

# UNIVERSIDAD DE CUENCA



## FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“Plan de manejo integral de residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao en la hacienda Bellavista, Luz de América, provincia de Azuay-Ecuador”**

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERA AMBIENTAL

### **AUTORA:**

Natasha Anabel Delgado Gutiérrez.

CI:0106497431

### **DIRECTOR:**

Ing. Juvenal Alejandro Ortiz Ulloa, Msc.

CI: 0104254149

CUENCA – ECUADOR

2018



## RESUMEN

Las semillas de cacao son una materia prima de gran importancia económica para el país, sin embargo, durante el proceso de extracción se generan residuos como la cáscara, la placenta y el mucilago que afectan a los cultivos pues son una fuente para la dispersión de enfermedades y disminuyen el pH del suelo. El presente estudio tiene como objetivo principal diseñar un plan de manejo integral de residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao. En primer lugar, se estableció el área de estudio y las características físicas de la zona, posteriormente mediante entrevistas y visitas de campo se registró el manejo actual de los residuos, la composición porcentual de cada residuo con respecto al total y una estimación de la cantidad de residuos generados, también se realizó un diagnóstico de la plantación, finalmente mediante análisis de laboratorio se determinó las propiedades fisicoquímicas de los residuos. En donde, se determinó el alto contenido de humedad (>80%), materia volátil (>76%), y macronutrientes especialmente potasio de la cáscara y la placenta. En el plan de manejo se establecieron varias líneas estratégicas que incluyen la recopilación, el almacenamiento, la valorización y la disposición final de los residuos, además, se consideró la educación ambiental y sensibilización del personal. Como conclusiones se obtiene que las alternativas más viables para la valorización de la cáscara son el vermicompostaje y el compostaje y del exudado y la placenta la producción de mermelada.

### **Palabras claves:**

Plan de manejo de residuos; cacao; propiedades fisicoquímicas; valorización.



## ABSTRACT

Cocoa seeds are a raw material of great economic importance for the country, however, during the extraction process, waste is generated such as the shell, the placenta and the mucilage that affect the crops as they are a source for the dispersion of diseases and decrease the pH of the soil. The main objective of this study is to design a plan for the integral management of residues derived from the extraction of cocoa pulp. In the first place, the study area and the physical characteristics of the area were established, later through interviews and field visits, the current management of the waste was recorded, the percentage composition of each residue with respect to the total and an estimate of the quantity of waste generated, also a diagnosis of the plantation was made, finally by laboratory analysis the physicochemical properties of the residues were determined. Where, the high moisture content (> 80%), volatile matter (> 76%), and macronutrients especially potassium from the shell and placenta were determined. Several strategic lines were established in the management plan, including collection, storage, valorization, and final disposal of waste, as well as environmental education and staff awareness. As conclusions it is obtained that the most viable alternatives for the valorization of the shell are the vermicomposting and the composting and the exudate and the placenta the production of marmalade.

### **Keywords:**

Waste management plan; cocoa; physicochemical properties; valorization.



## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	3
CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL .....	8
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	9
DEDICATORIA.....	10
AGRADECIMIENTOS .....	11
INTRODUCCIÓN .....	12
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....	13
OBJETIVOS .....	14
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos .....	14
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
1.1 Cacao .....	15
1.2 Tipos de Residuos de Cacao .....	15
1.3 Condiciones Ambientales Óptimas para Cultivos de Cacao.....	16
1.4 Enfermedades que Afectan al Cacao.....	17
1.4.1 Moniliasis. ....	17
1.4.2 Escoba bruja. ....	17
1.4.3 Fitóptora.....	18
1.5 Plan de Manejo Integral de Residuos .....	18
<b>CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
2.1 Área de Estudio .....	19
2.1.1 Descripción del área de estudio. ....	19
2.1.2 Características físicas de la zona de estudio.....	20
2.2 Estado de la Plantación .....	22
2.2.1 Cálculo del número de muestras. ....	22
2.2.2 Enfermedades presentes en el cultivo.....	22
2.3 Manejo Actual de los Residuos.....	25
2.4 Caracterización Manual de Residuos.....	25
2.4.1 Composición porcentual de la mezcla. ....	25
2.5 Estimación de la Cantidad de Residuos Generados .....	26



2.5.1 Estimación de la cantidad de residuos generados en el área de estudio. ....	26
2.5.2 Estimación de la cantidad de residuos generados en el país.....	29
2.6 Propiedades Fisicoquímicas de los Residuos .....	29
2.6.1 Preparación de las muestras.....	29
2.6.2 Propiedades físicas.....	30
2.6.3 Propiedades químicas.....	32
2.6.4 Análisis estadístico de resultados.....	32
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
3.1 Estado Actual de las Plantas con Respecto a las Enfermedades.....	33
3.2 Manejo Actual de los Residuos.....	35
3.2.1 Extracción.....	35
3.2.2 Transporte y almacenamiento.....	35
3.2.3 Disposición final de los residuos.....	35
3.3 Caracterización Manual de los Residuos y la Mazorca.....	36
3.3.1 Caracterización de los residuos.....	36
3.3.2 Caracterización de la mazorca.....	37
3.4 Estimación de la Cantidad de Residuos Generados .....	37
3.4.1 Peso de las mazorcas de cacao.....	37
3.4.2 Estimación de la cantidad de residuos generados en el área de estudio. ....	38
3.4.3 Estimación de la cantidad de residuos generados en el país.....	38
3.5 Propiedades Fisicoquímicas de los Residuos .....	39
3.5.1 Propiedades fisicoquímicas de la cáscara de cacao.....	39
3.5.2 Propiedades fisicoquímicas de la placenta de cacao.....	40
3.5.3 Propiedades fisicoquímicas del exudado de cacao.....	41
3.5.4 Diagramas de cajas de las propiedades fisicoquímicas de los residuos.....	42
<b>CAPÍTULO IV: PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS .....</b>	<b>45</b>
4.1 Etapa de Elaboración del Diagnóstico de la Gestión y Manejo de Residuos .45	
4.1.1 Analizar el marco normativo e institucional.....	45
4.1.2 Identificar las fuentes de obtención de información.....	46
4.1.3 Analizar los aspectos técnicos operativos.....	47
4.1.4 Analizar los aspectos administrativos, de gestión y financieros.....	48
4.2 Etapa para la Formulación de un Plan de Manejo de Residuos .....	49
4.2.1 Definir el alcance.....	49
4.2.2 Establecer objetivos del plan de manejo.....	49
4.2.3 Establecer las líneas estratégicas.....	49
4.2.4 Formular el plan de manejo.....	50
CONCLUSIONES .....	70



RECOMENDACIONES .....	72
BIBLIOGRAFÍA .....	73
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	79
ANEXOS.....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Requerimientos químicos y nutricionales del suelo para cultivos de cacao. ...	16
<b>Tabla 2.</b> Escala visual para evaluar la severidad de enfermedades. ....	24
<b>Tabla 3.</b> Categorías de análisis.....	25
<b>Tabla 4.</b> Categorías para el pesaje de mazorcas de cacao.....	28
<b>Tabla 5.</b> Métodos aplicados para el análisis químico de los residuos.....	32
<b>Tabla 6.</b> Resultado de la severidad de moniliasis. ....	34
<b>Tabla 7.</b> Resultado de la severidad de escoba bruja.....	34
<b>Tabla 8.</b> Resultado de la severidad de fitóptora. ....	34
<b>Tabla 9.</b> Peso promedio de las mazorcas. ....	37
<b>Tabla 10.</b> Residuos generados mensualmente en el área de estudio. ....	38
<b>Tabla 11.</b> Toneladas de residuos generados anualmente del clon CCN51 a nivel nacional.....	39
<b>Tabla 12.</b> Composición fisicoquímica de la cáscara de cacao.....	40
<b>Tabla 13.</b> Composición fisicoquímica de la placenta de cacao.....	41
<b>Tabla 14.</b> Composición fisicoquímica del mucilago de cacao.....	41
<b>Tabla 15.</b> Ficha para registro de producción, cosecha y residuos.....	46
<b>Tabla 16.</b> Descripción de la línea estratégica 1.....	50
<b>Tabla 17.</b> Cálculo de mano de obra indirecta.....	52
<b>Tabla 18.</b> Descripción de la línea estratégica 2.....	55
<b>Tabla 19.</b> Comparación de parámetros fisicoquímicos con la norma austriaca Ö-NORM M7135 para pellets o briquetas. ....	57
<b>Tabla 20.</b> Parámetros del compostaje.....	60
<b>Tabla 21.</b> Factores relevantes para evaluar las alternativas de valoración de los residuos. ....	64
<b>Tabla 22.</b> Nomenclatura de las alternativas de utilización de los residuos. ....	64
<b>Tabla 23.</b> Evaluación de las alternativas de utilización de los residuos.....	65
<b>Tabla 24.</b> Descripción de la línea estratégica 3.....	67
<b>Tabla 25.</b> Descripción de la línea estratégica 4.....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área de estudio. ....	19
<b>Figura 2.</b> Precipitación promedio en las parroquias San Carlos y Molleturo.....	21
<b>Figura 3.</b> Síntomas de enfermedades de cacao. ....	23
<b>Figura 4.</b> Procedimiento para la caracterización de los residuos. ....	26
<b>Figura 5.</b> Mazorcas, temperatura y humedad relativa registradas en el mes de noviembre. ....	27
<b>Figura 6.</b> Mazorcas, temperatura y humedad relativa registradas en el mes febrero. .	28



<b>Figura 7.</b> Procedimiento para la preparación de las muestras. ....	30
<b>Figura 8.</b> Presencia e incidencia de enfermedades en el cultivo. ....	33
<b>Figura 9.</b> Porcentajes en peso fresco de los residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao. ....	36
<b>Figura 10.</b> Porcentajes en peso fresco de las partes constitutivas de la mazorca de cacao. ....	37
<b>Figura 11.</b> Diagrama de cajas del peso de las mazorcas. ....	38
<b>Figura 12.</b> Diagrama de cajas de las propiedades físicas de los residuos. ....	42
<b>Figura 13.</b> Diagrama de cajas de las propiedades químicas de los residuos. ....	43
<b>Figura 14.</b> Proceso de cosecha y generación de residuos. ....	48
<b>Figura 15.</b> Pila de almacenamiento de residuos. ....	54
<b>Figura 16.</b> Manejo integral de residuos. ....	66



## CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio  
Institucional

---

Natasha Anabel Delgado Gutiérrez en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS DERIVADOS DE LA EXTRACCIÓN DE LA PULPA DE CACAO EN LA HACIENDA BELLAVISTA, LUZ DE AMÉRICA, PROVINCIA DE AZUAY-ECUADOR", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, mayo de 2018.

---

Natasha Anabel Delgado Gutiérrez

C.I: 0106497431



## CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

### Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Natasha Anabel Delgado Gutiérrez, autora del trabajo de titulación "PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS DERIVADOS DE LA EXTRACCIÓN DE LA PULPA DE CACAO EN LA HACIENDA BELLAVISTA, LUZ DE AMÉRICA, PROVINCIA DE AZUAY-ECUADOR", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, mayo de 2018.

Natasha Anabel Delgado Gutiérrez

C.I: 0106497431



## DEDICATORIA

A mis abuelitos y a mi mami, aunque físicamente no están presentes, los llevo en mi corazón en cada etapa de mi vida. A mis tías y a Pachi, por su paciencia y apoyo. A mi papá por su guía y respaldo. A mis primos y primas, por su cariño y calidez. A Fernando por ser incondicional y a todas las personas que me han demostrado su afecto y preocupación a lo largo de este proyecto.



## AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos para:

Ing. Juvenal Ortiz, director del presente trabajo, por compartir sus conocimientos, tiempo y confianza para la realización de este proyecto.

Ing. Silvana Zalamea, directora del laboratorio de ingeniería de reactores y catálisis, por su ayuda incondicional para la realización de las distintas pruebas de laboratorio.

Dr. Giovanni Larriva, por el apoyo brindado durante los análisis de laboratorio.



## INTRODUCCIÓN

La pulpa de cacao es considerada una materia prima con gran demanda en el mundo debido a su potencial en la gastronomía y en la salud. En los últimos años, Ecuador ha incrementado su producción de cacao y según el MAGAP en el año 2016 alcanzó un volumen de 293.487 toneladas de granos de cacao, lo que generó \$142.503.654,7 de ingresos en ventas para el país, de las cuales el 25% lo representa la variedad Colección Castro Naranjal 51 o también conocido como CCN51 (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2017).

Por otra parte, durante el proceso de extracción de la pulpa se generan diversos residuos como la cáscara, la placenta y el mucilago que representa del 52% al 70% del peso neto de la fruta (Ángel, Villamizar, y Ortiz, 2015). Dichos residuos son una fuente para la dispersión de enfermedades en los cultivos debido a su alto contenido de humedad entre 79% y 85%, además, reducen el pH del suelo lo que conlleva a una disminución de potasio, fósforo y calcio (Ortiz y Álvarez, 2015).

En Ecuador no existen planes de manejo para residuos de cacao; por ejemplo en la “Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao”, solamente menciona que los residuos pueden utilizarse como parte de un proceso de compostaje, además, sugiere realizar una correcta eliminación de frutos contaminados, pero no describe los procedimientos que se deben cumplir para ejecutar dichas recomendaciones (Agrocalidad, 2012).

El plan de manejo integral de residuos se presentan como una alternativa basada en reducir, separar, reutilizar, reciclar, almacenar, trasponer, realizar un tratamiento, aprovechar y disponer de los residuos de una forma adecuada (Ministerio del Ambiente, 2015). El manejo de residuos toma en cuenta las condiciones y necesidades del área e intenta adaptarse a la misma incluyendo la parte técnica, sanitaria, social, económica y ambiental (Ávila, 2015).



## IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Los residuos de cacao generalmente no son utilizados o no tienen una disposición final adecuada lo que genera problemas en las plantaciones debido a varias razones, entre ellas se destacan la acidificación del suelo, lo que a su vez contribuye a una disminución de nutrientes en forma asimilable para las plantas como potasio, fósforo y calcio, además, un incremento de magnesio, microorganismos y hongos que en ocasiones pueden ser perjudiciales para las plantas (Ortiz y Álvarez, 2015).

Entre las enfermedades relacionadas con un manejo inadecuado de los residuos se encuentran la mazorca negra, moniliasis y fitóptora, que pueden afectar hasta un 90% de los frutos. Finalmente, debido al alto contenido de humedad tanto de la cáscara (85%) como del exudado (79,2% a 84,2%), facilitan la proliferación de bacterias y la reproducción de insectos (Ortiz y Álvarez, 2015; Pardo et al., 2017; Tirado, Lopera, y Ríos, 2016).

Existen diversos estudios relacionados al cacao, en los cuales se incluyen detalles como las características físicas, químicas y biológicas tanto de los granos como de los residuos derivados de la cosecha (Graziani de Fariñas, Ortiz de Bertorelli, Angulo, y Parra, 2002; Ortiz y Álvarez, 2015). Además, se han realizado investigaciones para el aprovechamiento de los residuos como una fuente de energía mediante diversos procesos térmicos, también se analiza la posibilidad de emplear diversas partes del árbol como las hojas por su actividad antioxidante; la cáscara como alimento para animales y fertilizante para cultivos; el mucilago para la aclaración de jugos y la producción de licor, mermelada, vino y vinagre (Ángel et al., 2015; Cuéllar y Guerrero, 2012; Oddoye, Agyente, y Gyedu, 2013).

Sin embargo, no existen estudios destinados exclusivamente al manejo de los residuos en la postcosecha, es por lo que el presente proyecto pretende generar conocimientos para diseñar un plan de manejo integral de residuos de cacao tomando en cuenta las características del área de estudio y las propiedades fisicoquímicas de la cáscara, la placenta y el mucilago. Esto con el fin de obtener un manejo apropiado de los residuos, que incluye la recopilación, almacenamiento, así como indagar la posibilidad de utilizar dichos residuos para la obtención de subproductos o recuperación de energía y finalmente tener una disposición final adecuada que mitigue los posibles impactos que los residuos podrían generar en los cultivos.



## OBJETIVOS

### Objetivo General

- Diseñar un plan de manejo integral de residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao en la hacienda Bellavista, Luz de América.

### Objetivos Específicos

- Detallar el manejo actual de los residuos derivados de la extracción de cacao en una hectárea de cultivo de cacao CCN51.
- Establecer un diagnóstico sobre los problemas generados por la mala disposición de los residuos derivados de la extracción de cacao en las plantaciones y analizar la posibilidad de reducir los residuos desde la fuente.
- Determinar el porcentaje de cada residuo en el peso total de residuos generados en la extracción de la pulpa de cacao.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas más relevantes de la cáscara, placenta y mucilago de cacao.
- Elaborar un plan de manejo integral de residuos de cacao.



## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1 Cacao

Theobroma cacao conocido comúnmente como cacao corresponde al orden Malvales y a la familia Malvaceæ, es un árbol tropical que crece en zonas húmedas. Existen dos tipos de cacao en Ecuador; el primero denominado cacao fino de aroma, también conocido como criollo o nacional, tiene una mazorca de color amarillo y un sabor único, es utilizado principalmente para la elaboración de chocolate gourmet; el segundo denominado Colección Castro Naranjal, también conocido como CCN51, tiene una mazorca de color rojo y es utilizado principalmente en la industria chocolatera a gran escala debido a su alto rendimiento (2000 kg a 3000 kg por hectárea al año) y a su resistencia a las enfermedades (Agrocalidad, 2012; Villamar, Salazar, y Quinteros, 2016).

Dado que las semillas son comestibles, existe una gran variedad de productos como chocolate, manteca, licor, entre otros. Así también, en los últimos años se han realizado investigaciones para aprovechar no solamente el fruto, sino también otras partes del árbol como las hojas debido a su actividad antioxidante; la cáscara como fuente de energía, alimento de animales y para la producción de galletas para personas con estreñimiento; el mucilago para la aclaración de jugos y como materia prima para la producción de bebidas alcohólicas, entre otros (Ángel et al., 2015; Cuéllar y Guerrero, 2012; Djoulde, Essia, y Etoa, 2011; Oddoye et al., 2013).

### 1.2 Tipos de Residuos de Cacao

En la etapa de extracción de cacao se generan residuos como la cáscara o también denominada vaina que puede representar del 52% al 70% de peso en húmedo de la fruta, tienen un valor de calentamiento de 17 a 22 MJ Kg<sup>-1</sup>, su valor porcentual en peso es lignina 35%, celulosa 30% y hemicelulosa 10% y el porcentaje restante corresponde a extractos. Así mismo, se debe destacar que las cenizas de la cáscara tienen un alto contenido de óxido de potasio que oscila entre 57,1% y 61,4%, lo que permite que los residuos puedan ser utilizados como fertilizantes o aprovechados mediante procesos termoquímicos como gasificación (Ángel et al., 2015).



Simultáneamente, se generan otro tipo de residuos sólidos denominados placenta de cacao, los cuales pueden variar en peso dependiendo del número de hileras que contenga cada mazorca, entre  $10,66 \pm 4,08$  g por cada  $561,24 \pm 171,26$  g de mazorca (Graziani de Fariñas et al., 2002).

Finalmente, existen residuos líquidos que se generan por la hidrólisis natural de la pulpa durante la postcosecha denominados mucilago o exudado de los cuales se puede obtener alrededor de 40 litros de exudado por cada 800 kg de pulpa húmeda (Ntiamoah y Afrane, 2008).

### 1.3 Condiciones Ambientales Óptimas para Cultivos de Cacao

Los cultivos de cacao tienen ciertos requerimientos climáticos para su desarrollo óptimo y producción económica, entre ellos se encuentra la altitud, la misma que no debe sobrepasar los 800 m.s.n.m, la precipitación anual debe oscilar entre 1500 mm y 2000 mm, la temperatura media debe ser de  $24^{\circ}\text{C}$  y  $26^{\circ}\text{C}$ , una humedad relativa de 70%, el viento puede encontrarse en un rango de 1 m/s a 2 m/s (Agrocalidad, 2012; Villamar et al., 2016).

Así también, la distancia de siembra en terrenos planos debe ser de 3mx3m, lo que implica una densidad de 1111 plantas por hectárea. El árbol de cacao requiere al menos 2000 horas de luz al año, el suelo debe ser aluvial o franco, profundo y con un subsuelo permeable y tener un drenaje adecuado (Agrocalidad, 2012). A continuación, en la Tabla 1 se presentan los requisitos de fertilidad que debe tener el suelo para producir una cosecha rentable de cacao:

**Tabla 1.** Requerimientos químicos y nutricionales del suelo para cultivos de cacao.

PROPIEDADES DEL SUELO	RANGO/VALOR
Capacidad de intercambio catiónico	13
Saturación de bases	35% o más
pH	6 a 7
Fósforo	15 ppm o más
Potasio	0.24 mil-equivalentes o más
Calcio	8 mil-equivalentes o más
Magnesio	2 mil-equivalentes o más
Materia orgánica	3% a 5%

Fuente: (Agrocalidad, 2012).



## 1.4 Enfermedades que Afectan al Cacao

En Ecuador, en los árboles de cacao se pueden presentar enfermedades como moniliasis, escoba bruja, fitóptora y mal del machete, esta última provoca la muerte súbita de la planta. De las enfermedades que afectan a los frutos, la moniliasis tiene una mayor incidencia con un 80%, la escoba bruja y fitóptora representan el porcentaje restante (Mora y Fiallos, 2012). A continuación, se detallan las enfermedades que afectan directamente a los frutos de cacao, pues son de interés en el presente estudio.

**1.4.1 Moniliasis.** Es una enfermedad causada por el hongo *Moniliophthora roreri* (*M. roreri*); los síntomas son principalmente cambio de color y textura, aparición de zonas de necrosis y crecimiento anormal de la mazorca. Debido a condiciones ambientales como la lluvia y el viento las esporas infectivas se transmiten de los residuos a un nuevo huésped e inician su ciclo de reproducción (Correa, Castro, y Coy, 2014; Mora y Fiallos, 2012).

