

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA INGENIERIA AGROPECUARIA**



**RENDIMIENTO DE BIOMASA Y VALORACIÓN NUTRIMENTAL DE  
RESIDUOS POS COSECHA DE CACAO (*Theobroma cacao* L)**

Trabajo de investigación como requisito para obtener el grado de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor**

José Alberto Salazar Moyota

**Tutor**

Ing. Marcos Barros Rodríguez, Ph.D.

Cevallos – Ecuador

2016

## **DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD**

“El suscrito, José Alberto Salazar Moyota, portador de cedula identidad número: 0919509729, libre y voluntariamente declaro que el informe final del proyecto de investigación titulado: “RENDIMIENTO DE BIOMASA Y VALORACIÓN NUTRIMENTAL DE RESIDUOS POS COSECHA DE CACAO (*Theobroma cacao* L).” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”

.....  
José Alberto Salazar Moyota

## **DERECHO DE AUTOR**

“Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “RENDIMIENTO DE BIOMASA Y VALORACIÓN NUTRIMENTAL DE RESIDUOS POS COSECHA DE CACAO (*Theobroma cacao* L).” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agropecuario, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él”

.....  
José Alberto Salazar Moyota

**APROBACIÓN**

**“RENDIMIENTO DE BIOMASA Y VALORACIÓN NUTRIMENTAL DE RESIDUOS POS COSECHA DE CACAO (*Theobroma cacao* L).”**

**REVISADO POR:**

-----  
Ing. Marcos Barros Rodríguez Ph. D.  
Tutor

-----  
Ing. Giovanni Velástegui Mg  
Biometrista

**Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal:**

-----  
Ing. Hernán Zurita Mg  
PRESIDENTE.

-----  
Fecha

-----  
Ing. Giovanni Velástegui Mg  
MIEMBRO DE TRIBUNAL

-----  
Fecha

-----  
Ing. Jorge Artieda Mg  
MIEMBRO DE TRIBUNAL

-----  
Fecha

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedico, a todas las personas que de una u otra manera hicieron posible de la culminación satisfactoria, en especial a Dios por darme el milagro de vida, paciencia, sabiduría y fuerza necesaria para poder seguir adelante y por quien prevalecemos por sobre todas las cosas.

A mis abuelos, Rosa Guerrero, Jorge Moyota, mis Padres, Felicita Moyota, Luis Salazar, hermanos, tíos, suegros, por sus consejos, comprensión y estar siempre unidos, apoyándome para conseguir mis objetivos y lograr mi sueño hasta plasmar cuan tiempo sea duradera que valió la pena.

Y en especial a mi esposa Berónica Rivera, mis hijos Yuliana Salazar, Jhostin Salazar, por la comprensión y apoyo incondicional por haberse convertido el puntal fundamental para lograr mis objetivos

José Alberto Salazar Moyota

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todo poderoso sin el nada sería posible por darme la salud y bendición de tener muchas oportunidades en la vida.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, por la oportunidad de formarme profesionalmente, de manera especial al Ing. Hernán Zurita, Mg., al Ing. Geovanny Velástegui, Mg., al Lic. Rafael Mera, Mg., por todo el apoyo y sobre todo su amistad y consejos, y conocimientos

Al Ph.D. Marcos Barros Rodríguez, Director de tesis, por su amistad y guiar el trabajo de investigación exitosamente. Y compartir sus valiosos conocimientos desinteresadamente en el proceso de investigación.

Al Ing. Roberto Fiallos por brindarme su amistad, su apoyo incondicional, alentándome y contribuyendo al desarrollo profesional.

## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO II .....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. BIOMASA.....	3
2.1.1. Biomasa vegetal. ....	3
2.1.2. Biomasa de residuos agrícolas (BRA). ....	4
2.1.3. Aprovechamiento de la biomasa residual agrícola.....	4
2.1.4. Uso de la biomasa como fuente de energía. ....	6
2.2. CACAO .....	8
2.2.1. Clasificación botánica del cacao .....	9
2.2.2. Variedades de cacao .....	9
2.2.3. Requerimientos ambientales del cacao .....	10
2.2.4. Clima. ....	11
2.2.4.1. Temperatura. ....	11
2.2.4.2. Condiciones agroecológicas .....	11
2.3. EL CACAO EN EL MUNDO.....	12
2.3.1. Producción nacional de cacao. ....	13
2.3.2. Hectáreas de cacao rehabilitadas en ecuador. ....	14
2.3.3. Composición nutricional de la cascara de la mazorca de cacao.....	15
2.3.4. Composición nutricional de la semilla de cacao. ....	16
2.4. USOS DE LA CASCARA DEL CACAO .....	17
CAPITULO III .....	19

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....	19
3.1. HIPÓTESIS .....	19
3.2. OBJETIVOS.....	19
3.2.1. Objetivo general .....	19
3.2.2. Objetivo específico.....	19
CAPITULO IV.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	20
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR .....	20
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES .....	20
4.4. FACTORES DE ESTUDIO. ....	21
4.5. TRATAMIENTOS .....	21
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	21
4.7. VARIABLES DE RESPUESTA.....	22
4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	23
CAPÍTULO V .....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	24
5.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
CAPÍTULO VI.....	26
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
6.1. CONCLUSIONES.....	26
6.2. RECOMENDACIONES .....	26
6.3. BIBLIOGRAFIA .....	27
CAPITULO VII .....	42
PROPUESTA.....	42



7.1.	DATOS INFORMATIVOS .....	42
7.2.	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	42
7.3.	JUSTIFICACIÓN.....	43
7.4.	OBJETIVOS.....	45
7.4.1.	Objetivo general .....	45
7.4.2.	Objetivos específicos .....	45
7.5.	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	45
7.6.	FUNDAMENTACIÓN .....	45
7.7.	METODOLOGÍA .....	46
7.8.	ADMINISTRACIÓN .....	46
7.9.	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN .....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación botánica del cacao.....	9
Tabla 2	Tabla de superficie, producción y rendimiento del cacao.....	13
Tabla 3	Composición de la cascara de la mazorca de cacao.....	15
Tabla 4	Contenido de las semillas cacao (por cada 100gr).....	16
Tabla 5	Peso de biomasa residual de la cascara de la mazorca de cacao.....	24
Tabla 6	Composición química de la cascara de la mazorca de cacao.....	25

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1	Mapa preliminar de sabores de cacao Ecuador.....	14
-----------	--	----

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación se orienta a la determinación del rendimiento de biomasa y valoración nutrimental de residuos pos cosecha de cacao (*Theobroma cacao* L), el trabajo de investigación fue realizado en los sectores de la Isla recinto Las Maravillas a 17 km del cantón Marcelino Maridueña provincia del Guayas; y en el recinto Los Guayacanes. En las fincas de propiedad del señor Enrique Castillo con una extensión total de 4 Ha de cultivo de la variedad CCN 51, de 4 años, y en la finca del seños Luis Salazar con una superficie de 1 Ha de variedad nacional, de 7 años de edad situadas a 98 msnm. Con una curva de producción establecida promedio de 0.77 y 0.54 Tm/Ha/año respectivamente. Se determinó Rendimiento de biomasa de la cascara de la mazorca de cacao (CMC), Valor nutricional de biomasa. Los resultados mostraron diferencia ( $P=0.0001$ ) entre tratamientos siendo el de mayor numero de mazorcas T1 (53.3 kg/ha) con respecto a T2 (6.1 kg/ha). Mientras que para el peso de la mazorca, peso del maguey, y peso total de la biomasa se observó diferencia ( $P=0,0001$ ) entre tratamientos, observándose que el mayor peso de la mazorca, del maguey y el peso total de la biomasa lo obtuvo T1 (33.8, 2.0 y 35.9 kg/ha respectivamente). Con relación a la composición química de la cascara de la mazorca de cacao no se observó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre tratamientos para ninguno de los parámetros en estudio (MS, MO, PC, FDN, FDA y Cenizas).

Palabra clave: Biomasa, CMC, maguey, nutrimental, Pos cosecha, Producción, Rendimiento, Variedad.

