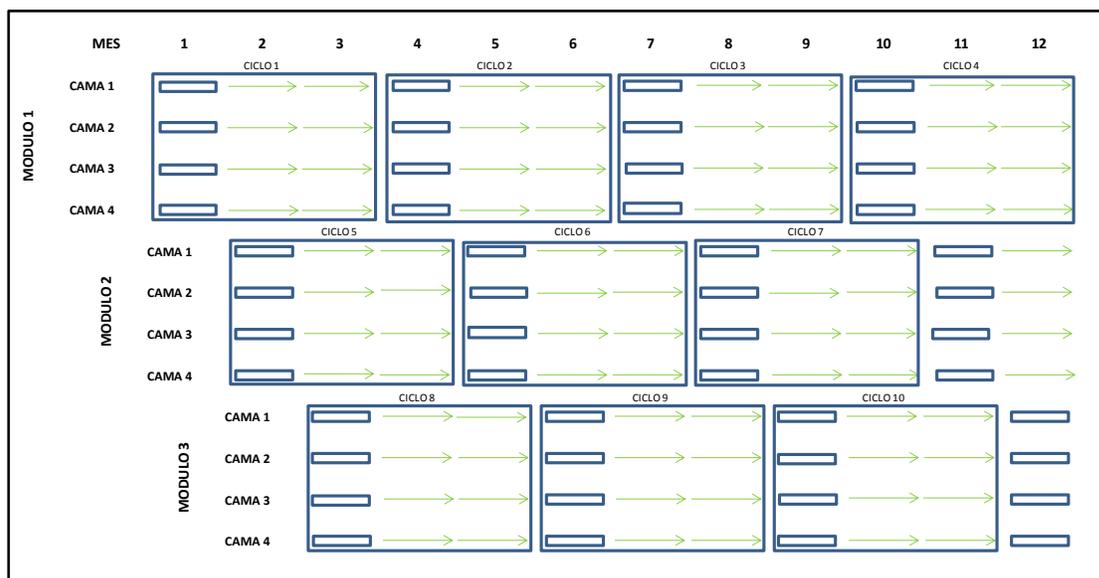


Para garantizar una oferta permanente del producto, se diseñó el establecimiento de un módulo cada mes (4 camas), de tal manera que a los 3 meses al finalizar el ciclo, se coseche el primer módulo, a los 4 meses el segundo y a los 5 meses el tercero. Una vez establecidas Los 3 módulos (12 camas) se cosechara un módulo por mes con 12000 kilos de mezcla (lombrinaza y zoomasa).

Se manejaran ciclos productivos de 3 meses que comprenden establecimiento, proceso y cosecha. Se contara con 10 ciclos en el primer año y a partir del

segundo año en adelante con 12 ciclos permanentes de producción, lo que permitirá una oferta mensual del producto para el mercado (Figura 28).

**Figura 28** – Ciclos de producción en el año 1.



**Densidad de lombrices para la crianza.** Se iniciara con una cama nodriza de 3m<sup>2</sup>, en la cual se sembraran 10kg de semilla de lombriz por m<sup>2</sup>, para una totalidad de 30kg de lombriz en toda la cama, los cuales al cabo de los 3 meses producirán 300kg de lombriz que será utilizada para empezar el primer ciclo de producción en el primer módulo y al mes siguiente se podrá iniciar con el segundo módulo.

La siembra se hará con un módulo por mes para que la producción sea escalonada.

En cada una de las camas de 5m<sup>2</sup> se sembraran 7kg de semilla de lombriz por m<sup>2</sup> para un total de 35kg de lombriz por cama y un total de 140kg de semilla de lombriz por módulo (4 camas).

**Reproducción de Lombrices.** El cuadro 9 muestra los valores expresados en kilogramos, de la producción de lombricompost a lo largo del tiempo; siendo el promedio una lombriz adulta de un gramo de peso, que ingiere lo que pesa por día y excreta el 60% en forma de humus (0.6 gramos).

**Cuadro 9** – Reproducción de las lombrices en ciclos de tres meses hasta un año.

Poblacion inicial de lombrices	1a Generación (3 meses)	2a Generación (6 meses)	3a Generación (9 meses)	4a Generación (12 meses)
1.000 individuos	10.000	100.000	1.000.000	10.000.000
LOMBRICES: 1 Kg	10	100	1.000	10.000 = 10 ton
ALIMENTO DIA: 1 Kg	10	1.000	1.000	10.000 = 10 ton
LOMBRINAZA DIA: 0,6 Kg	6	60	600	6.000 = 6 ton
PROTEINA DIA: 0,04 Kg	0,4	4	40	400

Fuente: [www.infoagro.com/Abonos/lombricultura2.htm](http://www.infoagro.com/Abonos/lombricultura2.htm).

Al finalizar cada ciclo se obtendrá una mezcla de la cual el 60% es humus o lombrinaza y el 40% zoomasa.

**Alimentación de la lombriz.** El lombricompostado, o humus de lombriz es un abono obtenido del excremento de las lombrices alimentadas con desechos orgánicos (restos vegetales, residuos de cosecha, estiércol vacuno, cama de aves, residuos orgánicos urbanos, etc) sobre los que actúa y trabaja la lombriz roja californiana.

En el proyecto, para la alimentación de las lombrices se usará equinaza como materia prima animal aportante de nitrógeno, y residuos orgánicos y aserrín como materia prima vegetal aportante de carbono. La proporción a usar en la alimentación es de 70% materia prima animal y 30% materia prima vegetal.

Después de hacer la recolección de las materias primas se debe hacer un precompostado de 15 a 20 días, con el fin de evitar que se produzcan fermentaciones en la cama, reducir el tiempo de entrada de la lombriz al alimento, partir de un sustrato sin riesgo biosanitario (pasteurización durante el compostaje), evitar que los insectos acudan masivamente a las camas y facilitar el balanceo nutricional del alimento mejorando en definitiva, la calidad final del humus.

Es de gran importancia tener cuidado con la combinación de las materias primas utilizadas como alimentos, en la relación Carbono –Nitrógeno: La relación ideal para el compostaje es de 25:1 a 35:1, la cual decrece a 15:1 en el compost final porque parte del carbono se pierde como CO<sub>2</sub> durante la compostación. Este valor es dependiente de la disponibilidad del carbono y nitrógeno de las fuentes.

Un exceso de Nitrógeno generará mucho calor por la presencia de NH<sub>4</sub> y se pierde como amoníaco (NH<sub>3</sub>), El alto consumo de oxígeno que esto ocasionaría,

crea unas condiciones anaeróbicas y empieza la pila a oler mal. El exceso de Carbono generara un metabolismo lento y menos presencia de bacterias, así que el compost es relativamente frío PNUD-INFAT (2002).

