



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**  
**Sede Santo Domingo**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

Tesis de grado previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGROFORESTAL**

**“DIAGNÓSTICO AGRONÓMICO PRODUCTIVO DE HUERTAS  
TRADICIONALES DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN LA PARROQUIA  
NUEVA LOJA PROVINCIA DE SUCUMBÍOS”**

**Estudiante:**

RONAL LENIN CUENCA BARRERA

**Director de Tesis:**

ING. MIRIAM RECALDE MsC.

Santo Domingo – Ecuador

Abril, 2015

**“DIAGNÓSTICO AGRONÓMICO PRODUCTIVO DE HUERTAS TRADICIONALES DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN LA PARROQUIA NUEVA LOJA PROVINCIA DE SUCUMBÍOS”**

Ing. Miriam Recalde MsC.

**DIRECTOR DE TESIS**

---

**APROBADO**

Ing. Katuska Rosero MsC.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Luis Gusqui MsC.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Xavier López MsC.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Santo Domingo.....de.....2015.

**Autor: RONAL LENIN CUENCA BARRERA**

**Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**Título de Tesis: “DIAGNÓSTICO AGRONÓMICO PRODUCTIVO  
DE HUERTAS TRADICIONALES DE CACAO  
(*Theobroma cacao L.*) EN LA PARROQUIA  
NUEVA LOJA PROVINCIA DE SUCUMBÍOS”**

**Fecha: ABRIL, 2015**

El contenido del presente trabajo, está bajo la responsabilidad del autor.

---

**Ronal Lenin Cuenca Barrera**  
**2100238357**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**  
**Sede Santo Domingo**

**INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS**

Santo Domingo.....de.....del 2015.

Ing. Miriam Recalde Q. MsC.

**COORDINADORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
UTE, SEDE SANTO DOMINGO**

Presente.

De mis consideraciones.-

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el señor: **RONAL LENIN CUENCA BARRERA**, cuyo tema es: **“DIAGNÓSTICO AGRONÓMICO PRODUCTIVO DE HUERTAS TRADICIONALES DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN LA PARROQUIA NUEVA LOJA PROVINCIA DE SUCUMBÍOS”**, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes

Atentamente,

---

Ing. Miriam Recalde Q Msc.

**DIRECTOR DE TESIS**

# DEDICATORIA

*Dedico el presente trabajo de tesis de grado principalmente a Dios, por darme la vida, la fuerza y la salud necesaria para continuar con mis estudios.*

*A mis padres, hermana, por el apoyo moral y económico que me han brindado, además de haberme preparado en valores y enseñarme día a día que por medio del esfuerzo se pueden conseguir las más grandes metas y objetivos.*

# AGRADECIMIENTO

*El autor quiere dejar constancia de su profundo agradecimiento, primeramente a Dios Todopoderoso y a nuestro Señor Jesucristo por proveerme de vida y salud para poder llevar adelante esta carrera.*

*A mis padres Ambrosio Cuenca y Julia Barrera por todo lo que han hecho por mi bienestar por la ayuda en todo momento en mis estudios.*

*A mi hermana Patricia Cuenca Barrera por ser un ejemplo de hermana y por mostrar siempre interés en mis estudios.*

*A mi esposa Mery que siempre estuvo a mi lado para superar muchas adversidades y por ser la inspiración para seguir adelante con mis estudios. A mis hijas Fernanda y Juliana, por haber compartido cada espacio de tiempo conmigo y entenderme por no el tiempo necesario para ellas.*

*A la Ing. Msc Mirian Recalde Quiroz, por ser la directora y artífice de la presente investigación.*

*Al Ing. Agr. James Quiroz Vera Msc, Jefe del programa Nacional de Cacao Estación Experimental Litoral Sur INIAP. Por la oportunidad y apoyo catedrático a la elaboración de esta investigación. Mis sinceros agradecimientos a Alcides Calva, Jefe del área de cacao del CISAS – SUCUMBIOS, por el apoyo en el análisis de datos.*

*A todos los Catedráticos de la Universidad Equinoccial por brindarme sus conocimientos, los cuales sabré aprovechar para ser una persona útil a la sociedad.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>TEMA</b>	<b>PÁG.</b>
Portada.....	i
Sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal .....	ii
Responsabilidad del autor.....	iii
Aprobación del director de tesis .....	iv
Dedicatoria .....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de Contenido .....	vii
Resumen Ejecutivo.....	xii
Executive Summary.....	xiii

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos .....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos .....	3

### CAPÍTULO II

#### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes.....	4
2.2. Clasificación taxonómica del Cacao .....	4
2.3. Entorno climático.....	5
2.4. Biología del cacao.....	6
2.4.1. La flor .....	6
2.4.2. El fruto .....	7
2.4.3. Las semillas .....	8
2.4.4. Las hojas .....	9

2.5.	Grupos genéticos de cacao .....	9
2.5.1.	Los criollos .....	10
2.5.2.	Los Forasteros.....	10
2.5.3.	Los Trinitarios .....	11
2.5.4.	El Cacao Nacional .....	12
2.6.	Caracterización morfológica.....	13
2.7.	Mejoramiento genético.....	15
2.8.	Calibración de huertas cacaoteras .....	17
2.9.	Estadísticas productivas del cacao .....	18
2.9.1.	Producción a nivel mundial .....	18
2.9.2.	Producción de cacao en el Ecuador .....	20
2.10.	Manejo agronómico.....	21
2.11.	Principales enfermedades del cacao en Ecuador .....	21
2.11.1.	Control químico de enfermedades .....	22
2.11.2.	Control biológico .....	22

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1.	Sitio de estudio .....	23
3.1.1.	Localización geográfica.....	23
3.1.2.	Ubicación en el tiempo y zona de estudio .....	23
3.1.3.	Características climáticas.....	23
3.2.	Materiales, instrumentos y recursos .....	24
3.3.	Modelo experimental.....	24
3.3.1.	Criterios para la selección de las huertas .....	26
3.3.2.	Delimitación del área de estudio.....	26
3.4.	Datos a evaluar en la investigación .....	26
3.4.1.	Identificación de los tipos de cacao y características morfológicas .....	26
3.4.2.	Índice de mazorca .....	28
3.4.3.	Índice de semilla (IS).....	28
3.4.4.	Rendimiento de cacao seco en ha año <sup>-1</sup> .....	28
3.4.5.	Incidencia de enfermedades.....	29



3.4.5.1. Incidencia de monilla .....	29
3.4.5.2. Incidencia de escoba de bruja.....	29
3.5. Manejo del experimento .....	30
3.5.1. Muestreo y análisis de suelos .....	30
3.5.2. Colecta de muestras en el área.....	30
3.5.3. Características de las plantaciones.....	30
3.5.3.1. Forma de propagación .....	31
3.5.3.2. Altura de la planta .....	31
3.5.3.3. Arquitectura.....	31
3.5.3.4. Vigor .....	31
3.5.3.5. Arreglo agronómico de la planta .....	32

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Caracterización morfológica.....	33
4.2. Variables cualitativas del fruto .....	33
4.2.1. Color .....	34
4.2.2. Forma.....	34
4.2.3. Rugosidad .....	35
4.3. Variables cuantitativas del fruto .....	36
4.3.1. Largo y ancho del fruto.....	36
4.3.2. Espesor del lomo y del surco .....	36
4.3.3. Peso del fruto y peso de la cáscara .....	37
4.4. Evaluación cuantitativa de las semillas .....	38
4.4.1. Número de semillas por fruto .....	38
4.4.2. Largo, diámetro y espesor de la semilla .....	38
4.5. Incidencia de enfermedades monilla y escoba de bruja.....	39

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones.....	41
5.2. Recomendaciones.....	43
BIBLIOGRAFÍA .....	44
ANEXOS .....	46

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 2.1. Producción mundial efectiva y prevista de cacao.....	19
Tabla 2.2. Distribución de la producción de cacao a nivel nacional.....	20
Tabla 2.3. Producción de cacao en Sucumbíos.....	20
Tabla 3.1. Características climáticas del sitio de la investigación.....	23
Tabla 3.2. Materiales, instrumentos y recursos utilizados para la investigación.....	24
Tabla 3.3. Número de huertas a encuestar.....	26
Tabla 3.4. Descriptores morfológicos del fruto de cacao.....	27
Tabla 3.5. Escala de medición para escoba de bruja.....	29
Tabla 4.1. Variables cualitativas del fruto de 36 materiales de cacao.....	33
Tabla 4.2. Porcentaje de incidencia de enfermedades observadas en fincas de Sucumbíos.....	39
Tabla 4.3. Cálculo de los indicadores de producción utilizados en el estudio.....	40

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 4.1. Determinación del porcentaje de color de los frutos de cacao.....	34
Figura 4.2. Determinación del porcentaje de la forma de los frutos de cacao.....	35
Figura 4.3. Determinación del porcentaje de la forma de los frutos de cacao.....	35
Figura 4.4. Largo y ancho de frutos de cacao de 36 materiales.....	36
Figura 4.5. Espesor del lomo y surco de mazorcas de 36 materiales de cacao.....	37
Figura 4.6. Peso de frutos enteros y cascara de 36 materiales de cacao.....	37
Figura 4.7. Semillas por frutos de 36 materiales de cacao identificados en Sucumbíos.....	38
Figura 4.8. Diámetro, largo y espesor de semillas de cacao de 36 tipos de Sucumbíos.....	39

Figura 4.9. Número de frutos enfermos con monilla y escoba de bruja.....40

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Variables cualitativas y cuantitativas de los 26 tipos de cacao encontrados en las fincas seleccionadas y de los ocho clones de cacao del grupo denominado EET .....	47
Anexo 1. Variables cualitativas y cuantitativas de los 26 tipos de cacao encontrados en las fincas seleccionadas y de los ocho clones de cacao del grupo denominado EET. Continuación.....	48
Anexo 2. Ubicación geográfica de finca de agricultores y características edáficas y agroecológicas .....	49
Anexo 3. Características morfológicas de los frutos encontrados a nivel de finca. Sucumbíos 2013.....	50
Anexo 4. Color de los frutos de cacao.....	51
Anexo 5. Formas del fruto de cacao.....	51
Anexo 6. Rugosidad del fruto de cacao .....	51
Anexo 7. Datos de largo y diámetro del fruto en su orden y ancho de cáscara .....	52
Anexo 8. Incidencia de monilla en mazorcas de cacao.....	52
Anexo 9. Clasificación de las categorías de arquitectura de plantas clónales .....	52
Anexo 10. Árboles de cacao sin podar, podados y recepados.....	53

## RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se realizó en la Parroquia Nueva Loja, Cantón Lago Agrio de la Provincia de Sucumbíos, a una altitud de 310 m.s.n.m. El problema considerado para el estudio, se basa en la variabilidad del material de cacao proveniente de semillas de polinización abierta seleccionado por los productores de las fincas, que conlleva al desconocimiento de las características de los materiales existentes. El objetivo fue establecer un diagnóstico agronómico productivo de las huertas tradicionales de cacao en la Parroquia Nueva Loja, a través de la identificación de las características agromorfológicas cualitativas y cuantitativas y el estado fitosanitario con respecto a escoba de bruja y monilla.

El número de huertas se seleccionó en función de un muestreo estratificado, basado en el tamaño de las fincas, y las condiciones agroecológicas que permitieron agruparlas en dos estratos. Los datos registrados para la identificación del tipo de cacao fueron: color, forma, rugosidad, largo, ancho, espesor del surco y lomo del fruto; índice de mazorca, índice de semilla y rendimiento en  $\text{kg ha}^{-1}$ . Para el estado fitosanitario, se midió la incidencia de monilla y escoba de bruja utilizando una escala para determinar si el daño es leve o alto.

Los resultados indican que existen 36 materiales de cacao, las características agromorfológicas del fruto mostraron que el 77,8% son de color amarillo, predominando los de forma condeamor con un 66% y el 55,6 % presentan una rugosidad intermedia, lo que establece que tienen sangre de cacao amazónico. El largo del fruto varía entre 13 cm a 26,6 cm, el espesor del lomo de 0,7 cm a 2,2 cm y el del surco de 0,4 cm a 1,4 cm. Mayor peso del fruto es de 1 200 g, mayor número de semillas es 59, identificando nueve materiales con un largo de semillas mayor a 2,5 cm.

La incidencia de monilla y escoba de bruja juntas causan pérdidas de aproximadamente un 63%; las fincas tienen un rendimiento promedio que oscila entre  $84,42 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  y  $223,34 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  de cacao seco.

## EXECUTIVE SUMMARY

The research was conducted in the parish Nueva Loja, Lago Agrio Canton province of Sucumbíos, at an altitude of 310 m.s.n.m. The problem considered for the study is based on material variability cocoa seeds from open pollination selected by the producers of the farms, which leads to ignorance of the characteristics of existing materials. The aim was to establish a productive agronomic diagnosis of traditional orchards of cacao in the parish Nueva Loja, through the identification of qualitative and quantitative morphological characteristics and plant health with respect to witches' broom and Monilla.

The number of orchards were selected based on stratified sampling, based on the size of farms and agro-ecological conditions that allowed grouped into two strata. The data recorded for identifying the type of cocoa were: color, shape, roughness, length, width, thickness and loin fruit groove; pod index, seed index and performance in  $\text{kg ha}^{-1}$ . For plant health, the incidence of Monilla and broom on a scale to determine if the damage is mild or higher was measured.

The results indicate that there are 36 materials cocoa, fruit characteristics agromorphological showed that 77,8% are yellow, predominantly so condeamor with 66% and 55,6% have an intermediate roughness, which states that have blood Amazon cacao. The length of the fruit varies between 13 cm to 26,6 cm, loin thickness 07cm to 2,2 cm and 0,4 cm groove to 1,4 cm. Increased fruit weight is 1 200 g, increased seed number is 59, identifying nine materials with a length of more than 2,5 cm seeds.