## Summary

The objective of this investigation work is guided to the determination of the yield of biomass and valuation nutrimental of residual search crop of cocoa (*Theobroma cocoa* L), The rehearsal was carried out in the sectors of the Island enclosure the marvels and in the enclosure the Guaiacs canton Marcelino Mari owner county of the Guayas to 17 km of the canton Marcelino Maridueña and to 21 km of the canton Cumandá. In the properties of property of Mr. Enrique Castle with an extension of the total cultivation of 4 has of variety CCN 51, of 4 years while the property of the seños Luis Salazar with a surface of 1 has of national variety, the cultivation is 7 years of age old they are located to 98 msnm. With a curve of established production and an average of (0.77 and 0.54 tm/año respectively). Yield of biomass was determined of it cracked it of the ear of cocoa (CMC), nutritional Value of biomass (CMC). The results showed difference ( $P=0.0001$ ) among treatments being that of adult numbers of ears T1 (53.3 kg/ha) with regard to T2 (6.1 kg/ha). While for the weight of the ear, weight of the maguey, and total weight of the biomass was observed difference ( $P=0,0001$ ) among tratamienros, being observed that the biggest weight in the ear, of the maguey and the total weight of the biomass obtained it T1 (33.8, 2.0 and 35.9 kg/ha) respectively. With relationship to the chemical composition of it cracked it of the ear of cocoa significant difference it was not observed ( $P=0.0001$ ) among treatments for none of the parameters in study (MS, MB, PC, FDN, FDA and Ashy). You can conclude that the yield of the biomass of the residuals of search crop of cocoa of the variety CCN-51 is the one that contributes the biggest quantity in available residuals, with a nutritional content that can be utilized for the animal feeding, compost elaboration.

**Key words:** Biomass, CMC, nutrimental, Search harvests, Production, Yield, Variety

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

El cacao es una planta que se cultiva en zonas tropicales y subtropicales de América. En Ecuador se encuentra cultivado principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí, Santo Domingo y la Amazonia, donde se cultivan dos variedades CCN 51 y el denominado cacao nacional fino de aroma (MAGAP, 2010a; MAGAP, 2010b).

La producción nacional de cacao en el 2013 se situó en 224,163 Tm (DICI, 2013), misma que generó cientos de toneladas de desperdicios pos cosecha (cascara y mucilago: residuo obtenido después de extraer la pulpa del cacao) (Syamsiro et al., 2012). Estos residuos se encuentran aglomerados en sitios determinados, quemados o se descomponen al aire libre en las plantaciones, sin ningún control ambiental (Ortiz et al., 2014). Los agricultores no lo aprovechan como abono orgánico hacia el mismo cultivo u otra producción agrícola, debido a que pueden tener impactos negativos mediante la transferencia de patógenos (Hanada et al., 2009; Bailey et al., 2013).

La biomasa obtenida de estos desechos agrícolas no amenazan el suministro de alimentos y, por lo tanto, no generan controversia social (Koh et al, 2008). Esta biomasa contiene considerable valor nutritivo (Syamsiro et al., 2012). Por tal motivo, este sustrato podría ser utilizado para incorporar en la dieta de animales de granja, como sustituto parcial o total en la dieta.

La biomasa de cacao es utilizada también como una fuente de nutrientes en los cultivos, pero al ser utilizada sin descomponer adecuadamente (compostaje) se convierte en una fuente de enfermedades causadas por varias especies de hongos patógenos principalmente los del género *phytophthora*, como la mazorca negra. (Cañeque, Lauzurica, y Guia, 1987)

Bajo este contexto, se carece de información referente al valor nutricional y rendimiento de biomasa de los cultivares plantados en el país, que podría ser aprovechado en un

futuro para formular estrategias de alimentación animal. De ahí, el objetivo de esta investigación el cual es evaluar el rendimiento y valor nutrimental de la biomasa residual de pos cosecha de *Theobroma cacao*.

## **CAPITULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1. BIOMASA**

La biomasa o masa biológica, es la masa total de los seres vivos presentes en una determinada área en un momento determinado y suele expresarse en toneladas de materia seca por unidad de superficie o de volumen (Iparraguirre, 2000).

Se considera también que la biomasa es energía solar transformada por los vegetales en material orgánico; dicha energía es posible recuperarla por combustión directa o transformando el material orgánico en otros combustibles (Universidad de Alicante, 2006).

##### **2.1.1. Biomasa vegetal.**

La biomasa vegetal se trata del conjunto de material orgánico producido por las plantas en el proceso fotosintético a través de la captación de la energía solar y del CO<sub>2</sub> atmosférico y su transformación en polímeros complejos. La biomasa de origen vegetal está formada principalmente por carbohidratos (hemicelulosa, celulosa y lignina) y en menor cantidad por lípidos, proteínas y elementos inorgánicos (Damien, 2010).

Uno de los recursos renovables más abundantes en el mundo es la biomasa; de ello existen diversas fuentes de masa biológica vegetal y según su origen puede ser clasificada como biomasa natural y residual. En la primera se incluyen principalmente el material obtenido de la explotación forestal natural y la producida a partir de cultivos. La biomasa residual incluye los residuos procedentes de actividades agrícolas, forestales, ganaderas y agroindustriales principalmente. Esta biomasa puede ser transformada en una amplia variedad de productos líquidos, sólidos o gaseosos de interés económico y que pueden ser aprovechados para obtener energía, fertilizantes, compost, alimentos para



animales, materiales de construcción, entre otros, dependiendo de su composición química (Hiloidhari & Baruah, 2011; Kumar & Lamsal, 2010).

### **2.1.2. Biomasa de residuos agrícolas (BRA).**

Las actividades agrícolas generan distintos residuos inorgánicos y orgánicos que son los que se producen en mayor cantidad. Los restos orgánicos provienen de cosechas, ramas, hojas, podas, etc., los cuales pueden ser sometidos a tratamientos para ser reutilizados, pero la primera acción que se debe realizar en cuanto a su gestión es la minimización del residuo en origen. Una vez realizado un plan efectivo de reducción en la producción de desechos, se toman decisiones sobre la gestión y el tratamiento, cuando la gestión de los residuos se realiza incorrectamente la contaminación es un episodio que puede tornarse grave. (Magri, 2006).

Estos residuos agrícolas pueden recibir los siguientes tratamientos: Se tritura previamente los restos de mayor consistencia, pues estos demoran su degradación, se los deja en el suelo para que tenga una lenta descomposición. Otro tratamiento puede ser que una vez secado y triturado el residuo orgánico se lo utilice en el procesamiento de compostaje, mezclado con otros residuos, aprovechamiento como aditivo en la dieta balanceada de los animales (rumiante y mono gástricos), y por último el aprovechamiento energético de la descomposición a través de procesos de biometanización. (Medio Ambiente, 2008)

### **2.1.3. Aprovechamiento de la biomasa residual agrícola.**

Los desechos orgánicos se han convertido en una de las mayores fuentes de energía, son utilizados como combustible, para producir vapor y generar energía eléctrica, en países como la India que utiliza 120 millones de toneladas de estiércol y residuos de cultivo, en China la energía proporcionada de los residuos agrícolas es el doble de la obtenida de la madera. En España los residuos agrícolas herbáceos, provenientes de las comunidades autónomas de Andalucía, Castilla y León, generan aproximadamente el 65% de

desechos anualmente, como la paja de los cereales de secano y maíz se utilizan para la producción de electricidad. En países tropicales la fibra de caña de azúcar se utiliza en las azucareras como combustible para generar vapor. Otro residuo es la fibra de coco que suele ser sometida a gasificación y ser utilizada como bio-combustible. La materia vegetal y animal suele ser utilizada como biocarburante, para sustituir a los combustibles derivados del petróleo, entre ellos está el bioetanol y el biodiesel que se obtienen de semillas de diversas plantas como la colza, el girasol, la borraja, etc. (Gonzales, 2009).

Además, no hay que olvidar que al buscar nuevas formas de aprovechamiento de la BRA, se deben tener en cuenta los usos tradicionales de ésta con la finalidad de no afectar a la cadena productiva de cada zona, debiéndose cuantificar los recursos disponibles existentes y restarlos de los utilizados para los usos tradicionales con la finalidad de conocer la cantidad de biomasa que se cuenta para su aprovechamiento con fines de alimentación animal (Rosillo - Calle, et al., 2010). Por último, hay que recalcar que la BRA al ser un desecho en sí, no pone en riesgo la seguridad alimentaria ya que no se utilizan campos destinados a la producción exclusiva de la misma e incluso puede suponer, en algunos casos, un ingreso extra para el productor, al recibir una pequeña cantidad por el subproducto entregado (Graefe et al., 2011).

Las técnicas de agricultura moderna obtienen año tras año un aumento en la producción de los cultivos, aunque en la actualidad la demanda anual de maíz y soya, como ingredientes para la elaboración de alimentos balanceados para animales, está cubierta en un 60% y 90% respectivamente. Esta situación ha persistido en los momentos actuales, (FAO, 2010) no solo con el maíz, sino con las tortas de soya y otros productos, creando un aumento en el coste de producción de los alimentos y en consecuencia, un incremento en los precios de venta al público. Es por tanto urgente desarrollar planes que permitan el uso de los residuos de la pos cosecha de cacao como un subproducto para obtener una fuente alternativa de alimentación, disminuyendo los costos de alimentación de los animales y mejorando la producción de los productores agrícolas del país.