**Cuadro 10** – Relación C/N para alimentación de las lombrices.

<b>RELACION CARBONO NITROGENO PARA PRODUCIR UNA TONELADA DE ABONO</b>					
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>C/N</b>	<b>Partes a utilizar</b>	<b>C/N Final</b>	<b>% Material</b>	<b>Kg M.P.</b>
<b>Equinaza</b>	30	0,7	21	70	700
<b>Aserrin de madera</b>	638	0,123	78,47	12,3	123
<b>Restos de hortalizas</b>	37	0,089	3,29	8,9	89
<b>Residuos de fruta</b>	40	0,088	3,52	8,8	88
<b>TOTAL</b>	186	1	27	100	1000

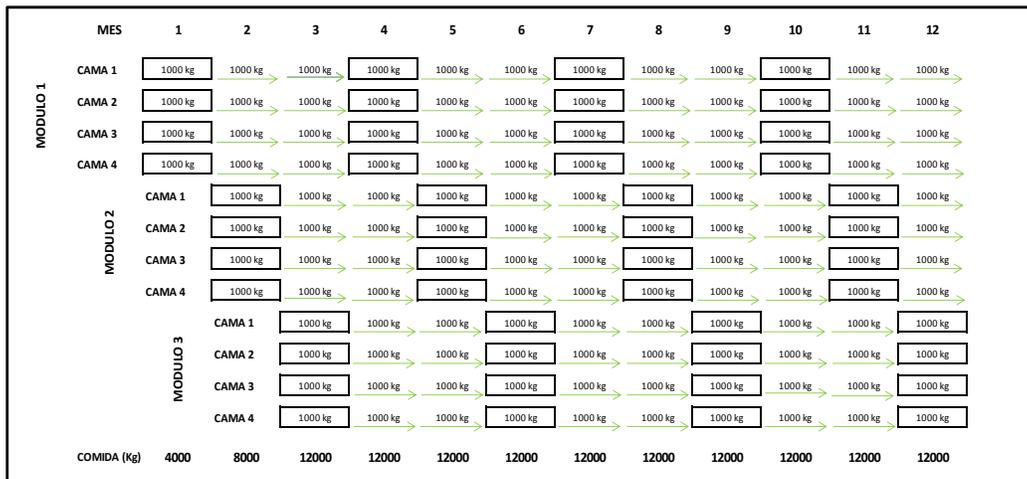
Fuente: Manual de Compostaje del Agricultor. Santiago de Chile, 2013.

En el cuadro 10 se muestra la cantidad de C/N presente en cada uno de los residuos a compostar para la alimentación de las lombrices, con los cuales se determina la cantidad de materia prima animal y vegetal a usar para que la relación C/N final sea la ideal. La relación se hizo para la producción de 1 Ton de compost y se llegó a una relación 27:1 de C/N.

La lombriz consume grandes cantidades de materia orgánica en descomposición, consume su peso en comida y excreta un 60% del alimento ingerido. La producción de compostaje para la alimentación será en proporción igual las camas (1 cama de compost para 1 cama de lombricompost).

Al tener una población de 35 Kg de lombriz por cama, se deberán alimentar con 250kg por semana para una totalidad de 1000kg de comida por mes, y 3000kg para los 3 meses, donde al finalizar el mes se realizara la cosecha. Por lo tanto la alimentación de los 3 módulos por mes es de 12000kg, generando así una producción constante.

**Figura 29** – Sistema de alimentación suministrado a los 3 módulos (12 camas) en el año 1.



Para la alimentación, la materia orgánica se debe aportar de manera constante (cada 8 días) en capas de 5-10 cm de espesor. Se deposita la materia orgánica a un solo lado de la cama, de forma que ellas tengan un espacio libre de alimentos para vivir. Si lo llenamos todo, la fermentación de la materia orgánica en todos los lugares a la vez produce gases y deja sin oxígeno a las lombrices.

Generalmente las lombrices no sufren enfermedades ni transmiten alguna. Cuando se le producen heridas o lesiones por ataque de hormigas, moscas, cerca al epitelio pueden infectarse o morir.

Precauciones en el uso de algunas de las fuentes de alimento:

- Los materiales vegetales verdes como restos de podas de árboles, jardines, residuos de explotaciones agrícolas y vegetales de cocina deben compostarse previamente, antes de ser mezclados con otros alimentos y suministrados a las lombrices. Se recomienda triturar estos materiales verdes para acelerar el proceso de descomposición.
- No es muy recomendable utilizar virutas o restos de madera procedentes de especies resinosas ya que el contenido de taninos puede matar las lombrices.
- Cuando el alimento a utilizar es estiércol de corral traído de otras fincas, es conveniente investigar periódicamente si los animales han sido vermifugados. En este caso No conviene utilizar el estiércol si aún no han transcurrido por lo menos 30 días de haber sido tratados. Se puede correr el riesgo de afectar a las lombrices con los residuos del purgante presentes en las deyecciones.

- Los estiércoles de pollos y gallinas o de otras aves de corral no son aconsejables debido a la fuerte acidez ocasionada por la alta temperatura de fermentación (90 grados C), y el largo tiempo requerido para que ésta concluya (12- 14 meses), hasta obtener el valor de pH adecuado.
- El estiércol de cerdo tiene un tratamiento complicado y por ésta razón no se aconseja en principio. Requiere de algún tiempo para su maduración y es muy molesto por los malos olores que produce.
- El suministro de estiércol de bovino debe mezclarse con residuos vegetales descompuestos con el fin de aumentar el contenido de celulosa.
- Cuando se suministre papel impreso, la recomendación es desechar aquellos con tintas a color. La tinta negra debe tratar de removerse manteniendo el papel en agua durante unos días.
- Una de las mejores fuentes de alimentación de las lombrices, son los estiércoles en descomposición, por orden de importancia se describen los siguientes:
  - Equino: Óptimo por su alto contenido de celulosa.
  - Bovino: Muy bueno, preferiblemente de animales adultos
  - Ovino o Caprino: Muy bueno, preferible que esté previamente triturado,
  - Conejo: Muy bueno (Preferible triturado)
  - Aves: Es bueno, pero debe estar pre-fermentado.
  - Porcino: No es muy aconsejable, por su mal olor.
- Los materiales que deben ser agregados en menor cantidad son:
  - Cáscaras de huevo molidas
  - Cartón o papel periódico, el cual debe estar mojado y troceado.
  - Lana e hilo natural
  - Servilletas y papel de cocina
  - Aserrín o virutas de madera no tratada
  - Restos de pan, mojados y troceados

Dentro de los materiales que deben evitarse se mencionan los siguientes:

Plantas verdes y frescas, Restos de carne y pescado, productos lácteos y productos que contengan grasas, Comidas preparadas con salsas, Restos de nylon, Heces de perros y gatos, Materiales inorgánicos (metal, vidrio, baterías, telas sintéticas) o plásticos, Papeles satinados o con tintas de color (revistas, etc.), Pesticidas, sintéticos y medicinas, Tierra o piedras, Productos salados o cenizas y Materiales contaminados.