En Ecuador, puede presentarse hasta en un 60% en los cultivos y con una incidencia en las mazorcas de hasta un 64.76%, mientras mayor edad tenga la mazorca es menos susceptible a la enfermedad. Por otra parte, se ha demostrado que el clon CCN51 es moderadamente resistente a esta enfermedad y que depositar los frutos afectados en el suelo permite la descomposición y disminuye la diseminación del hongo (Pardo et al., 2017; Suárez y Hernández, 2010).

**1.4.2 Escoba bruja.** Es una plaga endémica del cacao, generada por el hongo *Moniliophthora perniciosa* (*M. perniciosa*). En Ecuador, en la noche existen las condiciones ambientales óptimas para la liberación de esporas, con una humedad relativa superior al 95% y en temperaturas entre 20°C y 24°C. Las esporas son sensibles a la luz y el desecamiento, pueden colonizar tanto las mazorcas como los tallos de la planta; en las mazorcas generan un crecimiento anormal y en los tallos se presenta como cojines florales con la formación de escobas, puede afectar en un 30% del rendimiento de los cultivos (Suárez y Hernández, 2010; Tirado et al., 2016).

Si la infección se presenta en las primeras semanas de desarrollo de los frutos, se detiene su crecimiento, mientras que, en mazorcas de 1 a 4 meses de edad, genera hinchazones con áreas necróticas y en frutos de 4 meses o superiores simplemente afecta una parte de las semillas (Suárez y Hernández, 2010).



**1.4.3 Fitóptora.** También denominada mazorca negra es una enfermedad generada por el hongo *Phytophthora spp.*, como su nombre lo indica causa que la mazorca se pudra. Al inicio de la infección, se genera una mancha descolorida en el fruto que puede ser de color chocolate o negra con límites definidos. Condiciones ambientales como la lluvia y temperatura provocan que las esporas infectivas sean transmitidas hacia los frutos cercanos, pudiendo afectar hasta el 92% de las mazorcas. La máxima temperatura que soporta el hongo es 38°C. El clon CCN51 es altamente susceptible a esta enfermedad (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2012; Pardo et al., 2017; Suárez y Hernández, 2010).

### **1.5 Plan de Manejo Integral de Residuos**

Son todas las acciones para reducir, separar, reutilizar, reciclar, almacenar, transportar, realizar un tratamiento físico, químico, biológico o térmico y disponer de los residuos de una forma adecuada. El manejo de residuos toma en cuenta las condiciones y necesidades del área e intenta adaptarse a la misma incluyendo la parte técnica, sanitaria, social, económica y ambiental (Ávila, 2015).

En el diseño y la implementación de un plan de manejo integral de residuos primero se debe levantar los antecedentes del manejo de residuos de la zona, después formular alternativas desde la generación de residuos hasta la disposición final. Posteriormente, realizar un estudio de prefactibilidad para las alternativas y propuestas y finalmente un estudio de factibilidad que incluya actividades e indicadores de seguimiento y cumplimiento (Roa, 2012).

## CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

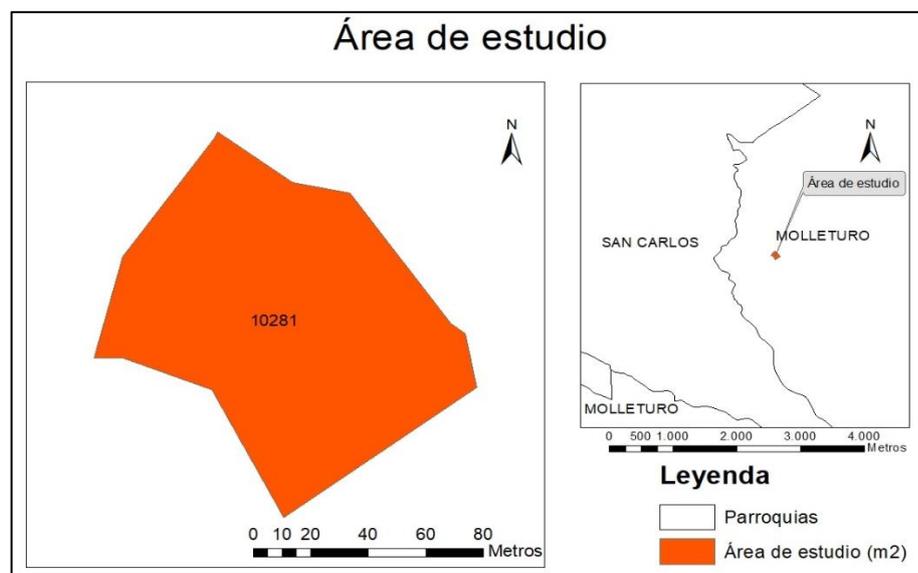
En la presente sección se describen las técnicas que se emplearon para realizar el levantamiento de información del área de estudio mediante información cartográfica, así como el estado de la plantación que incluye la metodología para determinar la incidencia y severidad de enfermedades que afectan los frutos de cacao.

Además, se detalla la metodología para el levantamiento de información sobre el manejo actual que tienen los residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao en la plantación y los procedimientos que se aplicaron durante la caracterización manual y la determinación de las propiedades fisicoquímicas.

### 2.1 Área de Estudio

**2.1.1 Descripción del área de estudio.** El estudio se realizó en la hacienda Bellavista ubicada en el sector Luz de América, perteneciente a la parroquia Molleturo del cantón Cuenca a una altura de 125 m.s.n.m y con coordenadas geográficas de 2°34'50.16"S y 79°25'20.43"O. La duración del estudio fue de seis meses iniciando en noviembre de 2017, período que corresponde a la época lluviosa que comienza en el mes de diciembre y termina en el mes de mayo (INAMHI, 2002).

En la Figura 1 se presenta tanto el área de estudio como su ubicación dentro de la parroquia Molleturo, la misma que limita con la parroquia San Carlos. Se delimitó y monitoreó un área de 10281 metros cuadrados con un total de 1020 árboles de cacao.



**Figura 1.** Área de estudio.

**Fuente:** Elaborado a partir de (INEC, 2011).



El área de estudio limita al norte y al oeste con un riachuelo que delimita la zona de donde se obtiene el agua para el riego que se lo realiza mediante infiltración lateral cada mes solo en la época seca. Así también, limita al sur y al este con pastizales para ganado y se encuentra atravesado por un carretero de tierra de 3 m de ancho que tiene una afluencia aproximada de siete vehículos y quince motos por día. El terreno es plano en un 90% y el 10% restante presenta zonas en donde existen surcos por paso de agua.

La edad de la plantación es de 3 años con 1020 plantas sembradas a distancias de 2,70 m y 3,60 m entre ellas, las medidas fueron establecidas por el agricultor de acuerdo con su conocimiento empírico. Los árboles están distribuidos en filas y columnas con un número irregular de plantas debido a la forma del terreno que se detalla en la Figura 1, en promedio existen 29 filas y 36 columnas.

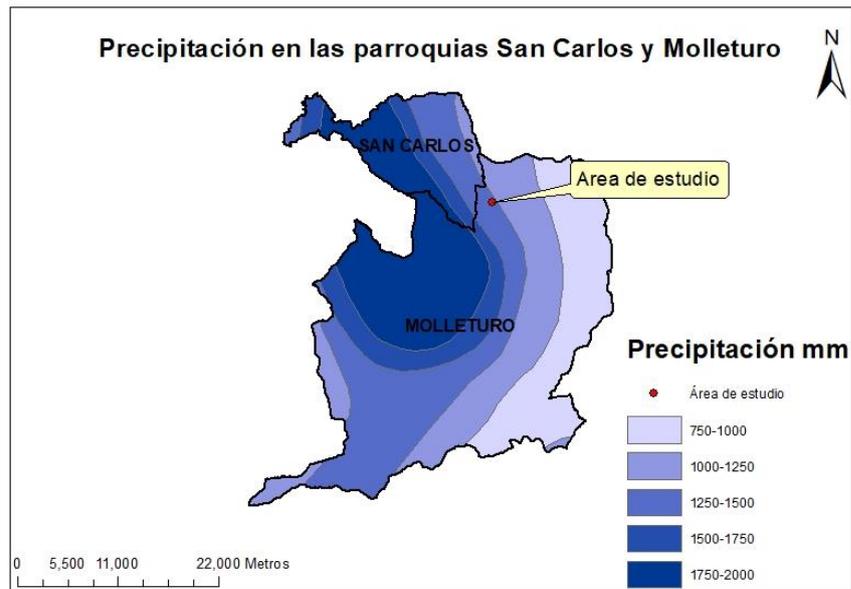
**2.1.2 Características físicas de la zona de estudio.** En esta sección se describen características físicas que influyen en el área de estudio como la precipitación, la temperatura, la geología, el tipo de suelo, entre otras.

Los datos meteorológicos fueron obtenidos del anuario meteorológico del 2012 del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) de la estación más cercana denominada Naranjal, ubicada en la parroquia del mismo nombre.

**2.1.2.1 Temperatura.** La temperatura promedio máxima del año fue de 31.4°C y la mínima de 20.8°C, el valor medio anual fue de 25.7°C.

**2.1.2.2 Humedad relativa.** La humedad relativa máxima registrada fue de 100% y la mínima de 61%, el valor medio anual fue de 91%.

**2.1.2.3 Precipitación.** El valor promedio anual fue de 667,5 mm, el valor máximo en 24h se registró en el mes de marzo con 39,4 mm y el mes con mayor número de días con precipitación fue febrero con 26 días. En la Figura 2, se observa que el promedio anual de precipitación el área de estudio es de 1250 mm a 1500 mm.



**Figura 2.** Precipitación promedio en las parroquias San Carlos y Molleturo.

**Fuente:** Elaborado a partir de (SNI, 2011).

**2.1.2.4 Viento.** La mayor velocidad registrada fue de 6 m/s, pero generalmente se mantiene inferior a 4 m/s.

**2.1.2.5 Clima.** En cuanto al tipo de clima fue obtenido a partir de información cartográfica proporcionada por el INAMHI del año 2010, posteriormente mediante el software ArcGIS se realizó un recorte para tener datos de la parroquia Molleturo y San Carlos. Los cuatro tipos de climas presentes son: clima húmedo sin déficit de agua, mega térmico o cálido; clima subhúmedo con moderado déficit de agua en época seca, mega térmico o cálido; clima húmedo con moderado déficit de agua durante la temporada seca, mega térmico o cálido y clima subhúmedo con pequeño déficit de agua, meso térmico templado frío.

**2.1.2.6 Características geológicas y geomorfológicas.** Los datos fueron obtenidos a partir de información cartográfica proporcionada por el Sistema Nacional de Información (SNI) del año 2010, posteriormente mediante el software ArcGIS se realizó un recorte para obtener datos de la zona de estudio. La formación geológica no se encuentra definida, pero pertenece al periodo cuaternario y la litología es arcillas marinas de estuario. La geomorfología general es vertientes externas, con cobertura de proyecciones piroclásticas recientes, cenizas y lapilli: las vertientes andinas septentrionales y centrales.



**2.1.2.7 Tipo de suelo.** Los datos fueron obtenidos a partir de información cartográfica proporcionada por el Sistema Nacional de Información (SNI) del año 2010, posteriormente mediante el software ArcGIS se realizó un recorte para tener datos de la zona de estudio. El tipo de suelo es inceptisol.

## 2.2 Estado de la Plantación

En la presente sección, se describe la metodología utilizada para determinar el estado de la plantación que incluye enfermedades como la moniliasis, escoba bruja y mazorca negra que afectan directamente a los frutos, por lo tanto, influyen en la generación de residuos.

**2.2.1 Cálculo del número de muestras.** El tamaño muestral se calculó mediante la Ecuación 1, considerando como la población total a los 1020 árboles de cacao y con un nivel de confianza del 95%.

$$n = \frac{NZ^2pq}{E^2(N-1) + Z^2pq} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Fuente: (Baca, 2013).

En donde:

N: población total.

Z: constante del nivel de confianza.

p: población que posee la característica de estudio.

q: población que no posee la característica de estudio.

E: porcentaje deseado de error.

**2.2.2 Enfermedades presentes en el cultivo.** En esta sección se detalla la metodología utilizada para determinar las enfermedades presentes en el cultivo, como ya se mencionó previamente en este estudio, dichas afecciones alteran el rendimiento de cacao hasta en un 90%, por lo tanto, implica una modificación en la generación de residuos (Correa et al., 2014). Los residuos utilizables derivados de la extracción disminuyen pues existe menor cantidad de frutos sanos, pero por otro lado, existe una mayor generación de frutos enfermos que se recomienda que sean recolectados durante la cosecha como parte del control cultural de las enfermedades (Mora y Fiallos, 2012).

Se contabilizó el número de plantas y mediante GPS, se realizó el levantamiento de las coordenadas del área de estudio. La temperatura registrada fue de 22°C, se observó poca humedad en el suelo, la zona estaba relativamente libre de malezas y el suelo cubierto con hojarasca secas, también se notó que hubo una cosecha reciente debido a la presencia de residuos como cáscaras de mazorca.

En la Figura 3, se indican los síntomas de las enfermedades en las mazorcas de cacao. En donde, A) y B) presentan moniliasis con crecimiento micelial; C) y D) presentan síntomas de escoba bruja tanto en una rama vegetativa como el fruto; E) y F) son mazorcas infectadas con fitóptora.



**Figura 3.** Síntomas de enfermedades de cacao.

**Elaborado por:** Autora.

**2.2.2.1 Selección de la muestra.** En el presente estudio se realizó cuadrantes de 10mx10m (100 m<sup>2</sup>), seleccionados al azar. Se consideró que dentro del área de muestreo no existan accidentes topográficos, bordes, quebradas o cortes, esto con el fin de tener homogeneidad dentro los cuadrantes (Mostacedo y Fredericksen, 2000). El número total de cuadrantes fue de 25, el mayor número de árboles presentado por cuadrante fue de 14 y el menor de 8 debido a la topografía del terreno.



**2.2.2.2 Incidencia de enfermedades.** Este parámetro nos permite determinar el porcentaje de árboles que presentan afecciones en una población determinada (Pardo et al., 2017). Para calcular dicha incidencia, se empleó la Ecuación 2.

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{ME}}{\text{MT}} \times 100 \quad \text{Ecuación (2)}$$

**Fuente:** (Pardo et al., 2017).

En donde:

ME = Número de árboles enfermos.

MT = Número total de árboles monitoreados.

**2.2.2.3 Severidad de enfermedades.** La severidad nos permite determinar el grado de infección en una planta, es un parámetro subjetivo que depende del investigador y su capacidad de observación visual (Garcés y Forcelini, 2011). Para calcular la severidad se realizó una estimación visual con la escala descrita en la Tabla 2, la misma que fue modificada de Espinosa (2017).

**Tabla 2.** Escala visual para evaluar la severidad de enfermedades.

GRADO	PORCENTAJE DE FRUTOS POR ÁRBOL CON SÍNTOMAS (%)
1	1-25
2	26-50
3	51-75
4	76-100

**Adaptado de:** (Espinosa et al., 2017).

Posteriormente, para obtener el porcentaje de severidad se aplica la fórmula de Townsend y Heuberger que se describe en la Ecuación 3.

$$Ps = \sum \frac{(a*b)*100}{NK} \quad \text{Ecuación (3)}$$

**Fuente:** (Espinosa et al., 2017).

En donde:

Ps = Porcentaje de severidad.

a = Valores numéricos del índice de escala.

b = Cantidad de plantas por índice de escala.

N = Total de plantas evaluadas.

K = Grado máximo de la escala.



## 2.3 Manejo Actual de los Residuos

Para describir el manejo actual de residuos en la hacienda Bellavista, se realizaron dos entrevistas personales. La primera entrevista se realizó al encargado de la finca y la segunda a la persona que realiza las cosechas. Además, se efectuó una visita de campo durante la cosecha para verificar la información proporcionada. Como antecedentes en la época del año en la cual se realizó el estudio debido a condiciones meteorológicas y la presencia de enfermedades el proceso de extracción de la pulpa se lo realiza cada mes.

## 2.4 Caracterización Manual de Residuos

La caracterización manual de residuos es una técnica empleada para conocer la proporción de los residuos dentro de una mezcla (Miezah, Obiri, Kádár, Fei, y Mensah, 2015). Los residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao fueron clasificados en cuatro categorías que se describen en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Categorías de análisis.

CATEGORÍAS
Cáscara
Placenta
Exudado
Mazorcas afectadas

Elaborado por: Autora.

**2.4.1 Composición porcentual de la mezcla.** Las mazorcas fueron llevadas al lugar al almacenamiento temporal, en donde, se separaron en sus partes constitutivas como se indica en la Figura 4A. Posteriormente, las cáscaras se apilaron en láminas de plástico, véase Figura 4B, la placenta se colocó en un contenedor de 20 litros y las semillas en una malla plástica sobre un recipiente de 100 litros para permitir que el exudado se escurra, véase Figura 4C. Mientras que las mazorcas afectadas fueron apiladas por separado como se muestra en la Figura 4D.



**Figura 4.** Procedimiento para la caracterización de los residuos.  
Elaborado por: Autora.

Finalmente, los residuos se pesaron en una balanza digital marca Camry con una precisión de  $\pm 0,02$  libras. Para obtener la composición porcentual de cada categoría se aplicó la Ecuación 4.

$$\text{Composición porcentual} = \frac{\text{Peso de la categoría separada}}{\text{Peso total de la muestra}} * 100 \quad \text{Ecuación (4)}$$

Fuente: (Miezah et al., 2015).

## 2.5 Estimación de la Cantidad de Residuos Generados

En esta sección se detalla la metodología utilizada para obtener una estimación de los residuos generados en el área de estudio y en el país, esto con el objetivo de determinar la cantidad de materia prima que puede ser aprovechada mediante diversas formas.

**2.5.1 Estimación de la cantidad de residuos generados en el área de estudio.** Para obtener la estimación de la cantidad de residuos generados se utilizaron varios factores como el número de mazorcas producidas por planta, el número total de plantas, el peso de cada mazorca y la composición porcentual de cada residuo.

**2.5.1.1 Número de mazorcas producidas por planta.** Es la cantidad de mazorcas que produce una planta durante un periodo, generalmente un año. En el área de estudio se registró una vez al mes previo a la cosecha la temperatura, la humedad y el número de frutos asintomáticos. El periodo de estudio fue de seis meses correspondientes a la época lluviosa (noviembre-abril), en donde, se tomó al azar una parcela con diez plantas (Sánchez et al., 2015).

A continuación, se presenta un registro fotográfico del número de mazorcas sanas y cercanas a la madurez. En la Figura 5 se indica el promedio fotografiado en noviembre con tres unidades, mientras que en la Figura 6, se muestra la media registrada en febrero con dos unidades. El mes con la humedad relativa más alta 94% fue febrero y según el INAMHI en el año 2012 fue el mes con el mayor número de días con precipitación.



**Figura 5.** Mazorcas, temperatura y humedad relativa registradas en el mes de noviembre.

**Elaborado por:** Autora



**Figura 6.** Mazorcas, temperatura y humedad relativa registradas en el mes febrero.

**Elaborado por:** Autora.

En el presente estudio se asume que las plantas en promedio durante la época lluviosa producen 2,5 mazorcas sanas por planta, lo cual es inferior a lo descrito por Sánchez et al. (2015), pues removiendo las mazorcas infectadas y realizando dos podas anuales, el clon CCN51 puede producir 14,5 mazorcas sanas por planta mensualmente con un rendimiento de 1047,7 kg de cacao seco por hectárea al año.

**2.5.1.2 Peso promedio de las mazorcas de cacao.** Es un promedio del peso entre el tamaño de las mazorcas, para lo cual se seleccionan cinco mazorcas maduras en cada uno de los tres tamaños descritos en la Tabla 4, estas categorías van a variar dependiendo de la longitud del fruto (Ortiz y Álvarez, 2015).

**Tabla 4.** Categorías para el pesaje de mazorcas de cacao.

TAMAÑO DE LAS MAZORCAS	LONGITUD (cm)	PESO (kg)
Grande	≥20	...
Mediana	15-19	...
Pequeña	10-14	...

**Fuente:** (Ortiz y Álvarez, 2015).

**2.5.1.3 Generación de residuos en el área de estudio.** Para obtener el peso de los residuos generados se multiplican el número de mazorcas por planta, el número total de plantas, el peso de las mazorcas de cacao y la composición porcentual de cada residuo.



**2.5.2 Estimación de la cantidad de residuos generados en el país.** Para la estimación de la cantidad de residuos que se generan en el país anualmente se utilizaron algunos factores como el peso promedio de las mazorcas de cacao, el índice de mazorca, la composición porcentual de la mazorca y finalmente datos de producción de granos de cacao seco a nivel nacional.

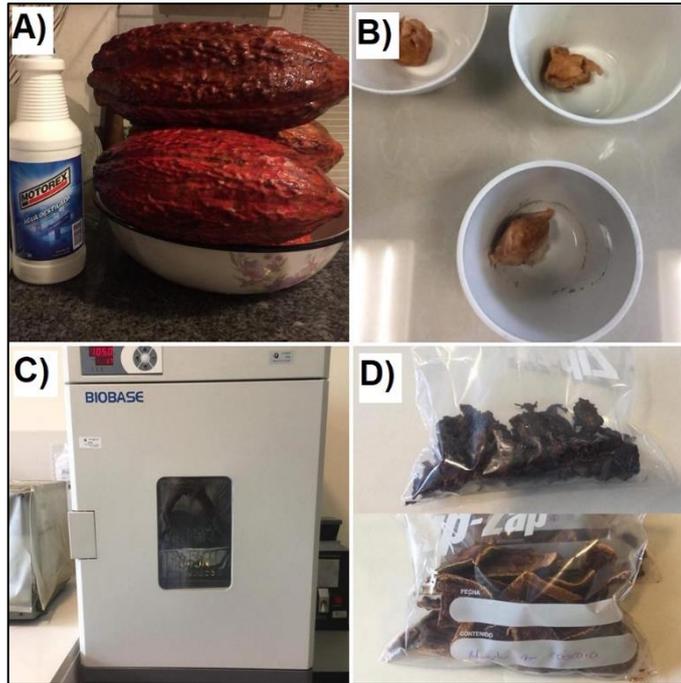
*Índice de mazorca (IM).* Es la cantidad de mazorcas que se necesitan para obtener un kilogramo de cacao seco. Según Fuentes, Castelblanco, Jerez, y Guerrero (2015), puede encontrarse en un rango de 14 a 17 mazorcas.