Según (García et al 2013), Ecuador tiene un gran potencial agrícola, 7% del PIB (INEC, 2014) y la BRA obtenida de sus cultivos puede ser utilizada para obtener biocarburantes o para generar energía eléctrica a partir de cogeneración. Sin embargo, la alta producción de cacao también genera cientos de toneladas de desperdicios pos cosecha como son la cascara y mucilago, estos residuo quedan como resultado de extraer la pulpa del cacao (Syamsiro et al., 2012). Los agricultores no lo aprovechan como abono orgánico hacia el mismo u otra producción agrícola, debido a que pueden tener impactos negativos mediante la transferencia de patógenos (Hanada et al., 2009; Bailey et al., 2013). Las biomasa obtenida de estos desechos agrícolas podría ser utilizado para incorporar en la dieta (alimentación no convencional) de animales de granja, como sustituto parcial o total de cereales en la dieta.

#### **2.1.4. Uso de la biomasa como fuente de energía.**

La Constitución Política del Ecuador aprobada en el año 2008 con el fin de disminuir la dependencia de combustibles fósiles y generar un cambio en la matriz productiva del país establece en el artículo 15 que “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto”. Asimismo en el artículo 413 se menciona que “El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.”

Con el afán de acatar lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador, se ha desarrollado cierto instrumento de ayuda como el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) 2013-2017, que en su objetivo número 7 establece la importancia de “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global”, a su vez en el lineamiento estratégico número 7.7 se genera la importancia de “Promover la eficiencia y una mayor participación de energías

renovables sostenibles como medida de prevención de la contaminación ambiental” (SENPLADES, 2013).

Se puede mencionar también que en la Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador, se trata de impulsar las energías renovables, y así poder reducir en cierta manera las emisiones de gases de efecto invernadero -GEI- (MAE, 2012).

Actualmente se ha incrementado la importancia del estudio de fuentes de energía renovables, ya que el uso de energías fósiles (carbón, petróleo, gas natural, entre otros) no cumplen con los criterios de sostenibilidad y conservación del ambiente que el planeta exige. El material que cumple con estos requisitos es la masa biótica resultante de los procesos productivos agropecuarios principalmente, por tal motivo es una fuente que genera empleo directo e indirecto por medio de su aprovechamiento. Esencialmente la biomasa generada de los residuos de poda es utilizada como fuente de energía. Se han generado grandes cantidades de estudios dirigidos a la cuantificación estos recursos, indicando que es menester realizar estudios de acuerdo a cada ecosistema específico y además complementarlo con el análisis y valoración de las propiedades energéticas (Velázquez, 2012; citado por Flores, G. 2014).

La producción de gas a partir de la fermentación metánica es la conversión anaerobia de la biomasa en presencia de bacterias, este proceso es apto para la transformación del material vegetal fresco (más del 75% de humedad relativa). En el proceso de fermentación realizado en los fermentadores o digestores, la celulosa es básicamente el compuesto bioquímico que se degenera con mayor facilidad hasta llegar a producir un gas, con un contenido aproximado de 60% de metano ( $\text{CH}_4$ ) y 40% de gas carbónico ( $\text{CO}_2$ ). El empleo de bio-digestores es el método más apropiado para producción de energía dentro de las explotaciones agropecuarias, utilizando como material principal las deposiciones y camas del ganado. Por ello actualmente millones de familias campesinas de china están generando energía a partir de digestores (Universidad de Alicante, 2006).

## **2.2. CACAO**

Batista (2009) menciona que el cultivo del cacao tuvo su origen en América pero no se puede indicar con precisión el lugar específico ni su distribución. Aunque el mismo autor menciona que el cacao pudo tener su origen en México y América Central y señalan al mismo tiempo que los españoles no lo vieron cultivado en América del Sur cuando arribaron a ese continente, aunque lo encontraron creciendo en forma natural en muchos bosques a lo largo de los ríos Amazonas y Orinoco y sus afluentes, donde aún hoy existen tipos genéticos de mucho valor.

Los toltecas y los aztecas de México apreciaban el cacao desde hacía mucho tiempo, antes del descubrimiento de América. Cuando Hernán Cortés conquistó ese país encontró que los aztecas usaban las almendras del cacao no sólo para la preparación de bebidas sino también como moneda. Con 100 almendras de cacao se compraba un esclavo y con 10 un conejo. Los aztecas creían que el árbol del cacao era de origen divino y que su bebida confería discreción y sabiduría. Por eso Linneo asignó a la especie el nombre de *Theobroma*, que significa alimento de los dioses (Batista, et al 2009).

### 2.2.1. Clasificación botánica del cacao

Todas las formas cultivadas están contenidas en la especie cacao, la cual ha sido dividida en 2 sub-especies: cacao y sphaerocarpum.

**Tabla 1.** Clasificación botánica del cacao

División	Espermatofita
Clase	Angiosperma
Sub-clase	Dicotiledónea
Orden	Malvales
Sub-orden	Malvinas
Familia	Esterculiácea
Tribu	Bitneria
Género	Theobroma
Especie	Cacao

Fuente:(Batista, et al 2009)

### 2.2.2. Variedades de cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) se clasifica desde el punto de vista genético y comercial.

Según el Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT (1991), FAO, IICA (2007) citado por (Osorio y col., 2003), desde el punto de vista genético, la especie *Theobroma cacao* L. puede clasificarse como sigue:

- Cacao Criollo: corresponde a una planta de poco vigor y bajo rendimiento, destacándose la alta calidad de sus semillas.
- Cacao Forastero: se caracteriza por ser de mayor tolerancia a las enfermedades que el cacao Criollo.

- Cacao Trinitario: es más resistente y productivo que el cacao “Criollo” pero de inferior calidad. Es el resultado del cruce entre el cacao “Forastero” y el “Criollo”.

Según el Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT (1991), desde el punto de vista comercial, los granos de cacao pueden clasificarse como se indica:

- Cacao ordinario: granos producidos por los cacaos tipo “Forastero”; éstos son utilizados en la fabricación de manteca de cacao y de productos que tengan una elevada proporción de chocolate.
- Cacao fino o de aroma: en términos generales, los granos de cacaos “Criollos” y “Trinitarios” corresponden a lo que en el mercado mundial se conoce como cacao fino o de aroma. Éste es utilizado usualmente en mezclas con granos ordinarios o “Forastero” para producir sabores específicos en los productos terminados.

Además, en Ecuador se da lugar a una variedad conocida comúnmente como CCN-51 (Colección Castro Naranjal - 51), por el agrónomo Homero Castro Zurita quien después de varias investigaciones logró obtener en 1965 el tipo 51, tolerante a las enfermedades, de alta productividad y calidad. Esta variedad es un cacao clonado que el 22 de junio del 2005 fue reconocido mediante Acuerdo Ministerial N°40 por registrar una alta productividad, aunque es considerado como cacao ordinario (ANECACAO, 2005; MAGAP, 2012).

### **2.2.3. Requerimientos ambientales del cacao**

Quiroz y Agama (2006) sugieren que los requerimientos climáticos del cultivo del cacao para su desarrollo normal son los siguientes:

#### **2.2.4. Clima.**

La temperatura y la lluvia son los factores climáticos críticos para el desarrollo del cacao. Además, por supuesto, tienen influencia el viento, la luz o radiación solar y la humedad relativa

##### **2.2.4.1. Temperatura.**

El cacao tuvo su origen en zonas Tropicales, por esta razón el mayor éxito de su cultivo se da en lugares donde la temperatura media anual fluctúa entre los 21°C y los 28°C. Los rangos óptimos de temperatura, se dan entre los 23°C a 24°C, sin embargo, temperaturas extremas menores a los 20°C y superiores a los 30°C influyen negativamente en el cultivo, provocando desórdenes fisiológicos en el árbol. En lugares donde la máxima temperatura bordea los 30°C, es necesario mantener a la plantación bajo sombra, la temperatura determina la formación de flores: cuando es menor de 21°C, la floración es menor; cuando alcanza los 25°C, la floración es normal y abundante

##### **2.2.4.2. Condiciones agroecológicas**

- Agua: El cacao es una planta sensible a la escasez de agua y al encharcamiento, este puede provocar asfixia y hasta matar las raíces en muy poco tiempo. Por eso se requieren suelos con buen drenaje. Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm de lluvia en las zonas bajas más cálidas, y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos. En zonas con prolongados períodos de sequía, es recomendable regar para aumentar la producción.
- Viento: Vientos continuos pueden provocar desecamiento, muerte y caída de las hojas en las plantas de cacao. En las zonas costeras es preciso el empleo de cortavientos para evitar daños



- Suelo: Al cacao se lo cultiva hasta los 1200 msnm y los suelos recomendados para la siembra deben ser en lo posible planos (vegas) o ligeramente inclinados o suavemente ondulados, porque en términos generales esta clase de terrenos es fértil y la erosión no los perjudica mucho con el manejo, las vegas de los ríos por lo general son buenas para el cacao.