The incidence of Monilla and broom together cause losses of about 63%; farms have an average yield of between  $8\ 442\ \text{kg ha}^{-1}\ \text{year}^{-1}$  and  $223,34\ \text{kg ha}^{-1}\ \text{year}^{-1}$  of dry cocoa.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

El cacao es uno de los productos de gran importancia en la generación de empleo y mejoramiento de los ingresos para los pequeños y medianos productores de la Amazonía Norte. En la Provincia de Sucumbíos existen 20 800 Ha de cacao, distribuidas en los cantones de Shushufindi, Lago Agrio, Gonzalo Pizarro, Cáscales, Cuyabeno y Putumayo. De las cuales 16 000 has corresponden al cacao Nacional y 4 800 al CCN-51. La producción de los cacaos Nacional y CCN-51 fluctúa entre 5,5 y 9,5 quintales de cacao seco por hectárea y por año (Amaznor, 2009).

Organismos vinculados a este rubro consideran que la baja productividad se debe a que la mayoría de plantaciones tradicionales de cacao Nacional provienen de un material de semillas de polinización abierta seleccionadas por los propios productores y que fueron sembrados indistintamente en sus fincas, con densidades de alrededor de 500 árboles por hectárea. A más de esto otra de las causas, es el poco manejo del cultivo especialmente en los aspectos de control fitosanitarios y podas adecuadas.

El desconocimiento de las características agro-morfológicas de los materiales existentes en las fincas y su manejo posterior ha provocado que actualmente existan plantaciones, que necesitan de ser rehabilitadas, tanto por la edad así como por el abandono de las mismas. Unido a esto se puede indicar además que plantaciones establecidas bajo los parámetros antes indicados presentan serios problemas de árboles improductivos con alto grado de incidencia de enfermedades limitantes como son: Monilla (*Moniliophthora roreri*) y Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*).

## **1.2. Justificación**

El Gobierno Nacional del Ecuador ha declarado al cacao nacional como su producto símbolo, y como acción prioritaria ha establecido un plan de reactivación del sector cacaotero basado en el cultivo de cacao fino y de aroma, permitiendo que los gobiernos seccionales y demás entes gubernamentales como el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP) y el (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) INIAP brinden mayor atención a este cultivo; especialmente dirigido a pequeños y medianos productores cacaoteros.

Instituciones como el Centro de Investigación y Servicios Agropecuarios de Sucumbíos (CISAS), a través del proyecto denominado “Desarrollo Sostenible de La Cadena de Cacao Fino de Aroma”, conducido a partir del año 2011, permitió implementar procesos de rehabilitación de plantaciones de cacao con bajo nivel de productividad y a la vez que ayudó a identificar algunos aspectos del comportamiento agronómico de los tipos de cacao antes indicado, presentes en los sistemas tradicionales de producción en la Parroquia Nueva Loja del cantón Lago Agrio; que fue el primer paso para la solución de la problemática descrita.

El trabajo efectuado en esta investigación fortalece los procesos iniciados, a la vez que permitió la implementación de nuevos trabajos tendientes a recuperar la productividad potencial de las fincas de esta parroquia y por ende servir de modelo para aplicación a nivel provincial.

Los resultados de la presente investigación servirán de insumos que faciliten la orientación y diseño de trabajos dirigidos a contribuir con la solución de la problemática productiva del cacao en la Provincia de Sucumbíos. Además de aportar información técnica que sirve para identificar materiales genéticos con buenas características productivas y organolépticas.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Establecer un diagnóstico agronómico productivo de las huertas tradicionales de cacao en la Parroquia Nueva Loja, Provincia de Sucumbíos.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Identificar los tipos de cacao existentes en base a características agromorfológicas cualitativas y cuantitativas en huertas tradicionales de la Parroquia Nueva Loja.
- Establecer el estado fitosanitario con respecto a escoba de Bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y Monilla (*Moniliophthora roreri*) en huertas tradicionales de cacao.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes

El cacao (*Theobroma cacao*) es originario de América del Sur, específicamente de las cuencas hidrográficas del alto Amazonas y Orinoco, al este de la cordillera de Los Andes, en territorios que hoy corresponden a Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Venezuela y las Guyanas. En esa amplia zona aún persisten variedades silvestres (Motamayor, 2002), que conservan una gran diversidad genética de la especie y son un recurso escasamente explorado (Bartley, 2005), por lo tanto poco aprovechado económicamente.

Bartley (2005), constató la presencia de amplia variabilidad fenotípica en cacaos silvestres colectados cuando exploraba el bajo Amazonas en la década de 1930, quien además sugirió que el fenómeno había surgido por la diferenciación ocurrida en los valles formados por los ríos Napo, Putumayo y Caquetá, afluentes del Amazonas, cerca de las fronteras orientales de Ecuador y Colombia, así como de algunos tributarios del río Orinoco como es el caso del río Guaviare.

Existe escasa literatura sobre el cultivo del cacao pre colonial en lo que hoy es la república del Ecuador, quizás por el hecho de que los españoles llegaron primero a México y Centroamérica y allí conocieron sobre el cacao y su uso. Más tarde, al llegar a territorio que hoy es el Ecuador, ya no se interesaron por este fruto. Las crónicas dicen que cuando Pizarro llegó a Bahía de Matheus (actualmente la provincia de Esmeraldas) encontró cultivos de cacao en este sector (Arosemena, 1991).

#### 2.2. Clasificación taxonómica del Cacao

**Orden:** Malvales  
**Familia:** Malvaceae  
**Género:** Theobroma  
**Especie:** Cacao  
**Sub especie:** Cacao y sphaelocarpum.

### 2.3. Entorno climático

Los factores externos, internos y las complejas interacciones influyen sobre la fisiología del cacao, dificultando la estimación de la influencia del ambiente sobre la producción y calidad. Puesto que el cacao es originario de la selva tropical amazónica, las mejores condiciones para su cultivo deberían parecerse al entorno climático de las poblaciones silvestres. Sin embargo, son varias las experiencias que muestran que se puede obtener buenos rendimientos en huertas cultivadas en entornos ambientales muy diferentes al de las poblaciones nativas (Bartley, 2005; Amores et al, 2009).

Por otra parte el crecimiento y desarrollo del cacao está determinado por factores ambientales como: temperatura, luz, precipitación, humedad relativa y otros, que varían de acuerdo a la zona de cultivo. Esta variación hace que su comportamiento sea diferente en cada sitio y en ocasiones el entorno climático altera dramáticamente la fenología del cultivo (Daymond, 2000). Así los factores ambientales; la disponibilidad de energía y agua juegan un papel importante en la producción, a través de su influencia sobre los procesos físicos y bioquímicos necesarios para el desarrollo de las plantas de cacao (Ritchie, 1991).

Los niveles de temperatura adecuados para el cultivo en las proximidades de la línea ecuatorial y a baja altitud, son de 23°C y no deben tener una media mínima diaria inferior a 15°C; así como también la temperatura mínima absoluta nunca debe ser inferior a 10°C. Pues el cacao no soporta temperaturas bajo cero, aunque sea por poco tiempo; mientras que las temperaturas altas afectan las funciones de la planta, tales como la floración y desarrollo foliar, mismas que se restringen con temperaturas superiores a 30°C (Vera, 1993).

La temperatura también influye sobre el desarrollo de los frutos que en los meses más calurosos maduran entre 140 y 175 días; mientras que en los meses más fríos, la maduración ocurre entre 167 y 205 días. Por lo tanto las bajas temperaturas afectan la calidad de la manteca de cacao, pues son responsables de un aumento en la proporción de grasas no saturadas. Dando como resultado manteca con un bajo punto de fusión

(Enríquez, 1985), lo cual es una característica indeseable para la industria de los chocolates.

La energía solar se relaciona con la fotosíntesis, apertura estomática, crecimiento de las células, entre otros procesos fisiológicos de las plantas. Los factores que influyen en la cantidad total de radiación que recibe una zona determinada son: latitud, tiempo y nubosidad. Siendo determinada por el número de horas de luz diaria que se recibe en un sitio directamente encima de la capa de nubes (Arcila et al, 2007) y que es diferente a la heliofanía, que no es otra cosa, que el número de horas de luminosidad efectiva que llega a la superficie sin interferencia de las nubes.

Así la radiación recibida en el Ecuador al nivel del límite superior de la atmósfera, es casi constante durante el año. Pero la variación de la nubosidad influye sobre la cantidad e intensidad de la radiación fotosintéticamente activa que llega a las plantas, es decir aquella que se mueve en el rango de 400 a 700 nanómetros (nm). En la mayoría de las localidades cacaoteras del Litoral ecuatoriano, el brillo solar efectivo sin interferencia de nubosidad, oscila entre 800 y 1200 horas año<sup>-1</sup>.

## **2.4. Biología del cacao**

### **2.4.1. La flor**

Las flores del cacao nacen agrupadas en sectores especializados que se denominan cojines florales, los que están localizados alrededor del punto de inserción de las hojas, tanto en el tronco como en las ramas (Enríquez 1985).

Los primordios florales nacen del floema; el período desde el momento que emerge el botón floral hasta la apertura de la flor es de aproximadamente 30 días, y son afectados por las condiciones ambientales. La inflorescencia es de tipo definido. Normalmente hay una alta producción de flores luego de las primeras lluvias (Enríquez 1985).

El número de flores por cojín varía de acuerdo al genotipo. Parece ser esta una característica genética bien definida. El botón maduro inicia su apertura a partir de las 2 p.m., generalmente con movimientos muy lentos de los sépalos. Por la mañana las anteras están abiertas y el grano de polen listo para fecundar la flor. Los granos de polen son esferoides y muy pequeños (16-23  $\mu\text{m}$ ). Muchos insectos actúan como agentes de polinización, especialmente una mosquita del género *Forcipomyia*.

El mayor porcentaje de flores polinizadas se tiene cuando ocurre el mismo día que la flor se abre. Si la flor es fecundada, se torna amarillenta y las partes florales se van secando paulatinamente y el ovario crece rápidamente. A más de robustecimiento del área de abscisión del pedúnculo floral. Si la flor no es polinizada hasta las 48 horas, se produce la abscisión de ésta (Enríquez 1985).

El cigoto inicia su actividad de división después de 40 a 50 días después de producida la fecundación, época en que la mazorca ha alcanzado unos 8 –10 cm de largo. El período de crecimiento que sigue es rápido y la mazorca crece de acuerdo al desarrollo de los óvulos. La máxima velocidad de crecimiento se da alrededor de los 75 días después de la fecundación; a los 90 días, aproximadamente, el crecimiento se vuelve lento. Los óvulos se llenan de un endospermo gelatinoso que poco a poco es consumido por el embrión, hasta los 140 días. Para entonces la madurez fisiológica de la semilla termina y se inician los procesos de madurez de la mazorca, que tardan entre 10-15 días (Enríquez 1985).

#### **2.4.2. El fruto**

La mazorca de cacao es una drupa con tamaños que varían entre 10 y 30 cm de largo y le sostiene un pedúnculo no muy largo que fluctúa entre tres y cinco cm, pero robusto. Los frutos tienen cinco lóculos y cada lóculo tiene dos partes formadas por dos lomos o un surco interno, lo que en algunos frutos es evidente y en otros casi ha desaparecido. La forma del fruto varía bastante y ha dado lugar para que basado en ella se clasifiquen algunos genotipos, por ejemplo los Forasteros, se dice que son redondeados y de forma amelonada. Los Criollos son de formas alargadas, bastante rugosos y con una punta fina con una ligera curvatura; dentro de este grupo se conoce el llamado pentágono, en el cual

los pares de lomos se han fusionado y dan la impresión de tener solamente cinco lomos. (Quiroz 2010).

Algunos frutos tienen una constricción muy fuerte en la parte superior, cerca del pedúnculo, lo que le da una forma muy especial y se le denomina Cundeamor, algunos de los cacaos del tipo Nacional tienen esta forma. Finalmente hay algunos frutos que tienen la forma como de una naranja o redondos y se los denomina Calabacillo, estos frutos casi han perdido la forma de los lomos y los surcos. Muchos de los cacaos de Brasil tienen esta forma. Los frutos tienen cáscaras de diferentes espesores y resistencia a la ruptura, algunos tienen un tejido muy duro en la parte central. Cuando maduros, la cáscara se separa de las semillas que germinan o se van secando si no se las cosecha a tiempo.

El color de los frutos varía notablemente, desde casi blancos con fondo blanco a verdes con fondo blanco y verde, hasta colores morados bien fuertes y fondo blanco o verde. También hay combinaciones de colores morados con verdes, especialmente diferenciando lomos y surcos. Cada fruto es característico de cada árbol y se lo usa para clasificar e identificar la planta. Así dentro de un mismo árbol se pueden encontrar las cuatro formas características de la mazorca.

### **2.4.3. Las semillas**

Son de forma oblonga y pueden variar mucho en el tamaño que fluctúa entre 1 y 2,5 cm. Algunas, en la parte más larga son redondeadas como en el caso del cacao tipo Criollo y del Nacional de Ecuador, otras son bastante aplanadas como en el caso de los Forasteros. Algunas semillas tienen un extremo más puntiagudo que el otro, dándole la forma acorazonada. Tienen un recubrimiento o cutícula que protege a los cotiledones y en la parte exterior está el mucílago o hilio que es la parte dulce mucilaginosa que permite la fermentación de las semillas. Este mucílago permite diferenciar algunos genotipos de cacao, por su sabor.

El color de la semilla también es muy variable desde un blanco ceniciento, blanco puro, hasta un morado oscuro y todas las tonalidades. También permite diferenciar algunos

genotipos. En algunas ocasiones se encuentran almendras coloreadas, en franjas alternas, especialmente cuando los Criollos han sido cruzados con los Forasteros. Se conoce también algunas mutaciones que dan el color blanco a la semilla pero por albinismo. Los cotiledones son las partes que tienen los nutrimentos para la próxima planta, también es el producto que fermentado y secado adecuadamente se comercializa para hacer el chocolate (Engels *et al* 1981)

#### **2.4.4. Las hojas**

Las hojas son simples, enteras y la mayoría es de color verde bastante variable. Algunos árboles tienen hojas tiernas bien pigmentadas (coloreadas) que pueden llegar a ser de un color marrón claro, morado o rojizo; también las hay de color verde pálido (casi sin coloración); mismo que están relacionadas con algunos materiales de origen amazónico, por ejemplo el cultivar Catongo, una mutación albina de Brasil Engels *et al* (1981).