Las lombrices jamás saldrán de las aboneras o de las vermicomposteras, porque en ellas, encuentran todo lo necesario para vivir

### **Registros de control y seguimiento al proceso de producción de lombricompost.**

Es fundamental una perfecta aireación para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices, si la aireación no es la adecuada se reduce el consumo de alimento y la reproducción debido a la compactación. Se debe conservar la temperatura entre 20 y 25°C, para que se formen los cocones y evitar que las lombrices migren en busca de ambientes más frescos.

La humedad de las camas se maneja por medio de un sistema de riego por goteo, con un mecanismo de cintas que permitirán que el agua se distribuya equitativamente por todas las zonas de la cama y garantice alrededor de 80% de humedad.

Se recomienda llevar hojas de registros, en donde debe anotar la fecha en que realiza el control de las variables temperatura, humedad, oxígeno. Se debe registrar también las entradas de comida por capas o camas, especificando la cantidad total de entradas, así mismo debe registrarse la cantidad de ingresos de agua a la abonera. Las hojas de control permitirán crear un proceso replicable.

**Cosecha y empaque.** Aproximadamente 15 días antes de realizar la cosecha se debe quitar el suministro de alimentación, con el fin de que en el momento de la misma, sea mucho más fácil la recolección de la lombriz por medio de costalillas o canastillas de plástico que se ponen sobre las camas en un lateral con comida fresca y luego se procede a retirarla. En ella se recoge la zoomasa presente.

**Cuadro 11** – Producción de lombrinaza y zoomasa en un módulo por ciclo.

<b>PRODUCCION POR CICLO</b>				
<b>CAMA</b>	<b>MEZCLA (Kg)</b>	<b>HUMUS (Kg)</b>	<b>ZOOMASA (Kg)</b>	<b>HUMUS (50%Humedad) (Kg)</b>
<b>1</b>	3000	1800	1200	900
<b>2</b>	3000	1800	1200	900
<b>3</b>	3000	1800	1200	900
<b>4</b>	3000	1800	1200	900
<b>TOTAL</b>	<b>12000</b>	<b>7200</b>	<b>4800</b>	<b>3600</b>

La producción total de cada módulo es de 12000 Kg de los cuales el 60% representa el humus húmedo (1.800 k) y el 40% la zoomasa, quedando proporciones de 7200 Kg y 4800 Kg, respectivamente.

Posteriormente, se procede a acumular la lombrinaza de las 4 camas y se lleva a secar bajo invernadero hasta obtener una humedad del 50%, quedando una totalidad de 3600 Kg de humus que finalmente se tamiza para obtener un producto homogéneo y libre de impurezas. El producto queda listo para ser ensacado y comercializado. Es de color negruzco, homogéneo y con olor a mantillo del bosque.

Deben utilizarse 2 tamaños de tamiz, en función del destino final del producto: 4mm para sacos de 50, 40, 20 y 10 kilo y 2mm para bolsas de 5 y 3 kilos (Empresa LOMBRICOR SCA – Humus de Lombriz - Andalucía – España).

La recolección del lixiviado se hará por mes, del cual el producido el primer se recicla nuevamente en la cama para nutrir el producto y los dos meses siguientes se recogerán para la venta. La producción de la planta para venta por mes por cama, será de 10 Litros, para un total de 80 Litros por modulo por ciclo.

**3.2.2 Estado de desarrollo.** El producto se encuentra en etapa de formulación para evaluar la viabilidad de su producción.

### 3.2.3 Descripción del proceso.

**Cuadro 12** - Proceso del compost y el lombricompost para la obtención del producto.

PROCESO DEL COMPOST	PROCESO DEL LOMBRICOMPOST
Recepción de materia prima	Preparación de camas
Clasificación	Siembra de lombrices
Picado	Alimentación por 3 meses (Medición temperatura y Humedad).
Preparación mezcla y montaje de pilas	Cosecha
Fermentación (M.O. eficientes)	Secado
Volteo	Tamizado
Control humedad, temperatura y pH	Empacado
Aceptación del producto (15 a 20 días de compostado)	Almacenado

Fuente: María del Socorro Anaya, SENA (2016)

**Descripción del producto terminado.** El producto tendrá diferentes presentaciones según su tipología, en el caso del humus será en bultos de fibra de 40 Kg; el lixiviado se presentara en recipientes plásticos de 1 Lt y la semilla de lombriz se venderá por kilo o según necesidad del cliente. Se especificaran condiciones de uso al comprador para la producción agropecuaria resaltando las bondades en el mejoramiento de los suelos.

**Comercialización.** Se determinan alternativas de comercialización, concretar canales de distribución a través de convenios con Asociaciones de productores principalmente y distribución directa al detal, presentando variedad en la presentación del producto al cliente según sus necesidades. Así mismo, se brindara el servicio que teniendo en cuenta análisis de suelos de las fincas de los clientes, se adicionan los minerales que estén en deficiencia al lombricompost para realizar un abonamiento completo para el suelo.

La estrategia de venta se realizara a través de las relaciones con los proyectos o programas que desarrollen las instituciones del estado con las comunidades campesinas e indígenas y afrodescendiente en los municipios del cauca tanto para comercializar el lombricompost como el lixiviado y la semilla de cría de acuerdo a las capacidades de oferta de los productos en la planta. Ofrecer en la planta espacios para la sensibilización del proyecto como opción económica y de conservación ambiental para las comunidades en sus territorios. El productor del vermicompost diseñara la publicidad de su producto para promocionarlo en los diferentes espacios.