### **2.3. EL CACAO EN EL MUNDO.**

El cacao es uno de los cultivos alimenticios que desde el punto de vista tecnológico e industrial ha tenido un avance lento. Quizás una de las razones se debe a su carácter altamente minifundista y las características de incompatibilidad genética que lo caracterizan. En el aspecto de su reproducción en los últimos años el productor está regresando a su etapa de inicio del cultivo, después de la revolución genética, con la recombinación de genes para la obtención de plantas biclonales F1 para mejorar la producción, resistencia a enfermedades y la calidad. Las investigaciones giran de nuevo a la práctica de reproducción asexual por medio de injertos y estacas enraizadas. El alto costo de la reproducción asexual pone en atención a los más importantes centros de investigación y a la industria del chocolate, buscando tecnologías más adecuadas para la reproducción masiva de plantas y la calidad final del producto (Batista, 2009).

Según la FAO (2004) la producción mundial de cacao tuvo una tasa de crecimiento anual de 2,2 % desde el 1998-2000 hasta 2010, comparado a una tasa de 1,7 % en los diez años anteriores, y llegará a 3,7 millones de toneladas. Durante el mismo período, la participación de África en la producción mundial debería de decrecer ligeramente de 69% a 68%, mientras que la del Lejano Oriente se mantendría, según las proyecciones, en 18%, y América Latina y el Caribe en 14 %. En la actualidad África es la principal región productora de cacao en el mundo.

De continuar esta tendencia, el volumen del cacao producido podría registrar un crecimiento ulterior. Ya que Ghana, que es el segundo mayor país productor de cacao en grano de África, la producción pasó de 410 000 toneladas en 1998-2000 a 490 000

toneladas en 2010, con una tasa de crecimiento anual de 1,6 % según datos de FAO, (2004)

En América Latina la producción pasó de 397 000 toneladas durante el 1998-2000 a 520 000 toneladas en 2010, lo que supone una tasa de crecimiento anual de 2,5 %. Poniendo el mayor porcentaje de crecimiento, Ecuador segundo mayor productor de América latina que tuvo un aumento anual de 0,8 % y alcanzó las 178,264 toneladas hasta el 2013 con un rendimiento de 0,44 toneladas por hectárea (MAGAP 2012) y puede duplicar la producción hasta el 2015 con 250 mil toneladas (MAGAP, 2012 ).

### 2.3.1. Producción nacional de cacao.

Según la Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones (2013) Los datos de producción disponibles hasta el año 2011, registran a nivel nacional de 224,163 TM, con una superficie sembrada de 521,091 Has. Y una superficie cosechada de 399,467 Has. Tanto la superficie sembrada, la cosecha y la producción registran incrementos en los últimos cinco años registrados (2007– 2011), dando una tasa de crecimiento promedio anual de 5.35% para la superficie sembrada, 2.87% para la superficie cosechada y 14.28 % para la producción de cacao. El aumento también se refleja en el rendimiento del producto (Tabla 2).

**Tabla 2.** Tabla de superficie, producción y rendimiento del cacao

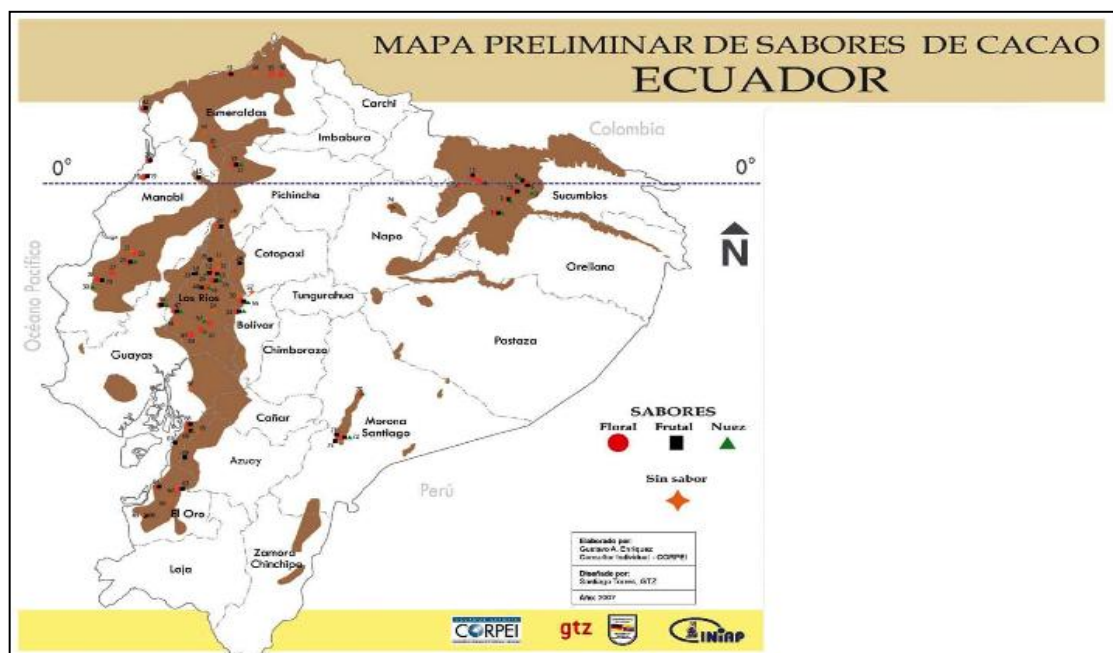
Año	Superficie sembrada (Hectareas)	Producción (TM)	Rendimiento
2007	422.985	356.657	0,37
2008	455.414	360.025	0,37
2009	468.840	376.604	0,38
2010	470.054	398.104	0,48
2011	521.091	399.467	0,56

(MAGAP, 2012)

### 2.3.2. Hectáreas de cacao rehabilitadas en Ecuador.

El Programa de Reactivación de Café y Cacao Fino de Aroma, ha logrado un 11% de hectáreas rehabilitadas a través de la “Gran Minga del Cacao”, que generó más de 2.720 empleos directos. Al 2016 se contará con el 100% de ha rehabilitadas (MAGAP, 2010a). El cacao en Ecuador se encuentra cultivado principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí, Santo Domingo y Amazonia (Grafico 1), donde se cultivan dos variedades CCN-51 y el denominado cacao nacional fino de aroma (rio arriba) (Benítez, A. 2011).

**Grafico 1.** Mapa preliminar de sabores de cacao Ecuador



Fuente: CORPEI (2007)

### 2.3.3. Composición nutricional de la cascara de la mazorca de cacao.

En la tabla 3 se puede observar el contenido nutricional de la cascara de la mazorca de cacao sin semillas

**Tabla 3.** Composición de la cascara de la mazorca de cacao

Elementos	Porcentaje en base seca	
	Promedio	Rango
Proteína	6.25	5.63 a 7.5
Fibra cruda	27.30	24.30 a 29
Cenizas	8.10	7.6 a 8.7
Sodio	0.01	0.01 a 0.03
Potasio	3.20	2.5 a 3.7
Calcio	0.44	0.33 a 0.70
Fosforo	0.09	0.04 a 0.12

### 2.3.4. Composición nutricional de la semilla de cacao.

En la Tabla 4 se puede apreciar el valor nutricional de las semillas de cacao

**Tabla 4.** Contenido de las semillas cacao (por cada 100gr)

Calorías	456
Agua	3.6 ml
Proteína	12 g
Grasa	46.3 g
Carbohidratos Totales	34.7 g
Fibra	8.6 g
Glucosa	8-13 g
Sucrosa	0.4-0.9 g
Calcio	106 mg
Fosforo	537 mg
Hierro	3.6 mg
Tiamina	0.17-0.24 mg
Riboflavina	0.14-0.41mg
Niacina	1.7mg
Ácido Ascórbico	3.0 mg
Piridoxina	0,9 mg
Nico tiamina	2.1 mg
Ácido Pantoténico	1.35 mg
Histidina	0.04- 0.08 g
Arginina	0.03-0.08 g
Treomina	0.14-0.84 g
Serina	0.88-1.99 g
Ácido Glutámico	1.02-1.77 g
Prolina	0.72-1.97 g
Glicina	0.09-0.35 g
Alanina	1.04- 3.61 g
Valina	0.57 -2.6 g
Lisina	0.08- 0.56 g
Leucina	0.45- 4.75 g
Isoleucina	0.56- 1.68 g
Tirosina	0.57-1.27
Fenilalanina	0.56 -3.36

**Autor:** (Kalvatchev, *at el* 1998)

## 2.4. USOS DE LA CASCARA DEL CACAO

Este sub producto de la cosecha de cacao tiene diferentes usos en el mundo. Precursor para preparar sales de potasio (Bonvehí y Coll, 1999) También es usado como biosorbente en la eliminación del azul metileno de soluciones acuosas (Njoku, 2014), Además se usa para producir catalizadores (Ofori-Boateng y Lee, 2013) y pectinas para la industria alimenticia (Siew-Yin y Wee-Sim, 2013; Vriesmann y Petkowicz, 2013). Así como, para producir energía en forma de combustible solido como sustituto de leña, ya que tiene alto poder calórico ( $17$  a  $22 \text{ MJ kg}^{-1}$ ) y contenido de ceniza similares a otros tipos de biomasa (Syamsiro et al., 2012).