El pecíolo de la hoja del tronco ortotrópico, normalmente es largo (7 a 9 cm), con un pulvinulus bien marcado, mientras que en las hojas de las ramas laterales es más pequeño y menos desarrollado. El tamaño de la hoja varía entre 15 y 50 cm, con una alta respuesta al ambiente; con menos luz es más grande, con más luz, más pequeña, pero en general los cacaos amazónicos tienen hojas más pequeñas.

#### **2.5. Grupos genéticos de cacao**

Según Quiroz (2009), hay tres grandes grupos genéticos de cacao: Criollos, Forasteros y Trinitarios. Sin embargo, estudios contemporáneos de genética molecular confirman la amplia diversidad genética de la especie, colocando a la variedad de cacao Nacional como un grupo separado de los otros tres (Crouzillat *et al*, 2000). Estudios más recientes (Motamayor *et al*, 2002), sugieren inclusive la existencia de 10 grupos genéticos, como base para entender mejor la amplitud y estructuración de la diversidad genética del cacao en las poblaciones actuales. La confirmación de esta teoría traería implicaciones beneficiosas para el mejoramiento genético del cacao.

### **2.5.1. Los criollos**

Son árboles relativamente bajos y menos robustos respecto a otras variedades, su copa es redonda con hojas pequeñas de forma ovaladas, de color verde claro y gruesas. Se cultivan principalmente en América Central, México, Colombia y parte de Venezuela, este tipo de cacao es susceptible a las principales enfermedades. Las mazorcas usualmente tienen una forma alargada, con punta acentuada en el extremo inferior, corteza marcada con diez surcos profundos, pericarpio rugoso y delgado y mesocarpio poco lignificado. En estado inmaduro la cáscara es de color rojo o verde, tornándose amarilla y anaranjado-rojiza a la madurez (Quiroz 2009).

Las almendras son gruesas casi redondas, con cotiledones ligeramente pigmentados; en este grupo están incluidos genotipos con almendras dotadas de cotiledones de color blanco marfil, presentes principalmente en América Central, México y sectores de Venezuela y Colombia (Soria, 2010; Braudeau, 1970, Vera, 1993). Según Arguello et al (2000), algunos de estos cacaos también presentan cotiledones violeta pálido o rosados y estaminoides color rosa pálido. Este tipo de cacao requiere de dos a tres días para completar su fermentación, es muy aromático y comercialmente se enmarca dentro de los llamados cacaos finos.

### **2.5.2. Los Forasteros**

En el grupo de los cacaos Forasteros, se incluyen todos los llamados cacaos corrientes del Brasil y los que se cultivan en el oeste africano, así como otros cultivares encontrados en diferentes países de América Central y norte de América del Sur. Los cacaos Forasteros son originarios de la alta Amazonía (Enríquez, 2004), y se les asigna esta denominación porque se distribuyen naturalmente en la cuenca del río que lleva este nombre. La zona localizada entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá en América del Sur, está considerada como el centro de origen de este grupo genético (Vera, 1993).

Las flores de los cacaos Forasteros, presentan estaminoides de color violeta, las mazorcas están dotadas de surcos y rugosidad notable, aunque en otros casos son lisas y con un

pequeño cuello de botella en la base, al madurarse se tornan amarillas. La cáscara es un poco gruesa y el mesocarpio lignificado, mientras que los granos lucen más o menos aplanados con cotiledones de color púrpura. Las almendras producen un chocolate con sabor básico de cacao. Pero el paradigma respecto a los cacaos Forasteros, como sinónimo de cacao corriente o básico está cambiando recientemente.

Algunas colecciones de cacao silvestre colectados en la región Amazónica del Ecuador y Perú, contienen accesiones con mazorcas que poseen almendras redondas y blancas (Calderón, 2004). Aunque la investigación sobre sus atributos sensoriales aún no comienza, los futuros resultados podrían deparar muchas sorpresas. Antes se creía que la coloración blanco marfil de los cotiledones, era una característica exclusiva de los cacaos Criollos y por tanto estaba ausente en otros tipos de cacao.

### **2.5.3. Los Trinitarios**

El grupo conocido como cacao Trinitario pertenece botánicamente a un complejo constituido por una población híbrida originada en la Isla de Trinidad. La variedad original (Criollo de Trinidad) se cruzó con cacao Forastero introducido de la cuenca del río Orinoco, para reemplazar las plantaciones que fueron destruidas en 1727 por un ciclón (Vera, 1993). Los caracteres botánicos de este grupo son difíciles de definir ya que pertenecen a una población híbrida polimorfa, pudiéndose observar todos los tipos intermedios de Criollos por un lado y Forastero por el otro (Enríquez, 1985).

Los cacaos Trinitarios presentan mazorcas de diferentes formas y colores, verdes y rojos cuando están inmaduras, tornándose amarillo y anaranjado rojizo a la madurez, poseen generalmente más de 30 almendras. Por lo general, las almendras son de tamaño mediano a grande con cotiledones color violeta oscuro. Al procesarse, desarrollan un sabor a chocolate bastante pronunciado, acompañado en algunos casos de notas sensoriales afrutadas (Sukha et al, 2005).



#### 2.5.4. El Cacao Nacional

La variedad de cacao Nacional autóctona del Ecuador, comenzó a cultivarse comercialmente a principios del siglo XVIII. El cultivo fue ampliándose hacia el norte, a lo largo de las vías fluviales, a medida que se incrementaba la demanda en Europa y decaía la producción en México y Venezuela, productores importantes de cacao en esa época. Se sugiere (Enríquez, 1985; Vera, 1993) que la variedad es originaria de los declives orientales de la Cordillera de Los Andes. En efecto, se ha observado el mismo tipo de mazorca y semilla en plantas nativas en las zonas de Tena, Archidona y Macas, especulándose que los frutos transportados de un lado a otro de la cordillera, posiblemente a través de monos y ardillas, dieron lugar a las primeras plantas de cacao en la Costa. Evidencia científica reciente en base a resultados sobre la genética molecular del cacao ecuatoriano (Loor, 2007).

Lecertau et al (1997), apoyándose en técnicas de biología molecular, encontraron que el cacao Nacional es genéticamente más cercano a los cacaos Forasteros que al grupo Criollo. Los resultados del estudio sugieren que el origen del cacao Nacional, puede ser incluso anterior a la singularización de los grupos Criollo y Forastero. Al final de otro estudio molecular con 320 genotipos de cacao de orígenes distintos, también se concluyó que el cacao Nacional es genéticamente diferente del Forastero, Criollo y Trinitario, ubicándose su origen en una zona bastante específica de la Amazonía (Loor, 2007).

Según Enríquez (1993), la variedad Nacional tal como luce actualmente, es parte del llamado complejo Nacional x Trinitario. Las mezclas de los híbridos naturales que forman este complejo, se iniciaron a fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX, con la introducción de cacao Venezolano tipo Trinitario. El mismo autor menciona que en Ecuador hay cultivares que corresponden a los híbridos Nacional x Trinitario y en menor grado a los híbridos Nacional x Forastero. Pero que la variedad de cacao Nacional genéticamente pura, tal como existía antes del ingreso de cacao foráneo, ahora es prácticamente inexistente (Enríquez, 2004). Sin embargo, la población híbrida predominante, conserva aún el sabor “Arriba” y aroma del cacao Nacional, pero se ha

modificado el sistema de fermentación y secado ya que ahora requiere más días de beneficio post-cosecha (Enríquez, 1998; Amores et al, 2007).

## **2.6. Caracterización morfológica**

La caracterización se define como la descripción de la variación que existe en una colección de germoplasma y que permite diferenciar a las accesiones de una especie, sea en términos de características morfológicas y fenológicas de alta heredabilidad, características cuya expresión es poco influenciada por el ambiente (Abadie y Berretta 2003). Para la descripción morfológica de las plantas cultivadas generalmente se emplean órganos que están menos influenciados por el ambiente como son las flores y los frutos; le siguen en importancia otros como las hojas, troncos, ramas, raíces y los tejidos celulares que muchas veces son muy difíciles de caracterizar (Enríquez 1997).

Para la caracterización morfológica se utilizan descriptores que deben de reunir las siguientes características: (1) ser fácilmente observables; (2) tener alta acción discriminante y baja influencia ambiental, lo que permite registrar la información en los sitios de colecta; (3) ser uniformes ya que la uniformidad de los descriptores es un parámetro indispensable porque esto hace que la caracterización tenga un valor universal, es por eso que se emplean listas de descriptores bien definidos y rigurosamente probados que simplifican considerablemente todas las operaciones de registro de datos, actualización, modificación, recuperación de información, intercambio, análisis y transformación de datos (Abadie y Berretta 2003).

En la identificación de especies, familias y géneros de plantas los caracteres morfológicos han sido muy usados, constituyéndose estos en una herramienta útil e indispensable para realizar numerosos estudios en genética de poblaciones y agricultura (Falconer 1981). La mayoría de las plantas cultivadas con importancia económica tienen sus propios patrones de identificación, caracterización y evaluación, que se han logrado establecer mediante diferentes estudios que permiten conocer la variabilidad de los caracteres dentro y entre plantas; de tal forma que se ha llegado a seleccionar todas aquellas características cualitativas y cuantitativas que son más útiles y fáciles de interpretar para la descripción de

los individuos en una población. Empleando los caracteres morfológicos bien sean dominantes y/o recesivos se puede llegar a establecer diferentes niveles de variabilidad (Enríquez 1985).

La caracterización sirve para múltiples usos tales como: proporcionar un mejor conocimiento del germoplasma, permitir identificar duplicados, permitir identificar genotipos faltantes en las colecciones que facilitan la planificación de nuevas colectas e introducciones; permitir el establecimiento de colecciones núcleos (Valls 1989).

Dentro de los caracteres morfológicos que definen las características del género *Theobroma* existen diversas instituciones que han propuesto una lista de descriptores morfológicos para la identificación y evaluación del germoplasma de cacao. Por ejemplo el IBPGR ha seleccionado 65 descriptores, en tanto que Phillips y Enríquez (1988), propusieron una lista corta de 26 descriptores morfológicos y el CIRAD emplea 24 descriptores para la caracterización. Los descriptores se han ido modificando dependiendo del fin de la investigación y se han ido empleando desde la década pasada para caracterizar germoplasma de las colecciones en diferentes centros de investigación tales como el CATIE, el ICGT y el ICGD entre otros (IPGRI, 2000).

No obstante existen parámetros que son fundamentales a la hora de hacer la selección de los descriptores para caracterizar fenotípicamente las colecciones de germoplasma. Por ejemplo Pound (1932) señaló que algunas características de la flor y la semilla son de suma importancia en la caracterización de clones de cacao, lo cual fue confirmado más adelante por Boulay et al (2000), quien propuso que los pétalos, el pistilo y el número de óvulos por ovario son los mejores descriptores para caracterizar clones. De igual forma Enríquez y Soria (1967) propusieron una lista de 11 caracteres para la evaluación de las flores, estos descriptores fueron confirmados una vez más por Engels (1983), Bartley (2000) y Enríquez (1980), y actualmente muchos de los allí propuestos son los más empleados en la caracterización de germoplasma para cacao.

Es de gran importancia rescatar el trabajo de Stockdale (1928), quien llevó a cabo los primeros estudios para las semillas empleando la base del largo, ancho y espesor, para así

describir poblaciones de cacao. Pound (1932) aduce que los tamaños en las semillas varían mucho y se requiere de muestras muy grandes para la estimación pero aportó que el peso seco de las almendras es de los parámetros más confiables para la descripción morfológica de las poblaciones.

## **2.7. Mejoramiento genético**

Existen diferentes estrategias de mejoramiento genético, siendo las más frecuentes en cacao: primero se realiza la selección de clones, la cual ha sido empleada desde los años 1940, luego de ellos se seleccionará las familias de origen sexual, técnica muy empleada que consiste en la creación de descendientes F1 o híbridos de clones que son empleados como progenitores de semilla híbrida, con los cuales se espera una fuerte heterosis para el rendimiento, vigor y precocidad (Lanaud, 1987).

El mejoramiento genético por cualquiera de estos métodos trae consigo ventajas y desventajas. Así el uso de clones permite aumentar la homogeneidad de las plantaciones y su rendimiento, pero tiene un costo inicial alto y requiere de un nivel tecnológico para el manejo de las plantaciones que muchas veces no está al alcance de los agricultores. En la selección de familias sexuales el ciclo de selección toma muchos años para elegir individuos que posean muchas características deseables y los descendientes son muy heterogéneos por el alto grado de heterogeneidad de sus padres (Lanaud, 1987).

Programas de mejoramiento genético usualmente enfocan su investigación hacia la selección de los materiales en cuanto a su rendimiento, número de frutos producidos por árbol, número de semillas y peso seco de las mismas por mazorca, así Enríquez (2004), indican que el número de mazorcas presentes, no es un buen indicador del rendimiento, debido a que muchas de estas, en algunos de los árboles de cacao se producen más que en otros. Sin embargo, este parámetro es una medida relativamente confiable para estimar la capacidad de producción de un material, porque existe una correlación entre el peso seco de la semilla y el número de mazorcas presentes en el árbol.

(Enríquez, 2004). En varios estudios se ha determinado que el peso promedio de las mazorcas depende del tamaño y forma de las mismas. Usualmente, el peso de la mazorca tiene una correlación directa con el peso y número de semillas presentes en el fruto. Existiendo además una correlación directa entre el peso seco del cacao y el número de semillas por mazorca (Jacob y Toxopeus 1971; Bartley 1971).

El índice de mazorca está influenciado por factores genéticos y ambientales. Por ejemplo la edad temprana o senil de la planta y otros como la localización de los frutos en el árbol y las condiciones de suelo y fertilidad afectan su respuesta (Quiroz, 2002); por esta razón es importante determinar el tamaño de una muestra mínima para determinarla apropiadamente. Considerándose un mínimo de 30 frutos como muestra suficiente para determinar este índice (Cheesman y Pound 1934), sin embargo el IPGRI (2000) propone 20 mazorcas para este mismo carácter.