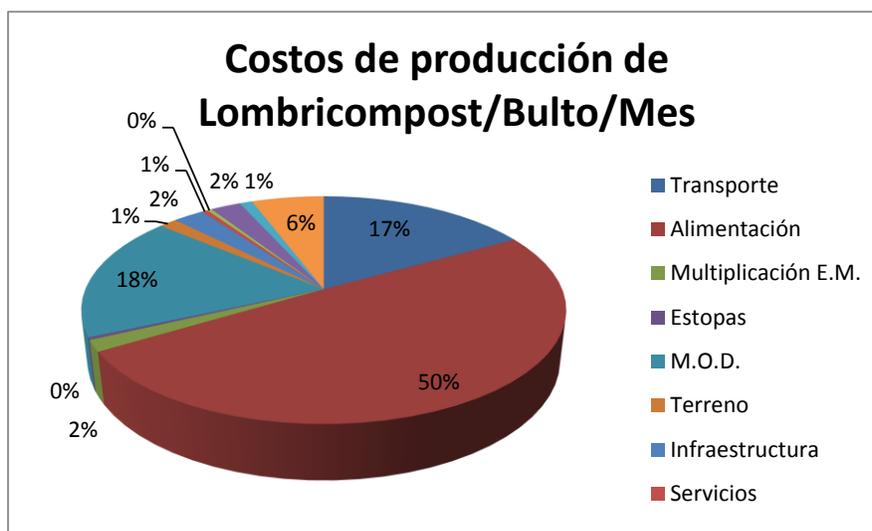
### **3.3 ESTUDIO FINANCIERO**

**Costos de producción.** Los costos de producción se dividen en costos directos y costos indirectos, con el fin de determinar el valor de la unidad comercializable de lombricompost (Bulto/40Kg). Se deprecia cada uno de los ítems necesarios para la construcción de la planta (terreno, infraestructura, equipos, herramientas y mano de obra indirecta), con el fin de reconocer el desgaste sufrido por cada uno de ellos en su uso, siendo proporcional al tiempo de vida útil en que cada uno de ellos pueda generar ingresos. Y así mismo mostrar una información contable y financiera objetiva y real.

**Cuadro 13 - Costos de producción de lombricompost por bulto por mes.**

<b>COSTOS DE PRODUCCION DE LOMBRICOMPOST/BULTO/MES</b>		
<b>COSTOS DIRECTOS</b>		
<b>ITEM</b>	<b>(\$)</b>	<b>%</b>
Transporte	2333	17
Alimentación	6858	50
Multiplicación E.M.	222	2
Estopas	50	0
M.O.D.	2459	18
Terreno	198	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>12121</b>	<b>88</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>ITEM</b>	<b>(\$)</b>	<b>%</b>
Infraestructura	340	2
Servicios	67	0
Semilla	49	0
Equipos	333	2
Herramientas	139	1
M.O.I.	797	6
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1724</b>	<b>12</b>
<b>TOTAL</b>	<b>13846</b>	<b>100,0</b>

**Figura 30 – Costos de producción de lombricompost por bulto por mes.**



En la figura 30, se observa que el porcentaje más alto en cuanto a costos de producción está dado por la alimentación, en la cual está representada la materia prima vegetal la cual tiene un valor de \$0 y la materia prima animal, que en este caso esta generado todo el costo. De lo anterior se puede decir que el no contar con la materia prima para producir, encarece el costo de producción.

El costo de producción total asociado a la unidad a comercializar (Bulto), se observa en el cuadro 14, en el cual también se representa el precio de venta y su correspondiente utilidad, y con estos datos se determinó que la rentabilidad del producto es de 8.3%. La producción de lombricompost es de 3600 Kg para una totalidad de 90 bultos al mes, los cuales generan una utilidad de \$103.896 mensual. Todos los valores se extrapolaron a 1 año en el cual se tiene una producción de 1080 bultos de lombricompost (Cuadro 14).

**Cuadro 14 – Costos de producción total y Rentabilidad por bulto, bultos por mes y bultos en el año.**

<b>CUADRO DE ANALISIS DE RENTABILIDAD/MES/AÑO</b>			
<b>ITEM</b>	<b>1 Bulto</b>	<b>90 Bultos/mes</b>	<b>1080 Bultos/mes</b>
Precio venta (\$)	15000	1350000	16200000
Costo prod. (\$)	13846	1246104	14953248
Utilidad (\$)	1154	103896	1246752
Rentabilidad (%)	8,3	8,3	8,3

### **Análisis financiero.**

Para el montaje de la planta se hacen inversiones a nivel de Infraestructura, Equipos y Herramientas. En el Cuadro 15 se encuentran discriminados cada uno de los implementos necesarios para realizar la construcción, la cantidad a usar y su costo.

**Cuadro 15 – Inversión requerida para la construcción de la planta.**

<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
TEJAS DE ZINC - 3 METROS	UNIDAD	18.000	119	2.142.000
GUADUA PARA CONSTRUCCION AREA PRODUCTIVA (Techo y base de las camas)	UNIDAD	6.000	45	270.000
CAMAS CON CAJONES DE NEVERAS RECICLADAS Y ACCESORIOS DE ADAPTACION RECOLECCION LIXIVIADO	UNIDAD	4.000	120	480.000
TARROS RECOLECTORES LIXIVIADO	UNIDAD	6.000	12	72.000
TANQUE ACUAVIVA 500 LITROS NEGRO PARA SISTEMA RIEGO	KILO	285.000	1	285.000
MANGERA POLIETILENO 1/2 "	METROS	800	100	80.000
CINTA DE RIEGO POR GOTEO Y ACCESORIOS PARA CAMAS	METROS	300	120	36.000
PLASTICO NEGRO PARA AREA DE ACOMPOSTAJE (6 METROS DE ANCHO	METROS	6.000	10	60.000
PLASTICO DE INVERNADERO PARA AREA DE SECADO (6 METROS DE ANCHO x 14m)	METROS	7.000	14	98.000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>3.523.000</b>
<b>EQUIPOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
BASCULA COLGANTE ELECTRONICA SEMIINDUSTRIAL DE 100 KILOS	UNIDAD	300.000	1	300.000
PICADORA MOLINO Y CERNIDO MARCA BRASILEIRA	UNIDAD	1.500.000	1	1.500.000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1.800.000</b>
<b>HERRAMIENTAS</b>				
CARRETILLAS	UNIDAD	105.000	2	210.000
PALENDRAS	UNIDAD	15.000	2	30.000
ORQUILLAS DE MANGO LARGO CON 4 PUNTAS REDONDEADAS	UNIDAD	30.000	2	60.000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>300.000</b>
<b>TOTAL INVERSION</b>				<b>5.623.000</b>

En la planta se produce lombricompost como producto principal y se obtiene lixiviado y semilla de lombriz como subproductos. En el Cuadro 16, se describe el valor de venta de cada uno de los productos, la cantidad producida por mes y para el año 1, y el respectivo valor por mes y por año, obteniendo el total de ingresos generados por esa producción.