El uso, como combustible puede ser una contribución importante a la conservación de recursos fósiles no renovables y con ello, la neutralidad en el cambio climático en respuesta al principio de prevención, así como el desarrollo de fuentes de energía independientes, que al mismo tiempo generan empleos y ganancias en áreas rurales, (Koh y Ghazoul, 2008; Escobar et al., 2009; Houghton et al., 2009). También es usado en la fertilización de cultivos con previo proceso de transformación, o como materia prima para alimentación de lombriceras, elaboración de compost y sustratos. Asimismo, se lo usa en biodigestores debido a que una tonelada de cascara seca puede aportar  $12 \text{ kg}$  de N;  $2,5 \text{ kg}$  de  $\text{P}_2\text{O}$ ;  $42 \text{ kg}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ;  $4,2$  de Ca; y  $4,2 \text{ kg}$  MgO (Brenes 1989). En países de África (Ghana y Nigeria) se lo utiliza para la elaboración de jabón (Oduwole y Arueya 1990).

En Colombia, la CMC llegaría a  $2\ 100\ 000 \text{ t}^{-1}$  en 2012. La CMC se quema o se descompone al aire libre en plantaciones, sin ningún control ambiental (Ortiz et al., 2014). Las biomosas obtenidas de desechos agrícolas no amenazan el suministro de alimentos y, por lo tanto, no generan controversia social. Las cascaras de cacao pueden suministrarse frescas o ensilada, además secas y molidas son una excelente alternativa son excelente como una alternativa de relleno en las dietas (CG SENA 2009). Además en sustitución parcial del maíz en la dieta para la alimentación del pez gato, demostrando excelentes resultados en concentraciones del 10% de inclusión en la dieta

(Hamzat). Además en estudios realizados en la evaluación de gallinas ponedoras se utiliza las cascaras en sustitución del parcial del maíz con resultados de un incremento del rendimiento del 5%.

Con base a estos antecedentes y a la carente información del valor nutrimental y al rendimiento de biomasa residual tanto de los cultivares CCN51 y del cacao nacional fino de aroma, se planteó la siguiente hipótesis.

## **CAPITULO III**

### **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **3.1. HIPÓTESIS**

La variedad CCN 51 tiene mayor valor nutrimental y rendimiento de biomasa residual pos cosecha por hectárea debido a que produce mayor número de mazorcas en el año.

#### **3.2. OBJETIVOS**

##### **3.2.1. Objetivo general**

- Evaluar el rendimiento y valor nutrimental de la biomasa de residuos de pos cosecha de cacao (*Theobroma cacao* L).

##### **3.2.2. Objetivo específico**

- Determinar el rendimiento de biomasa, de residuos pos cosecha de cacao (*Theobroma cacao* L) Variedad CCN 51 y nacional mejorado
- Determinar el valor nutrimental de la biomasa residual de pos cosecha de cacao, así como su valor nutrimental.



## **CAPITULO IV**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO.**

El ensayo se realizó en el sector la Isla recinto Las Maravillas cantón Marcelino Maridueña, provincia del Guayas a 17 km del cantón Marcelino Maridueña y a 21 km del cantón Cumandá. En la finca de propiedad del señor Enrique Castillo con una extensión del cultivo total de 4 ha de variedad CCN 51, de 4 años con una curva de producción establecida con un promedio de producción anual de 0.77 tm/año siendo un pequeño productor, la finca se sitúa a 98 msnm. Mientras que para el estudio de la variedad nacional se lo realizo en la propiedad del seños Luis Salazar ubicada en el recinto los Guayacanes ubicación similar en distancias y altura antes mencionadas, con una extensión de 1 ha, el cultivo tiene 7 años de edad con una curva de producción establecida y un promedio de 0.54 tm/año, según información del propietario, las dos parcelas en estudio cuenta con riego por inundación, drenajes, vías de acceso.

#### **4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

La temperatura promedio del sector la Isla oscila entre los 22 a 32 °C, y la precipitación promedio en el 2014 fue de 1490,5 mm, humedad relativa promedio 80%, según datos tomados para el estudio (Ayora.2014).

#### **4.3. EQUIPOS Y MATERIALES**

##### **MATERIALES**

- Cinta
- Baldes

- Machete
- Sacos

## **EQUIPOS**

- Balanza
- Secadora artificial
- Picadora
- Moledora
- Computador portátil

### **4.4. FACTORES DE ESTUDIO.**

En el sector de estudio se cultivan dos variedades de cacao, el cacao CCN 51 y el nacional o fino de aroma, y los cultivos se encuentran con su curva de producción establecida, los cuales fueron evaluados para esta investigación.

### **4.5. TRATAMIENTOS**

Se utilizaron dos tratamientos, T1 (rendimiento de biomasa en la variedad CCN 51), T2 (rendimiento de biomasa en la variedad nacional mejorado) con 10 repeticiones cada uno. Y el valor nutrimental de las dos variedades.

### **4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se empleó el diseño completamente al azar con dos tratamientos (cultivares de cacao) y diez repeticiones (hectáreas de cacao) todas las variables serán analizadas según el diseño planteado en el PROC GLM del SAS y la comparación de medias mediante la prueba de TUKEY en el paquete estadístico SAS (2009)

#### **4.7. VARIABLES DE RESPUESTA**

Para realizar el estudio se seleccionó una extensión de 1Ha de toda la UPA y posteriormente se seleccionó 6 lotes con 66 plantas por lotes (16%), los datos se tomaron cada 15 días durante dos meses (mayo y junio), en donde se evaluó por lotes el número total de mazorcas, pesó de cascara, pesó de maguey. Posteriormente los residuos generados en la pos cosecha de los lotes en estudio fueron almacenados en saquillos de polietileno para ser transportados y picados a una partícula de aproximadamente 2 centímetros de grosor.

Para el secado de la cascara de cacao se utilizó una secadora artificial de mesa con capacidad de 1.5 toneladas de cascara picada (fresca), el secado se realizó el primer día durante 9 horas continuas, a una temperatura inicial de 27,2°C y con humedad del 97%, luego de dos horas las temperatura se incrementa a 41°C, manteniendo esta temperatura en las primeras 9 horas de secado del día 1, dejando en reposo durante la noche, el día 2 se inicia el secado a una temperatura de 47°C, luego de 2 horas se incrementa la temperatura a 68°C, para culminar el proceso de secado la temperatura se incrementa a 81°C hasta llegar a una humedad de 7%, habiendo realizado el proceso de secado por 19 horas.

Una vez secada la biomasa fue transportada para el triturado utilizando un molino de martillo, obteniendo un sustrato muy fino (harina), con un color marrón y un olor agradable, y finalmente se los almacenó saquillos secos limpios con aproximadamente 36 kg de capacidad, y posteriormente ser utilizada en diferentes actividades nutricionales pecuarias.

- Rendimiento de biomasa generada en pos cosecha del cacao: Se evaluó mediante la división por cuadrantes en una hectárea en tres zonas productivas: baja, media y alta en dos cultivares. Los datos se tomaron cada 20 días (cada cosecha) por un periodo de tres meses

- Valor nutricional de biomasa: Se realizó análisis un físico químico (PC, FDN, FDA, FC, CENIZA, MO, MS) del contenido de biomasa secado y molido, mediante análisis de laboratorio según la metodología de la AOCA (1990), las muestras fueron colectadas cada cosecha (20 días) durante tres meses.

#### **4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Todas las variables en estudio se procesaron utilizando PROC GLM (General Linear Model) del programa estadístico SAS (2009), la comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el número de mazorcas se puede observar que existe diferencia ( $P=0,0001$ ) entre tratamientos siendo el de mayor número de mazorcas T1 (53.3 mazorcas/ lote (66 plantas) con respecto a T2 (6.1 kg/ lote (66 plantas). Mientras que para el peso de la cáscara, peso del maguey, y peso total de la biomasa se observó diferencia ( $P=0,0001$ ) entre tratamientos, observándose que el mayor peso de la cáscara, del maguey y el peso total de la biomasa lo obtuvo T1 (33.8, 2.0 y 35.9 kg/ lote (66 plantas) respectivamente (Tabla 5).