*Generación de residuos a nivel nacional.* La cantidad de residuos generados a nivel nacional se calcularon desde el año 2010 al 2016. Primero, con el índice de mazorca y el peso promedio de las mazorcas se obtienen los kilogramos de mazorca que se requieren para obtener un kilogramo de cacao seco, posteriormente este valor es relacionado con las toneladas de producción a nivel nacional para obtener el porcentaje de cada residuo para los años descritos anteriormente.

## **2.6 Propiedades Fisicoquímicas de los Residuos**

Para determinar las propiedades fisicoquímicas de los residuos se utilizó un diseño completamente al azar. Se seleccionaron tres cuadrantes (10mx10m) y dos plantas por cuadrante para obtener un fruto en etapa de madurez y sin presencia de enfermedades por planta (Zhao, Li, y Shi, 2014).

**2.6.1 Preparación de las muestras.** Los frutos recolectados se lavaron con agua destilada, véase Figura 7A, posteriormente fueron separados en sus partes constitutivas. La cáscara y la placenta se transportaron en recipientes herméticos al Laboratorio de Ingeniería de Reactores y Catálisis. Los residuos se colocaron en crisoles como se indica en la Figura 7B y se secaron en una estufa modelo BJPX – Sumer (Figura 7C) a  $103 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 16 horas, de acuerdo con la norma ASTM E871 “Método de prueba estándar para el análisis de humedad de los combustibles de madera particulados”. Finalmente, la cáscara y placenta se colocaron en fundas herméticas como se indica en la Figura 7D.



**Figura 7.** Procedimiento para la preparación de las muestras.  
**Elaborado por:** Autora.

**2.6.2 Propiedades físicas.** En el presente estudio se analizó el contenido de humedad, cenizas, materia volátil y carbono fijo en la cáscara y placenta. Así también, se obtuvo el contenido de cenizas en el mucilago de cacao.

**2.6.2.1 Contenido de humedad.** Para determinar el contenido de humedad se aplicó el método ASTM E871 “Método de prueba estándar para el análisis de humedad de los combustibles de madera particulados”. Primero se pesó la cápsula vacía previamente rotulada, se colocó el residuo y se pesó nuevamente, posteriormente se introdujo la muestra en una estufa modelo BJPX – Sumer a  $103 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 16 horas, una vez eliminada la humedad se dejó enfriar el recipiente en un desecador y nuevamente se pesó la cápsula. Se realizó el procedimiento en cada muestra por duplicado. El porcentaje de humedad se determinó con la Ecuación 5.

$$\text{Humedad, \%} = \frac{W_i - W_t}{W_i - W_c} * 100 \quad \text{Ecuación (5)}$$

**Fuente:** (ASTM International, 2006b).

En donde:

$W_i$  = Peso inicial (g).

$W_t$  = Peso final (g).

$W_c$  = Peso del contenedor (g).



**2.6.2.2 Materia volátil.** Para determinar el contenido de materia volátil se aplicó el procedimiento descrito en la Norma ASTM E872 – 82 (2006) “Método de prueba estándar para la materia volátil en el análisis de los combustibles de madera particulados”. Primero se pesó la cápsula vacía con la tapa y luego se colocó 1g de residuo, posteriormente se introdujo en una mufla modelo F47900 a  $950 \pm 20^\circ\text{C}$  durante 7 minutos, una vez eliminada la materia volátil se dejó enfriar el recipiente en un desecador y nuevamente se pesó la cápsula, se realizó el procedimiento en cada muestra por duplicado. El contenido de materia volátil se determinó con la Ecuación 6.

$$\text{Materia volátil}_{base\ seca}, \% = 100 \times \frac{W_i - W_f}{W_i - W_c} = A \quad \text{Ecuación (6)}$$

**Fuente:** (ASTM International, 2006a).

En donde:

$W_c$  = Peso del crisol (g).

$W_i$  = Peso inicial (g).

$W_f$  = Peso final (g).

**2.6.2.3 Contenido de cenizas.** El contenido de cenizas fue realizado en un laboratorio externo mediante el método AOAC 923.03 “Método oficial para la determinación de cenizas”.

**2.6.2.4 Carbono fijo.** El contenido de carbono fijo se obtuvo por diferencia entre las cenizas, la humedad y la materia volátil del residuo. Los valores de análisis inmediato para base seca fueron obtenidos con la Ecuación 7.

$$CF (\%) = 100\% - V(\%) - CZ (\%) \quad \text{Ecuación (7)}$$

**Fuente:** (Ángel et al., 2015).

En donde:

$CF (\%)$  = Porcentaje de carbono fijo.

$V (\%)$  = Porcentaje de materia volátil.

$CZ (\%)$  = Porcentaje de cenizas.



**2.6.3 Propiedades químicas.** Las propiedades químicas fueron analizadas en un laboratorio externo. En la Tabla 5, se describe el método utilizado para cada parámetro y las unidades en que se presentan los resultados. Se realizó el contenido de macronutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio tanto para la cáscara, la placenta y el exudado de cacao.

**Tabla 5.** Métodos aplicados para el análisis químico de los residuos.

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD
Nitrógeno	AOAC 2001.11	%
Fósforo	PEARSON	mg/100g
Potasio	APHA 3111B-K	mg/kg

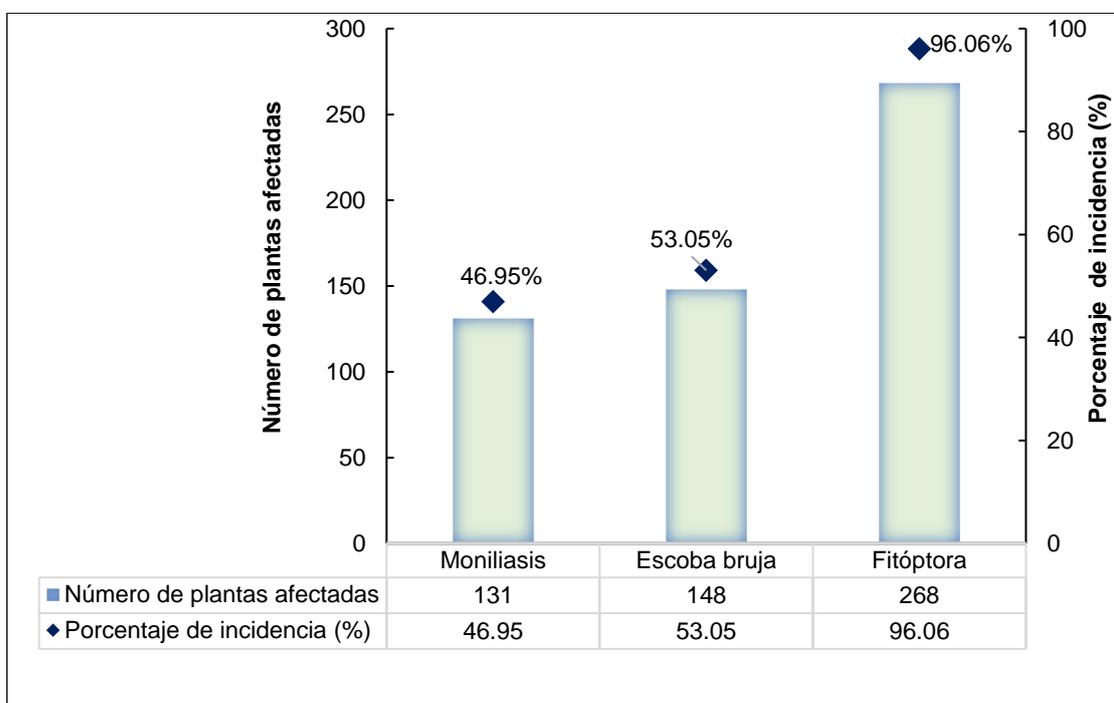
Elaborado por: Autora.

**2.6.4 Análisis estadístico de resultados.** Primero mediante el software “IBM SPSS Statistics 24” se obtuvo la media y la desviación estándar; posteriormente se calculó el coeficiente de variación (CV), el mismo que fue analizado de acuerdo con Silva, Colmenares, y Álvarez (2017), en donde, CV menores a 12% tienen baja variabilidad, entre 12% y 60% variabilidad media y mayores a 60%, alta variabilidad. Finalmente, se realizó un diagrama de cajas en el programa “Grapher 10”.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Estado Actual de las Plantas con Respecto a las Enfermedades

La presencia e incidencia de enfermedades se presentan en la Figura 8. El número total de plantas monitoreadas fue de 279, de las cuales 268 se encuentran afectadas con fitóptora lo que equivale a una incidencia del 96,06%; 148 plantas tienen escoba bruja con un 53,05% de incidencia y en menor proporción la moniliasis con 131 plantas infectadas lo que representa 46,95% del total de plantas monitoreadas. Los resultados son consistentes con la literatura consultada pues según Pardo et al. (2017) y Sánchez et al. (2015), el clon CCN51 es altamente susceptible a la fitóptora, moderadamente susceptible a la escoba bruja y resistente a la moniliasis.



**Figura 8.** Presencia e incidencia de enfermedades en el cultivo.

**Elaborado por:** Autora.

La severidad de la moniliasis se presenta en la Tabla 6. Como podemos observar, el grado con mayor número de plantas infectadas es el 1, lo cual indica que del 1% al 25% de los frutos presenta moniliasis con 86 unidades. El total de severidad de la enfermedad en el cultivo es de 17,29%.

**Tabla 6.** Resultado de la severidad de moniliasis.

GRADO	NÚMERO DE PLANTAS	SEVERIDAD (%)
1	86	7,71
2	30	5,38
3	13	3,49
4	2	0,72
<b>TOTAL</b>	<b>131</b>	<b>17,29</b>

Elaborado por: Autora.

La severidad de la escoba bruja se presenta en la Tabla 7. En donde, el grado con mayor número de plantas infectadas es el 1, lo cual indica que del 1% al 25% de los frutos presenta escoba bruja con 89 unidades. El total de severidad de la enfermedad en el cultivo es de 21,06%.

**Tabla 7.** Resultado de la severidad de escoba bruja.

GRADO	NÚMERO DE PLANTAS	SEVERIDAD (%)
1	89	7,97
2	35	6,27
3	20	5,38
4	4	1,43
<b>TOTAL</b>	<b>148</b>	<b>21,06</b>

Elaborado por: Autora.

La severidad de la fitóptora se presenta en la Tabla 8. Como podemos observar, el grado con mayor número de plantas infectadas es el 1, lo cual indica que del 1% al 25% de los frutos presenta fitóptora con 98 unidades. El total de severidad de la enfermedad en el cultivo es de 53,14%.

**Tabla 8.** Resultado de la severidad de fitóptora.

GRADO	NÚMERO DE PLANTAS	SEVERIDAD (%)
1	98	8,78
2	71	12,72
3	43	11,56
4	56	20,07
<b>TOTAL</b>	<b>268</b>	<b>53,14</b>

Elaborado por: Autora.



## 3.2 Manejo Actual de los Residuos

**3.2.1 Extracción.** La extracción de la pulpa comienza cuando se retiran las mazorcas de los árboles con un machete bolo o una media luna, los mismos que son utilizados en todas las plantas y no han sido desinfectados previamente, simplemente son afilados. Los frutos sanos son extraídos, se juntan por filas y se van generando montones. Posteriormente se abren las mazorcas y las almendras junto con la placenta van directamente a un contenedor y las cáscaras son desechadas en el mismo lugar de extracción.

Durante la extracción, al abrir la mazorca pueden existir semillas enfermas que son desechadas en el mismo cultivo, otras que se encuentran en buen estado son llevadas al lugar de almacenamiento temporal.

**3.2.2 Transporte y almacenamiento.** Los implementos utilizados durante este proceso son contenedores de plástico de 20 litros, sacos y carretillas que son previamente lavados. El proceso comienza cuando las semillas junto con la placenta son transportadas en contenedores y colocadas en sacos para posteriormente trasladarlos en carretillas hasta el lugar de almacenamiento temporal que se encuentra a 300 m aproximadamente.

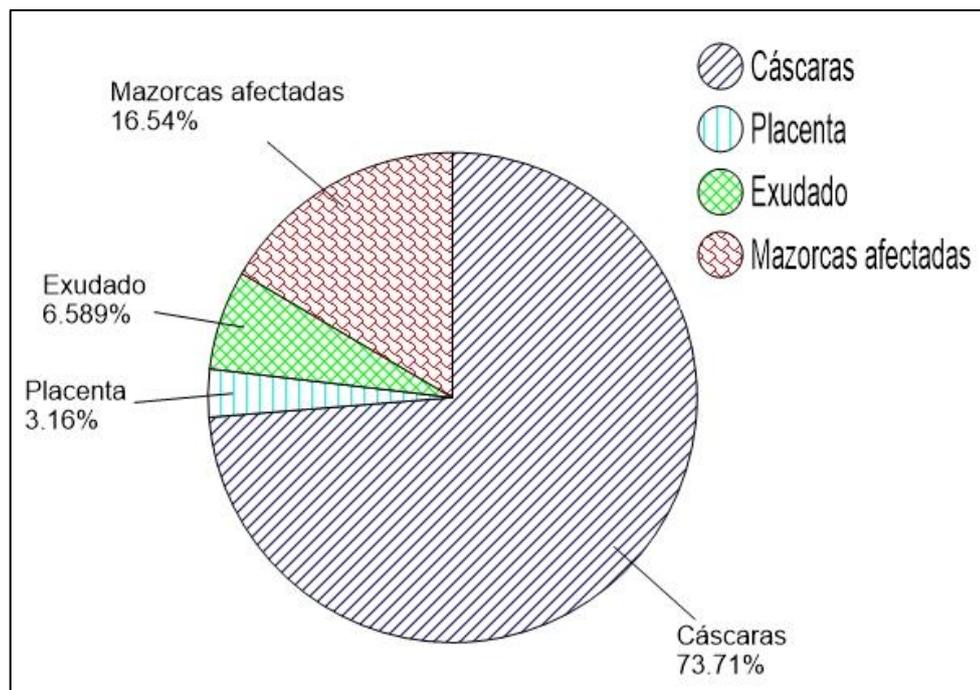
Los sacos son colocados en un lugar específico para su fermentación a una distancia de 15 cm sobre el suelo en tablas alineadas para permitir que el exudado pueda escurrirse en el suelo.

Generalmente la fermentación dura 5 días y posteriormente se extrae la placenta mediante un proceso manual. Durante la separación de semillas y la placenta también pueden desecharse almendras enfermas.

**3.2.3 Disposición final de los residuos.** Los tres tipos de residuos de cacao tienen una disposición final diferente. Las mazorcas son desechadas en el mismo lugar de extracción, el exudado se derrama en el suelo durante el transporte, el almacenamiento y la fermentación y la placenta es desechada en el lugar de separación de las semillas. Los frutos afectados generalmente con una severidad mayor al 50% se dejan en el cultivo o en el lugar de separación de las almendras.

### 3.3 Caracterización Manual de los Residuos y la Mazorca.

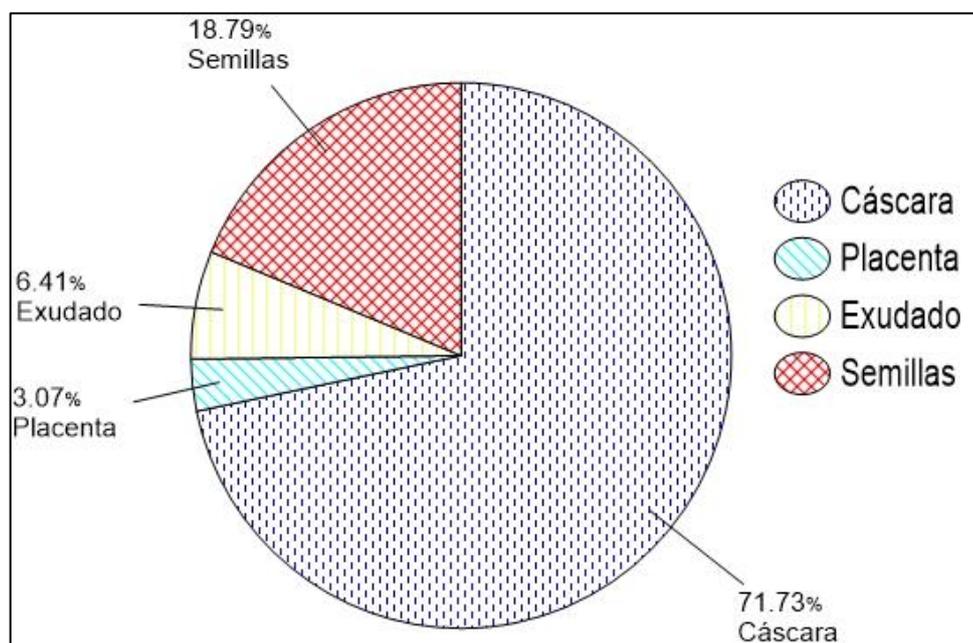
**3.3.1 Caracterización de los residuos.** En la Figura 9, se presenta los resultados de la caracterización manual de los residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao. En donde, el mayor porcentaje en peso lo representa la categoría cáscaras con un valor de 73,71%, seguido de las mazorcas afectadas con un 16,54% que no pueden ser aprovechadas por los agricultores.



**Figura 9.** Porcentajes en peso fresco de los residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao.

**Elaborado por:** Autora.

**3.3.2 Caracterización de la mazorca.** En la Figura 10, se presenta el resultado de la caracterización de la mazorca. En donde, el mayor porcentaje lo representa la categoría cáscara con un 71,73%, seguido de la categoría semillas con un 18,79%.



**Figura 10.** Porcentajes en peso fresco de las partes constitutivas de la mazorca de cacao.

Elaborado por: Autora.

### 3.4 Estimación de la Cantidad de Residuos Generados

**3.4.1 Peso de las mazorcas de cacao.** En la Tabla 9, se presentan los resultados obtenidos del peso en kilogramos para cada tamaño de mazorca, esto para poder estimar la cantidad de residuos generados. El peso promedio total de las mazorcas es 0,7035 kg, similar a los 0,7 kg descritos por Ortiz y Álvarez (2015). La desviación estándar es mayor en las mazorcas grandes debido a la variación de tamaño, alcanzando un valor de 0,2609 kg.

**Tabla 9.** Peso promedio de las mazorcas.

TAMAÑO DE LA MAZORCA	PESO DE CADA MUESTRA (Kg)					PROMEDIO (Kg)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Pequeña	0,3966	0,3399	0,4533	0,5382	0,3683	0,4193	0,0786
Mediana	0,5666	0,5099	0,4533	0,5241	0,5099	0,5127	0,0406
Grande	1,0198	1,1331	1,2465	1,5864	0,9065	1,1785	0,2609

Elaborado por: Autora.

En la Figura 11, se presenta el diagrama de cajas de los pesos promedio por tamaño de mazorca. En donde, la categoría pequeña tiene una mediana de 0,3966 kg, seguidas de las mazorcas medianas con 0,5099 kg y finalmente las mazorcas grandes con una mediana de 1,1330 kg, está última tiene una desviación mayor pues el menor peso registrado es 0,9065 kg y el mayor es 1,5864 kg.

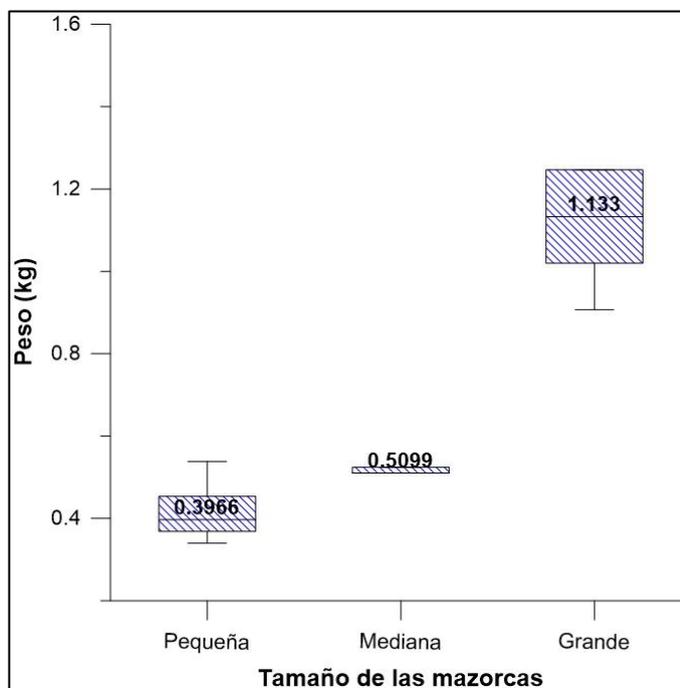


Figura 11. Diagrama de cajas del peso de las mazorcas.

Elaborado por: Autora.

**3.4.2 Estimación de la cantidad de residuos generados en el área de estudio.** En la Tabla 10, se presenta la cantidad de residuos generados mensualmente durante la época lluviosa, en donde, si se produce aproximadamente 2,5 mazorcas sanas, se obtienen 1287 kg de cáscara, 55 kg de placenta y 115 kg de exudado.

Tabla 10. Residuos generados mensualmente en el área de estudio.

NÚMERO DE MAZORCAS	MAZORCAS (KG)	CÁSCARA (KG)	PLACENTA (KG)	EXUDADO (KG)
2550	1794	1287	55	115

Elaborado por: Autora.

**3.4.3 Estimación de la cantidad de residuos generados en el país.** En la Tabla 11, se detalla la producción de semillas de cacao registradas desde el año 2010 según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, de las cuales el 25% corresponde al clon CCN51 (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, 2015). Además, se



presentan las toneladas de residuos generados a nivel nacional, los cuales fueron calculados en base a la producción, el índice de mazorca, el peso promedio de la mazorca y el porcentaje de peso de cada categoría. En el año 2016 se generaron aproximadamente 573.883 toneladas de cáscara, 24.585 toneladas de placenta y 51.277 toneladas de exudado.