**Cuadro 16** – Ingresos generados por la venta de los productos producidos en la planta por mes y por año.

VENTAS O INGRESOS	UNIDAD	VALOR UNIARIO	MES		AÑO 1	
			CANTIDAD	VALOR	CANTIDAD	VALOR
HUMUS DE LOMBRIZ	BULTO	15.000	90	1.350.000	900	13.500.000
LIXIVIADO DE LOMBRIZ - (10LITROS X CAMA X SEMANA)	LITRO	2.000	80	160.000	800	1.600.000
SEMILLA DE LOMBRIZ DISPONIBLE VENTA	KILO	6.000	50	300.000	500	3.000.000
<b>TOTAL INGRESOS</b>				<b>1.810.000</b>		<b>18.100.000</b>

En el Flujo de Caja (Cuadro 17), se observa que los costos del Año 0, necesarios para el establecimiento de la Unidad Técnica productiva (UTP) en los primeros 3 meses, asciende a \$ 8.983.704 en los cuales realiza el montaje de los 3 módulos (12 camas), relacionados directamente con la mano de obra, insumos, infraestructura, maquinaria, equipo y la materia prima para alimentación de las lombrices. Se observa también que el costo total del establecimiento y funcionamiento del proyecto en el primer año asciende a \$18.610.867 y en el segundo año a \$ 12.869.004 pesos correspondientes en este último fundamentalmente a los costos operativos o de funcionamiento del proyecto. Los ingresos del primer año corresponden a \$ 18.100.000 y en el segundo año a \$ 21.720.000 de pesos.

**Cuadro 17 - Flujo de caja**

ANALISIS FINANCIERO - Rotacion del capital cada 3 meses que es el tiempo de duracion del ciclo productivo de la lombriz									
FLUJO DE CAJA	UNIDAD	VALOR	AÑO 0		AÑO 1		AÑO 2		%
			CANTIDAD	VALOR	CANTIDAD	VALOR	CANTIDAD	VALOR	
CANTIDAD HUMUS - KILOS/MES CON HUMEDAD DEL 50%	BULTO	\$ 15.000	0	\$ 0	900	\$ 13.500.000	1.080	\$ 16.200.000	75
LIXIVIADO DE LOMBRIZ - (10LITROS X CAMA X SEMANA)	LITRO	\$ 2.000	0	\$ 0	800	\$ 1.600.000	960	\$ 1.920.000	9
SEMILLA DE LOMBRIZ DISPONIBLE VENTA	KILO	\$ 6.000	0	\$ 0	500	\$ 3.000.000	600	\$ 3.600.000	17
<b>TOTAL INGRESOS</b>			<b>\$ 0</b>	<b>\$ 0</b>		<b>\$ 18.100.000</b>		<b>\$ 21.720.000</b>	<b>100</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>\$ 8.983.704</b>		<b>\$ 9.627.163</b>		<b>\$ 12.869.004</b>	
Mano de obra				\$ 1.180.320		\$ 1.967.200		\$ 2.655.720	
Infraestructura				\$ 3.523.000					
Insumos				\$ 1.658.813		\$ 5.555.250		\$ 7.407.000	
Maquinaria y equipos				\$ 2.100.000					
Servicios				\$ 521.571		\$ 2.104.713		\$ 2.806.284	
<b>FLUJO NETO (INGRESOS - EGRESOS)</b>				<b>-\$ 8.983.704</b>		<b>\$ 8.472.837</b>		<b>\$ 8.850.996</b>	

Para el análisis de factibilidad del presente estudio, se trabajó con un horizonte de dos años, teniendo en cuenta que el ciclo productivo de la lombriz es muy corto

(cada tres meses) hasta la producción del lombricompost y en el primer año se logran 10 meses de cosecha de los módulos productivos, es decir con una rotación rápida del capital.

### 3.4 EVALUACIÓN FINANCIERA

Las variables del análisis financiero relacionadas con la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto en un horizonte de dos años de análisis es de 57,0% con un Valor Presente Neto (VPN) Positivo equivalente a \$14.620.993, significa que el costo de oportunidad del negocio es favorable (Cuadro 18).

**Cuadro 18-** TIR, TIO y VPN

TASA INTERNA DE RETORNO	57,0%
TIO - Tasa de descuento	12%
VALOR PRESENTE NETO	\$ 14.620.993

### 3.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA

El análisis económico permite observar que la inversión genera una utilidad por mes que sumada a los ingresos generados por el trabajo realizado a través de los jornales, se tiene como resultado un ingreso familiar en el año 1 de 1,3 SMLV y en el segundo año 1.3 salario mínimo legal vigente (\$737.717 pesos) con una vinculación solamente de medio tiempo al negocio. En el cuadro 15 se presenta el análisis económico familiar con los valores obtenidos del estudio.

En otras palabras si la inversión realizada se coloca en una entidad bancaria a través de un CDT donde pagan máximo el 7% anual es decir \$ 1.731.000 pesos, equivalente a un ingreso mensual de \$144.264 pesos, es menos que lo que el proyecto generaría al mes como se ve en el cuadro 19.

**Cuadro 19 -** Análisis económico familiar.

EVALUACION ECONOMICA PARA EL PRODUCTOR					
INGRESOS DEL PRODUCTOR	UNIDAD	VALOR	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2
INGRESOS			VALOR	VALOR	VALOR
UTILIDAD/MES POR EL PROYECTO				706.070	737.583
MANO DE OBRA PAGA POR EL PROYECTO/MES (9 dias/mes)				262.293	221.310
TOTAL INGRESO/MES				968.363	958.893
SALARIO MINIMO LEGAL VIGENTE	SMLV	737.717		1,3	1,3

### **3.6 ANALISIS AMBIENTAL**

El estudio de factibilidad para el montaje de una planta de producción de lombricompost con doce (12) camas de lombriz en un área productiva de 60 mts<sup>2</sup>, tiene un consumo de materia prima vegetal equivalente a 2.124 kilos /mes, o sea 25.488 kilos de residuos orgánicos sólidos /año (25.49 ton/año), que serán convertidos en energía sostenible a través de abonos orgánicos como una alternativa para contribuir a disminuir la contaminación ambiental.

Los desechos contribuyen de forma importante a las emisiones de carbono. La reducción de los desechos puede evitar muchas emisiones y reducir los malos olores de los vertederos y disminuir los lixiviados, contribuyendo a la mitigación de la contaminación del aire y la tierra. Los desechos no sólo emiten CO<sub>2</sub> y metano hacia la atmósfera, sino que también pueden contaminar el aire, las aguas subterráneas y el suelo. Como referente se tiene que hace 7 años Popayán llevaba al vertedero 200 toneladas de residuos por día.