**Tabla 5.** Peso de biomasa residual de la cascara de la mazorca de cacao.

PARAMETROS	Tratamientos			
	T1	T2	ESM	P
Número de mazorca	53.3a	6.1b	2.82	0.0001
Peso de la cascara	33.8a	3.9b	0.79	0.0001
Peso del maguey	2.0a	0.09b	0.010	0.0001
Peso total de biomasa	35.9a	4.0b	0.83	0.0001

<sup>a,b,c</sup>. Medias con letras distintas entre columnas difieren significativamente ( $P<0.05$ ). ESM: error estándar de la media. T1: variedad CCN 51; T2: variedad nacional mejorado.

En la tabla 5, se observa que en las variables analizadas T1 obtuvo los mejores resultados con 53.3 mazorcas/lote (66 plantas); con un peso de cáscara de 33.8 kg/ lote (66 plantas); peso del maguey de 2 kg/ lote (66 plantas); y 35.9 kg/ lote (66 plantas); de peso total de biomasa, esto se debe a que la variedad de cacao CCN-51, es una variedad mejorada, tolerante a las enfermedades, de alta productividad y calidad (ANECACAO,

2005; MAGAP, 2011). Información que es corroborada por datos obtenidos del INEC (2010) que menciona que la provincia de Manabí en el 2000 era la mayor productora de cacao nacional, para el 2010 ocupa el tercer lugar con la mayor superficie sembrada en el Ecuador (108.649 Ha) correspondiente a cacao nacional, que alcanza rendimiento de apenas 0.18 t/ha frente a los 0.90 t/ha (20 qq) de la variedad CCN-51.

Con respecto a la composición química de la cascara de la mazorca de cacao no se observó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre tratamientos para ninguno de los parámetros en estudio como se observa en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Composición química de la cascara de la mazorca de cacao

PARAMETROS	Tratamientos			
	T1	T2	ESM	P
MS	17.3	16.5	2.34	0.0765
MO	89.5	90.0	3.12	0.0823
PC	7.2	6.6	1.51	0.0623
FDN	30.5	29.1	2.67	0.0654
FDA	19.2	19.8	1.23	0.0754
Cenizas	10.05	10.0	1.06	0.0723

MS: materia seca. MO: materia orgánica. PC: proteína cruda. FDN: fibra detergente neutra. FDA: fibra detergente acida. ESM: error estándar de la media. T1: variedad CCN 51 T2: variedad nacional mejorado.

Con relación a la composición química de la cascara de la mazorca de cacao (MS, MO, PC, FDN, FDA y Cenizas) se observó valores similares T1 y T2. Es importante señalar que el contenido de (MS, MO, PC, FDN, FDA y Cenizas) podría ser utilizada como alimentación animal. Una alta concentración de FDA en forrajes se asocia con una baja digestibilidad ruminal, mientras que una alta concentración de FDN se asocia con un menor consumo de alimento (Fahey y Berger, 1988).

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1. CONCLUSIONES**

Se puede concluir que el rendimiento de la biomasa de los residuos de pos cosecha de cacao de la variedad CCN-51 es el que aporta la mayor cantidad de residuos disponibles, con un contenido nutricional que puede ser aprovechado para la alimentación animal, elaboración de compost, entre otros y promueve la reducción del material considerado como desperdicio o desecho de cosechas.

#### **6.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda utilizar los residuos de pos cosecha de cacao para la alimentación animal, para la producción de compostaje, como materia prima para biodigestores, lo cual es factible debido a que la composición química de la cáscara de la mazorca de cacao muestra características favorables, ya que este subproducto es dejado en el campo, sin ser incorporado a la plantación o utilizado en otras actividades.

### 6.3. BIBLIOGRAFIA

- Ayora. (2014). Entrevista personal sector la Isla, en el cantón Marcelino maridueña. Guayas.
- Bailey, B. A., Crozier, J., Sicher, R. C., Strem, M. D., Melnick, R., Carazzolle, M. F & Gultinan, M. (2013). Dynamic changes in pod and fungal physiology associated with the shift from biotrophy to necrotrophy during the infection of *Theobroma cacao* by *Moniliophthora roreri*. *Physiological and molecular plant pathology*, 81, 84-96.
- Batista, L. (2009). Guía Técnica El Cultivo de Cacao. (Consultado enero 2015) [Disponible en línea] <http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>
- Benítez, A. (2011). La denominación de origen cacao arriba una herramienta para conservar la calidad del cacao fino y de aroma y promover su comercio internacional. (Consultado agosto 2015) [Disponible en línea] [http://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Ecuador/ppp2/1-DO\\_Cacao\\_Arriba\\_FAO\\_talleres\\_locales\\_2011ANACARO.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Ecuador/ppp2/1-DO_Cacao_Arriba_FAO_talleres_locales_2011ANACARO.pdf)
- Bonvehí, J. S., and F. V. Coll. (1999). Protein quality assessment in cocoa husk. *Food Res. Int.* 32: 201-208.
- Brenes Gómez, O. (1989). Posibilidades de la utilización de los subproductos del beneficio del cacao Memoria Possible uses of cocoa by-products Proceedings of a regional seminar on post-harvesting technology and improved quality of cocoa (No. IICA-PRRET A1/SC No. 90-05). IICA, San José (Costa Rica). Red Regional de Generación y Transferencia de Tecnología en Cacao-PROCACAO.
- CG-SENA, (2009). Guía para la utilización de recursos forrajeros tropicales en la alimentación de bovinos. Comité de ganaderos del Huila. SENA. Gobernación de Huila. Descargado de [http://www.comitedeganaderosdelhuila.org/publicaciones/recursos\\_forrajeros.pdf](http://www.comitedeganaderosdelhuila.org/publicaciones/recursos_forrajeros.pdf) el 11 de noviembre del 2012
- Constitución Política de la República del Ecuador. Registro Oficial N° 449, Lunes 20 de Octubre del 2015
- Costa, G. A. G. Pereira, D. Zhang, S. Maximova, M. Gultinan and L. Meinhardt. (2013). Dynamic changes in pod and fungal physiology associated with the shift from biotrophy to necrotrophy during the infection of *Theobroma cacao* by *Moniliophthora roreri*. *Physiol. Mol. Plant P.* 81: 84-96.



- Damien, A. (2010). La Biomasa. Fundamentos, Tecnologías y Aplicaciones. En: Madrid: Mundi Prensa.
- DICI (Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones) (2013). Análisis del sector cacao y elaborados. (Consultado agosto 2015) [Disponible en línea] [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC\\_AS2013\\_CACAO.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC_AS2013_CACAO.pdf)
- Escobar, J. C., E. S. Lora, O. J. Venturini, E. E. Yañez, E. F. Castillo, O. Almazan. (2009). Biofuels: Environment, technology and food security. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 13: 1275-1287
- FAO (2010). Análisis de costos de producción de biocombustibles en Perú. [En línea] Available at: <http://www.fao.org/docrep/013/i1712s/i1712s06.pdf>
- FAO. 2004. Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas. Consultado agosto 2015) [Disponible en línea] <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5143s/y5143s00.pdf>
- Flores, G. (2014). “CUANTIFICACIÓN Y LOGÍSTICA DE LA BIOMASA DISPONIBLE EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea.*) var. Grande Mora”. Tesis de grado;
- García, J., Machimura, T. & Matsui, T. (2013). A Nation-wide Planning of Agro-residue Utility for Bioethanol Production and Power Generation in Ecuador. *Energy Procedia*.
- Garzaro, D., Cedezo, F. G., & Kalvatchev, Z. (1998). *Theobroma cacao* L.: Un nuevo enfoque para nutrición y salud. *Agroalimentaria*, 23
- Gonzales Velasco, J. (2009). *Energías renovables*. Barcelona: Editorial Reverte.
- Graefe, S., Dufour, D., Giraldo, A., & Muñoz, L. (2011). Energy and carbon footprints of ethanol production using banana and cooking banana discard: a case study from Costa Rica and Ecuador. *Biomass and ...* Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953411001413>
- Hanada, R. E., A. W. V. Pomella, W. Soberanis, L. L. Loguercio, and J. O. Pereira. (2009). Biocontrol potential of *Trichoderma* against the black-pod disease (*Phytophthora palmivora*) of cacao. *Biol. Control* 50: 143-149.
- Hiloidhari, M., & Baruah, D. C. (2011). Crop residue biomass for decentralized electrical power generation in rural areas (part 1): Investigation of spatial availability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 1885–1892.