**Tabla 11.** Toneladas de residuos generados anualmente del clon CCN51 a nivel nacional.

<b>AÑO</b>	<b>PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE CACAO (t)</b>	<b>PRODUCCIÓN DE SEMILLAS CCN51 (t)</b>	<b>CÁSCARA (t)</b>	<b>PLACENTA (t)</b>	<b>EXUDADO (t)</b>
2010	168350	42087	329190	14102	29414
2011	222143	55536	434378	18609	38812
2012	222850	55713	435759	18668	38936
2013	243240	60810	475630	20376	42498
2014	271519	67880	530926	22745	47439
2015	297853	74463	582420	24951	52040
2016	293487	73372	573883	24585	51277

**Fuente:** Adaptado de (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2017).

### 3.5 Propiedades Fisicoquímicas de los Residuos

**3.5.1 Propiedades fisicoquímicas de la cáscara de cacao.** En la Tabla 12, se presentan la composición fisicoquímica de la cáscara de cacao junto con la desviación estándar y el coeficiente de variación (CV). Los resultados indican valores similares para el contenido de humedad 85,84% y materia volátil 76,55% a los encontrados en bibliografía. En cuanto al contenido de carbono fijo 16,13%, cenizas 7,32% y nitrógeno 0,86% se encuentran en un rango intermedio a los descritos por Ángel et al. (2015) y Titiloye, Abu Bakar, y Odetoyle (2013). El contenido de fósforo es 0,086%, superior al 0,026% obtenido por Ortiz y Álvarez (2015). Finalmente el contenido de potasio es 3,58% muy superior al 0,89% descrito por Ortiz y Álvarez (2015).

En la Tabla 12 el CV tiene baja variabilidad para el análisis de humedad, materia volátil, cenizas y carbono fijo pues los valores son inferiores a 12%. Mientras que el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio tienen una variabilidad media, siendo el menos preciso el CV para el fósforo con un 48,84%.

La variabilidad media presentada en el fósforo y potasio puede atribuirse a la metodología de recolección y transporte de las muestras. Sin embargo, debido a la forma de extracción de la pulpa, en donde, la cáscara y el exudado son desechados en

pilas dentro del cultivo de forma heterogénea, por lo tanto, el contenido de nutrientes en el suelo puede variar dentro de la misma plantación, pues según Ortiz y Álvarez (2015) estos residuos disminuyen el pH del suelo, lo que implica un descenso de potasio y fósforo en forma asimilable para las plantas.

**Tabla 12.** Composición fisicoquímica de la cáscara de cacao.

PARÁMETRO	LITERATURA CONSULTADA (%)			VALOR OBTENIDO (%)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)
	Ángel et al. (2015)	Ortiz y Álvarez (2015)	Titiloye et al. (2013)		
Humedad	-	85	-	85,835±1,217	1,42
*Materia volátil	56	-	76,4	76,555±0,761	0,99
*Cenizas	1,5	-	12,0	7,318 ±0,211	2,88
*Carbono fijo	32,5	-	11,6	16,127±0,866	5,37
*Nitrógeno	0,7	0,171	2,2	0,857 ±0,110	12,83
*Fósforo	-	0,026	-	0,086 ±0,042	48,84
*Potasio	-	0,89	-	3,579 ±0,749	20,10

\*Parámetro analizado en base seca

Elaborado por: Autora.

**3.5.2 Propiedades fisicoquímicas de la placenta de cacao.** En la Tabla 13, se presenta la composición fisicoquímica de la placenta de cacao junto con la media y la desviación estándar. Debido a la carencia de estudios sobre la placenta, la única característica que puede ser comparada es el contenido de cenizas, en el cual se obtuvo un valor de 5,56% muy superior al 1,28% descrito por Quimbita, Rodríguez, y Vera (2013).

En la Tabla 13 el CV tiene baja variabilidad para el análisis de humedad, materia volátil, cenizas, carbono fijo y potasio pues los valores son inferiores a 12%, siendo menor en el contenido de potasio con 1,02%. Mientras que el contenido de nitrógeno y fósforo tienen una variabilidad media, siendo el menos preciso el CV para el fósforo con un 36,79%.

En este caso, debido a que las muestras no eran suficientes en peso para ser enviadas al laboratorio, se procedió a homogeneizar y se realizó el análisis por duplicado, lo cual pudo influir para que el CV del potasio en la placenta sea 1,02%, inferior a los CV para potasio en la cáscara y mucilago que superan el 20%.

**Tabla 13.** Composición fisicoquímica de la placenta de cacao.

PARÁMETRO	LITERATURA CONSULTADA	VALOR OBTENIDO (%)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)
	(%) Quimbita et al. (2013)		
Humedad	-	80,925 ± 1,067	1,32
*Materia volátil	-	76,525 ± 1,279	1,67
*Cenizas	1,28	5,560 ± 0,424	7,63
*Carbono fijo	-	17,915 ± 1,322	7,38
*Nitrógeno	-	1,005 ± 0,134	13,33
*Fósforo	-	0,106 ± 0,039	36,79
*Potasio	-	2,653 ± 0,027	1,02

\*Parámetro analizado en base seca

Elaborado por: Autora.

**3.5.3 Propiedades fisicoquímicas del exudado de cacao.** En la Tabla 14, se presentan los resultados obtenidos de la composición fisicoquímica del exudado de cacao. El contenido de cenizas es 0,344% similar al 0,4% descrito por Ortiz y Álvarez (2015) pero inferior al 3,76% de Anvoh, Zoro, y Gnakri (2009). En cuanto a los valores de fósforo 0,015% y potasio 0,631% son superiores a los descritos por Anvoh et al. (2009) e inferiores a los obtenidos por Ortiz y Álvarez (2015). El CV tiene variabilidad media en todos los parámetros, siendo superior en el potasio con un 42,63% e inferior para las cenizas con un 14,83%.

**Tabla 14.** Composición fisicoquímica del mucilago de cacao.

PARÁMETRO EN BASE SECA	LITERATURA CONSULTADA (%)			VALOR OBTENIDO (%)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)
	Anvoh et al. (2009)	Oddoye et al. (2013)	Ortiz y Álvarez (2015)		
Cenizas	3,76	-	0,4 – 0,5	0,344 ± 0,051	14,83
Nitrógeno	-	-	-	0,080 ± 0,014	17,50
Fósforo	*0,0062	*0,023	-	0,015 ± 0,003	20,00
Potasio	*0,095	*0,9	-	0,631 ± 0,269	42,63

\*Unidades modificadas a porcentaje.

Elaborado por: Autora.

**3.5.4 Diagramas de cajas de las propiedades fisicoquímicas de los residuos.** En la Figura 12A, se presenta el diagrama de cajas del contenido de humedad, en donde, la mediana entre la cáscara y la placenta difiere en un 5%, también podemos observar que tienen una forma casi simétrica. El diagrama de cajas presentado en la Figura 12B, indica que la desviación en el porcentaje materia volátil es inferior en la cáscara, aunque en ambos casos tienen formas simétricas, el valor de la mediana es el mismo.

Mientras que la Figura 12C, nos indica que el mayor porcentaje de desviación está en la placenta, la cáscara presenta asimetría y el valor de la mediana difiere en un 1,7%. Finalmente, la Figura 12D presenta el diagrama de cajas del contenido de cenizas, en donde, la mayor variación se presenta en la cáscara, el valor entre la mediana de la cáscara y la placenta difiere en un 1,53% y entre la placenta y el exudado en un 5,22%.

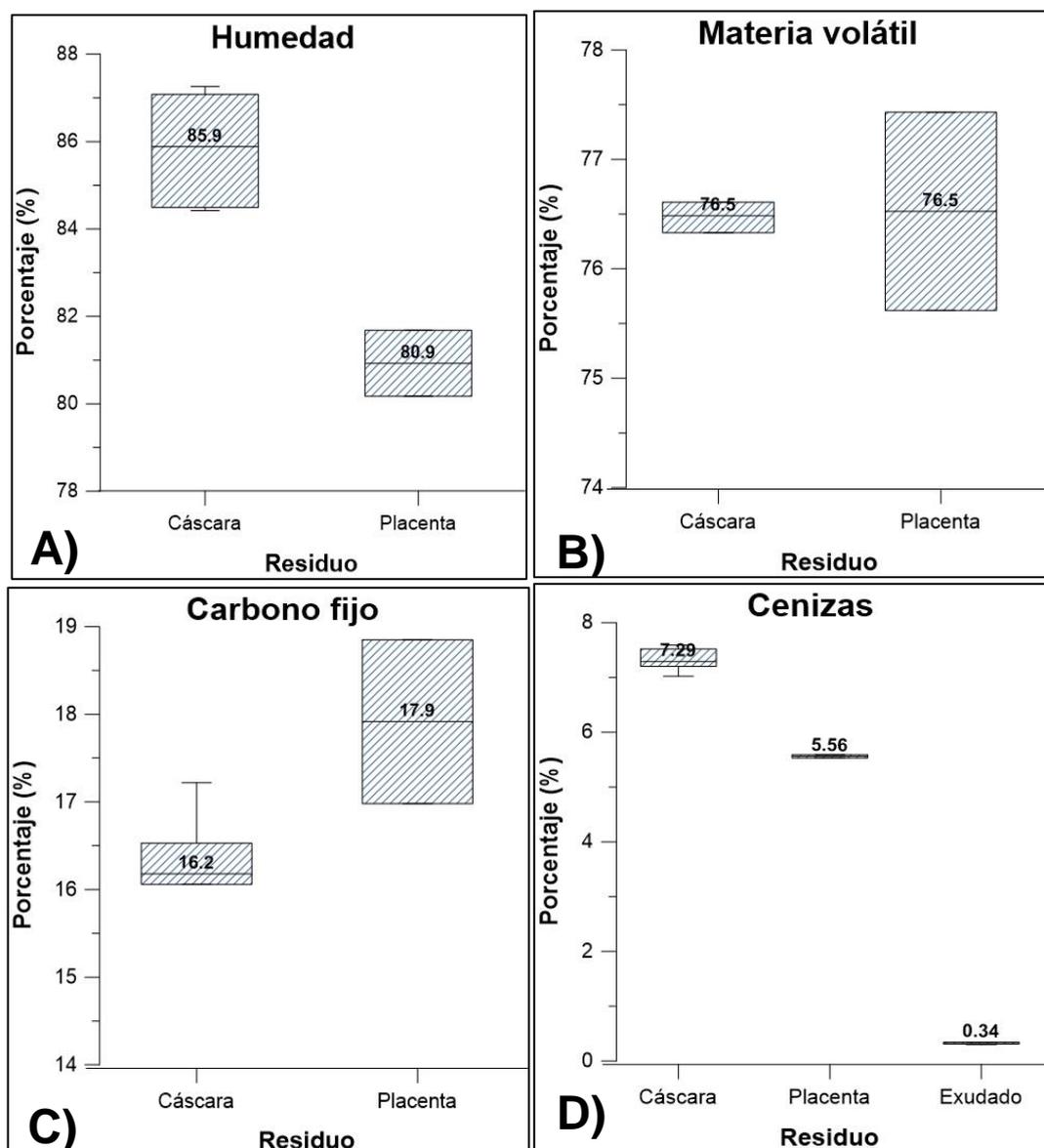


Figura 12. Diagrama de cajas de las propiedades físicas de los residuos.

Elaborado por: Autora.

En la Figura 13A, se presenta el diagrama de cajas del contenido de nitrógeno, en donde, la cáscara tiene una forma asimétrica, mientras que la placenta y el exudado son casi simétricos, el mayor valor de la mediana es 1,01% perteneciente a la placenta y el menor valor es 0,09% del exudado. En el diagrama de cajas de la Figura 13B, podemos observar la variación del fósforo, en donde, la cáscara tiene una forma asimétrica, el mayor valor de la mediana es 0,106% perteneciente a la placenta y el menor valor de la mediana es 0,0135% del exudado. Finalmente, en la Figura 13C, se muestra que tanto la cáscara como la placenta tienen formas asimétricas, en este caso el mayor valor de la mediana es 3,45% de la cáscara y el menor valor es 0,742% del exudado.

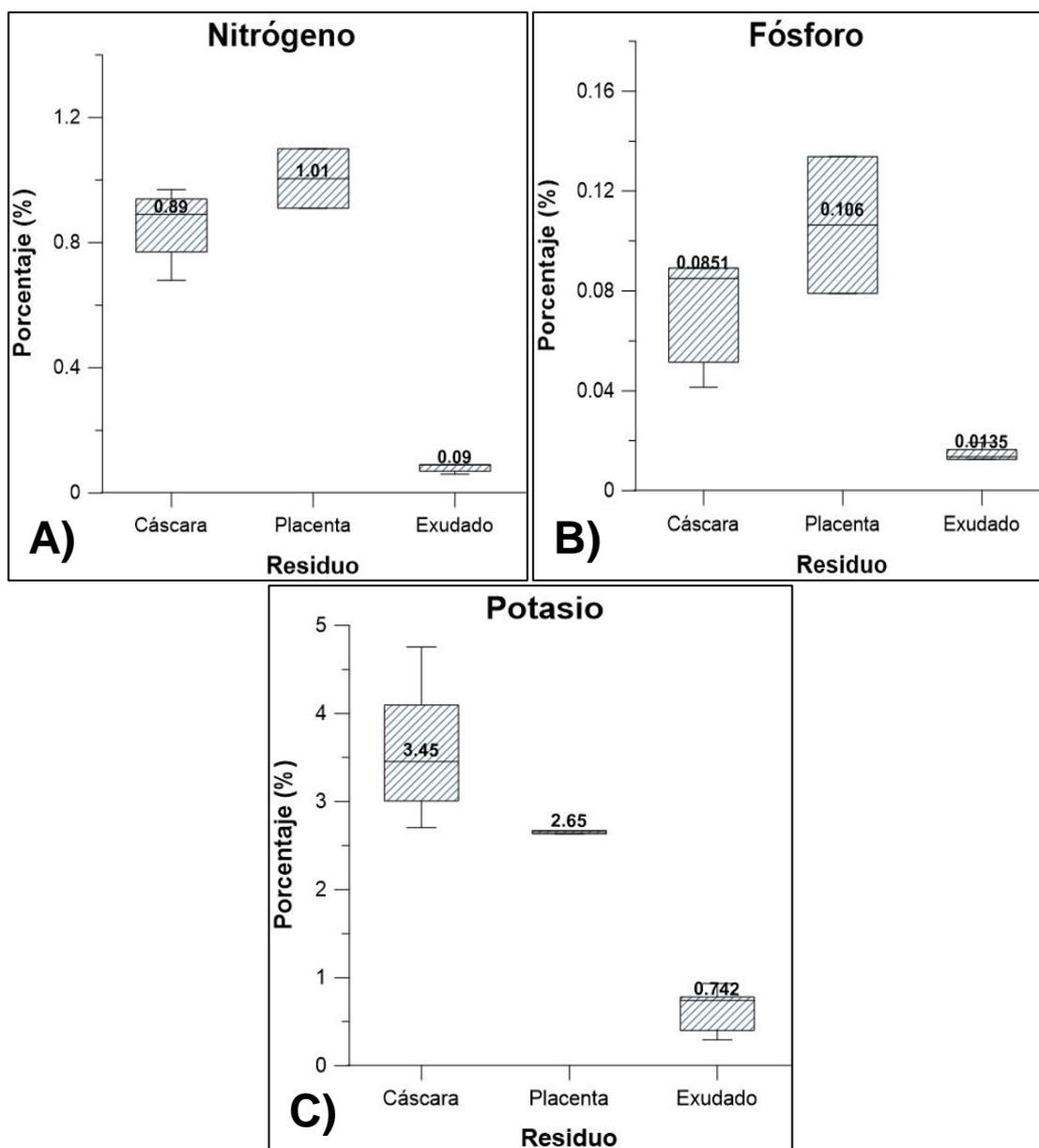


Figura 13. Diagrama de cajas de las propiedades químicas de los residuos.  
Elaborado por: Autora.



En las propiedades químicas el valor de la mediana del exudado es menor, lo que puede atribuirse a la dilución de los nutrientes pues es un líquido. Además, la forma simétrica presentada en todos los casos de la placenta no es adecuada pues es una muestra única realizada por duplicado; en el caso de la materia volátil, el carbono fijo y el contenido de fósforo se puede observar la gran variación que existe entre la repetibilidad de la muestra, esto se debe principalmente a un inadecuado proceso de homogeneización.



## CAPÍTULO IV: PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

En esta sección, se presentan el diseño de un plan de manejo de residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao, el mismo que puede ser aplicado en zonas con características similares o servir como base para estudios posteriores. Consta de dos etapas principales, la elaboración del diagnóstico y la formulación (Ministerio del Ambiente Perú - MINAM, 2015).

### 4.1 Etapa de Elaboración del Diagnóstico de la Gestión y Manejo de Residuos

**4.1.1 Analizar el marco normativo e institucional.** En 1992, en la denominada “Cumbre de la Tierra” se generaron diversos acuerdos en los cuales se incluye la agenda 21; en el capítulo 21 denominado “Gestión Ecológicamente Racional De Los Desechos Sólidos Y Cuestiones Relacionadas Con Las Aguas Cloacales”, se menciona que para proteger el medio ambiente no solamente se debe tener en cuenta el aprovechamiento o la eliminación de los residuos, si no que se deben adoptar medidas a nivel de las organizaciones para aplicar metodologías de gestión integral del ciclo de vida basadas principalmente en la reducción desde la fuente, reutilización, normas y medidas de control, entre otros (Naciones Unidas, 1992).

En la Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Acuerdo Ministerial 061, publicado en el Registro Oficial 316 el 4 de mayo de 2015. En Capítulo VI “Gestión Integral de Residuos Sólidos no Peligrosos, y Desechos Peligrosos y/o Especiales” establece el manejo integral de residuos como las acciones o actividades que forman parte de la gestión integral de residuos sólidos e incluye reducir los residuos desde la fuente, separar, reutilizar, reciclar, almacenar, trasponer, realizar un tratamiento y disponer de los residuos de una forma adecuada (Ministerio del Ambiente, 2015).

En el Código Orgánico del Ambiente (COA), publicada en el Registro Oficial Suplemento 983 el 12 de abril de 2017, en el Título V “Gestión Integral de Residuos y Desechos”, dispone que, dentro del manejo integral de residuos y desechos, los lugares de eliminación o disposición final deben ubicarse cerca de la fuente, además se debe minimizar los riesgos sanitarios y ambientales, así como fortalecer la educación y cultura ambiental. También se debe fomentar las buenas prácticas ambientales, el aprovechamiento y la valorización de los residuos (Ministerio del Ambiente, 2018).



Finalmente, en la “Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao” se menciona que los residuos pueden utilizarse como parte de un proceso de compostaje, además se recomienda una correcta eliminación de frutos contaminados para evitar el contagio de enfermedades (Agrocalidad, 2012).

**4.1.2 Identificar las fuentes de obtención de información.** Los registros del clima de la zona se pueden obtener del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología y el clima en tiempo actual a partir de diferentes páginas web como *www.meteored.com.ec*, entre otras.

La incidencia y severidad de enfermedades fueron registradas durante el mes de noviembre, perteneciente a la época lluviosa. Se recomienda realizar nuevamente este estudio en la época seca y al ejecutar el plan de manejo para determinar si existe o no una disminución de enfermedades en el cultivo, lo cual implica un mayor rendimiento

En el presente estudio el rendimiento del cultivo se estimó durante la época lluviosa. Es necesario llevar un registro constante de producción, cosecha y residuos como se indica en la Tabla 15, en donde, es necesario especificar el peso de las semillas, los residuos y la cantidad de mazorcas rechazadas y totales para obtener un indicador del incremento o disminución de enfermedades. Para calcular el peso de cada residuo es necesario utilizar la composición porcentual de la mezcla, el peso promedio de las mazorcas y el índice de mazorca que se detallan en la metodología del presente estudio.

**Tabla 15.** Ficha para registro de producción, cosecha y residuos.

MES	SEMILLAS SECAS (Kg)	CÁSCARA (Kg)	PLACENTA (Kg)	EXUDADO (Kg)	MAZORCAS RECHAZADAS/ MAZORCAS TOTALES (%)	OBSERVACIONES
1						
2						
3						
<b>TOTAL</b>						

Elaborado por: Autora.



La información administrativa y de gestión de la hacienda se obtuvo mediante dos entrevistas al personal, en donde, se registró el manejo actual de los residuos de cacao que simplemente son desechados en el lugar de extracción y almacenamiento temporal de las semillas.

Las propiedades fisicoquímicas de la cáscara, la placenta y el exudado se obtuvieron en el laboratorio de Reactores y Catálisis, en el laboratorio de Análisis de Aguas de la Facultad de Ciencias Químicas y en un laboratorio externo.

**4.1.3 Analizar los aspectos técnicos operativos.** El manejo de residuos se describe en la Figura 14, en donde, la fase crítica es la disposición de los residuos pues como se indicó anteriormente pueden generar problemas en la plantación como la dispersión de enfermedades y la disminución de la calidad del suelo. La cosecha se realiza una vez al mes y se obtiene aproximadamente 2550 mazorcas, lo que implica 1287 kg de cáscara, 55 kg de placenta y 115 kg de exudado.

Para llegar al lugar de almacenamiento temporal existen dos rutas. La ruta uno es un camino peatonal, en donde, los residuos solo pueden ser trasladados en carretillas, tiene una distancia de 500 m. La ruta dos es una carretera para vehículos de 4 m de ancho y tiene una distancia de 1200 m. Actualmente no existe una metodología para la recolección de residuos, tampoco un tratamiento o recuperación.