El índice de semilla que es el peso promedio en gramos de 100 semillas secas y fermentadas (IPGRI, 2000), donde es común que se descarten los materiales que registren un peso inferior a 1,1 g. Sin embargo existe una alta variabilidad entre genotipos con relación a este índice, por ejemplo, los cacaos de tipo Trinitario presentan un índice de semilla bajo con relación a los cacaos de tipo forastero y en algunos casos se ha informado que la semilla proveniente de los frutos que son de forma amelonada presentan un rango de variación de 0,9 a 1,3 g (Atanda y Jacob 1975).

El índice agronómico sirve para seleccionar árboles individuales y se lo define como la relación que existe entre la producción y el vigor de la planta, calculándose por medio del cociente resultante entre el acumulado de la producción de cacao seco y fermentado en un tiempo definido y el diámetro de la planta. Este índice se ve afectado por factores: Manejo de la plantación, la poda, la densidad de siembra y la variabilidad genética de los árboles (IPGRI 2000; Eskes 2005).

Estudios del (IPGRI 2000), indican que la producción depende del vigor de la planta siendo indispensable conocer este carácter agronómico porque permite hacer recomendaciones sobre la densidad de siembra y poda de los árboles. Se lo define como la

capacidad que tienen los árboles para producir en el medio que se desarrollan, Siendo afectado por condiciones ambientales tales como: Fertilidad, temperatura y precipitación; así como factores hereditarios que relacionan el tamaño y forma de los árboles. Por esta razón el vigor debe de ser considerado un parámetro de selección, debido a que refleja la eficiencia del rendimiento de cada uno de los árboles dentro de una plantación.

Este mismo autor propone determinar este carácter en función de una escala visual que va de 1 a 5, como de menor a mayor vigor respectivamente al evaluar los árboles en el campo. Sin embargo, la relación existente entre el índice de producción y este se define como valores intermedios (2 y 3) considerados como óptimos debido a la correlación directa entre la producción y el rendimiento.

Para los parámetros de calidad del cacao se pueden contemplar dos tipos: (1) Las características físicas como tamaño, peso, grosor de cáscara, color, contenido de grasa y (2) Las características organolépticas de las almendras que están otorgadas por el sabor, el cual está determinado por el gusto y el aroma, siendo aspectos que dependen de los efectos combinados del genotipo y de los factores edafo-climáticos; manejo agronómico y de la tecnología post-cosecha utilizada (Sukha et al. 2002; Gutiérrez 1985).

## **2.8. Calibración de huertas cacaoteras**

La calibración de huertas cacaoteras es un proceso que se realiza para conocer el comportamiento agro productivo y tener una medida de referencia antes de probar una nueva práctica de manejo, como en producción e incidencia de enfermedades. Para lo cual se deben seleccionar parcelas, especialmente con cacao tradicional de semilla, donde es normal encontrar mucha variación agromorfológica de un lote a otro, aún dentro de la misma finca.

Se debe tomar como parámetros de referencia dos parcelas que a simple vista parecieran similares, mismas que fácilmente pueden demostrar diferencias del 50% o más en la producción, o en su reacción frente a enfermedades. De allí que se hace necesario la calibración para evitar sacar conclusiones erradas en cuanto a la eficacia de esta. Hay que

tomar datos durante un periodo adecuado que abarque al menos seis meses antes de aplicar el tratamiento. Sin embargo es preferible un año o más, especialmente si se trata de establecer el grado de pérdida por enfermedades.

Los objetivos de la evaluación están en función de la necesidad; así muchas veces se requiere nada más que el peso seco o húmedo del cacao cosechado. U otro dato útil podría ser el número de frutos sanos y enfermos a la cosecha más el peso del cacao cosechado, debiéndose registrar además el número de jornales que se utiliza en cada una de las labores de cosecha y manejo de la parcela.

El potencial de rendimiento de los árboles es heredable. Por consiguiente, es necesaria la observación individual de la producción por varios años. Sin embargo, la presencia de un gran número de cojines florales está relacionada con la cercanía de otros árboles y este puede ser un indicador de rendimiento. Por otro lado los árboles del borde reciben más luz y tienden a producir más cojines florales que aquellos árboles que se encuentran bajo sombra, este factor es importante y se debe considerar para la selección de plantas por rendimiento.

Finalmente las característica cuantitativas de mayor importancia, para el rendimiento son: El peso promedio de las semillas, el número de semillas/fruto, el peso de las semillas/fruto, el número de frutos por árbol, largo y ancho del fruto, índice de la mazorca, vigor, auto compatibilidad y resistencia a enfermedades.

## **2.9. Estadísticas productivas del cacao**

### **2.9.1. Producción a nivel mundial**

El cacao se cultiva principalmente en África del Oeste, América Central y del Sur y Asia. Los países productores son:

- América del Norte: México.

- América Central: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, República Dominicana, Panamá, Jamaica, Nicaragua, Granada y las Antillas.
- América del Sur: Brasil, Ecuador, Bolivia, Colombia, Perú y Venezuela.
- África: Camerún, Costa de Marfil, Ghana, Nigeria y Santo Tomé y Príncipe.
- Asia: Indonesia (Java y Sumatra, principalmente), Sri Lanka y Malasia.
- Oceanía: Samoa y Papúa-Nueva Guinea.

De acuerdo con la Organización Internacional del Cacao (ICCO, 2011), los ocho mayores países productores del mundo (Tabla 1), en orden descendente, son: Costa de Marfil (38%), Ghana (19%), Indonesia (14%), Nigeria (5%), Brasil (5%), Camerún (5%), Ecuador (4%) y Malasia (1%). Estos países representan en conjunto el 90% de la producción mundial. Los principales productores son también los mayores exportadores, con excepción de Brasil y Malasia, cuyo consumo interno absorbe la mayor parte de su producción.

**Tabla 2.1. Producción mundial efectiva y prevista de cacao.**

PAÍSES	EFECTIVA		PREVISTA	TASAS DE CRECIMIENTO	
	Promedio 1988-1990	Promedio 1998-2000	2011	1988-2000	1998-2011
	Miles de toneladas			Porcentaje anual	
Mundo en desarrollo	2 460	2 905	3 700	1,7	2,2
<b>África</b>	1 414	1 999	2 500	3,5	2,1
Camerún	123	125	129	0,2	0,3
Costa de Marfil	793	1 249	1 610	4,6	2,3
Ghana	296	410	490	3,3	1,6
Nigeria	160	181	212	1,2	1,4
Otros	42	34	59	-2,1	5,1
<b>América Latina y Caribe</b>	629	397	520	-4,5	2,5
Brasil	347	141	180	-8,6	2,2
Colombia	51	38	27	-2,9	-3,1
Rep. Dominicana	48	36	44	-2,8	1,8
Ecuador	95	86	94	-1,0	0,8
México	43	35	37	-2,0	0,5
Otros	45	61	138	3,1	7,7
<b>Lejano Oriente</b>	417	509	680	2,0	2,7
Indonesia	118	395	574	12,8	3,5
Malasia	230	52	43	-13,8	-1,7
Papúa-N. Guinea	41	40	45	-0,2	1,1
Otros	28	22	18	-2,4	-1,8

Fuente: ICCO (2011)



Por otra parte la misma ICCO (2011), indica que los principales países consumidores de cacao en grano para molienda, en orden de importancia, son: Países Bajos 465 000 t (13%), EE.UU, 418 000 t (12%), Alemania 357 000 t (10%) y Costa de Marfil 336 000 t (9%).

### 2.9.2. Producción de cacao en el Ecuador

Esta se encuentra localizada en las 26 provincias. Se trata de “cultivo solo” y cultivos asociados con otras especies. La mayor concentración del cultivo del cacao se encuentra en las Provincias del litoral (Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas y El Oro), en las estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes y en las provincias del nororiente del Ecuador (Sucumbíos, Orellana y Napo). En las Provincias de Orellana y Sucumbíos, en los últimos años la superficie sembrada se ha incrementado aproximadamente 20 000 Has de cacao tipo Nacional Fino y de Aroma.

**Tabla 2.2. Distribución de la producción de cacao a nivel nacional**

Rango	Cultivo solo			Cultivo asociado			Total		
	Has	UPAs	% UPAs	UPAs	Has	% UPAs	UPAs	Has	% UPAs
De 0-10	28,71	28,48	49,12	18,73	46,67	48,83	47,45	105,16	49,01
De 11-20	9,94	43,82	17,00	7,80	41,12	20,35	17,74	84,95	18,33
De 21-50	12,08	69,84	20,67	7,92	58,2	20,66	20,00	128,76	20,66
De 51-100	5,50	37,68	9,41	2,77	25,61	7,23	8,27	63,29	8,55
De 100-200	1,57	16,14	2,70	805	10,12	2,10	2,38	26,27	2,46
De 201 a más	646,0	17,17	1,10	316	8,80	0,82	962	25,97	0,99
<b>TOTAL</b>	<b>58,46</b>	<b>243,1</b>	<b>100</b>	<b>38,36</b>	<b>191,27</b>	<b>100</b>	<b>96,82</b>	<b>434,42</b>	<b>100</b>

Fuente: Proyecto de reactivación del cacao nacional fino de aroma, Jaime Freire, año 2012

**Tabla 2.3. Producción de cacao en Sucumbíos**

Superficie	Superficie total del cacao	Promedio ha finca <sup>-1</sup>	% variedad	Productividad, qq año <sup>-1</sup>	Volúmenes qq año <sup>-1</sup>	USD año <sup>-1</sup>
Nacional	16 000	1,51	77	5,5	9,5	133 600
CCN51	4 800	0,45	23	88 000	45 600	
Total	20 800	1,96		7 040 000	3 648 000	10 688 000

Fuente: Plan Ecuador/Programa Amazor, 2009 e informes GIZ

## 2.10. Manejo agronómico

Entre las medidas de manejo de estas enfermedades, figura la poda fitosanitaria, la cual consiste en la eliminación de las escobas de bruja, esta se recomienda realizarla una vez al año, esto se basa en que el hongo sobrevive en las escobas secas, a partir de las cuales se reproduce cuando llega la época lluviosa. La poda debe ser efectuada durante la época seca, dejando las escobas sobre el suelo de la huerta, para que se descompongan rápidamente debido a la acción de hongos presentes en el suelo y de otros como los del género *Trichoderma spp.* Que matan al hongo *M. pernicioso*. Se puede aprovechar esta poda para eliminar chupones y ramas improductivas. Otra medida es la remoción de frutos enfermos, en la que se elimina periódicamente los frutos enfermos antes que estos presenten las esporas, las cuales se ven como un polvo semejante a un talco. La frecuencia recomendada es cada 7 días. Una vez removidos, los frutos son dejados en el suelo para su descomposición, habiéndose constatado que *M. roreri* no sobrevive más de tres meses en estas condiciones.

La Amazonía norte posee zonas con buenos suelos para la actividad cacaotera aunque en una proporción menor si la comparamos con los suelos disponibles para el desarrollo forestal, y aún mucho menor con relación a los suelos destinados a las áreas de protección. Por otro lado, cuenta con una hidrografía importante que beneficia el transporte de la actividad productiva en comunidades que viven por ejemplo los ríos Aguarico y Napo. Existen varios tipos de suelos: los negros con topografía más plana de buena fertilidad presentes en la Joya de los Sachas, Shushufindi y parte de Loreto y Cascales hasta los de color rojo de menor fertilidad de las vías Lago Agrio, Los Tetetes, Putumayo, y Vía Coca, el Auca todos son aptos para el cultivo del cacao, siempre y cuando se cuide la fertilidad del suelo.

## 2.11. Principales enfermedades del cacao en Ecuador

Las principales enfermedades del cacao en el Ecuador son la Escoba de Bruja, la Moniliasis, causadas por los hongos *Moniliophthora pernicioso*, *Moniliophthora roreri* respectivamente. Las dos primeras enfermedades son responsables de pérdidas promedio

de 60% de las mazorcas. Estos hongos atacan diversas partes de las plantas, siendo *M. royeri* exclusivo de las mazorcas, mientras que *M. pernicioso* afecta brotes vegetativos, cojinetes florales y frutos. Para reducir las pérdidas ocasionadas por estas enfermedades, se han desarrollado medidas de manejo basadas en el conocimiento de los ciclos de vida de estos patógenos.

### **2.11.1. Control químico de enfermedades**

Las medidas de control químico, han demostrado ser eficientes; y los fungicidas Óxido Cuproso, Clorotalonil y Azoxystrobina. Se recomiendan a partir del inicio de las lluvias protegiendo los frutos hasta unos tres meses de edad.

### **2.11.2. Control biológico**

Una alternativa adicional de control es el biológico, mediante el uso de organismos capaces de controlar a los hongos causantes de enfermedades. En cacao se han encontrado varios hongos, que han probado ser eficientes controlando *M. royeri* en laboratorio y se constituye en una herramienta para el manejo integrado de las enfermedades del cacao. Sin embargo, a pesar de todas las medidas desarrolladas para reducir el impacto negativo de las enfermedades, existen dificultades para la aplicación de las mismas, en las fincas cacaoteras viejas, los árboles poseen varios metros de altura, lo que dificulta la realización de la poda fitosanitaria, la remoción de frutos enfermos y, la aplicación del control químico para proteger los frutos nuevos. Para un buen manejo fitosanitario de las cacaoteras, se recomienda la aplicación de la rehabilitación de las huertas viejas. Esto incluye, la reducción de altura de los árboles mediante un descope y la selección de brotes para formar la nueva copa.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Sitio de estudio

##### 3.1.1. Localización geográfica

La presente investigación se realizó en la Provincia de Sucumbíos, Cantón Lago Agrio, en la Parroquia Nueva Loja, en la propiedad del Sr. Cuenca Ronal, localizado geográficamente entre las coordenadas 00° 13' 49'' de latitud Sur y 79° 15' 36'' de longitud Oeste y a 310 m de altitud sobre el nivel del mar.