Adicionalmente se fomenta la implementación de la agricultura orgánica, disminuyendo el uso de agroquímicos y a su vez permitiendo el enriquecimiento de los suelos, evitando la contaminación de aguas subterráneas mitigando el efecto invernadero, entre muchas otras consecuencias positivas que tiene el uso de los abonos orgánicos.

El problema de la disposición de los residuos representa un riesgo para la salud del ser humano, principalmente a las personas que se encuentran en contacto directo con los desperdicios. En los alrededores del relleno sanitario viven personas y están en contacto con toda la contaminación ambiental ahí presente, malos olores, lixiviados, insectos, roedores, entre otros, que los hace propensos a diferentes enfermedades.

Muchas de los problemas gástricos de las personas son ocasionados por la mala alimentación, la cual en algunos casos viene dada por una mala agronomía donde en la producción de los alimentos se hace uso de fertilizantes; por esta razón cual se podría decir que si el agricultor hace una conversión de fertilizantes a abonos orgánicos, influiría de directamente en la salud de la persona que consume su producto

Considerando que en el sistema productivo de lombricompost se va a utilizar agua de la vereda para la hidratación de las camas por medio de un sistema de riego por goteo, es importante anotar que en ningún momento se va a generar contaminación de la misma pues los líquidos o lixiviados generados en las camas de lombriz, se reciclan y luego se cosechan para la venta.

En cuanto al aire, para evitar los malos olores, se incorpora al sistema productivo en la fase de precompostaje el uso de los microorganismos eficientes para acelerar y garantizar una adecuada descomposición de las materias primas de origen vegetal y animal. Este proceso se realiza bajo techo para evitar pudrición de las materias orgánicas con el invierno y por tanto generar olores desagradables.

En relación al suelo, cualquier contacto del humus de lombriz genera una afectación positiva en las condiciones físicas, químicas y biológicas que favorecen la calidad del suelo para su producción y conservación.

### **3.7 ANALISIS SOCIAL**

A nivel social, el estudio es viable porque el proyecto puede constituirse en una alternativa de generación de ingresos para pequeños propietarios rurales (área productiva 400 mts<sup>2</sup>) cercanos a la cabecera municipal y que no cuentan con la materia prima de origen vegetal y animal para la alimentación de las lombrices. Por supuesto, se constituyen en una opción de mayor rentabilidad para productores rurales con áreas mayores de tierra y que cuenten con sistemas productivos que generan residuos orgánicos de origen vegetal y animal, haciendo más factible económicamente el proyecto.

## 4 CONCLUSIONES

Una de las motivaciones para realizar el presente estudio es poner un grano de arena hacia buscar alternativas para aprovechar los residuos sólidos orgánicos como materia prima en una planta de producción de lombricompost, reduciendo algunos volúmenes de materia orgánica con destino al relleno sanitario municipal.

Las visitas a experiencias productoras de lombricompost en el municipio de Popayán (Empresa INAGRO, Granja integral “Mama Lombriz”, Empresa Ecomovi, Centro Agropecuario – SENA, Planta productora de abonos orgánicos de la Federación Campesina del Cauca – FANAL), permitieron conocer los sistemas de producción de vermicompost existentes a nivel local y regional, hasta donde fue posible la estimación de costos de producción, tipo de alimentación y formas de la recolección de la materia prima, lo que permitió definir el tamaño adecuado del presente proyecto.

La visita a los sitios de suministro de materia prima de origen vegetal, permitió concluir que existe una oferta de residuos orgánicos producidos semanal en promedio de 3.717 kilos/semana, de los cuales la planta requeriría 531,09 kilos/semana, cantidad necesario para la producción. Los residuos restantes son llevados al relleno sanitario municipal.

Las visita a la Caballeriza Paraíso Real, sitio de suministro de materia prima de origen animal, permite concluir que el volumen de abono orgánico que se produce semanalmente es de 6.160 kilos, del cual se requiere semanalmente para la planta de lombricompost 2.469 kilos, ya que el resto es utilizado como insumo para la siembra de pastos de corte para los mismos animales.

El estudio evidencia que 23 familias de la Unidad residencial La Rioja están dispuestas a realizar la clasificación de los residuos. En promedio se producen 148,19 kg por día, los cuales serán necesarios para la producción en la planta.

El mercado objetivo para la implementación de la planta de lombricompost, se identificó teniendo en cuenta que en la actualidad existen en el departamento del Cauca, numerosas Asociaciones de productores que desarrollan proyectos productivos con enfoque ambiental y énfasis en la transición hacia la agricultura orgánica, así como productores independientes interesados en incursionar en la producción con abonos orgánicos.

Frente a la competencia con empresas como “Aboniza” e “Inagro” es algo complejo porque son grandes empresarios que tienen sus productos con licencia del ICA facilitando la comercialización a través de los almacenes agropecuarios en volúmenes significativos y pudiendo posicionar sus productos con mejores precios.

Según el análisis del consumidor, la mayor participación en el uso de abonos orgánicos está dado por los productores de café, quienes vienen incursionando en mercados especiales internacionales, con la producción de café orgánico. Esta se constituye en una potencial demanda de lombricompost para la planta objeto del estudio, donde el 82% de los productores representa una tendencia importante en la incorporación de abonos orgánicos.

Se determinó que la competencia directa para el lombricompost, son las grandes empresas caucanas, que compostan residuos orgánicos de la caña combinada con la gallinaza principalmente; y lombricompost mezclado con gallinaza compostada.

Adicional al producto principal, se obtienen dos productos complementarios o subproductos para el mercado; el lixiviado de la lombriz con ventajas técnicas importantes en la nutrición de los cultivos; así mismo la lombriz, ideal como semilla o para producir harina de lombriz para consumo humano o animal.

La producción de lombricompost en la planta será por mes de 3.600 kilos (90 bultos de 40 kilos/mes o 1.080 bultos / año), los cuales se constituyen en un insumo útil y de gran importancia para mejorar la calidad de los suelos y la productividad de los cultivos de las fincas de los agricultores, vinculados a procesos organizativos de producción y comercialización de productos orgánicos, como el caso de los cafés especiales.