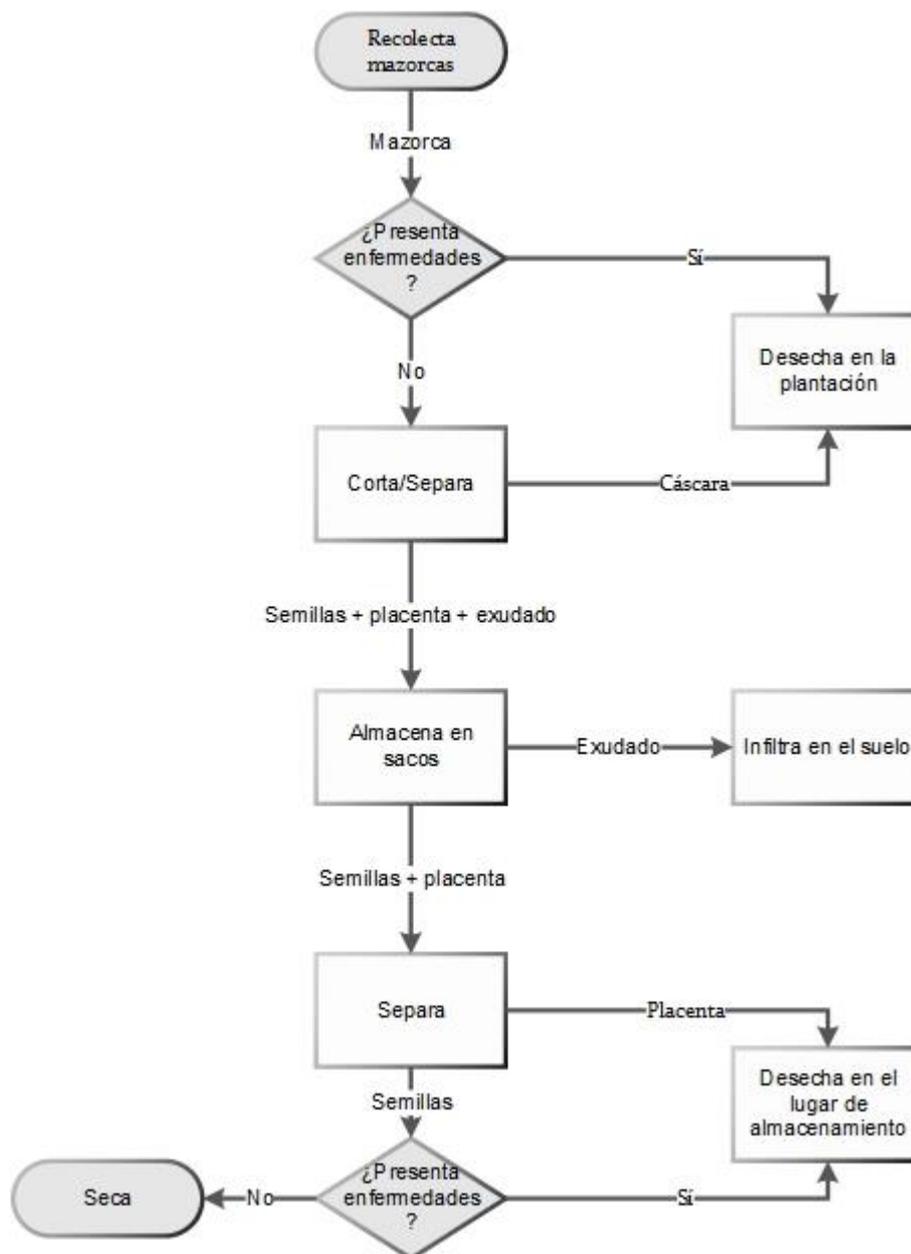


Figura 14. Proceso de cosecha y generación de residuos.

Elaborado por: Autora.

**4.1.4 Analizar los aspectos administrativos, de gestión y financieros.** En la hacienda, dentro de la administración financiera no existe un presupuesto asignado para el tratamiento y/o recuperación de residuos. En el área de estudio, se aplican una vez al año 10 sacos de 50 kg de urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  que tiene un 46% de Nitrógeno. El precio del saco puede variar de \$17 a \$28 dependiendo de la provincia y la fecha en la que se adquiera el fertilizante (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018), esto implica un costo promedio anual de \$225. No existe ningún tipo de control para las enfermedades y dos veces al año se realiza poda.



## 4.2 Etapa para la Formulación de un Plan de Manejo de Residuos

**4.2.1 Definir el alcance.** La hacienda Bellavista cuenta con diez hectáreas de cacao, cuatro hectáreas de maracuyá y cuarenta y siete hectáreas de pasto para ganado. Dentro de cada una de las zonas se generan diferentes tipos de residuos que pueden ser aprovechados mediante estudios posteriores de manera individual o en conjunto con algunas de las alternativas que se plantean.

El área geográfica de estudio corresponde a una hectárea de cultivo. El plan de manejo de residuos puede ser aplicado en las nueve hectáreas restantes de cacao que pertenecen al clon CCN51. El plan tendrá un período de diez años, dentro de los cuales en la primera etapa se propone la implementación de las alternativas, en donde, se requiere una inversión inicial. El plan de manejo considera un solo escenario para la época lluviosa, se recomienda realizar un estudio similar en la época seca.

### 4.2.2 Establecer objetivos del plan de manejo.

Determinar la cantidad de residuos de cacao generados mensualmente en la hacienda y proponer una metodología de recolección que sea adecuada a las condiciones del lugar, reduciendo los problemas generados por los residuos en el cultivo.

Detallar alternativas para la obtención de subproductos a partir de residuos de cacao para ser utilizados dentro de la hacienda Bellavista o a su vez comercializados en lugares aledaños.

Detallar la importancia de la educación ambiental y la sensibilización del personal para la implementación de las alternativas.

Especificar la disposición final de los residuos no aprovechados.

**4.2.3 Establecer las líneas estratégicas.** Las líneas estratégicas se establecieron tomando en cuenta los objetivos planteados en el plan de manejo. En este caso, no se consideró como parte del plan la reducción de residuos desde la fuente, pues no es posible reducir la cantidad de residuos por el proceso en sí.

- *Línea estratégica 1:* Establecer un sistema de recopilación y almacenamiento de residuos.
- *Línea estratégica 2:* Valorizar los residuos.
- *Línea estratégica 3:* Educación ambiental y sensibilización del personal.
- *Línea estratégica 4:* Disposición final de los residuos.



**4.2.4 Formular el plan de manejo.** En esta sección se detalla la línea estratégica, el objetivo, la meta y las acciones planteadas para establecer el plan de manejo, así también, se describe la metodología y la evaluación de la línea estratégica como una parte técnica del proceso.

**4.2.4.1 Línea estratégica 1: Establecer un sistema de recopilación y almacenamiento de residuos.** En la Tabla 16, se describen las acciones, los responsables, los indicadores y el plazo para la ejecución de la línea estratégica.

Tabla 16. Descripción de la línea estratégica 1.

<b>Línea Estratégica:</b> Establecer un sistema de recopilación y almacenamiento de residuos.				
<b>Objetivo:</b> Determinar la cantidad de residuos de cacao generados mensualmente en la hacienda y proponer una metodología de recolección que sea adecuada a las condiciones del lugar, reduciendo los problemas generados por los residuos en el cultivo.				
<b>Metas:</b> Reducir la cantidad de residuos que se desechan en el cultivo para prevenir enfermedades en las plantas.				
<b>N</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>INDICADOR DE LA MEDIDA</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PLAZO</b>
1	Determinar la cantidad de residuos generados en la hacienda.	Generación total (kg).	Investigador	En la elaboración del plan.
2	Establecer una metodología de recopilación y almacenamiento de residuos.	Número de puntos de recopilación.	Investigador Encargado de la hacienda	En la elaboración del plan. Corto plazo
3	Control y evaluación de la cantidad de residuos recopilados.	Porcentaje de residuos recuperados.	Encargado de la hacienda.	Corto plazo.

Fuente: Adaptado de (Espinoza, 2012).

**4.2.4.1.1 Acción 1: Generación de residuos.** En la época lluviosa, los residuos derivados de extracción de la pulpa de cacao se generan una vez al mes. La cantidad de residuos no puede disminuir debido a la naturaleza del proceso, pero si se aplica un plan de manejo los residuos inaprovechables disminuyen.



Debido a que las características topográficas y climáticas son similares en todas las hectáreas de cacao de la hacienda, se tomara como referencia el área de estudio para extrapolar la generación mensual de residuos. Por lo tanto, si se recupera el 100% de residuos, se tiene como materia prima 12870 kg de cáscara, 550 kg de placenta y 1150 kg de exudado. Esta cantidad puede incrementar a medida que las enfermedades en el cultivo disminuyan y dependiendo de la época del año.

**4.2.4.1.2 Acción 2: Recopilación y almacenamiento de residuos.** Las mazorcas pesan 0,7035 kg cada una, el mayor porcentaje en peso lo representan las cáscaras 71,73%. Si las semillas se extraen dentro del cultivo, el porcentaje de recuperación de la cáscara sería muy bajo, por lo tanto, se proponen puntos estratégicos para recoger las mazorcas. Además, como una práctica cultural se deben eliminar frutos enfermos, para interrumpir el ciclo biológico del hongo (Pico, Calderón, Fernández, y Díaz, 2012). Las mazorcas infectadas pueden ser aprovechadas mediante procesos térmicos o con temperaturas superiores a los 38°C, pues es la máxima temperatura que resisten los hongos de *Phytophthora spp.*, *Moniliophthora perniciosa*, *Moniliophthora roreri* (Suárez y Hernández, 2010).

**4.2.4.1.2.1 Puntos de recolección (ubicación, programación).** Se proponen tres puntos de recolección. El primero en la parte posterior de la zona de almacenamiento a una distancia de 1,5 km, este punto se encuentra junto a un camino para vehículos y en el medio de cuatro hectáreas de cacao. El segundo punto se ubica en la parte delantera de la zona de almacenamiento a una distancia de 2 km, se encuentra junto a un camino para vehículos y en el medio de tres hectáreas de cacao.

El último punto en la parte lateral izquierda a 1,2 km de distancia, el cual permite la recolección de mazorcas de tres hectáreas de cacao, esta zona presenta dificultades para extraer los frutos pues existe solamente un paso peatonal, en donde, la materia prima solo es extraída mediante carretillas.

**4.2.4.1.2.2 Mano de obra.** En la Tabla 17, se detalla el cálculo de mano de obra indirecta, en donde, se considera la capacidad del equipo utilizado, la mano de obra necesaria y el tiempo total invertido en las diez hectáreas de cacao. El proceso comienza con la aglomeración de las mazorcas asintomáticas en los puntos de recolección hasta ser transportadas a la zona de almacenamiento.

Tabla 17. Cálculo de mano de obra indirecta.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	EQUIPO UTILIZADO	CAPACIDAD DEL EQUIPO	MANO DE OBRA NECESARIA	FRECUENCIA POR HECTÁREA	TIEMPO TOTAL (MINUTOS)
Formación de pilas de mazorca	Transportar las mazorcas desde el cultivo a los puntos de recolección	Carretilla	80 kg, aproximadamente 110 mazorcas, lo cual puede variar por el tamaño.	15 minutos por carga	25 cargas	3750
Carga de materia prima	Colocar las mazorcas en el vehículo	Manual	Vehículo tiene una capacidad de carga de 1045 kg, aproximadamente 1480 mazorcas, lo cual puede variar por el tamaño.	30 minutos por carga	2 cargas	600
Transporte de materia prima	Trasladar la materia prima en el vehículo a la zona de almacenamiento	Vehículo	30 km/h, debido a la irregularidad del camino.	5 minutos por carga	2 cargas	100
Descarga de materia prima	Colocar las mazorcas desde el vehículo a la zona de almacenamiento.	Manual	Vehículo tiene una capacidad de carga de 1045 kg, aproximadamente 1480 mazorcas, lo cual puede variar por el tamaño.	30 minutos por carga	2 cargas	600
<b>TOTAL</b>						<b>5050</b>

Adaptado de: (Baca, 2013).



4.2.4.1.2.3 *Costo de la recolección.* En la Tabla 17, se consideró los equipos que tiene la hacienda para la recolección y transporte de la materia prima; una camioneta con una capacidad de carga de 1045 kg y dos carretillas con una capacidad de 80 kg cada una. Por lo tanto, el costo de recolección se considera los 5050 minutos de mano de obra y la gasolina que utiliza el vehículo.

Según Baca (2013), un obrero trabaja en forma efectiva 80% de una jornada, lo que equivale a 384 minutos diarios. La cosecha se realiza una vez al mes y la recolección de la materia prima se realiza de forma continua durante 6 días, equivale a 842 minutos diarios/384 minutos por empleado diario = 2,19 empleados; como no se puede fraccionar al personal, se necesitan 2 empleados. En este caso se realiza un contrato por temporada para el personal. El valor diario del jornal es de \$20 x 2 empleados x 8 días = \$320.

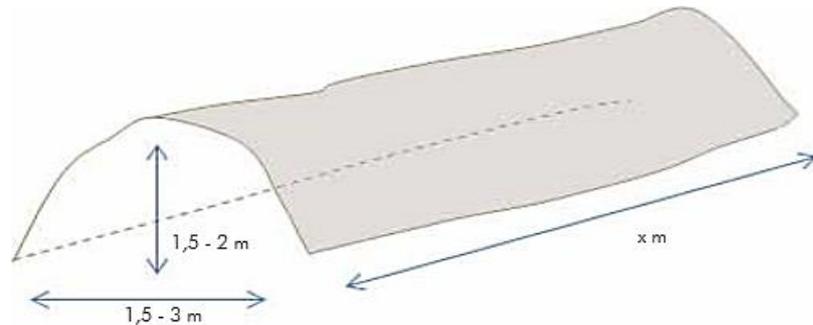
Una camioneta tiene un rendimiento de 11 km/litro de combustible en carretera. Desde los puntos de recolección a la zona de almacenamiento el vehículo recorre 20 km durante todas las cargas, lo que equivale a 2 litros de combustible. El precio de la gasolina en Ecuador es \$0,39/litro, esto implica un costo de \$0,78 para el transporte de mazorcas en los tres puntos de recolección.

4.2.4.1.2.4 *Almacenamiento.* En el lugar de almacenamiento temporal se deposita la cáscara y la placenta durante un máximo de tres días para evitar la reproducción de insectos (Ortiz y Álvarez, 2015). Por otro lado, el exudado no será acopiado en esta zona, pues su extracción conlleva procesos adicionales y el tiempo de almacenamiento debe ser corto para evitar la fermentación.

La recopilación de residuos se realizará de forma continua y serán apilados con el método PEPS (Primeras en Entrar Primeras en Salir), para evitar la desintegración de la materia prima. El almacenamiento se realizará en pilas similares a las utilizadas en el compostaje para mantener la aireación, la misma que se indica en la Figura 15. La falta de oxígeno, en especial en climas cálidos, genera una descomposición anaerobia lo que implica malos olores (Garrigues, 2003).

En tres días se almacenan los residuos obtenidos de 5 hectáreas de cacao, por lo tanto, si se considera el 100% de los residuos, se acopian 6435 kg de cáscara y 275 kg de placenta. Según Forero, Guerrero, y Sierra (2012), la densidad de la cáscara de cacao es 112 kg/m<sup>3</sup>.

Si se realiza una pila diaria se acopian 2145 kg de cáscara lo que equivale a un volumen de  $19,15 \text{ m}^3$ . Por lo tanto, las dimensiones de la pila son 1,5 m de alto, 1,5 m de ancho y 8,5 m de largo. No existen datos sobre la densidad de la placenta, por lo tanto, no se es posible calcular el espacio que utilizará durante el almacenamiento.



**Figura 15.** Pila de almacenamiento de residuos.

**Fuente:** (Román, Martínez, y Pantoja, 2013).

La hacienda cuenta con una zona pavimentada que anteriormente era utilizada para el secado al aire libre de la pulpa de cacao, la misma que puede ser adaptada para el almacenamiento de los residuos. Tiene una forma rectangular de 6 metros de ancho y 12 metros de largo. Colocar un techo con estructura metálica y con policarbonato tiene un precio de \$70 el metro cuadrado instalado, lo que implica un costo total de \$5040.

Mientras que para una estructura de madera se necesitan aproximadamente 24 vigas de 4,25 metros de longitud, 6 vigas de 2,5 metros de longitud y 6 vigas de 6 metros de longitud, las cuales tienen un costo de \$12 el metro lineal, también 32 planchas de zinc de 2,4 metros de largo y 0,77 metros de ancho con un precio unitario de \$7,15, además el costo de mano de obra de dos personas durante cinco días, cada obrero cobra \$30 diarios. El valor total equivale a \$1752,80.

La estructura que se utilice para la zona de almacenamiento depende del encargado de la hacienda, la madera puede ser adquirida en zonas cercanas para abaratar costos.



**4.2.4.2 Línea estratégica 2: valorización de los residuos.** En la Tabla 18, se describen las acciones, los responsables, los indicadores y el plazo para la ejecución de la línea estratégica.

**Tabla 18.** Descripción de la línea estratégica 2.

<b>Línea Estratégica:</b> Valorización de los residuos.				
<b>Objetivo:</b> Detallar alternativas para la obtención de subproductos a partir de residuos de cacao para ser utilizados dentro de la hacienda Bellavista o a su vez comercializados en lugares aledaños.				
<b>Metas:</b> Generar opciones para obtener subproductos o recuperar energía de los residuos.				
<b>N</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>INDICADOR DE LA MEDIDA</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PLAZO</b>
1	Detallar y evaluar las alternativas de valorización de residuos.	Número de alternativas.	Investigador	En la elaboración del plan.
2	Ejecutar las alternativas.	Número de alternativas ejecutadas/ número de alternativas propuestas.	Encargado de la hacienda	Corto y mediano plazo.

**Fuente:** Adaptado de (Espinoza, 2012).

**4.2.4.2.1 Acción 1: Detallar y evaluar las alternativas de valorización de residuos.** A continuación, se describen las opciones para obtener subproductos o recuperar energía de la cáscara, la placenta y el mucilago de cacao.

4.2.4.2.1.1 *Procesos termoquímicos.* Existen diferentes procesos termoquímicos para recuperar energía como combustión directa, gasificación y pirólisis, cada uno de ellos tiene diferentes características y productos.

La combustión directa se realiza con un exceso de aire a temperaturas entre 700°C y 1400°C y su principal producto es gas. La gasificación se realiza mediante una oxidación parcial a 500°C y 1300°C, se obtiene como producto gas de síntesis, genera menor cantidad de gases contaminantes comparada con la combustión y puede procesar biomasa con humedades entre 30% y 60%. La pirólisis se realiza en ausencia de oxígeno a 300°C y 600°C y se obtienen productos como aceite o carbón vegetal (Serrano et al., 2017).



El contenido de cenizas influye en el poder calorífico, genera corrosión en el intercambiador de calor, forma escorias y ensucia las paredes del reactor, reduciendo la eficiencia del proceso (Ángel et al., 2015). La cáscara y la placenta tienen un porcentaje elevado de cenizas 7,32% y 5,56% respectivamente, sin embargo, la mejor opción para recuperar energía es la cáscara pues mensualmente se genera en mayor cantidad debido a que representa el 71,73% del peso de la mazorca húmeda.

El alto contenido de materia volátil de la cáscara 76,55% y la placenta 76,52% permite tener una alta reactividad, es decir, es eficiente porque la combustión se puede realizar a bajas temperaturas. Mientras que el contenido intermedio de carbono fijo de la cáscara 16,13% y la placenta 17,92%, implica que tiene una cantidad media de material sólido para ser quemado (Atuesta y Sierra, 2015).

El potasio presente en las cenizas puede disminuir la calidad del combustible líquido obtenido después de un proceso de pirólisis, principalmente promueve la formación de agua, lo que implica un descenso en el contenido de energético (Ángel et al., 2015). La cáscara tiene un alto contenido de potasio 3,58%, lo que implica que no es factible para recuperar energía por medio de pirólisis.

De acuerdo con Ángel et al. (2015), al evaluar tres formas de recuperación de energía combustión, pirólisis y gasificación, determinó que, debido a las características termoquímicas de la cáscara de cacao, el proceso con menores limitaciones técnicas es la gasificación.

*Limitaciones.* Según Serrano et al. (2017), uno de los principales problemas es el secado de la biomasa residual. En el secado natural se requiere un periodo extenso de espera hasta que la materia prima pierda humedad y sea apta para ingresar a un proceso termoquímico. Mientras que un secado forzado implica un gasto energético lo cual eleva los costos de producción, es decir, la energía necesaria para evaporar el agua mediante un secado forzado puede ser igual o mayor a la energía bruta obtenida de la biomasa. La cáscara tiene un alto contenido de humedad 85,84%, para ingresar a un proceso de gasificación, la humedad debe disminuir como mínimo en un 25,84%.

Los procesos termoquímicos requieren de una inversión inicial elevada, personal técnico calificado, gran cantidad de materia prima y generación constante de residuos para que sean rentables. La generación mensual de 12870 kg de cáscara de cacao en la hacienda no sería suficiente para solventar este proceso, por lo cual la materia prima tendría que ser adquirida en fincas cercanas, lo que implica gastos adicionales.



4.2.4.2.1.2 *Briquetas y pellets*. Las briquetas generalmente son para uso doméstico como fuente de calor. Su forma es cilíndrica, el diámetro varía de 2 cm a 20 cm y la longitud va desde los 15 cm a los 50 cm. La principal característica es su alta densidad, por lo tanto, ocupan menos espacio al ser transportadas. La materia prima debe tener una humedad cercana al 12% antes de ser introducida en una prensadora (Velazquez y Cárdenas, 2016).

Los pellets tienen un uso industrial y se utilizan para la generación de calor, se diferencian de las briquetas por su tamaño. Para la elaboración de biopellets, se puede realizar un proceso de secado al sol durante tres días, posteriormente mediante un secador disminuir el porcentaje de humedad al 12%. Luego el material debe ser molido en un tamaño cercano a 1mm y compactado (Symsiro, Santoadi, y Tambunan, 2011). Para tener un mayor potencial de rendimiento el diámetro debe ser de 10 mm y la longitud de 15 mm (Velazquez y Cárdenas, 2016).

Los biopellets de cáscara de cacao se utilizan para recuperar energía en forma de calor, la hacienda cuenta con una secadora de cacao alimentada con GLP (gas licuado de petróleo), la misma que puede ser adaptada para la utilización de biopellets. Mientras mayor sea la temperatura de la pared y del aire precalentado el tiempo de quema será menor, así también, mientras mayor sea la superficie del pellet existirá una mayor pérdida de masa. El factor de emisión de CO se mantiene entre 34 g/kg a 30 g/kg al modificar la temperatura de la pared de 300°C a 450°C (Symsiro et al., 2011).