##### 3.1.2. Ubicación en el tiempo y zona de estudio

La investigación se efectuó desde junio del 2012 hasta mayo del 2013. La zona de estudio abarcó una superficie aproximada de 300 has, ubicada en los recintos Amazonas y Cinco Estrellas, donde se encuentran localizadas 150 fincas cacaoteras; de las cuales, 145 tienen una superficie menor a dos hectáreas y cinco mayor a dos hectáreas. En estos recintos, se realizó una estratificación y un muestreo de las fincas considerando el tamaño y dividió en dos grandes grupos: Grupo I, Fincas con un área de cacao de 0 – 2 has y grupo II Fincas con un área de cacao mayor a 2 has.

##### 3.1.3. Características climáticas

El sitio de la investigación presentó las siguientes características climáticas (tabla 3.1).

**Tabla 3.1. Características climáticas del sitio de la investigación**

Características	Medición
Clima	Subtropical húmedo
Temperatura media anual	24 °C
Humedad relativa anual	85%
Precipitación media anual	3 200 mm
Heliofanía (horas luz <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	3

### 3.2. Materiales, instrumentos y recursos

En la tabla 3.2, se indica los materiales, instrumentos y recursos utilizados en la presente investigación.

**Tabla 3.2. Materiales, instrumentos y recursos utilizados para la investigación**

Nombre	Instrumento	Destino
Balanza	X	Análisis de peso fruto
GPS	X	Ubicación del sitio
InfoStat	X	Análisis estadístico
Pie de rey	X	Fruto
Cámara fotográfica	X	Fotos
Cinta métrica	X	Medir el tamaño

### 3.3. Modelo experimental

Para definir el número de fincas a usar en cada uno de los grupos, se utilizó la fórmula estadística de Steel y Torrie, 1988, para muestreo aleatorio simple (Muestreo Aleatorio Estratificado), cuya fórmula es la siguiente:

$$n_i = N_o / 1 + (N_o/N_i)$$

#### Dónde:

$n_i$  = Número de huertas a diagnosticar

$N_i$  = Número total de muestras ubicadas en el estrato I (Datos del CISAS)

$N_o$  = Número de huertas a diagnosticar según tabla de Student, al nivel de confianza del 90%, mediante fórmula:

$$N_o = 2T \times P \times Q / D^2$$

**Dónde:**

T = Valor de T de Student (tabla) (Steel y Torrie, 1988)

P = Probabilidad de ocurrencia del suceso

Q = Probabilidad de no ocurrencia del suceso

D = Margen de error

Por lo tanto para cada sub-muestra en cada estrato se consideró:

T = 1,64 (a un nivel de confianza del 90%)

P = 0,90

Q = 0,10

D = 0,09

Se calculó el número de productores a encuestar (No)

$$N_o = 2T \times P \times Q / D^2 \implies 2 (1,64) \times 0,90 \times 0,10 / (0,09)^2$$

$$N_o = 36$$

Reemplazado en la fórmula para calcular ni

$$N_i = N_o / 1 + (N_o/N_i) \implies 36 / 1 + (36 / 150)$$

$$N_i = 29$$

Igual cálculo se realizó para el estrato 2. Por lo tanto en el estrato II: Ni = 5

El número total de huertas a diagnosticar fueron 29, para el estrato I, mientras que en el estrato II se consideró el 100 % de las fincas. En total para el presente estudio se evaluaron 34 predios. (Tabla 3.3)

**Tabla 3.3. Número de huertas a encuestar**

<b>Estrato</b>	<b>Nº de huertas</b>	<b>Huertas a diagnosticar</b>
<b>I</b>	145	29
<b>II</b>	5	5
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>34</b>

### **3.3.1. Criterios para la selección de las huertas**

Las huertas seleccionadas, tanto las de menor y superior a 2 hectáreas, fueron concentradas en 8 grupos con características agroecológicas similares, donde estuvo representada la zona en estudio. Esta clasificación por zonas se realizó con la finalidad de darle mayor alcance al trabajo y así poder comparar las fincas (Anexo 1).

### **3.3.2. Delimitación del área de estudio**

En las fincas seleccionadas para el estudio, se delimitaron parcelas temporales, de 50 X 20 m = 1000 m<sup>2</sup>; las mismas que fueron definidas al azar a fin de evitar los sesgos.

## **3.4. Datos a evaluar en la investigación**

### **3.4.1. Identificación de los tipos de cacao y características morfológicas**

Para realizar la diferenciación respectiva y poder determinar el genotipo al que pertenecían los árboles encontrados, se realizó una caracterización visual utilizando como base criterios de las características particulares que identifican a los cuatro genotipos más comunes reconocidos en el mundo (Forasteros amazónicos (altos y bajos) ; Trinitarios, Criollos y

Nacionales) y/o segregaciones. Así también se tomaron siete clones de cacao, el EET-19, EET-48, EET-95, EET-96, EET-103, EET-116, EET-399, EET-400, EET-544 y EET-558; provenientes de la Estación Experimental litoral Sur (EELS) mismos que fungieron como controles para la identificación morfológica.

Aunque las normas internacionales determinan para caracterización morfológica de las mazorcas de cacao el uso de 20 mazorcas (Quiroz 2002), en el presente estudio por contar con un solo árbol como representativo de los tipos seleccionados se tomaron cinco frutos promedios como tamaño de la muestra. Los mismos que debían estar fisiológicamente maduros para determinar la forma, color y rugosidad; utilizándose la lista de descriptores usada por Quiroz en el Curso Superior de Cacao, 2010. Mismo ha sido propuesto por Engels et. Al. (1980). Cuyas características se describen en el siguiente cuadro.

**Tabla 3.4. Descriptores morfológicos del fruto de cacao**

<b>Descripción morfológica</b>	<b>Descripción</b>
Color	Se determinaron en frutos fisiológicamente maduros como: Anaranjado, Rojo con surcos, Canela rojizo, Amarillo, Rojo
Forma del fruto	Angoleta, Amelonado, Cundeamor, Calabazillo
Rugosidad mesocarpio	Lisa o ausente, Leve, Intermedia, Ligeramente áspero, Áspero
Largo del fruto (cm)	Se midió la distancia entre los extremos del fruto sin considerar el pedúnculo
Ancho del fruto (cm)	Se midió la parte más ancha e intermedia del fruto
Espesor del lomo del fruto (cm)	Se midió la parte más gruesa del (mesocarpio y pericarpio) del fruto
Espesor del surco del fruto (cm)	Se midió la parte ubicada entre los surcos (mesocarpio y pericarpio)

En la tabla 3.4., se observan los descriptores utilizados para la medición de color, forma y rugosidad. Para determinar el color de los frutos se utilizó una escala 1 a 5 propuesta por Enríquez, (2011). Para definir la forma de los frutos se utilizó una escala 1 a 4, propuesta por Engels (1981). A fin de establecer la rugosidad de los frutos se utilizó una escala 1 a 5, (Quiroz, 2010).



### 3.4.2. Índice de mazorca

El índice de mazorca o fruto que indica el número de frutos necesarios para obtener un kilogramo de almendras fermentadas y secas, se determinó recolectando al azar 20 mazorcas fisiológicamente maduras y sanas de cada huerta. Luego se abrió las mazorcas y se procedió a extraer, fermentar y secar las almendras. La fórmula utilizada para el cálculo fue la siguiente:

$$\text{Índice de mazorca (IM)} = \frac{\text{Nº de mazorcas}}{\text{Peso de las almandras secas}} \times 100$$

### 3.4.3. Índice de semilla (IS)

Se definió como el peso promedio en gramos de 100 semillas secas y fermentadas. Para determinar el índice de semilla se tomó al azar semillas por cada fruto, totalizando 100 semillas. Luego de fermentadas y secadas las semillas se realizó el cálculo, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de semillas (IS)} = \frac{\text{Peso de las almendras fermentadas y secas}}{100}$$

### 3.4.4. Rendimiento de cacao seco en ha año<sup>-1</sup>

Para determinar está variable se cosecharon todas las mazorcas sanas de la huerta en estudio y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Nº de mazorcas cosechadas}}{\text{Índice de mazorca}}$$

El rendimiento fue expresado en kilogramos por hectárea; para el efecto se realizó la siguiente ponderación:

$$\text{Rendimiento de cacao} = \frac{\text{Peso de cacao fresco (kg)}}{\text{Área útil de cosecha (m}^2\text{)}} \times 1000 \text{ (m}^2\text{)}$$

### 3.4.5. Incidencia de enfermedades

#### 3.4.5.1. Incidencia de monilla

Esta variable se determinó contabilizando los frutos afectados por monilla, las características que se tomaron en consideración fueron la presencia de micelio blanquecino, característica típica de esta enfermedad, las protuberancias y el sobre peso de los frutos; los resultados obtenidos se los expresó en términos de porcentaje, relacionando con el número total de frutos (Anexo 8).

#### 3.4.5.2. Incidencia de escoba de bruja

La incidencia de escoba de bruja se efectuó removiendo las escobas en los árboles, clasificándolas como vegetativas y cojinetes. Las mazorcas igualmente fueron separadas y contadas independientemente de las otras enfermedades y se determinó el conteo y severidad mediante la utilización de una escala, en donde:

**Tabla 3.5. Escala de medición para escoba de bruja**

<b>Escala</b>	<b>Valor</b>	<b>Significado</b>
0	0 escoba	No infección
1	1- 4 escobas	Poco
2	5- 10 escobas	Ligero
3	11- 25 escobas	Moderado
4	26 - 50 escobas	Fuerte
5	>50 escobas	Severo

### **3.5. Manejo del experimento**

#### **3.5.1. Muestreo y análisis de suelos**

En cada huerta se tomaron muestras de suelos hasta una profundidad de 15 – 20 cm. Las muestras se remitieron al Laboratorio de análisis de suelos de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP para determinaciones de textura y varios parámetros de fertilidad (pH, CIC, porcentaje de saturación de bases, macro y micronutrientes, etc.).

#### **3.5.2. Colecta de muestras en el área**

Las muestras fueron colectadas, a nivel cantonal, en suelos de las fincas cacaoteras representativas, distribuidas en las zonas establecidas para el estudio. En cada finca seleccionada, durante la época lluviosa y seca del primer año y por separado, se colectaron muestras compuestas de diez submuestras para suelos. En cada huerta se tomaron muestras de suelos hasta una profundidad de 15 – 20 cm. Las muestras se remitieron al Laboratorio de análisis de suelos de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP para determinaciones de textura y varios parámetros de fertilidad (pH, CIC, porcentaje de saturación de bases, macro y micronutrientes, etc.).

La información que se obtuvo en las 8 parcelas seleccionadas para la presente investigación, fue digitada en hojas electrónicas y se tabuló en tablas de Excel. Los resultados fueron ordenados de acuerdo al análisis estadístico de cada una de las variables evaluadas (Anexo 2).

#### **3.5.3. Características de las plantaciones**

Adicionalmente se evaluaron características relacionadas con:

### **3.5.3.1. Forma de propagación**

Se determinó en forma visual, observando las características morfológicas de la planta y versión del dueño de la plantación; en donde: uno es semilla, dos es el injerto y tres es la estaca, clon o rama.

### **3.5.3.2. Altura de la planta**

Se procedió a medir desde la base del árbol a la punta de la copa (ápice de la copa), para lo cual se utilizó cinta y regla métrica.

### **3.5.3.3. Arquitectura**

Esta variable se determinó estimando el ángulo de las ramas del árbol con relación al tronco. Si el ángulo es menor de  $90^\circ$ , la designación es erecta; si el ángulo está entre  $90$  y  $135^\circ$ , la denominación es intermedia o copa horizontal; y si es de mayor de  $135^\circ$ , es pendulosos (Anexo 10)

### **3.5.3.4. Vigor**

El vigor se determinó comparando cada una de las plantas evaluadas con un árbol seleccionado en la misma finca y que sirvió como referencia, en el que se consideraron algunos aspectos como: altura, diámetro del tallo y la masa foliar; para lo cual se emplea una escala arbitraria de 1 a 3, en donde:

1 = Vigorosa (tallo grueso y masa foliar abundante)

2 = Vigor medio (tallo y masa foliar normal)

3 = Endeble o débil (tallo delgado y escasa masa foliar)

### **3.5.3.5. Arreglo agronómico de la planta**

El registro de esta variable se determinó basándose en una escala arbitraria de 1 a 3, para determinar la forma en función de la poda (Quiroz, 2010). En dónde:

1 = Podada (planta normal)

2 = Sin podar

3 = Recepada

Por tratarse de un proceso de evaluación y caracterización de material existente en plantaciones de agricultores y por no ajustarse a un diseño formal, el manejo del experimento fue realizado tomando en consideración el ejecutado por el productor de cada predio. Así el control de malezas en la mayoría fue de tipo manual y combinado con aplicación de herbicidas, para el caso de los árboles donde se colecto las mazorcas estas fueron podadas de acuerdo con las condiciones del cultivo y del manejo proporcionado a la planta en concordancia con el productor. Las mazorcas para la caracterización fueron colectadas en cada visita y transportadas a un sitio destinado para la medición de los parámetros morfológicos y fenológicos antes indicados.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Caracterización morfológica

En las fincas seleccionadas se identificaron 29 tipos de cacao con características diferenciales, a estos se les adiciono siete clones de cacao pertenecientes al grupo de los denominados EET, mismos que fueron evaluados usando tres variables cualitativas (color, forma y rugosidad del fruto o mazorca); y cuatro variables cuantitativas (longitud y ancho del fruto, espesor del lomo y espesor del surco). La caracterización se realizó *In situ* y se usaron tres frutos por accesión. Los resultados observados fueron divididos en cualitativos y cuantitativos.