Los costos totales de producción del bulto de 40 kilos de lombricompost con un 50% de humedad incluyendo los costos directos y su participación en porcentaje (transporte -17%, alimentación o materia prima – 50%, multiplicación de microorganismos - 2%, estopas – 0,4% y mano de obra directa- 18%, terreno- 1%), así como los costos indirectos (infraestructura-2% insumos, servicios 0,5%, equipos -2%, herramientas – 1% semilla de lombriz-0,3% y mano de obra indirecta- 6%) equivale a \$13.846 por bulto, el cual se constituye en un valor muy alto en relación al precio de venta (\$15.000), donde la alimentación y el transporte

de la misma equivalen al 67% del costo total del bulto haciéndolo literalmente desventajoso económicamente.

Según el análisis de rentabilidad del negocio por bulto se genera una rentabilidad igual a 8.3% dado que los costos son muy altos al no contar con la materia prima pues se incurren en costos de compra y transporte de la misma, disminuyendo drásticamente la utilidad del producto.

El análisis del flujo de caja del proyecto en un horizonte de dos años, presenta una TIR del 57% y un VPN 14.620.993, observándose que al incrementar los volúmenes de producción el negocio se vuelve favorable económicamente.

El análisis económico familiar como producto de la actividad económica de la planta refleja un ingreso neto mensual equivalente a 1.3 salarios mínimos legales vigentes tanto para el año 1 como para el año 2 con solo una vinculación de tiempo al proyecto equivalente al 50% de tiempo, quiere decir que se dispondría de medio tiempo para generar otras actividades que complementen el ingreso económico familiar.

El estudio de factibilidad para montaje de la planta de producción de lombricompost en el Municipio de Popayán, es viable desde el punto de vista técnico y financiero.

Además de la viabilidad técnica y financiera el proyecto genera un impacto ambiental positivo para la ciudad, puesto que pretende en su capacidad máxima de producción eliminar de los centros de acopio de residuos orgánicos 25.488 Kg al año y en cambio integrarlas a un proceso productivo contemplando así el desarrollo sostenible.

## BIBLIOGRAFIA

CASANOVA O., E.F. 1996. Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Central de Venezuela; Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Caracas, VE. 379 p.

CEGARRA, J., (1994): Compostaje de Desechos Orgánicos y Criterios de Calidad del Compost. En: Programa Universitario de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (PUI) (Ed.), Memorias Curso Master Internacional Aprovechamiento de Residuos Orgánicos. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira, Junio 14 –17, pp. 1-8.

DANE. Censo 2005. En línea: < <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/poblacion-y-registros-vitales/censos/censo-2005> >

DOMINGUEZ, Jorge; PEREZ, D. 20Desarrollo y nuevas perspectivas del vermicompostaje. Departamento de Ecología e Biología Animal. Universidad de Vigo.

FAO. Los aspectos económicos de la agricultura de conservación. Servicio de manejo de las tierras y de la nutrición de las plantas. Dirección de fomento de tierras y agua. Roma, 2003.

FAO. TECA, tecnologías y prácticas para pequeños productores agrarios. Elaboración de Lombricompost. Guatemala, 2004. Disponible en línea: <<http://teca.fao.org/>>

GARZA VILLAREAL, Ricardo. Consultoría Experta en negocios de Agricultura, Ganadería y Forestales. Lombricultura una alternativa viable y versátil que contribuye a mejorar los rendimientos en los cultivos de una manera sustentable. México, 2013. Disponible en línea: <<http://agronegociosintegrados.blogspot.com.co/>>

GUIBERTEAU A. y LABRADOR J. (1991): Técnicas de cultivo en Agricultura. Ecológica. Hoja Divulgadora Num. 8/91 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 44 pp.

HYDROCULTURA. Abonos y Fertilizantes. Octubre, 2013. <  
<http://hydrocultura.com.mx/> >

KOLMANS, E., y VASQUEZ, D., (1996): Nutrición y abonamiento orgánico. En: Simas, (Ed.), Manual de Agricultura Ecológica: una Introducción a los principios y su aplicación. Managua, Nicaragua, pp. 87 – 105.

LOMBRICOL, Asesoría para lombricultores y agricultores de cultivos orgánicos. Eje cafetero (2012) < <http://www.lombricol.com/index.php>>

ORDOÑEZ CALAMBAS, Sandra; ARTEAGA RODRIGUEZ, José Luis. Estudio prospectivo para el manejo y aprovechamiento de basuras en la ciudad de Popayán, Cauca al año 2020. Popayán, 2009. Trabajo de grado (Administración de Empresas). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, económicas, contables y de negocios.

PNUD-INIFAT 2002, “Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana”

## ANEXOS

### ANEXO A. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA COMERCIAL DE VERMICOMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS DE PLAZAS DE MERCADO EN POPAYAN

ENCUESTA PARA EMPRESAS O PRODUCTORES QUE COMERCIALIZAN LOMBRICOMPOST

Ciudad y fecha \_\_\_\_\_  
Nombre del Agricultor \_\_\_\_\_ cc  
\_\_\_\_\_  
Nombre de Empresa \_\_\_\_\_ NIT:  
\_\_\_\_\_  
Municipio \_\_\_\_\_ Vereda  
\_\_\_\_\_  
Numero de celular \_\_\_\_\_ Email  
\_\_\_\_\_

1. Fecha de creación o inicio y breve historia del proyecto

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Explicación del proceso productivo de abono de lombriz

2.1 Área de producción

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.2 Sistema de producción (Número de camas, dimensiones, estructura, pisos materiales utilizados)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.3 Siembra por metro cuadrado. Sistema de siembra escalonada para producción permanente

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.4 Alimentación de las lombrices (materias primas o insumos utilizados y mezcla estandarizada)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.5 Sistema de cosecha de la lombriz y tiempo utilizado

---

---

2.6 Producción de lixiviado (volúmenes y producción de lombriz para semilla por unidad de área o cama)

---

---

3. ¿Cómo es el tratamiento del abono para la comercialización (secado, tamizado o cernido, empaque de presentación, marca, peso)

---

---

4. ¿Cómo es el tratamiento del lixiviado para la comercialización? ( empaque de presentación, marca, volumen)

---

---

5. ¿Ha realizado análisis de componentes nutricionales de los productos (abono y lixiviado)? ¿Dónde? ¿Costo?

---

---

6. ¿Llevan registros de costos de producción? ¿Cuáles son los costos más frecuentes (insumos, mano de obra, maquinaria, equipos, herramientas, infraestructura, transporte)?

---

---

7. ¿Tienen registro ICA? Si \_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ Numero de registro \_\_\_\_\_

8. ¿Tienen recomendaciones de uso del producto?