A continuación, en la Tabla 19 se detallan los parámetros que debe cumplir un pellet o briqueta de madera según la norma austriaca Ö-NORM M7135 y los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica de la cáscara y la placenta de cacao. En donde, la materia prima supera todos los parámetros de la norma, el contenido de humedad puede disminuir mediante un proceso de secado, sin embargo, el parámetro de mayor preocupación ambiental es el alto contenido de nitrógeno que generaría emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) (Atuesta y Sierra, 2015).

**Tabla 19.** Comparación de parámetros fisicoquímicos con la norma austriaca Ö-NORM M7135 para pellets o briquetas.

PARÁMETRO	UNIDAD	Ö-NORM M7135	RESULTADO DE LA CÁSCARA	RESULTADO DE LA PLACENTA
Humedad	%	<10	85,83	80,93
Ceniza	%	<0,5	7,32	5,56
Nitrógeno	%	<0,03	0,857	1,01

Adaptado de: (Atuesta y Sierra, 2015).



*Limitaciones.* El contenido de humedad de la cáscara y la placenta es elevado, 85,84% y 80,93% respectivamente, es decir, como parte del pretratamiento se tienen que secar los residuos para alcanzar la humedad del 12% requerida.

Las briquetas son para uso doméstico. En el Ecuador no existen estaciones marcadas y la mayor parte de los hogares no cuentan con sistemas de calefacción, por lo tanto, el mercado se limita a la cocción de alimentos, teniendo como competidor directo el carbón vegetal.

*4.2.4.2.1.3 Procesos bioquímicos.* Existen dos procesos bioquímicos para recuperar energía de la biomasa, la digestión anaerobia y la fermentación alcohólica. Las características y productos son diferentes para cada proceso y la eficiencia depende de la materia prima que ingresa al sistema.

*4.2.4.2.1.3.1 Digestión anaerobia.* Se utiliza en residuos con una humedad superior al 50%, lo que implica que la cáscara y placenta son adecuadas para el proceso pues el contenido de humedad supera el 80%. Se obtienen como subproductos biogás y bioabono estabilizado. Consta de cuatro fases, la hidrólisis, la etapa fermentativa o acidogénica, la etapa acetogénica y la etapa metanogénica. En la primera fase, la rapidez del proceso puede limitarse si existe gran cantidad de residuos sólidos; en digestores continuos, los sólidos totales debe estar entre 40% a 60% (MINERGIA, FAO, PNUD, y GEF, 2011).

La relación carbono/nitrógeno (C:N) debe ser equilibrada, el rango ideal se encuentra desde 20:1 a 30:1. El alto contenido de carbono, vuelve lento el proceso, pero la producción de gas es prolongada, mientras que la falta de carbono genera amoníaco que en grandes cantidades es tóxico para los microorganismos (MINERGIA et al., 2011).

Si la temperatura es elevada el tiempo de fermentación es menor. La actividad microbiana se duplica con un incremento de 10°C. En climas tropicales el tiempo de retención hidráulico es de 30 a 40 días (MINERGIA et al., 2011).

El rango de pH óptimo se encuentra entre 6.8 y 7.4. Si el pH es inferior a 6.0, el biogás generado tiene una menor cantidad de metano, por lo tanto, posee menores cualidades energéticas, además, favorece la producción de amoníaco que es un inhibidor de la reproducción microbiana (MINERGIA et al., 2011).

*Limitaciones.* La digestión anaerobia se puede realizar solamente en residuos líquidos y con una concentración estable (MINERGIA et al., 2011). La relación C:N inicial debe encontrarse en proporciones adecuadas. Según Forero, Jochum, y Sierra (2015), la cáscara de cacao contiene 43,87% de carbono y en los análisis químicos se determinó



que la cáscara tiene 0,86% de nitrógeno, dando una relación C:N de 51:1, es decir, la producción de gas con dicho residuo es lenta y prolongada.

Debido a que los residuos se producen una vez al mes, es necesario un digestor discontinuo, por lo tanto, el tiempo de retención es desde el ingreso del material hasta su salida; lo que implica que cada mes se necesite un digestor diferente o los residuos tendrían un grado de degradación disímil. Una solución a esto sería que el tiempo de retención de los residuos sean solamente 30 días, elevando la temperatura del digestor, para que en cada cosecha ingresen directamente los residuos.

Según Oddoye et al. (2013) y Ortiz y Álvarez (2015), el pH del mucilago puede variar de 3.5 a 3.75, muy por debajo del pH óptimo para el digestor, para elevar este valor se puede utilizar bicarbonato de sodio, carbonato de sodio o cal.

Una concentración de potasio de 0,25% a 0,45% inhibe la actividad microbiana, sin embargo, las bacterias anaeróbicas tienen la capacidad de adaptarse con el tiempo a dichas concentraciones (MINERGIA et al., 2011). El contenido de potasio es bastante alto en la cáscara 3,58%, placenta 2,65% y mucilago de cacao 0,63% lo que puede volver lento el proceso hasta que las bacterias puedan adaptarse.

4.2.4.2.1.3.2 *Fermentación alcohólica*. Es un proceso bioquímico en el cual se fermenta la biomasa con un alto contenido de azúcar, almidón y celulosa para la producción de alcohol etílico o bioetanol. Primero los residuos deben pasar por un proceso de fermentación de azúcares, durante el cual se puede añadir levadura *Saccharomyces cerevisiae* o especies bacterianas de *Zymomonas mobilis*, posteriormente para obtener el producto se elimina el agua mediante destilación y evaporación (Santis, Saldaña, y Arenas, 2016).

*Limitaciones*. Los residuos de cacao pertenecen a los biocombustibles de segunda generación, tienen bajas tasas de conversión y en la actualidad no son viables económicamente. Además, en el presente proyecto no se realizaron análisis del contenido de lignina, celulosa, azúcares que son importantes para saber si los residuos son aptos para el proceso de fermentación alcohólica.

4.2.4.2.1.4 *Compostaje*. El objetivo de esta línea de acción es producir compost a partir de los residuos de cacao. Según los análisis químicos, la cáscara tiene un mayor contenido de potasio 3,58% comparado con la placenta 2,65% y el exudado 0,63%; mientras que la placenta presenta un mayor contenido de nitrógeno 1,01% y fósforo 0,11%. Por lo tanto, pueden ser utilizados para un proceso de compostaje por su alto contenido de macronutrientes esenciales para las bacterias y las plantas.



El compost proporciona nutrientes, por lo tanto, mejora la calidad del suelo. El proceso de compostaje está constituido por diferentes fases y puede tardar de 3 a 6 meses (Román et al., 2013).

Existen varios factores que se deben tomar en cuenta para realizar el proceso de compostaje como se detallan en la Tabla 20. Es importante mantener estas condiciones pues la falta de oxígeno, poca humedad y el alto contenido de carbono pueden detener el proceso o volverlo lento, mientras que el exceso de nitrógeno provoca malos olores. Así también, los residuos con un tamaño superior a 30 cm generan exceso de oxígeno en el medio y pueden provocar una disminución de la temperatura en la pila (Román et al., 2013).

**Tabla 20.** Parámetros del compostaje

PARÁMETRO	RANGO IDEAL AL COMIENZO (2-5 DÍAS)	RANGO IDEAL INTERMEDIO (2-5 SEMANAS)	RANGO IDEAL DE COMPOST MADURO (3-6 MESES)
C:N	25:1 - 35:1	15:1 - 20:1	10:1 - 15:1
Humedad	50% - 60%	45% - 55%	30% - 40%
Oxígeno	~10%	~10%	~10%
Tamaño de partícula	< 25cm	~15 cm	< 1,6 cm
pH	6.5 - 8.0	6.0 – 8.5	6.5 – 8.5
Temperatura	45°C - 60°C	45°C -temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Nitrógeno total	2,5% - 3%	1% - 2%	~1%

Fuente: (Román et al., 2013).

Según Suárez y Hernández (2010), los hongos causantes de la escoba bruja y mazorca negra no son resistentes a temperaturas superiores a los 38°C y para incrementar el proceso de descomposición se puede añadir gallinaza o cal. Durante el compostaje se pueden alcanzar temperaturas de hasta 70°C lo que implica la eliminación del patógeno.

*Limitaciones.* Según Forero et al. (2015), la cáscara de cacao contiene 43,87% de carbono; mientras que en los análisis fisicoquímicos realizados se determinó que la cáscara contiene 0,86% de nitrógeno, por lo tanto, la relación C:N de 51:1, es decir, es necesario incluir residuos con un mayor contenido de nitrógeno como material verde o estiércol, que no necesariamente pueden estar disponibles. Si la relación C:N es mayor a 35:1 el proceso se enfría y se vuelve lento (Román et al., 2013).



El personal encargado debe estar capacitado para mantener las condiciones ideales durante todo el proceso de compostaje; principalmente para mantener la humedad y la aireación, evitando la generación de malos olores o la disminución de actividad bacteriana. Para impedir estos inconvenientes la pila tiene que ser humedecida y volteada semanalmente, lo que implica mano de obra (Román et al., 2013).

Es necesario evaluar la adición del exudado a la pila de compostaje, pues según Oddoye et al. (2013) y Ortiz y Álvarez (2015), el pH del mucilago puede variar de 3.5 a 3.75, lo cual se encuentra por debajo del rango ideal de 6.5 a 8.

4.2.4.2.1.5 *Vermicompostaje*. El vermicompostaje es un tipo de compostaje en el que se utilizan lombrices. Permite estabilizar la materia orgánica con una relación C:N inadecuada. Las lombrices se encargan de la ruptura de los materiales para formar nutrientes asimilables por las plantas, además, segregan sustancias antibióticas que permiten eliminar patógenos (Garrigues, 2003).

La lombriz más utilizada para este proceso es la *Eisenia foetida*, conocida comúnmente como lombriz roja. Coloniza de forma natural, se reproduce rápidamente, es resistente y en un día puede consumir su peso en alimento, expulsando el 60% en forma de vermicompost. El rango óptimo de temperatura de las lombrices se encuentra entre los 15°C y 20°C, requieren un gran contenido de humedad entre el 80% a 90% y baja luminosidad (Garrigues, 2003).

Los contenedores para cultivar lombrices deben tener una profundidad de 50 cm a 60 cm, debido a que las lombrices no excavan en busca de alimento más de 40 cm. La mezcla de suelo con materia orgánica debe estar en una proporción 3:1. Para recuperar a las lombrices adultas del vermicompostaje se las deja de alimentar por 8 a 10 días y luego se coloca alimento fresco para atraerlas y poder colectarlas (Román et al., 2013).

*Limitaciones*. El vermicompostaje puede tardar de 2 a 5 meses en estar listo, se debe proporcionar a las lombrices alimento de manera constante y la materia prima debe estar libre de tóxicos.

4.2.4.2.1.6 *Alimento para animales*. La preparación de la cáscara de cacao es un factor importante, pues se debe secar lo más rápido posible para evitar el deterioro de la materia prima. Es preferible cortar previamente el material antes de un secado natural durante 24 h, posteriormente cuando el contenido de humedad está alrededor de 65%, las cáscaras son molidas y mezcladas con el alimento. Sin embargo, es posible alimentar a cerdos con las cáscaras húmedas (Oddoye et al., 2013).



Las cáscaras de cacao debido al contenido de nutrientes y en especial por la *Teobromina*, pueden reemplazar un porcentaje máximo en la dieta de diferentes animales. Se recomienda como nivel óptimo 10% para aves de corral, 25% para cerdos, 40% para ovejas, 20% para conejos y 200 gramos por kilogramo de comida para tilapias (Henao, Gutiérrez, y Oviedo, 2012; Oddoye et al., 2013).

*Limitaciones.* Dependiendo del animal para el que se va a utilizar el subproducto debe ser mezclado con diferentes alimentos. En el caso de conejos antes del pelletizado se debe mezclar un 76% con concentrado Conejina o uno similar, 4% con harina de maíz y el porcentaje restante con cáscara de cacao (Henao et al., 2012).

4.2.4.2.1.7 *Gel antiarrugas.* Las cáscaras de cacao pueden ser usadas para formar un gel antiarrugas, este producto no es tóxico, hidrata la piel y debido a su capacidad antioxidante ayuda a reducir las arrugas después de 3 semanas de aplicación, pues aumenta el número de células en la piel (Abdul et al., 2016).

El proceso comienza con la recolección de las cáscaras, posteriormente deben ser lavadas, cortadas, secadas, molidas y tamizadas para obtener materia prima homogénea de 1 mm, después para obtener el gel se debe mezclar un extracto de polvo de cáscara de cacao con agua, glicerina, copolímero de acrilato de alquilo y metilparabeno en diferentes concentraciones (Abdul et al., 2016).

*Limitaciones.* Se deben realizar diversas pruebas tanto de toxicidad, irritación de la piel y sensibilización de la piel para saber si este producto puede ser aplicado en humanos.

4.2.4.2.1.8 *Bebida alcohólica.* En los últimos años se ha analizado la posibilidad de realizar una bebida alcohólica a base de exudado de cacao. Existen ciertos parámetros que se deben considerar para que la bebida sea adecuada en cuanto a sabor como el pH, cenizas, grasas, azúcares y sólidos solubles medidos en °Brix.

El exudado contiene azúcares, ácido cítrico, sales y minerales. La mejor forma de recolección sin afectar la calidad de las semillas es mediante el uso de contenedores cilíndricos. Primero se debe perforar el contenedor en la parte inferior y colocar tubos de cloruro de polivinilo (PVC) para permitir el flujo del exudado. Se presiona las semillas con una tabla circular de madera y se recoge el mucilago mediante un embudo. Posteriormente se coloca 0,15 g de metabisulfito de potasio para prevenir el deterioro por acción microbiana. Con este método se puede obtener 100 L a 150 L de exudado por cada tonelada de semillas húmedas (Oddoye et al., 2013).



El mucilago contiene entre 10% y 18% de azúcares fermentables. Mediante una triple destilación se puede obtener un aguardiente de buena calidad. También es posible la obtención de una bebida muy similar al vino mediante pasteurización y la introducción de levaduras (Oddoye et al., 2013).

Se puede realizar una bebida alcohólica parecida al vino con base en exudado de cacao y Roselle (*Hibiscus sabdariffa*), la misma que debe ser fermentada durante seis meses, la concentración de etanol de la bebida es alta 11,02%, las características organolépticas son aceptables comparadas con vinos comerciales (Djoule et al., 2011).

*Limitaciones.* Los análisis químicos realizados no son suficientes para determinar si el exudado del área de estudio se encuentra dentro de los parámetros para la elaboración de una bebida alcohólica de calidad. Así también, se requiere una fase de prueba para que el producto tenga las características organolépticas adecuadas para ser aceptado en el mercado.

Según Ortiz y Álvarez (2015), por cada kg de semillas frescas se obtiene 0,05 L de exudado. En la hacienda se producen mensualmente 3370 kg de semillas lo que implica 168,5 L de exudado, lo que no sería suficiente como materia prima, principalmente por la reducción que se produce después de la destilación.

4.2.4.2.1.9 *Jugo de cacao o mermelada.* El jugo de cacao puede combinarse con otras frutas como mango, guayaba y coco. El de mejor sabor es la combinación cacao-mango (Oddoye et al., 2013). Es una mezcla de exudado de cacao, azúcar y agua. La bebida debe ser pasteurizada y para evitar crecimiento microbiano se añade metabisulfito de sodio (Gyedu, 2001). El jugo de cacao contiene varios nutrientes como minerales, grasas, proteínas y un alto contenido de sodio 30,5 mg/L (Anvoh et al., 2009).

La mermelada se prepara con una mezcla de exudado de cacao, placenta triturada y azúcar, estos ingredientes deben hervir hasta evaporar el agua. El pH bajo (3.14) permite la preservación del producto frente a bacterias no acidófilas. Debido a su alto contenido de azúcares naturales, glucosa 214,24 g/L y sacarosa 21,31 g/L requiere un menor contenido de azúcar comparado con las mermeladas comerciales (Anvoh et al., 2009).

*Limitaciones.* El producto podría no ser aceptado en el mercado, debido a sus características organolépticas particulares. Para que la bebida o mermelada tenga un sabor agradable, se debe seleccionar cuidadosamente las almendras de las cuales se extrae.



**Evaluación de alternativas para la valorización de los residuos.** Para evaluar las alternativas se utilizó el método por puntos ponderados que consiste en asignar valores cuantitativos a factores relevantes de acuerdo con el criterio del investigador (Baca, 2013).

En la Tabla 21, se enlistan los factores que se tomaron en cuenta para el análisis, así también el peso que se asignó a cada factor. Se fijó el mayor peso a la factibilidad técnica pues es el factor limitante en el aprovechamiento de residuos. Así también, se colocó el menor peso a la materia prima disponible porque ciertas alternativas requieren la adquisición de materia prima e insumos. Mientras que en la Tabla 22, se indica la nomenclatura utilizada en el análisis, en donde, se asignó una letra a cada alternativa.

**Tabla 21.** Factores relevantes para evaluar las alternativas de valoración de los residuos.

FACTOR RELEVANTE	PESO
Factible técnicamente	0,22
Inversión inicial	0,20
Infraestructura o equipos disponible	0,18
Sostenible	0,12
Genera desechos o emisiones	0,10
Mano de obra calificada	0,09
Materia prima e insumos disponibles	0,09

**Adaptado de:** (Baca, 2013).

**Tabla 22.** Nomenclatura de las alternativas de utilización de los residuos.

LETRA	ALTERNATIVA
A	Procesos termoquímicos
B	Briquetas y pellets
C	Procesos bioquímicos
D	Compostaje
E	Vermicompostaje
F	Alimento para animales
G	Gel antiarrugas
H	Bebida alcohólica
I	Jugo de cacao o mermelada

**Adaptado de:** (Baca, 2013).



En la Tabla 23, se indica la calificación que obtuvo cada alternativa, la calificación se realizó del 1 al 5, siendo 1 la menos favorable y 5 la que cumple con los requisitos para su implementación.

**Tabla 23.** Evaluación de las alternativas de utilización de los residuos

FACTOR	PESO	CALIFICACIÓN									CALIFICACIÓN PONDERADA								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Factible técnicamente	0,22	4	3	3	3	5	5	4	3	4	0,9	0,7	0,7	0,7	1,1	1,1	0,9	0,7	1,1
Inversión inicial	0,20	1	3	2	5	5	3	3	4	4	0,2	0,7	0,4	1,1	1,1	0,7	0,7	0,9	0,9
Infraestructura o equipos disponibles	0,18	1	1	1	3	3	2	1	4	3	0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,4	0,2	0,9	0,6
Sostenible	0,12	2	4	5	5	5	5	2	3	4	0,2	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1	0,4	0,7	0,9
Genera desechos o emisiones	0,10	2	5	1	5	5	5	5	5	5	0,2	1,1	0,2	1,1	1,1	0,9	1,1	1,1	0,9
Mano de obra calificada	0,09	1	3	2	4	5	4	2	3	4	0,1	0,7	0,4	0,9	1,1	0,9	0,4	0,7	0,9
Materia prima e insumos disponibles	0,09	5	5	3	2	4	3	2	3	3	0,5	1,1	0,7	0,4	0,9	0,7	0,4	0,7	0,4
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>										<b>2,2</b>	<b>5,3</b>	<b>3,7</b>	<b>5,9</b>	<b>7,0</b>	<b>5,7</b>	<b>4,2</b>	<b>5,5</b>	<b>5,7</b>

Adaptado de: (Baca, 2013).

En la Tabla 23, podemos observar que la alternativa con mayor puntaje es el vermicompostaje con 7,0, principalmente porque es factible técnicamente, no requiere de mano de obra calificada y la inversión inicial no es elevada. Como segunda alternativa con un valor de 5,9 tenemos el compostaje, esta práctica nos permite eliminar patógenos y el excremento de ganado puede ser obtenido de la misma hacienda. Como tercera alternativa se encuentra el jugo de cacao o mermelada principalmente porque se requieren insumos para su almacenamiento como frascos.



En la Figura 16, se presenta el manejo integral de residuos al aplicar las tres alternativas seleccionadas para la hacienda. Los frutos no aprovechables y con una severidad superior al 50% son enviados a la disposición final, mientras que si presentan una severidad menor pasan al proceso de compostaje junto con excremento de ganado que puede ser obtenido en la misma hacienda. El 50% de las mazorcas que no presentan enfermedades pueden ingresar al compostaje dependiendo de la relación C:N. El porcentaje restante pasa al vermicompostaje, este proceso permite el ingreso constante de materia prima, es decir, se pueden añadir residuos de cocina, restos vegetales y residuos de animales.

El exudado se extrae presionando las semillas y la placenta en contenedores cilíndricos perforados y con un tubo plástico en la parte inferior. La placenta es separada manualmente y junto con el exudado pasan a formar parte del proceso de elaboración de mermelada.