#### 4.2. Variables cualitativas del fruto

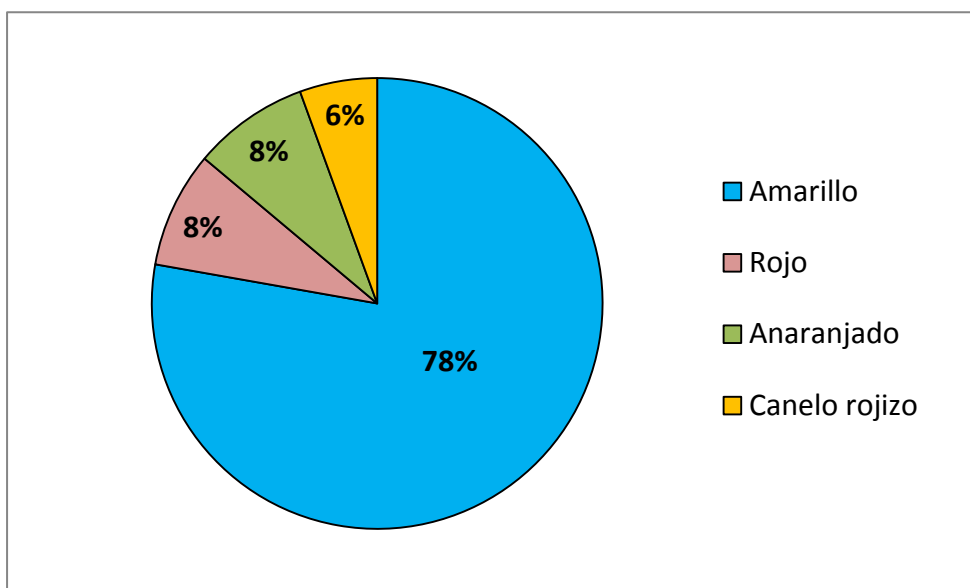
En la tabla 4.1., se describe las variables cualitativas de los frutos de cacao

**Tabla 4.1. Variables cualitativas del fruto de 36 materiales de cacao**

Descripción	Categoría	Nº de frutos	%
Color	Amarillo	28	77,8
	Rojo	3	8,3
	Anaranjado	3	8,3
	Canelo rojizo	2	5,6
Forma de la mazorca	Cundeamor	24	66,7
	Angoleta	5	13,9
	Amelonada	7	19,4
Rugosidad	Intermedia	20	55,6
	Leve	6	16,7
	Ligeramente áspero	5	13,9
	Áspero	4	11,1
	Liso	1	2,8

#### 4.2.1. Color

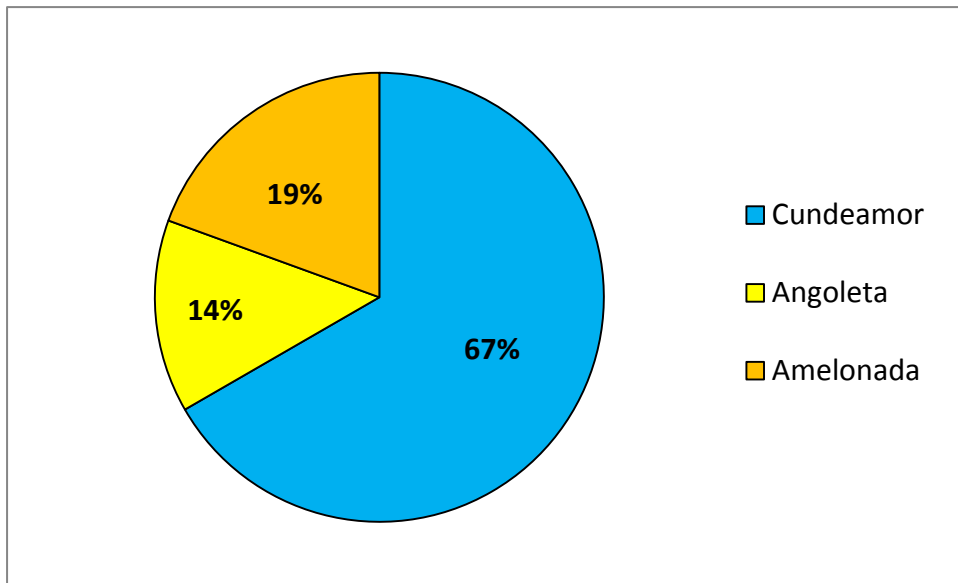
De los 36 tipos de cacao evaluados, 28 son de color amarillo que corresponde al 77,8%, 3 (8,3%) son de color rojo, 3 (8,3%) son de color anaranjado y 2 (5,6%) de color canelo rojizo. Lo que demuestra que posiblemente estos tengan origen amazónico o nacional. (Figura 4.1).



**Figura 4.1. Determinación del porcentaje de color de los frutos de cacao**

#### 4.2.2. Forma

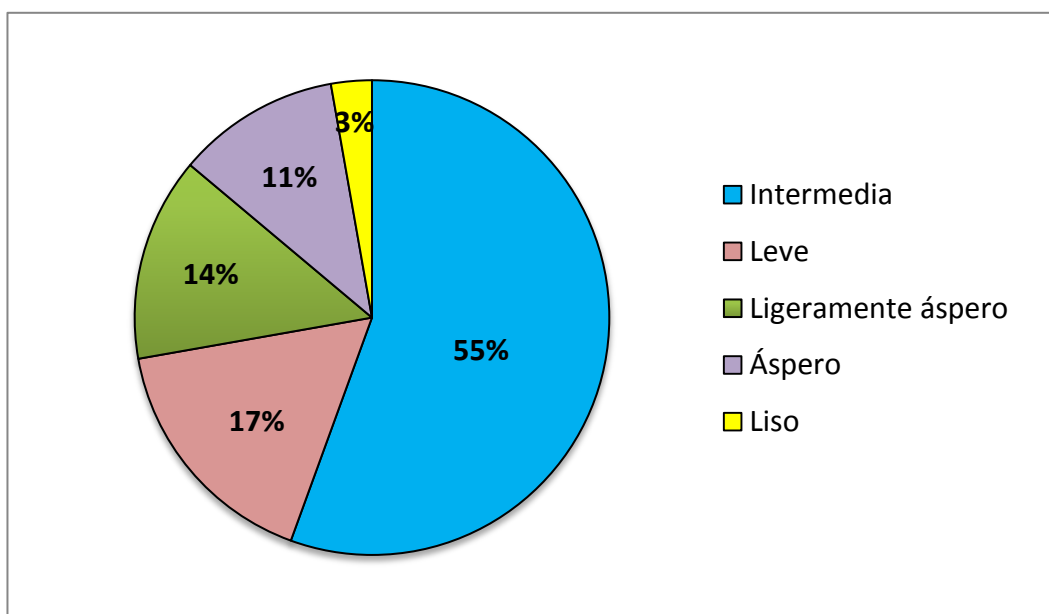
En los tipos de cacao evaluados se encontraron frutos de forma cundeamor que fue la predominante con un 66,7%, de forma Angoleta un 19,4% y de forma amelonada el 13,9%. (Figura 4.2).



**Figura 4.2. Determinación del porcentaje de la forma de los frutos de cacao**

#### 4.2.3. Rugosidad

El 55,6% (20) de los frutos presentan una rugosidad intermedia, el 16,7% (6) tienen una rugosidad leve, el 13,9% (5) poseen una rugosidad levemente áspera, el 11,1% (4) son ásperos y el 2,8% (1) es liso. De acuerdo a estos valores la mayoría de los tipos de cacao evaluados presentan una rugosidad intermedia. (Figura 4.3).



**Figura 4.3. Determinación del porcentaje de la forma de los frutos de cacao**



### 4.3. Variables cuantitativas del fruto

#### 4.3.1. Largo y ancho del fruto

En el anexo 1, se indican los resultados obtenidos en la evaluación de 36 tipos de cacao encontrados en la zona de estudio. El largo del fruto varió entre rangos de 13 a 26,6 cm que corresponden a los tipos de cacao con el código A1-14 y A7-20 respectivamente; el diámetro de la mazorca varió de 7,3 a 11,2 cm que corresponden a los tipo de cacao con el código A2-3 y A2-15. (Figura 4.4.)

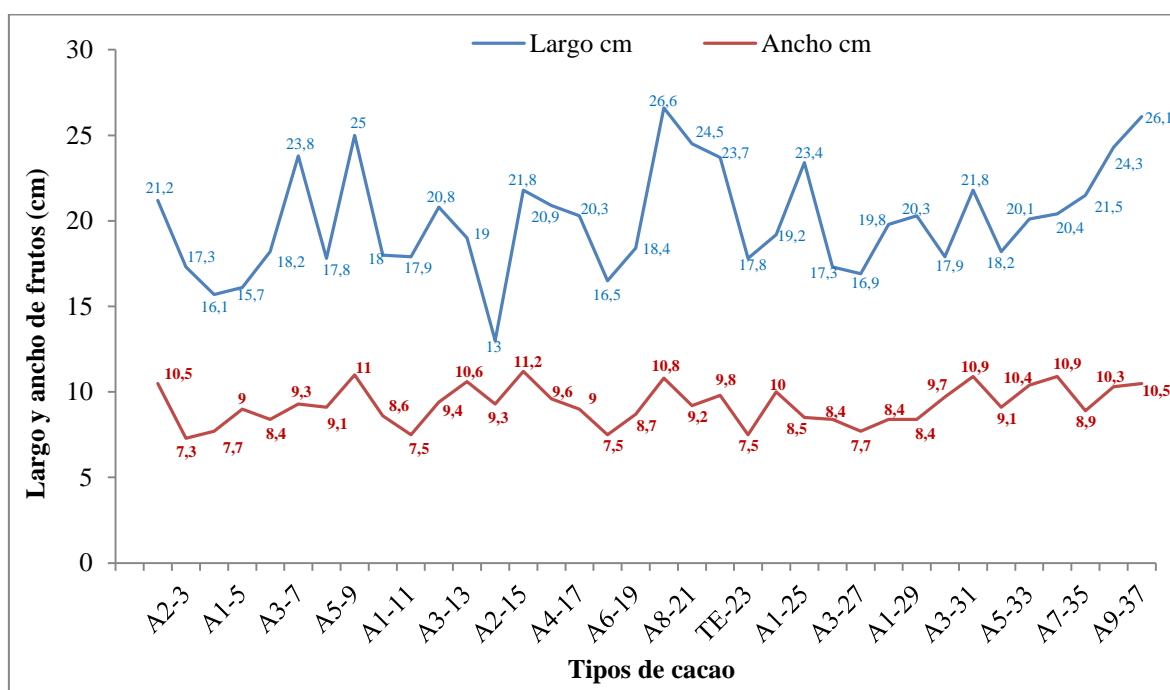


Figura 4.4. Largo y ancho de frutos de cacao de 36 materiales

#### 4.3.2. Espesor del lomo y del surco

El espesor del lomo varió de 0,7cm a 2,2 cm, correspondiente a los tipos de cacao con el código A3-4 y A3-24; y el espesor del surco varió desde 0,4 cm a 1,4 cm que corresponden a los clones A3-4 y A8-36. (Figura 4.5)

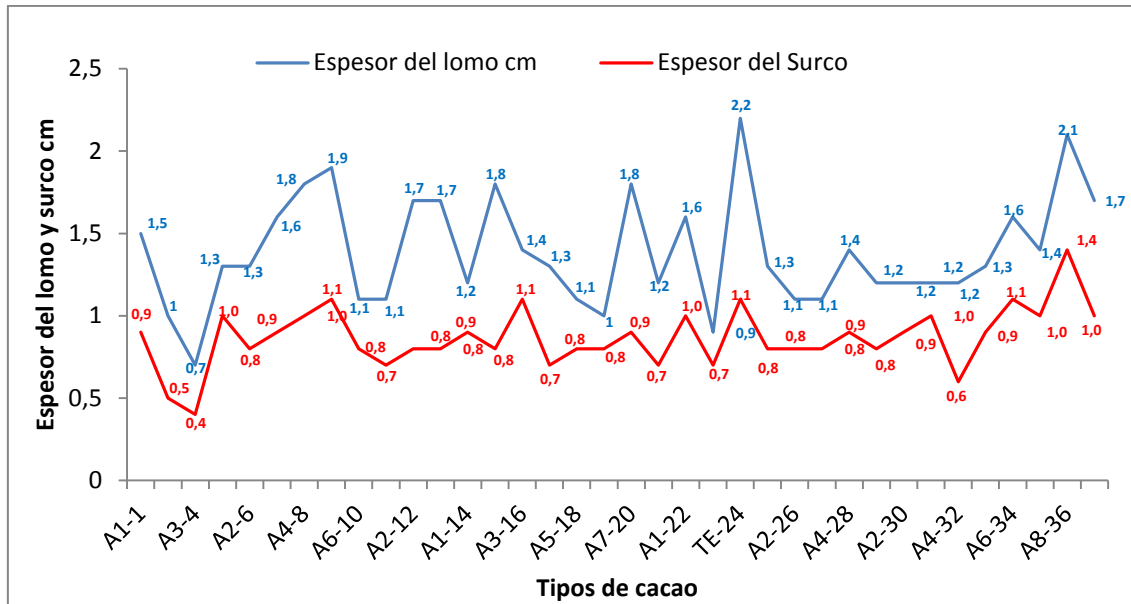


Figura 4.5. Espesor del lomo y surco de mazorcas de 36 materiales de cacao

#### 4.3.3. Peso del fruto y peso de la cáscara

El fruto de mayor peso pertenece al tipo de cacao con el código A9-37 con 1 200 g. y el tipo de cacao con el código A1-11 fue el que tuvo menos peso con 400 gramos.