- Retrieved from  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032110004454>
- Houghton, R. A., F. Hall, and S. J. Goetz. 2009. Importance of biomass in the global carbon cycle. *J. Geophys. Res. Biogeosci.* 114: 1-13.  
<http://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Ecuador/ppp/taller%20nacional%20ecuador/2DiagnosticoCadenaCacaoSergioPino.pdf>
- IICA (2007). Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas. [En línea] Available at:  
<http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/IICA/Atlas%20de%20Bioenergia%20y%20Combustibles%201.pdf>
- INEC (2014). Ecuador en Cifras. [En línea] Available at:  
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/ecuador-en-cifras/>
- Iparraguirre, L. (2000). Ecología. Universidad Nacional Federico Villareal, Lima.
- Kalvatchev Zlatko, Garzaro Domingo, Guerra Franklin, (1998). *Theobroma cacao* L.: un nuevo enfoque para nutrición y salud. Instituto venezolano de investigaciones científicas (IVIC).
- Koh L. P., and J. Ghazoul. (2008). Biofuels, biodiversity, and people: Understanding the conflicts and finding opportunities. *Biol. Conserv.* 141; 2450-2460
- Kumar, S. & Lamsal, B. (2010). Bioenergy and Biofuel Production: Some perspectives. En: *Bioenergy and Biofuel from Biowastes and Biomass*. s.l.: American Society of Civil Engineers.
- MAE (2012). Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012 - 2025. Available at: <http://www.redisas.org/pdfs/ENCC.pdf>
- MAGAP (2012) proyecto de reactivación del Cacao Fino y de Aroma [Disponible en línea] <http://www.agricultura.gob.ec/magap-impulsa-proyecto-de-reactivacion-del-cacao-fino-y-de-aroma/>
- MAGAP (2012). El Oro Superficie por categorías de uso del suelo. [En línea] Available at:  
[file:///C:/Ana\\_Belen/01\\_UPM/00%20TFM/ElOro/Informaci%C3%B3n/el\\_oro\\_resumen%20uso%20de%20suelos%20inec.pdf](file:///C:/Ana_Belen/01_UPM/00%20TFM/ElOro/Informaci%C3%B3n/el_oro_resumen%20uso%20de%20suelos%20inec.pdf)
- MAGAP. (2010<sup>a</sup>). Calidad de los alimentos vinculada con el origen y las tradiciones en América Latina. (Consultado agosto 2015) [Disponible en línea]

<http://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Ecuador/ppp/TALLER%20REGIONAL%20FAO%20nov%202010/Miercoles/6ECUADORCacaoArriba.pdf>

- MAGAP. (2010b). Ecuador the land of fine cocoa “Arriba”. Calidad de los alimentos vinculada con el origen y las tradiciones en América Latina. (Consultado agosto 2015).
- Magrí Aloy, A. (2006). Sostenibilidad portal. Recuperado el 23 de octubre de 2015, de [http://portalsostenibilidad.upc.edu/detall\\_01.php?id=103&numapartat=7](http://portalsostenibilidad.upc.edu/detall_01.php?id=103&numapartat=7)
- Medio ambiente. (2008). Gestión medioambiental: Manipulación de residuos y productos químicos. España: Editorial Vertice
- Njoku, V. O. (2014). Biosorption potential of cocoa pod husk for the removal of Zn (II) from aqueous phase. *J. Environ. Chem. Eng.* 2: 881-887.
- Oduwole, O. O., & Arueya, G. L. (1990). [Analyse economique de la production de savon a partir de coque de cabosse de cacaoyer]. *Cafe Cacao The*.
- Ofori-Boateng, C., and K. T. Lee. (2013). The potential of using cocoa pod husks as green solid base catalysts for the transesterification of soybean oil into biodiesel: Effects of biodiesel on engine performance. *Chem. Eng. J.* 220: 395- 401.
- Ortiz-Rodríguez, O., R. Villamizar-Gallardo, and M. Rangel. 2014. Applying life cycle management of Colombian cocoa production. *Food Sci. Technol.* 34: 62-68.
- Osorio Martha, Salazar Efrain, Zambrano Asia, Demey J. R., (2003). Diversidad genética de una colección de cacao mediante RAPDS. Scielo. Descargado de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0002192X2003000100001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0002192X2003000100001&script=sci_arttext) el 20 de mayo del 2015.
- QUIROZ, J., & AGAMA, J. (2006). Programa de capacitación en la cadena del cacao módulo producción.
- Rosillo - Calle, F., de Groot, P., Hemstock, S. & Woods, J. (2010). Non-woody Biomass and Descondary Fuels. En: *The Biomass. Assessment Handbook*. s.l.:Earthscan, pp. 110 - 143.
- Sánchez Quezada, J. P. (2013). Evaluación energética de cáscaras de cacao nacional y CCN-51
- SENPLADES (2013). Plan Nacional del Buen Vivir 2013 - 2017. at: <http://www.buenvivir.gob.ec/objetivo-7.-garantizar-los-derechos-de-lanaturaleza-y-promover-la-sostenibilidad-ambiental-territorial-y-global#tabs2>

- Siew-Yin, C., and C. Wee-Sim. (2013). Effect of extraction conditions on the yield and chemical properties of pectin from cocoa husks. *Food Chem.* 141: 3752-3758.
- Syamsiro, M., Saptoadi, H., Tambunan, B. H., & Pambudi, N. A. (2012). A preliminary study on use of cocoa pod husk as a renewable source of energy in Indonesia. *Energy for Sustainable development*, 16(1), 74-77.
- Universidad de Alicante, (2006). *Biomasa*. 1 ed. Alicante. ES. Editora Universitaria Alicante. 12 p

## ANEXO 1.

Imagen1. Delimitación de lotes de cacao



Fuente: Autor

Imagen 2. Lotes de cacao delimitados



Fuente: Autor

Imagen3. Mazorcas cacao ccn51



Fuente: Autor

Imagen 4. Mazorcas de cacao tipo nacional



Fuente: Autor

**ANEXO 2.**

Imagen 5. Cosecha de mazorcas cacao ccn 51



Fuente: Autor

Imagen 6. Cosecha mazorcas cacao tipo nacional



Fuente: Autor

Imagen 7. Mazorcas cosechadas cacao CCN 51



Fuente: Autor

Imagen 8. Mazorcas de cosechadas cacao tipo nacional



Fuente: Autor

**ANEXO 3.**

Imagen 9,10.Corte de mazorcas de cacao lateral y transversal



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Imagen 11,12.Apertura de mazorca de cacao y retirado de granos



Fuente: Autor



Fuente: Autor

**ANEXO 4.**

Imagen 13,14. Separación de granos de cacao de la placenta (vena)



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Imagen 15,16. Cascara de cacao fresca y seca abandonadas en las plantaciones



Fuente: Autor



Fuente: Autor

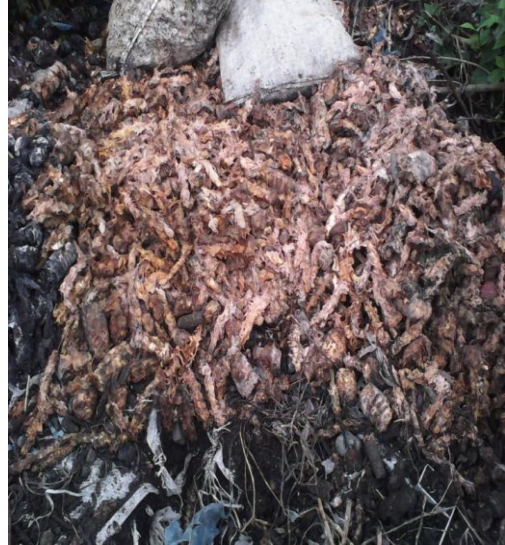


**ANEXO 5.**

Imagen 17, 18. Vena o placenta de cacao, fresca y semi descompuesta, acumulada en áreas cercanas a fermentadores



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Imagen 19. Recolección de cascaras y placenta de cacao

Imagen 20. Pesado de cascaras y placenta de cacao



Fuente: Autor



Fuente: Autor

**ANEXO 6.**

Imagen 21. Transporte de residuos de cosecha de cacao



Fuente: Autor

Imagen22: Picadora



Fuente: Autor

Imagen 23,24. Picado de cascara y placenta de cacao fresco



Fuente: Autor



Fuente: Autor

**ANEXO 7.**

Imagen 25,26.Secadora artificial de mesa, con su sistema de ventilación



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Imagen 27.Cascara y placenta de cacao picada para iniciar el secado



Fuente: Autor

Imagen 28.Humedad relativa y temperatura de cascara de cacao y placenta antes de iniciar el secado