---

---

9. ¿Cómo comercializan – lugares de venta, promoción de los productos, Marca, precio de venta por bulto y por litro de lixiviado, volúmenes de producción por mes?

---

---

10. ¿Cuáles Fortalezas tiene el negocio?

---

---

11. Situaciones a mejorar en el proyecto o empresa de negocio

---

---

**ANEXO B. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA COMERCIAL DE VERMICOMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS DE PLAZAS DE MERCADO EN POPAYAN**

ENCUESTA PARA AGRICULTORES QUE VENDEN LOS PRODUCTOS EN LA GALERIA DEL BARRIO BOLIVAR EN EL MUNICIPIO DE POPAYAN

Ciudad y fecha \_\_\_\_\_

Nombre del agricultor \_\_\_\_\_

cc \_\_\_\_\_

Procedencia: Municipio \_\_\_\_\_

Vereda \_\_\_\_\_

Numero de celular \_\_\_\_\_

1. ¿Utiliza abonos o fertilizantes para la producción de los cultivos? SI \_\_\_\_\_  
NO \_\_\_\_\_
2. ¿Qué clase de abono utiliza en sus cultivos?  
Abono orgánico \_\_\_\_\_ Abono químico \_\_\_\_\_ Abono químico y orgánico \_\_\_\_\_
3. ¿Le gustaría usar el abono orgánico en su finca? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
4. ¿Qué tipo de abono orgánico propio utiliza? Bocashi \_\_\_\_\_ abono de lombriz \_\_\_\_\_ abono compost de la finca \_\_\_\_\_ residuos de la finca sin procesar \_\_\_\_\_ estiércol de animales sin procesar \_\_\_\_\_ gallinaza propia \_\_\_\_\_  
Otros \_\_\_\_\_
5. ¿Cuáles abonos orgánicos comerciales conoce y usa?  
\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_;  
\_\_\_\_\_
6. ¿Qué cantidad de abono orgánico comercial utilizó en el año pasado?  
1 a 2 bultos \_\_\_\_\_ b) 3 a 5 bultos \_\_\_\_\_ c) 6 a 15 bultos \_\_\_\_\_ d) Más de 15 bultos \_\_\_\_\_
7. ¿Por qué le gusta usar el abono orgánico en sus cultivos?  
Porque mejora la fertilidad del suelo para la producción \_\_\_\_\_  
Porque los productos son más sanos para el consumo \_\_\_\_\_

Porque mejora la calidad del producto para la venta \_\_\_\_\_

Porque no se contamina la tierra ni el agua tierra \_\_\_\_\_

Otro: \_\_\_\_\_

8. ¿Cuánto fertilizante uso el año pasado? \_\_\_\_\_

9. ¿Cuánto abono orgánico uso el año pasado? \_\_\_\_\_

10. ¿Utilizaría el abono de la lombriz en sus cultivos? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

11. ¿Cuánto está dispuesto a pagar por bulto de abono de lombriz?

\$12.000 - \$ 15.000 \_\_\_\_\_ b) \$16.000 - \$ 20.000 \_\_\_\_\_ c) más de \$20.000

\_\_\_\_\_

**ANEXO C. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA COMERCIAL DE VERMICOMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS DE PLAZAS DE MERCADO EN POPAYAN**

**ENCUESTA ALMACENES AGROPECUARIOS**

**Ciudad y fecha** \_\_\_\_\_

**Nombre del Almacén Agropecuario**

**NIT:** \_\_\_\_\_ **Municipio** \_\_\_\_\_

**Numero de celular** \_\_\_\_\_ **Email**

1. ¿Vende abonos orgánicos? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2. ¿Cuáles y precio?

\_\_\_\_\_

3. ¿Cuántos bultos vende en promedio al mes?

\_\_\_\_\_

4. ¿Vende abono o humus de lombriz? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5. ¿Cuáles y precio?

\_\_\_\_\_

6. ¿Cuántos bultos vende en promedio al mes?

\_\_\_\_\_

1. ¿Vende lixiviado de lombriz? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2. ¿Cuáles y precio?

\_\_\_\_\_

3. ¿Cuántos litros vende en promedio al mes?

\_\_\_\_\_

10. ¿Los productos que vende tienen registro ICA? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**ANEXO D. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA COMERCIAL DE VERMICOMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS DE PLAZAS DE MERCADO EN POPAYAN**

**ENCUESTA PLACITAS CAMPESINAS**

**Ciudad y fecha** \_\_\_\_\_  
**Nombre del Encargado** \_\_\_\_\_  
**cc** \_\_\_\_\_  
**Nombre de Empresa** \_\_\_\_\_  
**NIT:** \_\_\_\_\_ **Municipio** \_\_\_\_\_  
**Numero de celular** \_\_\_\_\_ **Email** \_\_\_\_\_

1. ¿Fecha de creación de la empresa?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. ¿Qué hacen con los desechos producidos en la empresa?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. ¿Cada cuánto sacan los desechos producidos?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. ¿En qué empaque los sacan?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. ¿Cuál es la cantidad de desechos producidos?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. ¿Cuáles son los tipos de desechos?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ANEXO E. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA COMERCIAL DE VERMICOMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS DE PLAZAS DE MERCADO EN POPAYAN**

**ENCUESTA MERCADO CAMPESINO**

**Ciudad y fecha** \_\_\_\_\_

**Nombre** \_\_\_\_\_

**cc** \_\_\_\_\_

**Municipio** \_\_\_\_\_ **Vereda** \_\_\_\_\_

**Numero de celular** \_\_\_\_\_

1. ¿Qué hacen con los desechos producidos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. ¿En qué empaque los sacan?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. ¿Cuál es la cantidad de desechos producidos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. ¿Cuáles son los tipos de desechos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ANEXO F. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA COMERCIAL DE VERMICOMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS DE PLAZAS DE MERCADO EN POPAYAN**

**ENCUESTA SUMINISTRO MATERIA PRIMA ANIMAL**

**Ciudad y fecha** \_\_\_\_\_

**Nombre de la Finca** \_\_\_\_\_

**Nombre del encargado** \_\_\_\_\_

**cc** \_\_\_\_\_

**Numero de celular** \_\_\_\_\_ **Email** \_\_\_\_\_

1. ¿Qué tipo de animales tiene en la finca?

\_\_\_\_\_

2. ¿Qué cantidad de animales tiene en la finca?

\_\_\_\_\_

3. ¿Cuánta cantidad de desechos fecales sale?

\_\_\_\_\_

4. ¿Los desechos fecales se recogen puros o en mezcla?

\_\_\_\_\_

5. ¿Qué uso le dan a los desechos fecales producidos?