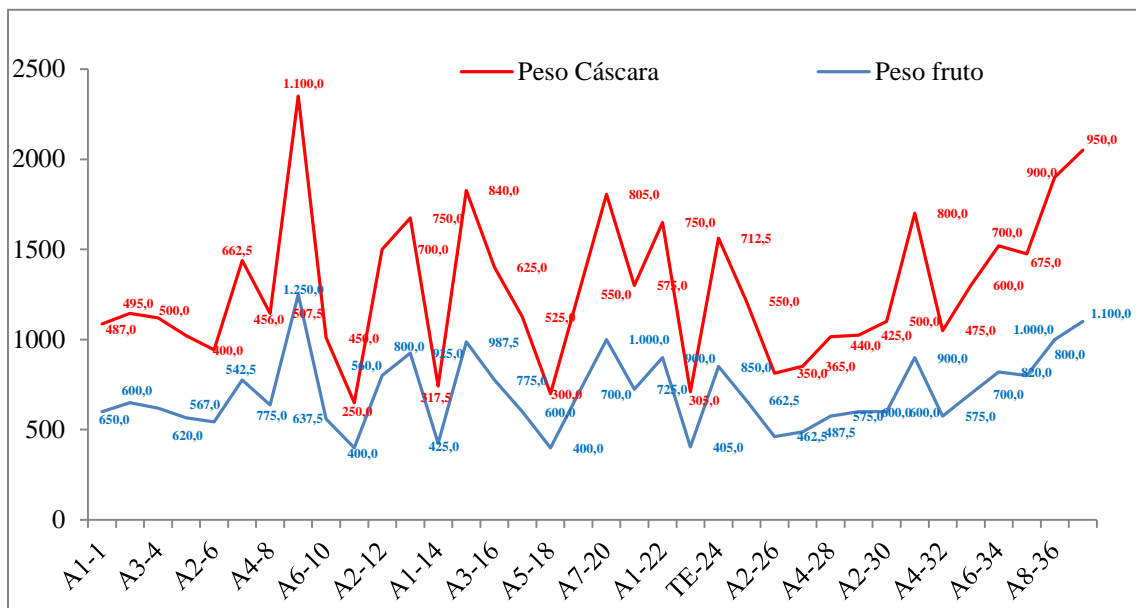
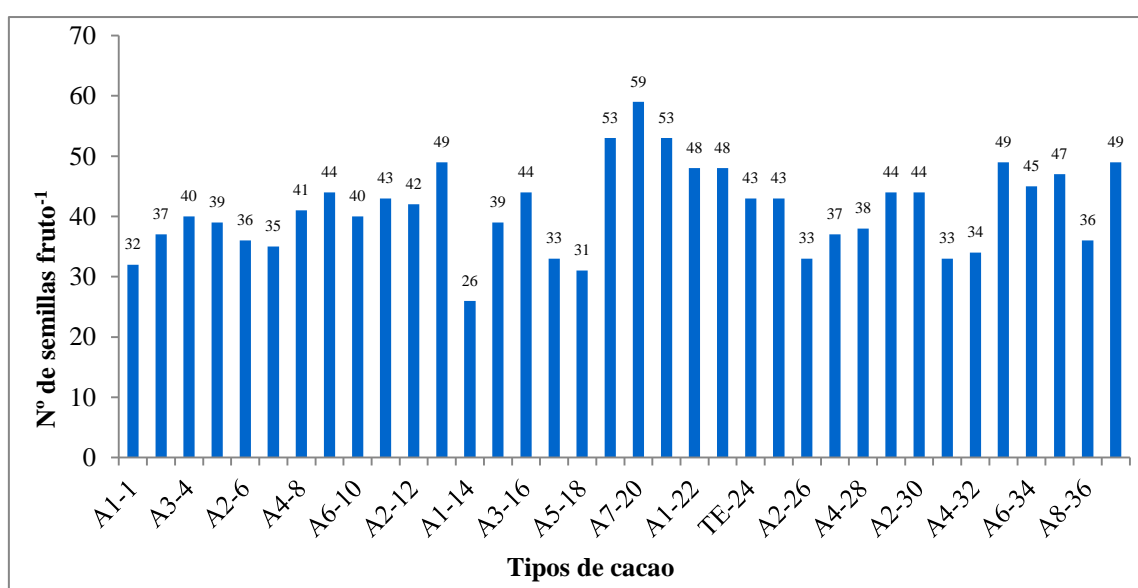


Figura 4.6. Peso de frutos enteros y cáscara de 36 materiales de cacao

#### 4.4. Evaluación cuantitativa de las semillas

##### 4.4.1. Número de semillas por fruto

El fruto con mayor número de semillas fue el tipo de cacao con el código A7-20 con 59 semillas, mientras que el tipo de cacao con menor número de semillas fue el del código A1-14 con 26 semillas, tal como se muestra en el figura 4.7.



**Figura 4.7. Semillas por frutos de 36 materiales de cacao identificados en Sucumbíos**

##### 4.4.2. Largo, diámetro y espesor de la semilla

Se pudo identificar 9 materiales que alcanzaron un largo de semilla mayor a 2,5 cm (A2-3; A1-5; A6-10; A2-12; A4-17; A6-19; A1-22; EET-400 y EET-558). El ancho de las almendras fue muy variable; sin embargo cinco materiales presentaron más de 1,4 cm, dentro de los que se destacan tres clones EET. (A1-1; A4-17; EET-19; EET-48 y EET-95). (Figura 4.8)

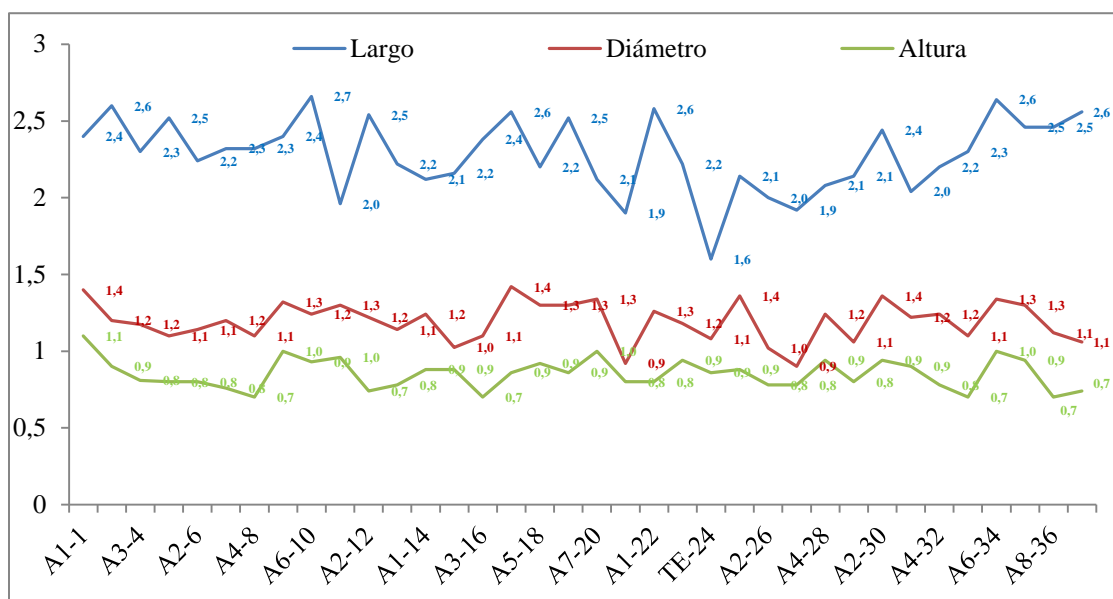


Figura 4.8. Diámetro, largo y espesor de semillas de cacao de 36 tipos de Sucumbíos.

#### 4.5. Incidencia de enfermedades monilla y escoba de bruja

Como se puede observar en la huerta 6 el número de frutos enfermos con monilla es de 285, lo que equivale a un 49% de incidencia, y la huerta 4 es la finca con menor número de frutos con monilla; haciendo un promedio se obtiene que el número de frutos con monilla en la zona es de 245. En lo que respecta a la enfermedad conocida como escoba de bruja, los datos son los siguientes: Huerta 5 con 265 frutos con escoba de bruja, que corresponde a un 40% de infección; y las huertas 2 y 4 con 123 y 189 frutos con escoba de bruja. El promedio de frutos con escoba de bruja en las huertas es de 206.

Tabla 4.2. Porcentaje de incidencia de enfermedades observadas en fincas de Sucumbíos.

Nº. de Huerta	Nº Árbol	Nº de frutos total	Nº de frutos sanos	Nº de frutos enfermos con monilla	% de incidencia de la enfermedad	Nº de frutos enfermos con escoba de bruja	% de incidencia de la enfermedad
1	55	836	330	275	33	231	28
2	45	526	178	225	43	123	23
3	50	615	187	250	41	178	29
4	39	491	111	195	40	185	38
5	45	657	167	225	34	265	40
6	57	586	145	285	49	156	27
7	55	532	132	275	52	125	23
8	47	485	127	235	48	123	25

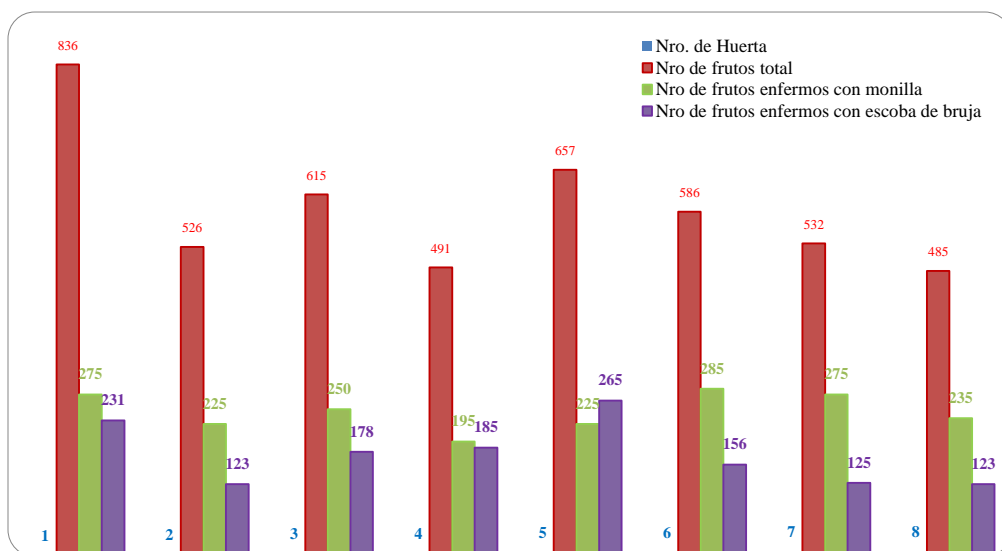


Figura 4.9. Número de frutos enfermos con monilla y escoba de bruja.

Tabla 4.3. Cálculo de los indicadores de producción utilizados en el estudio.

Huerta	Nº. de mazorcas	Constante	Peso almendras secas 20 mazorcas (g)	Índice de mazorcas	Peso 100 semillas fermentada y secas (g)	Constante	Índice de semilla	Nº. de mazorcas cosechadas	Índice de mazorca	Rendimiento (kg año <sup>-1</sup> )	Rendimiento proyectado lb ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
1	20	1000	840	23.8	136.0	100	1.360	3520	23.8	147.84	325.2
2	20	1000	880	22.7	128	100	1.280	4455	22.7	196.02	431.2
3	20	1000	837	23.9	113	100	1.130	4400	23.9	184.14	405.1
4	20	1000	994	20.1	126	100	1.260	2106	20.1	104.67	230.3
5	20	1000	938	21.3	118	100	1.180	1800	21.3	84.42	185.7
6	20	1000	838	23.9	130	100	1.300	2394	23.9	100.31	220.7
7	20	1000	940	21.3	105	100	1.050	4620	21.3	217.14	477.7
8	20	1000	880	22.7	120	100	1.200	5076	22.7	223.34	491.4

La finca ocho es la que tiene mayor producción de cacao, con un rendimiento de 223,34 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y la finca 5 con 84,42 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de cacao, es la de menor rendimiento en la zona. El promedio de rendimiento de cacao en la zona es 157,14 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> o de 3,45 quintales de cacao por año. De acuerdo a las características morfológicas de los cacaos, se puede determinar que en la zona de estudio los cacaos cultivados corresponden al grupo genético de los tipo canelo, canelo + amazónico, CCN-51, segregación de canelo + JHVH 10, ICS 95 + criollo, Segregación del CCN - 51 + ICS 95 + Amazónico y segregación del CCN-51 + ICS.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados, a los resultados obtenidos y al lugar donde se realizó la presente investigación se concluye que:

- Los clones no presentaron características morfológicas bien definidas con relación a los grupos genéticos de cacao seleccionado como comprobadores, provenientes del INIAP. Si no que más bien presentaron características de grupos ajenos a estos, esto debido posiblemente a cruzamientos naturales ocurridos entre sí.
- Se identificaron grupos genéticos diferenciales en los materiales de cacao seleccionados en las fincas de productores en el cantón Lago Agrio, Parroquia Nueva Loja, mismos que están estrechamente ligados.
- La caracterización morfológica es muy útil para la identificación de árboles fuera de tipo, y en esta investigación los tipos de cacao encontrados presentaron características correspondientes a 7 tipos de cacao.
- La caracterización morfológica de los tipos de cacao utilizando caracteres cuantitativos y cualitativos de fruto, permite diferenciar grupos conformados por los materiales utilizados como controles y las plantas existentes en las fincas utilizadas para el estudio.
- El mayor número de frutos caracterizados presentaron forma Cundeamor de color amarillo con una rugosidad media; lo cual permite establecer que estos materiales tienen a su haber sangre de cacao amazónico.
- Los árboles de cacao evaluados no presentan características fenotípicas bien definidas, esto probablemente se debe a que dichas plantaciones provienen de diferentes lugares y

de cruzamientos naturales de una diversidad de clones; considerando que la Amazonía es el centro de origen del cacao.

- La monilla y escoba de bruja, juntas causan pérdidas en un 63% en promedio, limitando la producción de cacao y las variables de producción se ven afectada por los tipos de cacao y alta incidencia de enfermedades especialmente.
- El rendimiento, encontrado muestra diferencias significativas entre las huertas evaluadas con rendimientos de fluctúan entre 84,42 y 223,34 kilos de cacao seco por ha. Valores obtenidos en la misma zona y con las mismas condiciones de cultivo.
- La enfermedad denominada monilla, registra el mayor porcentaje de incidencia (33%), frente a la escoba de bruja que registra un promedio del 28%; Sumando ambos cantidades el porcentaje de incidencia de frutos perdidos por enfermedad es del 61%.