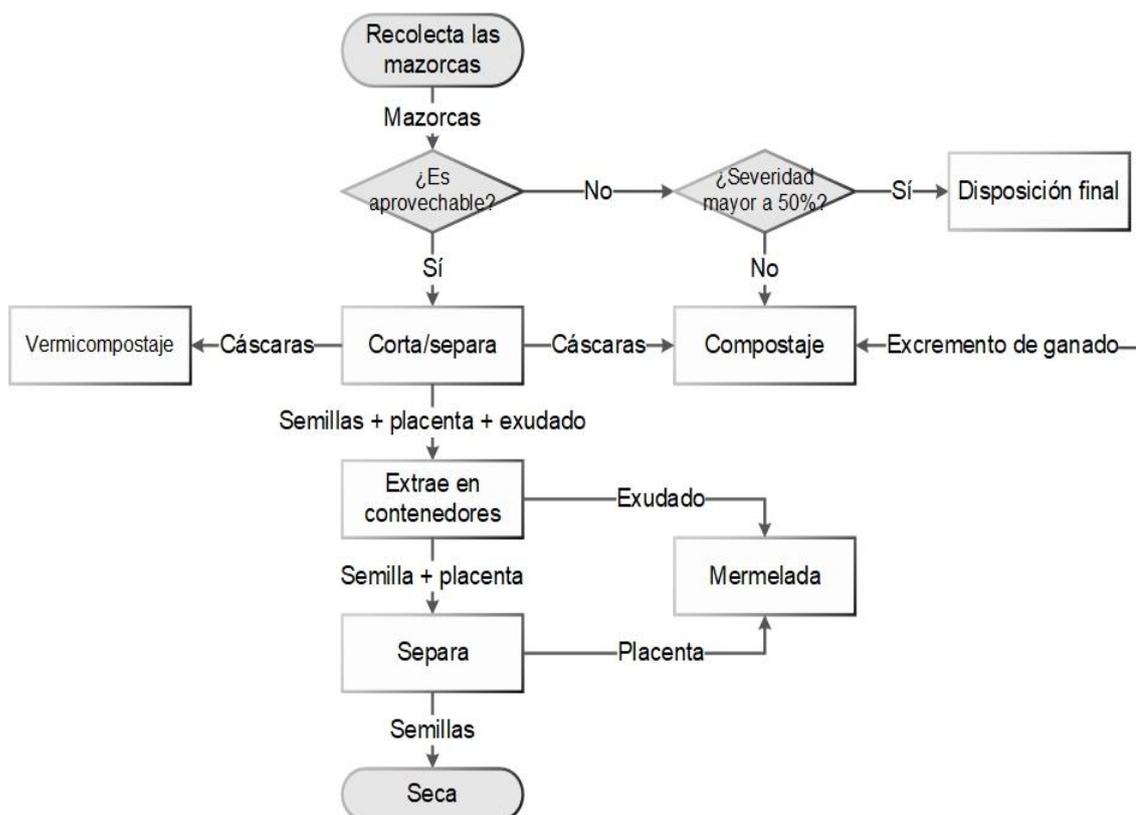


Figura 16. Manejo integral de residuos.  
Elaborado por: Autora

**4.2.4.3 Línea estratégica 3: Educación ambiental y sensibilización del personal.** En la Tabla 24, se describen las acciones, los responsables, los indicadores y el plazo para la ejecución de la línea estratégica. A pesar de que esta línea de acción es responsabilidad del encargado de la hacienda, se mencionan algunas acciones para



que el plan de manejo sea sostenible en el tiempo. La meta es incrementar el porcentaje de recopilación de residuos, pero para ello el personal debe estar sensibilizado y considerar a la cáscara, la placenta y el mucilago como materia prima y no como residuo.

**Tabla 24.** Descripción de la línea estratégica 3.

<b>Línea Estratégica:</b> Educación ambiental y sensibilización del personal.				
<b>Objetivo:</b> Detallar la importancia de la educación ambiental y la sensibilización del personal para la implementación de las alternativas				
<b>Metas:</b> Incrementar el porcentaje de recopilación de residuos y sensibilizar al personal para que el plan de manejo sea sostenible.				
<b>N</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>INDICADOR DE LA MEDIDA</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PLAZO</b>
1	Realizar capacitaciones periódicas al personal sobre la importancia de los residuos.	Número de capacitaciones al año	Investigador Encargado de la hacienda.	Corto y mediano plazo.
2	Colocar señalización que promueva prácticas adecuadas de manejo de residuos.	Número de letreros colocados.	Encargado de la hacienda.	Corto plazo.

Fuente: Adaptado de (Espinoza, 2012).

**4.2.4.3.1 Acción 1: Realizar capacitaciones periódicas al personal sobre la importancia de los residuos sólidos.** Una vez aplicado el plan de manejo es necesario una inducción en los trabajadores sobre la nueva metodología de cosecha, transporte, almacenamiento y disposición final de los residuos. También es importante realizar diálogos periódicos antes de la cosecha para destacar el valor que tiene la cáscara, la placenta y el mucilago de cacao como materia prima dentro de la hacienda.

La capacitación al personal se debe realizar como mínimo una vez al año, en donde, se pueden incluir temas como la extracción de las mazorcas afectadas de las plantas, la importancia de los residuos, la separación adecuada de la mazorca, la obtención del exudado, los procesos de valorización aplicados ya sea al compostaje, vermicompostaje o mermelada, normas de seguridad, disposición adecuada de los residuos, entre otros.



**4.2.4.4 Línea estratégica 4: Disposición final de los residuos.** En la Tabla 25, se describen las acciones, los responsables, los indicadores y el plazo para la ejecución de la línea estratégica. En esta sección se especifica solamente la disposición final de los residuos no aprovechados. Los residuos asintomáticos son considerados dentro de la línea estratégica 2.

**Tabla 25.** Descripción de la línea estratégica 4.

<b>Línea Estratégica:</b> Disposición final de los residuos.				
<b>Objetivo:</b> Especificar la disposición final de los residuos no aprovechados.				
<b>Metas:</b> Disminuir la presencia de enfermedades en el cultivo debido a la mala disposición de residuos afectados.				
<b>N</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>INDICADOR DE LA MEDIDA</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PLAZO</b>
1	Retirar las mazorcas con presencia de enfermedades de las plantas.	Peso de las mazorcas afectadas/ peso total de las mazorcas.	Investigador Encargado de la hacienda.	Corto y mediano plazo.
2	Establecer una zona para la disposición final de residuos afectados.	Número de zonas para la disposición final.	Investigador Encargado de la hacienda.	Corto plazo.

**Fuente:** Adaptado de (Espinoza, 2012).

**4.2.4.4.1 Acción 1: Retirar las mazorcas con presencia de enfermedades de las plantas.** En el proceso de cosecha, se deben retirar las mazorcas con presencia de enfermedades, por lo tanto, es preferible que las condiciones ambientales no sean las adecuadas para la diseminación de las esporas, es decir, con temperaturas superiores a 25°C y con una humedad relativa inferior al 80%. Los frutos afectados serán apilados en los puntos de recolección considerando el ingreso de la luz solar, posteriormente deben ser transportados en contenedores o sacos para evitar la viabilidad de los hongos en la plantación.



**4.2.4.4.2 Acción 2: Establecer una zona para la disposición final de residuos afectados.** La poda fitosanitaria es una actividad que consiste en remover o eliminar ramas y frutos enfermos para interrumpir el ciclo biológico de los hongos. Las mazorcas con una severidad superior al 50% deben ser extraídas mensualmente y colocadas en un lugar con luz solar y sin viento para evitar la viabilidad de las esporas (Pico et al., 2012). Según Suárez y Hernández (2010), la diseminación de esporas de moniliasis puede alcanzar distancias de hasta 1 km, por lo tanto, la zona para la disposición final debe estar ubicada a una longitud mayor de las plantaciones de cacao.

Para evitar la proliferación de esporas, la zona de disposición final debe estar rodeada de plantas que interrumpan la acción del viento, pero a su vez no generen gran cantidad de sombra. También, debe ser una zona amplia para que los residuos no sean apilados y el sol elimine los patógenos, se puede añadir cal o gallinaza para acelerar la acción de los microorganismos.



## CONCLUSIONES

La investigación se realizó durante seis meses en la época lluviosa, en donde, la humedad relativa y precipitación aumentan, lo que implica condiciones ambientales óptimas para la dispersión de esporas infectivas. En el área de estudio, existe una mayor incidencia y severidad de fitóptora con valores de 96,06% y 53,14% respectivamente, favoreciendo la disminución en el rendimiento de cacao, es por ello que el número de mazorcas sanas por planta es de 2,5 muy inferior a las 14,5 descritas por (Sánchez et al., 2015). La alta incidencia y severidad de enfermedades se debe a la época del año, un manejo inadecuado de residuos, escaso abonamiento y la falta de podas fitosanitarias en el cultivo.

En el manejo actual de residuos, los instrumentos utilizados en la extracción no son desinfectados, lo que puede provocar una contaminación cruzada en las plantas. Los frutos infectados con un alto porcentaje de severidad (>50%) permanecen en los árboles. Las cáscaras son desechadas en pilas de forma heterogénea en el cultivo, por lo tanto, pueden generar una disminución de pH, fósforo y potasio en las zonas donde son abandonadas. La principal razón por la que la cáscara es abandonada en la plantación es por su alto porcentaje en peso (>73%). Mientras que la placenta y el exudado no son valorados como materia prima y simplemente son desechados en el lugar de almacenamiento temporal, provocando olores por la descomposición y atrayendo vectores.

En las propiedades físicas la cáscara presenta un mayor contenido de humedad con respecto a la placenta, 85,84% y 80,93% respectivamente, en ambos casos son valores altos para utilizar los residuos mediante procesos termoquímicos o térmicos pues requieren un pretratamiento de secado ya sea forzado o con energía solar. Mientras que la materia volátil y el carbono fijo son semejantes en la cáscara y la placenta, parámetros que favorecen la combustión. El contenido de cenizas es alto para la cáscara 7,32% y para la placenta 5,56%, lo que puede generar escorias en los intercambiadores y reducir la eficiencia de los procesos térmicos.

En los macronutrientes presentes en los residuos de cacao se determinó que tiene un alto contenido potasio, así también un valor intermedio de nitrógeno y un valor relativamente menor de fósforo. Esto implica que los residuos pueden ser utilizados como fertilizantes, en especial como fuente de potasio. En cuanto a el coeficiente de variación (CV) tuvo poca variabilidad en todos los residuos para los parámetros humedad, materia volátil, cenizas, carbono fijo y nitrógeno. Sin embargo, fue elevado en



el contenido de fósforo en la cáscara alcanzando un valor de 48,84%, seguido del CV del potasio en el exudado con 42,63%. Estos altos porcentajes del CV se deben a un manejo inadecuado de las muestras o a la heterogeneidad en que es desechada la cáscara en el cultivo disminuyendo el pH y alterando la asimilación de nutrientes por las plantas.

En las alternativas evaluadas en la valorización, el vermicompostaje representa la mejor alternativa porque no necesita una inversión inicial elevada y el producto puede ser utilizado en la misma plantación. Así también, el compostaje es eficiente, pero considerando la mezcla adecuada de residuos de ganado y residuos de cacao existentes en la plantación. Por otra parte, la mermelada es un producto comestible e innovador que tiene un sabor característico por el exudado de cacao, además de un alto contenido de nutrientes, especialmente potasio.



## RECOMENDACIONES

La recopilación de residuos es importante para disminuir la incidencia de enfermedades en las plantas, sin embargo, es recomendable ejecutar prácticas culturales en el cultivo como abonamiento y poda fitosanitaria, así también existen otras actividades como el control químico y/o control biológico, que permite mantener un porcentaje bajo de incidencia del 15% al 20% (Pico et al., 2012).

Es necesario realizar un estudio similar en la época seca, pues el número de mazorcas asintomáticas por planta, el contenido de agua y nutrientes puede variar dependiendo de la época del año, principalmente por la precipitación y la humedad relativa del aire que influyen en la proliferación de esporas infectivas y en la dilución de nutrientes.

En las alternativas de valoración de los residuos, es importante realizar estudios complementarios. En el caso de procesos termoquímicos es necesario un análisis de metales pesados en el contenido de cenizas, en los procesos bioquímicos, un estudio del contenido de lignina, celulosa y hemicelulosa, en las alternativas para consumo tanto por bacterias (compostaje), lombrices (vermicompostaje), animales (suplemento alimentario) o en el ser humano (bebida alcohólica, jugo o mermelada), es necesario un análisis de toxinas.

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos es necesario determinar los motivos de la alta variabilidad del contenido de fósforo en la cáscara y la placenta de cacao. En el presente estudio se tienen tres hipótesis; la primera que existió una contaminación cruzada en el momento de la obtención y transporte de los residuos; la segunda que el pretratamiento de las muestras fue inadecuado y la tercera se atribuye a la metodología de extracción de la pulpa, en donde, la cáscara y el exudado son desechados en pilas dentro del cultivo de forma heterogénea, por lo tanto, el contenido de nutrientes en el suelo puede variar dentro de la misma plantación, pues según Ortiz y Álvarez (2015) estos residuos disminuyen el pH del suelo, lo que implica un descenso de potasio y fósforo en forma asimilable para las plantas.



## BIBLIOGRAFÍA

- Abdul, A., Azlan, A., Ismail, A., Hashim, P., Abd Gani, S. S., Zainudin, B. H., y Abdullah, N. A. (2016). Efficacy of cocoa pod extract as antiwrinkle gel on human skin surface. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 15(3), 283-295. <https://doi.org/10.1111/jocd.12218>
- Agrocalidad. (2012). Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao Resolución Técnica No.183, 66.
- Ángel, J. D. M., Villamizar, R. A., y Ortíz, O. O. (2015). Characterization and evaluation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) pod husk as a renewable energy source. *Agrociencia*, 49(3), 329-345.
- Anvoh, K., Zoro, A., y Gnakri, D. (2009). Production and Characterization of Juice from Mucilage of Cocoa Beans and its Transformation into Marmalade. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6.
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. (2015). CacaoCCN51 | Anecacao Ecuador. Recuperado 31 de enero de 2018, a partir de <http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacaoccn51.html>
- ASTM International. (2006a). Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis of Particulate Wood Fuels. E872 - 82, 3.
- ASTM International. (2006b). Standart Test Method for Moisture Analysis of Particulate Wood Fuels. E871 - 82, 2.
- Atuesta, L. E., y Sierra, F. (2015). Caracterización fisicoquímica de pellets producidos a partir de mezclas 50/50 carbón bituminoso/madera residual. *Informador Técnico*, 79(1), 18. <https://doi.org/10.23850/22565035.133>
- Ávila, I. A. H. (2015). La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el municipio de Maravatío, Michoacán. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 6(2). Recuperado a partir de <http://www.raco.cat/index.php/rcda/article/view/307940>
- Baca, U.G. (2013). *Evaluación de proyectos* (Vol. Séptimo). México, D.F.: McGraw-Hill.



- Correa, A.J., Castro, M.S., y Coy, J. (2014). Biology stage of *Moniliophthora roreri* in Colombia. *Acta Agronómica*, 63(4), 388-399.  
<https://doi.org/10.15446/acag.v63n4.42747>
- Cuéllar, O., y Guerrero, G. (2012). Actividad antibacteriana de la cáscara de cacao, *Theobroma cacao* L. *Revista MVZ Córdoba*, 17(3), 3176-3183.
- Djoulde, R., Essia, J.J., y Etoa, F.X. (2011). Fermentation of Cocoa Juice (*Theobroma cacao* L.) and Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Extracts into a Wine-Like Alcoholic Drink.
- Espinosa, C.E., Herrera, I.L., Espinosa, C.A., Dávila, M.A., Bernal, C.A., y Simó, G.J. (2017). Respuesta de cultivares de malanga (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) a las pudriciones secas. *Centro Agrícola*, 44(1), 13-22.
- Espinoza, A. (2012). Manejo integral de los residuos y desechos sólidos. Plan de gestión, principios y fundamentos. Alemania: Editorial Académica Española.
- Forero, C. A., Jochum, J., y Sierra, F. E. (2015). Effect of particle size and addition of cocoa pod husk on the properties of sawdust and coal pellets. *Ingeniería e Investigación*, 35(1), 17-23. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v35n1.46157>
- Forero, C. A., Guerrero, C. A., y Sierra, F. E. (2012). Producción y uso de pellets de biomasa para la generación de energía térmica: una revisión a los modelos del proceso de gasificación. *ITECKNE*, 9(1).  
<https://doi.org/10.15332/iteckne.v9i1.57>
- Fuentes, L. F., Castelblanco, S. G., Jerez, A. G., y Guerrero, N. M. (2015). Caracterización de tres índices de cosecha de cacao de los clones CCN51, ICS60 e ICS 95, en la montaña santandereana, Colombia. *RIAA*, 6(1), 253-265.
- Garcés, F., y Forcelini, C. (2011). Relación entre Incidencia y Severidad de la Roya Asiática de la Soya Causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow y Sydow. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(2). Recuperado a partir de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/29371>



- Garrigues, A. (2003). *Manual para la Gestión de los Residuos Urbanos*. España: La Ley.
- Graziani de Fariñas, L., Ortiz de Bertorelli, L., Angulo, J., y Parra, P. (2002). Características físicas del fruto de cacao tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de Cumboto, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 52(3), 343-362.
- Gyedu, E. (2001). Cocoa pulp juice (sweatings) as a potential raw material for the development of soft drink. *Journal of the Ghana Science Association*, 3(3), 57-61. <https://doi.org/10.4314/jgsa.v3i3.17767>
- Henao, J. D., Gutiérrez, N., y Oviedo, O. M. (2012). Uso de Subproductos Agrícolas en la Alimentación de Conejos en Fases de Ceba y Reproducción, 10(2), 7.
- INAMHI. (2002). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología » Cambio Climático. Recuperado 23 de noviembre de 2017, a partir de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/cambio-climatico/>
- Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de cacao. Recuperado a partir de <https://www.ica.gov.co/getattachment/c01fa43b-cf48-497a-aa7f-51e6da3f7e96/-nbspm;anejo-fitosanitario-del-cultivo-de-Cacao.aspx>
- Miezah, K., Obiri, K., Kádár, Z., Fei, B., y Mensah, M. Y. (2015). Municipal solid waste characterization and quantification as a measure towards effective waste management in Ghana. *Waste Management*, 46(Supplement C), 15-27. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.09.009>
- MINERGA, FAO, PNUD, y GEF. (2011). *Manual de Biogas*. Santiago de Chile. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017). Compendio Agroestadístico. Recuperado 23 de diciembre de 2017, a partir de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/compendio-agro>



- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). Precios Agroquímicos. Recuperado 4 de marzo de 2018, a partir de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/productos/precios-agroquimicos>
- Ministerio del Ambiente. Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, 061 (2015). Recuperado a partir de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFO+RMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>
- Ministerio del Ambiente. Código Orgánico del Ambiente, Pub. L. No. 0, 92 (2018). Recuperado a partir de [http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)
- Ministerio del Ambiente Perú - MINAM. (2015). Guía metodológica para el desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos | SIAL Trujillo | Sistema Local de Información Ambiental. Recuperado 22 de febrero de 2018, a partir de <http://sial.segat.gob.pe/documentos/guia-metodologica-desarrollo-plan-manejo-residuos-solidos>
- Mora, F. D., y Fiallos, F. R. (2012). Monilophthora roreri (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao. *Scientia Agropecuaria*, 3(3), 249-258.
- Mostacedo, B., y Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR) Santa Cruz, Bolivia. Recuperado a partir de <http://www.bionica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- Naciones Unidas. (1992). División de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Recuperado 21 de julio de 2017, a partir de <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter21.htm>
- Ntiamoah, A., y Afrane, G. (2008). Environmental impacts of cocoa production and processing in Ghana: life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, 16(16), 1735-1740. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.11.004>



- Oddoye, E. O. K., Agyente, C. K., y Gyedu, E. (2013). Cocoa and Its By-Products: Identification and Utilization. *Chocolate in Health and Nutrition* (pp. 23-37). Humana Press, Totowa, NJ. [https://doi.org/10.1007/978-1-61779-803-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-61779-803-0_3)
- Ortiz, K., y Álvarez, R. (2015). Effect of dumping of benefit products cacao (*Theobroma cacao* L.) on some chemical and biological properties in soils of a cocoa farm, city of Yaguara (Huila, Colombia). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 19(1), 65-84. <https://doi.org/10.17151/bccm.2015.19.1.5>
- Pardo, C., Julián, N., Darghan, A., Rico, S., Darío, M., y Rodriguez, A. (2017). Spatial Analysis of Diseases Incidence in Different Cocoa Genotypes (*Theobroma cacao* L.) in Yopal (Casanare), Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 22(2), 209-220. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n2.61161>
- Pico, J., Calderón, D., Fernández, F., y Díaz, A. (2012). Guía del manejo integrado de enfermedades del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la amazonia, 20.
- Quimbita, F., Rodriguez, P., y Vera, E. (2013). Uso del exudado y placenta del cacao para la obtención de subproductos. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 26(1). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/272>
- Roa, J. R. R. (2012). Manejo integral de residuos sólidos en la Escuela Nacional de Carabineros. *Revista Logos Ciencia y Tecnología*, 3(2), 69–88.
- Román, P., Martínez, M., y Pantoja, A. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor Experiencias en América Latina. Santiago de Chile.
- Sánchez, F. D., Medina, S. M., Díaz, G. T., Ramos-Remache, R. A., Vera-Chang, J. F., Vásquez-Morán, V. F., y Onofre, R. (2015). Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. *Revista fitotecnica mexicana*, 38(3), 265-274.
- Santis, L., Saldaña, S., y Arenas, E. (2016). *Bioetanol a partir de desechos agroindustriales*. Editorial Académica Española.
- Serrano, J., Mejía, W., Ortiz, J., Sánchez, A., y Zalamea, S. (2017). Determinación del Potencial de Generación Eléctrica a Partir de Biomasa en el Ecuador, 22.



- Silva, A., Colmenares, C., y Álvarez, J. (2017). Multivariate analysis of soil fertility in organic coffee systems in Puente Abadía Villavieja. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 20(2), 289-298.
- Suárez, Y. J., y Hernández, F. A. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*), 90.
- Symsiro, M., Santoadi, H., y Tambunan, B. (2011). Experimental Investigation on Combustion of Bio-Pellets from Indonesian Cocoa Pod Husk, 9.  
<https://doi.org/10.3923/ajaps.2011.712.719>
- Tirado, P. A., Lopera, A., y Ríos, L. A. (2016). Strategies for Control of *Moniliophthora roreri* and *Moniliophthora perniciosa* in *Theobroma cacao* L.: A Systematic Review. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(3), 417-430.  
[https://doi.org/10.21930/rcta.vol17\\_num3\\_art:517](https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num3_art:517)
- Titiloye, J. O., Abu, M. S., y Odetoye, T. E. (2013). Thermochemical characterisation of agricultural wastes from West Africa. *Industrial Crops and Products*, 47(Supplement C), 199-203. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.03.011>
- Velazquez, L., y Cárdenas, J. (2016). A Preliminary Study of Pelletized Ecuadorian Cocoa Pod Husk for its Use as a Source of Renewable Energy. *University of Guayaquil*, 14, 5.
- Villamar, F. L., Salazar, J. E., y Quinteros, E. M. (2016). Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(18), 45-55.
- Zhao, M. Q., Li, M., y Shi, Y. F. (2014). Carbon Storage and Carbon Dioxide Sequestration of Banana Plants at Different Growth Stages. *Advanced Materials Research*, 1010-1012, 662-665.  
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1010-1012.662>



## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Briqueta:** Conglomerado de un material en forma de prisma rectangular.