Fuente: Autor

**ANEXO 8.**

Imagen 29. Cascaras y placenta de cacao en proceso de secado



Fuente: Autor

Imagen 30. Humedad relativa y temperatura de cascara de cacao en primeras horas de secado



Fuente: Autor

Imagen 31. Cascaras de cacao y placenta de 9 horas de secado,



Fuente: Autor

Imagen 32. Humedad relativa y temperatura de cascara de cacao y placenta de 9 horas de secado



Fuente: Autor

**ANEXO 9.**

Imagen 33. Cascaras y placenta de cacao secas



Fuente: Autor

Imagen 34. Humedad relativa y temperatura de cascara de cacao secas



Fuente: Autor

Imagen 35. Recoleccion de cascaras y placenta de cacao secas



Fuente: Autor

Imagen 36. Picado de cascaras y placenta de cacao secas



Fuente: Autor

## ANEXO 9

Imagen 37. Harina de cascara y placenta de cacao



Fuente: Autor



Fuente: Autor

## **CAPITULO VII**

### **PROPUESTA**

“Incorporación de residuos pos cosecha de cacao (*Theobroma cacao* L) en dietas balanceadas para bovinos, y su influencia sobre la ganancia de peso y reducción de costos de producción”

#### **7.1. DATOS INFORMATIVOS**

La producción de ganado bovino, generalmente, es muy dispersa con sistemas de explotación tradicionales, donde los hatos se crían en pastoreo, método que se ha venido utilizando por siglos con el objetivo de reducir costos de producción.

Principalmente en el proyecto se incluye el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP) el cual será el encargado de la propagación de los resultados obtenidos en el medio, siendo los técnicos de campo quienes actúen como capacitadores mostrando las ventajas del uso de la biomasa residual de pos cosecha de cacao al ser incorporado como alimento para el ganado bovino.

#### **7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

En el planeta la biomasa es uno de los recursos renovables más abundantes; generalmente a esta masa biológica vegetal de acuerdo a su origen se la puede considerar como biomasa natural y residual. La biomasa natural se considera básicamente el material obtenido de la explotación forestal natural y la producida a partir de cultivos. Por otro lado la biomasa residual incluye los residuos procedentes de actividades agrícolas, forestales, ganaderas y agroindustriales principalmente. Esta biomasa puede ser transformada en una amplia variedad de productos de interés económico y que pueden ser aprovechados para obtener energía, fertilizantes, alimentos

para animales, materiales de construcción, entre otros, dependiendo de su composición (Hiloidhari & Baruah, 2011; Kumar & Lamsal, 2010).

En la actualidad la importancia del estudio de fuentes renovables de energía se ha incrementado, debido que el uso de energías fósiles (carbón, petróleo, gas natural, entre otros) afectan sobre la sostenibilidad y conservación del ambiente que exige. Principalmente el material que cumple con estos requisitos es la biomasa resultante de los procesos agropecuarios. Esencialmente la biomasa generada de los residuos de poda es utilizada como fuente de energía. Se han generado grandes cantidades de estudios dirigidos a la cuantificación estos recursos, indicando que es necesario realizar estudios de acuerdo a cada ecosistema y además complementarlo con el análisis y valoración de las propiedades energéticas (Velázquez, 2012; citado por Flores, G. 2014).

### **7.3. JUSTIFICACIÓN**

Las actividades agrícolas producen grandes cantidades de residuos inorgánicos y orgánicos, éstos últimos son los que se producen en mayor cantidad dentro de estos procesos. Los desechos orgánicos provenientes de cosechas, ramas, hojas, podas, etc., pueden ser sometidos a diversos tratamientos y así poder ser reutilizados, la primera actividad que se debe realizar para ello es la minimización del residuo en origen, lo que conlleva a mejorar su gestión. Una vez realizado un plan efectivo de reducción en la producción de desechos, se toman decisiones sobre la gestión y el tratamiento, cuando la gestión de los residuos se realiza incorrectamente la contaminación es un incidente que puede llegar a ser grave.

Las técnicas agrícolas modernas promueven con el pasar de los años un incremento en la producción de los cultivos, no obstante en la actualidad la necesidad de producir maíz y soja como ingredientes para la elaboración de alimentos balanceados para animales ha aumentado, esta necesidad está cubierta en un 60% y 90% de materia prima respectivamente. En la actualidad esta situación ha perdurado no solo con el maíz, sino con las tortas de soja y otros productos, incrementando los costos de producción y en



consecuencia, un aumento en los precios de venta al público. Debido a ello es prioridad generar metodologías que permitan utilizar eficientemente los recursos, en nuestro caso los residuos de la pos cosecha de cacao y emplearlos como alternativa nutricional, siendo un subproducto en la elaboración de dietas balanceadas de animales domésticos principalmente bovinos, reduciendo los costos de alimentación de los animales y mejorando la producción agropecuaria del país.

El uso de diferentes técnicas de producción podrían mejorar los aspectos endógenos de la crianza de bovinos, llegando a obtener mejores resultados en menor tiempo y con la menor inversión posible. Éstas técnicas de explotación donde encierran la nutrición, sanidad, genética permiten mejorar el nivel de vida de los productores y sus familias.

Este proyecto tiene por objeto incluir en la dieta de los bovinos residuos de la pos cosecha de cacao en las dietas de los animales, los cuales servirán como fuente de nutrientes, proteína y fibra en la alimentación habitual del animal, permitiendo incrementar altamente la ganancia diaria de peso, reduciendo los costos de producción y al mismo tiempo acelerando la madurez del animal para la canal.

Se justifica el uso de biomasa residual de pos cosecha de cacao como sustituto de materia prima en dietas balanceadas para bovinos, debido a que estos productos tienen gran disponibilidad en el medio y al tratarse de un residuo no generan competencia por consumo ni atenta contra la seguridad alimentaria de la población.

La misión de la Universidad Técnica de Ambato es satisfacer la demanda, científico - tecnológicas de la sociedad ecuatoriana en interacción dinámica con sus actores, lo cual con este proyecto se está cumpliendo con ello.

## **7.4. OBJETIVOS**

### **7.4.1. Objetivo general**

- Incorporar los residuos pos cosecha de cacao (*Theobroma cacao* L.) en dietas balanceadas para bovinos.

### **7.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el mejor porcentaje de utilización de biomasa de residuos pos cosecha de cacao en dietas para bovinos.
- Evaluar el efecto de las dietas balanceadas suministradas con biomasa de los residuos pos cosecha de cacao sobre la ganancia de peso diaria en bovinos.

## **7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

Este proyecto es factible económica, social y ambientalmente, ya que se va a utilizar residuos pos cosecha de cacao existentes en la zona y que no son utilizados para el consumo humano, ya que estos desechos no son aprovechados en las comunidades productoras de cacao, además poseen buenas características nutrimentales para la alimentación de animales principalmente rumiantes y también se reduciría los costos de producción.

## **7.6. FUNDAMENTACIÓN**

La demanda alimenticia desde hace varios años ha venido en aumento, lo cual ha generado la necesidad de implementar tecnologías alternativas que promuevan en el sector ganadero una producción más eficiente y con ello poder llegar a posicionarse y consolidarse en un lugar adecuado en el mercado nacional e internacional. Elaborar alimentos balanceados formulados con residuos vegetales no convencionales que

proporcionen una mejor calidad del alimento ofrecido al animal es una de las técnicas que promueven el incremento de ganancia de peso en menor tiempo orientándose a ser económicamente sustentables y ecológicamente sostenibles.

El uso de diversos residuos agropecuarios se ha venido dando desde siglos atrás pero con metodologías rústicas ancestrales, donde las características nutricionales de estos desechos no eran aprovechadas adecuadamente. En este contexto, la utilización de residuos de pos cosecha de cacao puede ser una alternativa óptima para mejorar la alimentación de los rumiantes.

## **7.7. METODOLOGÍA**

- Rendimiento de biomasa generada en pos cosecha del cacao: Se evaluará mediante la división por cuadrantes en una hectárea en tres zonas productivas: baja, media y alta en dos cultivares. Los datos se tomarán cada 20 días (cada cosecha) por un periodo de tres meses
- Valor nutricional de biomasa: Se realizará un análisis físico químico (PC, FDN, FDA, FC, CENIZA, MO, MS) del contenido de biomasa secado y molido, mediante análisis de laboratorio según la metodología de la AOCA (1990), las muestras fueron colectadas cada cosecha (20 días) durante tres meses.

## **7.8. ADMINISTRACIÓN**

La administración de esta investigación estará a cargo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

## **7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

Se recomienda realizar la evaluación del proyecto para que los resultados sean confiables, y los mismos publicados en beneficio de los productores de nuestro país.