**CCN51:** Colección Castro Naranjal 51, es una variedad de cacao híbrido común en Ecuador.

**Compost:** Proviene del latín *componere*, que significa juntar; es la mezcla de restos orgánicos y permite transformarlos de una manera segura para ser asimilados por las plantas.

**CV:** Coeficiente de variación.

**GPS:** Sistema de posicionamiento global.

**INAMHI:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

**INEC:** Instituto Nacional de Estadística y Censos.

**Pellet:** Porción de un material comprimido.

**pH:** potencial de hidrógeno, es un coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución.

**Relación C:N:** Es la cantidad de carbono con respecto al contenido de nitrógeno de un material, también se le conoce como C/N.

**SNI:** Sistema Nacional de Información.

**t:** tonelada.

**Vermicompostaje:** Es un proceso de estabilización de la materia orgánica por medio de lombrices.

## ANEXOS

## Resultados de los análisis de laboratorio



**MSV**  
LABORATORIO  
*Análisis de alimentos, aguas y suelos*

**INFORME DE RESULTADOS**

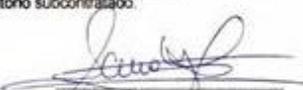
**Informe N°: MSV-IE 20418**  
**Orden de ingreso: OI-051-18**

<p><b>CLIENTE:</b> NATASHA DELGADO  <b>DIRECCIÓN:</b> AV. LOJA Y PUERTO DE PALOS  <b>IDENTIFICACION:</b> CASCARA DE CACAO  <b>PROCEDENCIA:</b> HACIENDA BELLAVISTA  <b>TIPO DE MUESTRA:</b> MATERIA PRIMA  <b>CODIGO DE LA MUESTRA:</b> 18051  <b>TIPO DE ENVASE:</b> FUNDA ZIPLOC  <b>LOTE:</b> NA</p>	<p><b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 21/02/2018  <b>FECHA DE ANALISIS:</b> 26/02/2018  <b>FECHA DE ENTREGA:</b> 09/03/2018  <b>FECHA DE ELAB/TOMA:</b> 13/02/2018  <b>FECHA DE CAD:</b> NA  <b>FORMA DE CONSERVACION:</b> AMBIENTE  <b>MUESTREO:</b> POR EL CLIENTE</p>
---	--

**ENSAYOS FISICO QUIMICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
**FOSFORO	PEARSON	mg/100g	51.49
**NITROGENO	AOAC 2001.11	%	0.9
**POTASIO	APHA 3111B-K	mg/Kg	27046.3
**CENIZA	AOAC 923.03	%	7.02

\*\*Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado.



Dra. Sandra Guaraca Maldonado  
**GERENTE DE LABORATORIO**

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote. Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico. Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.

FMC2101-05  
LD

Página 1 de 1

Dirección: Avda. Las Americas y Toruñuaico (Redondeo Miraflores 3er Piso)  
 Telf: 4045127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegm@hotmail.com

**INFORME DE RESULTADOS**

Informe N°: MSV-IE 20518  
Orden de Ingreso: OI-052-18

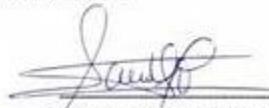
CLIENTE: NATASHA DELGADO  
DIRECCIÓN: AV. LOJA Y PUERTO DE PALOS  
IDENTIFICACION: CASCARA DE CACAO  
PROCEDENCIA: HACIENDA BELLAVISTA  
TIPO DE MUESTRA: MATERIA PRIMA  
CODIGO DE LA MUESTRA: 18052  
TIPO DE ENVASE: FUNDA ZIPLOC  
LOTE: NA

FECHA DE RECEPCIÓN: 21/02/2018  
FECHA DE ANALISIS: 26/02/2018  
FECHA DE ENTREGA: 09/03/2018  
FECHA DE ELAB/TOMA: 13/02/2018  
FECHA DE CAD: NA  
FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE  
MUESTREO: POR EL CLIENTE

**ENSAYOS FISICO QUIMICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
**FOSFORO	PEARSON	mg/100g	81.81
**NITROGENO	AOAC 2001.11	%	0.88
**POTASIO	APHA 3111B-K	mg/Kg	40945.92
**CENIZA	AOAC 923.03	%	7.2

\*\*Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado.



Dra. Sandra Guaraca Maldonado  
GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote. Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico.  
Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.

Página 1 de 1

FMC2101-05  
LD

Dirección: Avda. Las Américas y Turihuaco (Redonda Miraflores 3er Piso)  
Tel: 4043127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegm@boltonail.com

**INFORME DE RESULTADOS**

**Informe N°: MSV-IE 20618**  
**Orden de Ingreso: OI-053-18**

**CLIENTE:** NATASHA DELGADO  
**DIRECCIÓN:** AV. LOJA Y PUERTO DE PALOS  
**IDENTIFICACION:** CASCARA DE CACAO  
**PROCEDENCIA:** HACIENDA BELLAVISTA  
**TIPO DE MUESTRA:** MATERIA PRIMA  
**CODIGO DE LA MUESTRA:** 18053  
**TIPO DE ENVASE:** FUNDA ZIPLOC  
**LOTE:** NA

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 21/02/2018  
**FECHA DE ANALISIS:** 26/02/2018  
**FECHA DE ENTREGA:** 09/03/2018  
**FECHA DE ELABITOMA:** 13/02/2018  
**FECHA DE CAD:** NA  
**FORMA DE CONSERVACION:** AMBIENTE  
**MUESTREO:** POR EL CLIENTE

**ENSAYOS FISICO QUIMICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
**FOSFORO	PEARSON	mg/100g	41.43
**NITROGENO	AOAC 2001.11	%	0.68
**POTASIO	APHA 3111B-K	mg/Kg	30074.71
**CENIZA	AOAC 923.03	%	7.59

\*\*Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado.

  
 Dra. Sandra Guarraca Maldonado  
 GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote. Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico. Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.

FMC2101-05  
LD

Página 1 de 1

Dirección: Avda. Las Américas y Turubuaico (Redondeo Miraflores 3er Piso)  
 Telf. 4042127 Cel. 0995 354 172 e-mail: sandraegm@hotmail.com

**INFORME DE RESULTADOS**

Informe N°: MSV-IE 20718  
Orden de Ingreso: OI-054-18

CLIENTE: NATASHA DELGADO  
DIRECCIÓN: AV. LOJA Y PUERTO DE PALOS  
IDENTIFICACION: CASCARA DE CACAO  
PROCEDENCIA: HACIENDA BELLAVISTA  
TIPO DE MUESTRA: MATERIA PRIMA  
CODIGO DE LA MUESTRA: 18054  
TIPO DE ENVASE: FUNDA ZIPLOC  
LOTE: NA

FECHA DE RECEPCIÓN: 21/02/2018  
FECHA DE ANALISIS: 26/02/2018  
FECHA DE ENTREGA: 09/03/2018  
FECHA DE ELAB/TOMA: 13/02/2018  
FECHA DE CAD: NA  
FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE  
MUESTREO: POR EL CLIENTE

**ENSAYOS FISICO QUIMICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
**FOSFORO	PEARSON	mg/100g	161.47
**NITROGENO	AOAC 2001.11	%	0.97
**POTASIO	APHA 3111B-K	mg/Kg	35913.81
**CENIZA	AOAC 923.03	%	7.25

\*\*Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado.



Dra. Sandra Guaraca Maldonado  
GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote. Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico. Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.

FMC2101-05  
LD

Página 1 de 1

Dirección: Avda. Las Américas y Tíruhuaico (Redondeo Miraflores 3er Piso)  
Tel: 4043127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegui@hotmail.com

**INFORME DE RESULTADOS**

Informe N°: MSV-IE 20818  
 Orden de Ingreso: OI-055-18

CLIENTE: NATASHA DELGADO  
 DIRECCIÓN: AV. LOJA Y PUERTO DE PALOS  
 IDENTIFICACION: CASCARA DE CACAO  
 PROCEDENCIA: HACIENDA BELLAVISTA  
 TIPO DE MUESTRA: MATERIA PRIMA  
 CODIGO DE LA MUESTRA: 18055  
 TIPO DE ENVASE: FUNDA ZIPLOC  
 LOTE: NA

FECHA DE RECEPCIÓN: 21/02/2018  
 FECHA DE ANALISIS: 26/02/2018  
 FECHA DE ENTREGA: 09/03/2018  
 FECHA DE ELAB/TOMA: 13/02/2018  
 FECHA DE CAD: NA  
 FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE  
 MUESTREO: POR EL CLIENTE

**ENSAYOS FISICO QUIMICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
**FOSFORO	PEARSON	mg/100g	89.17
**NITROGENO	AOAC 2001.11	%	0.77
**POTASIO	APHA 3111B-K	mg/Kg	47541.42
**CENIZA	AOAC 923.03	%	7.33

\*\*Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado.



Dra. Sandra Guaraca Maldonado  
 GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote.  
 Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico.  
 Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.

FMC2101-05  
 LD

Página 1 de 1

Dirección: Avda. Las Américas y Turuhuaico (Redondeo Miraflores 3er Piso)  
 Telf: 4045127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegm@hotmail.com

**INFORME DE RESULTADOS**

**Informe N°: MSV-IE 20918**  
**Orden de ingreso: OI-056-18**

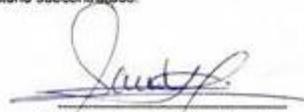
CLIENTE: NATASHA DELGADO  
 DIRECCIÓN: AV. LOJA Y PUERTO DE PALOS  
 IDENTIFICACION: CASCARA DE CACAO  
 PROCEDENCIA: HACIENDA BELLAVISTA  
 TIPO DE MUESTRA: MATERIA PRIMA  
 CODIGO DE LA MUESTRA: 18056  
 TIPO DE ENVASE: FUNDA ZIPLOC  
 LOTE: NA

FECHA DE RECEPCIÓN: 21/02/2018  
 FECHA DE ANALISIS: 26/02/2018  
 FECHA DE ENTREGA: 09/03/2018  
 FECHA DE ELAB/TOMA: 13/02/2018  
 FECHA DE CAD: NA  
 FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE  
 MUESTREO: POR EL CLIENTE

**ENSAYOS FISICO QUIMICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
**FOSFORO	PEARSON	mg/100g	88.31
**NITROGENO	AOAC 2001.11	%	0.94
**POTASIO	APHA 3111B-K	mg/Kg	33168.08
**CENIZA	AOAC 923.03	%	7.52

\*\*Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado.



Dra. Sandra Guaraca Maldonado  
 GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote. Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico. Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.

FMC2101-05  
 LD

Página 1 de 1

Dirección: Avda. Las Américas y Turuhuaico (Redonda del Miraflores 3er Piso)  
 Telf: 4045127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegm@hotmail.com

**INFORME DE RESULTADOS**

**Informe N°: MSV-IE 21018**  
**Orden de Ingreso: OI-057-18**

CLIENTE: NATASHA DELGADO  
 DIRECCIÓN: AV. LOJA Y PUERTO DE PALOS  
 IDENTIFICACION: PLACENTA DE CACAO  
 PROCEDENCIA: HACIENDA BELLAVISTA  
 TIPO DE MUESTRA: MATERIA PRIMA  
 CODIGO DE LA MUESTRA: 18057  
 TIPO DE ENVASE: FUNDA ZIPLOC  
 LOTE: NA

FECHA DE RECEPCIÓN: 21/02/2018  
 FECHA DE ANALISIS: 28/02/2018  
 FECHA DE ENTREGA: 09/03/2018  
 FECHA DE ELAB/TOMA: 13/02/2018  
 FECHA DE CAD: NA  
 FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE  
 MUESTREO: POR EL CLIENTE

**ENSAYOS FISICO QUIMICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
**FOSFORO	PEARSON	mg/100g	79.01
**NITROGENO	AOAC 2001.11	%	0.91
**POTASIO	APHA 3111B-K	mg/Kg	26334.24
**CENIZA	AOAC 923.03	%	5.53

\*\*Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado.



Dra. Sandra Guaraca Maldonado  
 GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote.  
 Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico.  
 Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.

FMC2101-05  
 LD

Página 1 de 1

Dirección: Avda. Las Américas y Turuhuaico (Redondel Miraflores 3er Pisc)  
 Telf: 4043127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraeom@hotmail.com

**INFORME DE RESULTADOS**

**Informe N°: MSV-JE 21118**  
**Orden de Ingreso: OI-058-18**

<b>CLIENTE:</b> NATASHA DELGADO	<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 21/02/2018
<b>DIRECCIÓN:</b> AV. LOJA Y PUERTO DE PALOS	<b>FECHA DE ANALISIS:</b> 28/02/2018
<b>IDENTIFICACION:</b> PLACENTA DE CACAO	<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 09/03/2018
<b>PROCEDENCIA:</b> HACIENDA BELLAVISTA	<b>FECHA DE ELAB/TOMA:</b> 13/02/2018
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> MATERIA PRIMA	<b>FECHA DE CAD:</b> NA
<b>CODIGO DE LA MUESTRA:</b> 18058	<b>FORMA DE CONSERVACION:</b> AMBIENTE
<b>TIPO DE ENVASE:</b> FUNDA ZIPLOC	<b>MUESTREO:</b> POR EL CLIENTE
<b>LOTE:</b> NA	

**ENSAYOS FISICO QUIMICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
**FOSFORO	PEARSON	mg/100g	133.84
**NITROGENO	AOAC 2001.11	%	1.1
**POTASIO	APHA 3111B-K	mg/Kg	26717.63
**CENIZA	AOAC 923.03	%	5.59

\*\*Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado.

  
 Dra. Sandra Guaraca Maldonado  
**GERENTE DE LABORATORIO**

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote. Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico. Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.

Página 1 de 1

FMC2101-05  
LD

Dirección: Avda. Las Américas y Turuhuaico (Redondel Miraflores 3er Piso)  
 Telf: 4045127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegm@hotmail.com

**INFORME DE RESULTADOS**

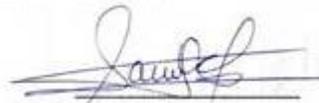
Informe N°: MSV-IE 21218  
Orden de Ingreso: OI-059-18

CLIENTE: NATASHA DELGADO	FECHA DE RECEPCIÓN: 21/02/2018
DIRECCIÓN: AV. LOJA Y PUERTO DE PALOS	FECHA DE ANALISIS: 26/02/2018
IDENTIFICACION: EXUDADO DE CACAO	FECHA DE ENTREGA: 09/03/2018
PROCEDENCIA: HACIENDA BELLAVISTA	FECHA DE ELAB/TOMA: 13/02/2018
TIPO DE MUESTRA: MATERIA PRIMA	FECHA DE CAD: NA
CODIGO DE LA MUESTRA: 18059	FORMA DE CONSERVACION: REFRIGERACION
TIPO DE ENVASE: FUNDA ZIPLOC	MUESTREO: POR EL CLIENTE
LOTE: NA	

**ENSAYOS FISICO QUIMICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
**FOSFORO	PEARSON	mg/100g	16.41
**NITROGENO	AOAC 2001.11	%	0.09
**POTASIO	APHA 3111B-K	mg/Kg	4024.52
**CENIZA	AOAC 923.03	%	0.34

\*\*Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado.



Dra. Sandra Guaraca Maldonado  
GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote. Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico.  
Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.

Página 1 de 1

FMC2101-05  
LD

Dirección: Avda. Las Américas y Tunihuaico (Redondel Miraflores 3er Piso)  
Tel: 4045127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraeam@hotmail.com

**INFORME DE RESULTADOS**Informe N°: **MSV-IE 21318**Orden de ingreso: **OI-060-18**

**CLIENTE:** NATASHA DELGADO  
**DIRECCIÓN:** AV. LOJA Y PUERTO DE PALOS  
**IDENTIFICACION:** EXUDADO DE CACAO  
**PROCEDENCIA:** HACIENDA BELLAVISTA  
**TIPO DE MUESTRA:** MATERIA PRIMA  
**CODIGO DE LA MUESTRA:** 18060  
**TIPO DE ENVASE:** FUNDA ZIPLOC  
**LOTE:** NA

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 21/02/2018  
**FECHA DE ANALISIS:** 26/02/2018  
**FECHA DE ENTREGA:** 09/03/2018  
**FECHA DE ELAB/TOMA:** 13/02/2018  
**FECHA DE CAD:** NA  
**FORMA DE CONSERVACION:** REFRIGERACION  
**MUESTREO:** POR EL CLIENTE

**ENSAYOS FISICO QUIMICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
**FOSFORO	PEARSON	mg/100g	13.51
**NITROGENO	AOAC 2001.11	%	0.09
**POTASIO	APHA 3111B-K	mg/Kg	2955.25
**CENIZA	AOAC 923.03	%	0.34

\*\*Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado.



Dra. Sandra Guaraca Maldonado  
GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote. Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico. Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.

Página 1 de 1

FMC2101-05  
LD

Dirección: Avda. Las Américas y Tutuhuaico (Redondel Miraflores 3er Piso)

**INFORME DE RESULTADOS**

Informe N°: MSV-IE 21418  
Orden de Ingreso: OI-061-18

CLIENTE: NATASHA DELGADO  
 DIRECCIÓN: AV. LOJA Y PUERTO DE PALOS  
 IDENTIFICACION: EXUDADO DE CACAÓ  
 PROCEDENCIA: HACIENDA BELLAVISTA  
 TIPO DE MUESTRA: MATERIA PRIMA  
 CODIGO DE LA MUESTRA: 18061  
 TIPO DE ENVASE: FUNDA ZIPLOC  
 LOTE: NA

FECHA DE RECEPCIÓN: 21/02/2018  
 FECHA DE ANALISIS: 26/02/2018  
 FECHA DE ENTREGA: 09/03/2018  
 FECHA DE ELAB/TOMA: 13/02/2018  
 FECHA DE CAD: NA  
 FORMA DE CONSERVACION: REFRIGERACION  
 MUESTREO: POR EL CLIENTE

**ENSAYOS FISICO QUIMICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
**FOSFORO	PEARSON	mg/100g	19.26
**NITROGENO	AOAC 2001.11	%	0.09
**POTASIO	APHA 3111B-K	mg/Kg	7420.21
**CENIZA	AOAC 923.03	%	0.3

\*\*Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado.



Dra. Sandra Guaraca Maldonado  
 GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote.  
 Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico.  
 Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.

Página 1 de 1

FMC2101-05  
 LD

Dirección: Avda. Las Américas y Turibuaico (Redondeo Miraflores 3er Piso)  
 Telf: 4043127 Cel: 0095 354 172 e-mail: sandrazgm@hotmail.com

**INFORME DE RESULTADOS**

**Informe N°: MSV-IE 21518**  
**Orden de Ingreso: OI-062-18**

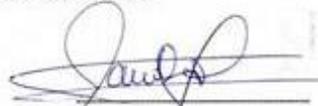
CLIENTE: NATASHA DELGADO  
 DIRECCIÓN: AV. LOJA Y PUERTO DE PALOS  
 IDENTIFICACION: EXUDADO DE CACAO  
 PROCEDENCIA: HACIENDA BELLAVISTA  
 TIPO DE MUESTRA: MATERIA PRIMA  
 CODIGO DE LA MUESTRA: 18062  
 TIPO DE ENVASE: FUNDA ZIPLOC  
 LOTE: NA

FECHA DE RECEPCIÓN: 21/02/2018  
 FECHA DE ANALISIS: 26/02/2018  
 FECHA DE ENTREGA: 09/03/2018  
 FECHA DE ELAB/TOMA: 13/02/2018  
 FECHA DE CAD: NA  
 FORMA DE CONSERVACION: REFRIGERACION  
 MUESTREO: POR EL CLIENTE

**ENSAYOS FISICO QUIMICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
**FOSFORO	PEARSON	mg/100g	12.58
**NITROGENO	AOAC 2001.11	%	0.06
**POTASIO	APHA 3111B-K	mg/Kg	9344.88
**CENIZA	AOAC 923.03	%	0.43

\*\*Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado.



Dra. Sandra Guera Maldonado  
 GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote.  
 Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico.  
 Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.

Página 1 de 1

FMC2101-05  
 LD

Dirección: Avda. Las Américas y Turuhuaico (Redondel Miraflores 3er Piso)  
 Telf: 4045127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegm@hotmail.com



**INFORME DE RESULTADOS**

Informe N°: MSV-JE 21618  
 Orden de ingreso: OI-063-18

CLIENTE: NATASHA DELGADO  
 DIRECCIÓN: AV. LOJA Y PUERTO DE PALOS  
 IDENTIFICACION: EXUDADO DE CACAO  
 PROCEDENCIA: HACIENDA BELLAVISTA  
 TIPO DE MUESTRA: MATERIA PRIMA  
 CODIGO DE LA MUESTRA: 18063  
 TIPO DE ENVASE: FUNDA ZIPLOC  
 LOTE: NA

FECHA DE RECEPCIÓN: 21/02/2018  
 FECHA DE ANALISIS: 26/02/2018  
 FECHA DE ENTREGA: 09/03/2018  
 FECHA DE ELAB/TOMA: 13/02/2018  
 FECHA DE CAD: NA  
 FORMA DE CONSERVACION: REFRIGERACION  
 MUESTREO: POR EL CLIENTE

**ENSAYOS FISICO QUIMICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
**FOSFORO	PEARSON	mg/100g	12.52
**NITROGENO	AOAC 2001.11	%	0.07
**POTASIO	APHA 3111B-K	mg/Kg	7796.61
**CENIZA	AOAC 923.03	%	0.31

\*\*Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado.

Dra. Sandra Guarsca Maldonado  
 GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote. Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico. Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.