## 5.2. Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos en la investigación se logró llegar a las siguientes recomendaciones:

- Las plantaciones inmersas en el estudio deben ser rehabilitadas, a través del descope, y poda fitosanitaria anual durante la época seca que incluya la remoción de frutos (combinada con las cosechas), y Protección de frutos y brotes en la época lluviosa con fungicidas.
- Se debe continuar con la caracterización morfológica y fitosanitaria de las plantaciones existentes en el sector, lo que permitirá diferenciar las diferentes calidades existentes en el sector.
- Los resultados de incidencia de escoba de bruja y monilla obtenidos en el estudio muestran una alta afectación en las plantaciones de cacao de la zona evaluada, por lo que se requiere implementar un programa de control fitosanitario de estas.
- Los índices de productividad de las plantaciones son bajos debido a la heterogeneidad de los tipos de cacao sembrados, por lo cual se sugiere realizar un enriquecimiento de las plantaciones con material clonal de alto rendimiento y de calidad.
- En base a los resultados de los análisis de suelo se puede observar que los contenidos de nutrientes son bajos por lo tanto se recomienda iniciar un programa de fertilización u abonamiento tomando en consideración los resultados de los análisis, que deben incluir un análisis foliar.



## BIBLIOGRAFÍA

ANECACAO, 2012. Estadísticas de exportaciones de cacao y procesados. Guayaquil, Ecuador.

Castellanos, O., Mejía, L., Contreras, N. 1999. Manual de caracterización morfo-agronómica de clones elites de cacao en el nor-oriente colombiano. CORPOICA, Bucaramanga, Colombia.

CISAS, 2009. Diagnóstico del cultivo de cacao en la provincia de Sucumbíos, CISAS, Lago Agrio, Sucumbíos.

BACON, J.R. & HUDSON, G. 2001. A flexible methodology for the characterization of soils: a case study of the heavy metal status of a site at Dornach. *The Science of the Total Environment*. 264:153-162.

BIOCOMERCIO, 2005. Diagnóstico del cacao sabor arriba. CORPEI Y ECOCIENCIA, Guayaquil, Ecuador.

Calva A. 2010. Caracterización Morfológica de cultivares de cacao, CISAS, Lago Agrio, Sucumbíos.

CARRILLO, M. D. 2003. Caracterização das formas de metais pesados, sua biodisponibilidade e suas dinâmicas de adsorção e de mobilidade em solos do Equador. Departamento de Solos. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, MG – Brasil. 49 p.

Enríquez, G.A. (2004). Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Manual No. 54. Quito, Ecuador.

FAO, Organización para la alimentación y la agricultura (2000) *Annuaire de la production, Collection FAO statistiques # 88 XVII*. Rome, Italie. [www.fao.org/index\\_es.htm](http://www.fao.org/index_es.htm)

GIZ, 2011. Caracterización de la cadena de cacao en la Amazonía norte del Ecuador. Quito, Ecuador.

ICCO, International Cocoa Organization (2011) *Perspectivas a plazo medio de los productos básicos Producción mundial de cacao en grano 2006/2007*. Boletín Trimestral de

Estadísticas del Cacao, Volumen XXXIII, No.4  
[www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s0w.htm](http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s0w.htm)

INIAP, 2004. Selección de híbridos de cacao productivos, tolerantes a enfermedades y con sabor arriba, INIAP, Quevedo, Ecuador.

INIAP - PROMSA. 2003. Determinación de metales contaminantes en cultivos de exportación y su repercusión sobre la calidad de los mismos. Informe Técnico 2003. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. 60 p.

Motamayor, J.C. *et al* (2002) "Cacao Domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas". *Heredity* 89: 380-386.

PAVESI, J. B. & SIQUIERA, J. O. 2001. Solos contaminados por metais pesados: características, implicações e remedição. *Informe Agropecuario*. 22: 18-26.

Pérez J, 2009. Tesis de Grado, Evaluación y caracterización de selecciones clonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) del Programa de Mejoramiento del CATIE, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Quiroz, J.G. (1997) Recolección de genotipos y establecimiento de un banco de germoplasma de cacao Nacional en Ecuador. Quito, Ecuador. INIAP – Estación Experimental Tropical Pichilingue. *Boletín Técnico* # 75 12 p.

Quiroz, J.G (2002). Caracterización molecular y morfológica de genotipos superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) nacional de Ecuador.- Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas. Tesis (Mg. Sc). CATIE.

Quiroz J, 2010. Curso superior del cacao, INIAP, Guayaquil, Ecuador.

Ramírez. P, 2011. Descripción de la cadena de cacao en la Amazonía norte y perspectivas de los mercados especiales. GIZ. Quito, Ecuador

Soria, V.J. (2002) Breve historia del cultivo de cacao en el Ecuador. *Inicios del Cultivo*. pp. 1 – 4.

Vera, J. (1993). Botánica y clasificación del cacao. *In* Suárez C. ed. *Manual del Cultivo de Cacao*. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Manual 25. p. 8-15.

# ANEXOS

### Anexo 1. Variables cualitativas y cuantitativas de los 26 tipos de cacao encontrados en las fincas seleccionadas y de los ocho clones de cacao del grupo denominado EET

Código finca	Tipo de cacao	Características del fruto								Características de la semilla						
		Color	Forma	Rugosidad	Largo cm	Ancho cm	Espesor del lomo cm	Espesor del Surco cm	Peso fruto g	Peso Cáscara	N° de semillas por fruto	Peso húmedo g	Peso seco g	Largo cm	Diámetro cm	Altura cm
SN-1	A1-1	Amarillo	Cundeamor	Intermedia	21.2	10.5	1.5	0.9	600	487	32	113.0	37.7	2.4	1.4	1.1
HG-2	A2-3	Amarillo	Cundeamor	Intermedia	17.3	7.3	1.0	0.5	650	495	37	155.0	50.0	2.6	1.2	0.9
HG-2	A3-4	Amarillo	Cundeamor	Intermedia	15.7	7.7	0.7	0.4	620	500	40	120.0	41.4	2.3	1.174	0.81
AA-3	A1-5	Amarillo	Amelonado	Leve	16.1	9.0	1.3	1.0	567	456	39	111.0	44.4	2.52	1.1	0.8
AA-3	A2-6	Rojo	Cundeamor	Intermedia	18.2	8.4	1.3	0.8	542.5	400	36	142.5	47.5	2.24	1.14	0.8
AA-3	A3-7	Amarillo	Cundeamor	Ligerament e áspero	23.8	9.3	1.6	0.9	775	662.5	35	112.5	36.3	2.32	1.2	0.76
AA-3	A4-8	Amarillo	Angoleta	Ligerament e áspero	17.8	9.1	1.8	1.0	637.5	507.5	41	130.0	43.3	2.32	1.1	0.7
AA-3	A5-9	Amarillo	Cundeamor	Ligerament e áspero	25.0	11.0	1.9	1.1	1250	1100	44	150.0	51.7	2.4	1.32	1
AA-3	A6-10	Amarillo	Amelonado	Intermedia	18.0	8.6	1.1	0.8	560	450	40	110.0	42.3	2.66	1.24	0.93
MV-4	A1-11	Amarillo	Cundeamor	Intermedia	17.9	7.5	1.1	0.7	400	250	43	150.0	50.0	1.96	1.3	0.96
MV-4	A2-12	Amarillo	Angoleta	Ligerament e áspero	20.8	9.4	1.7	0.8	800	700	42	100.0	40.0	2.54	1.22	0.74
MV-4	A3-13	Amarillo	Angoleta	Intermedia	19.0	10.6	1.7	0.8	925	750	49	175.0	56.5	2.22	1.14	0.78
KO-5	A1-14	Amarillo	Amelonado	Leve	13.0	9.3	1.2	0.9	425	317.5	26	107.5	35.8	2.12	1.24	0.88
KO-5	A2-15	Amarillo	Cundeamor	Áspero	21.8	11.2	1.8	0.8	987.5	840	39	147.5	49.2	2.16	1.025	0.88
KO-5	A3-16	Rojo	Angoleta	Lisa	20.9	9.6	1.4	1.1	775	625	44	150.0	51.7	2.38	1.1	0.7
KO-5	A4-17	Amarillo	Cundeamor	Áspero	20.3	9.0	1.3	0.7	600	525	33	75.0	30.0	2.56	1.42	0.86
KO-4	A5-18	Amarillo	Cundeamor	Intermedia	16.5	7.5	1.1	0.8	400	300	31	100.0	35.7	2.2	1.3	0.92
KO-5	A6-19	Anaranjado	Cundeamor	Leve	18.4	8.7	1.0	0.8	700	550	53	150.0	61.2	2.52	1.3	0.86
KO-5	A7-20	Amarillo	Angoleta	Áspero	26.6	10.8	1.8	0.9	1,000.00	805	59	195.0	65.4	2.12	1.34	1
KO-5	A8-21	Amarillo	Cundeamor	Áspero	24.5	9.2	1.2	0.7	725	575	53	150.0	60.0	1.9	0.92	0.8
TE-6	A1-22	Amarillo	Cundeamor	Ligerament e áspero	23.7	9.8	1.6	1.0	900	750	48	150.0	60.0	2.58	1.26	0.8
TE-6	TE-23	Amarillo	Cundeamor	Intermedia	17.8	7.5	0.9	0.7	405	305	48	100.0	50.0	2.22	1.18	0.94
TE-6	TE-24	Amarillo	Amelonado	Intermedia	19.2	10.0	2.2	1.1	850	712.5	43	137.5	48.1	1.6	1.08	0.86
GS-7	A1-25	Anaranjado	Angoleta	Intermedia	23.4	8.5	1.3	0.8	662.5	550	43	112.5	48.3	2.14	1.36	0.88
GS-7	A2-26	Amarillo	Cundeamor	Intermedia	17.3	8.4	1.1	0.8	462.5	350	33	112.5	43.3	2	1.02	0.78
GS-7	A3-27	Amarillo	Cundeamor	Intermedia	16.9	7.7	1.1	0.8	487.5	365	37	122.5	42.4	1.92	0.9	0.78
GS-7	A4-28	Canelo rojizo	Cundeamor	Intermedia	19.8	8.4	1.4	0.9	575	440	38	135.0	48.6	2.08	1.24	0.94

**Anexo 1. Variables cualitativas y cuantitativas de los 26 tipos de cacao encontrados en las fincas seleccionadas y de los ocho clones de cacao del grupo denominado EET. Continuación.....**

Código finca	Tipo de cacao	Características del fruto									Características de la semilla					
		Color	Forma	Rugosidad	Largo cm	Ancho cm	Espesor del lomo cm	Espesor del Surco cm	Peso fruto g	Peso Cáscara	N° de semillas por fruto	Peso húmedo g	Peso seco g	Largo cm	Diámetro cm	Altura cm
SG-8	A1-29	Amarillo	Cundeamor		20.3	8.4	1.2	0.8	600	425	44	175.0	60.6	2.14	1.06	0.8
SG-8	A2-30	Amarillo	Cundeamor		17.9	9.7	1.2	0.9	600	500	44	100.0	47.6	2.44	1.36	0.94
SG-8	A3-31	Amarillo	Cundeamor	Ligerament e áspero	21.8	10.9	1.2	1.0	900	800	33	100.0	36.0	2.04	1.22	0.9
SG-8	A4-32	Amarillo	Cundeamor	Intermedia	18.2	9.1	1.2	0.6	575	475	34	100.0	40.0	2.2	1.24	0.78
SG-8	A5-33	Amarillo	Cundeamor	Leve	20.1	10.4	1.3	0.9	700	600	49	100.0	50.0	2.3	1.1	0.7
SG-8	A6-34	Amarillo	Amelonado	Leve	20.4	10.9	1.6	1.1	820	700	45	120.0	52.2	2.64	1.34	1
SG-8	A7-35	Rojo	Angoleta	Leve	21.5	8.9	1.4	1.0	800	675	47	125.0	50.0	2.46	1.3	0.94
SG-8	A8-36	Anaranjado	Cundeamor	Intermedia	24.3	10.3	2.1	1.4	1,000.00	900	36	100.0	41.7	2.46	1.12	0.7
SG-8	A9-37	Canelo rojizo	Cundeamor	Intermedia	26.1	10.5	1.7	1.0	1,100.00	950	49	150.0	50.0	2.56	1.06	0.74
EELS	EET-19	Amarillo	Cundeamor	Intermedia	23.3	11.3	2.0	1.2	1,200.00	1,080.00	45	120.0	52.2	2.78	1.525	1.04
EELS	EET-48	Amarillo	Amelonado	Intermedia	22.1	11.3	1.8	1.2	1,025.00	900	43	125.0	56.8	2.7	1.6	1.08
EELS	EET-95	Amarillo	Amelonado	Intermedia	21.7	11.6	1.7	1.2	1,162.50	1000	45	162.5	56.0	2.74	1.42	1.04
EELS	EET-96	Amarillo	Amelonado	Intermedia	19.7	10.2	1.8	1.1	800	650.5	47	149.5	59.8	2.46	1.28	0.92
EELS	EET-103	Amarillo	Cundeamor	Intermedia	18.1	9.0	1.2	0.8	605	450	46	155.0	62.0	2.44	1.28	0.76
EELS	EET-116	Amarillo	Angoleta	Leve	23.5	11.2	1.3	1.2	1,175.00	987.5	59	187.5	69.4	2.44	1.02	0.8
EELS	EET-399	Amarillo	Amelonado	Intermedia	17.0	8.6	1.1	0.6	512.5	387.5	49	125.0	54.3	2.3	1.1	0.88
EELS	EET-400	Amarillo	Angoleta	Áspero	24.6	10.3	1.7	0.7	1,050.00	900	42	150.0	51.7	2.8	1.16	0.92
EELS	EET-544	Amarillo	Angoleta	Intermedia	19.3	10.3	1.5	0.9	737.5	600	54	137.5	59.8	2.04	1.18	0.72
EELS	EET-558	Amarillo	Amelonado	Intermedia	18.3	10.4	1.7	1.0	792.5	642.5	47	150.0	54.0	2.52	1.34	0.92

## Anexo 2. Ubicación geográfica de finca de agricultores y características edáficas y agroecológicas

Agricultor	Coordenadas Geográficas		Características edafológicas							Edad del cultivo	Distancia de siembra	N° de plantas	Sombreamiento
	Latitud	Longitud	N	P	K	Ca	Mg	pH	Al				
			(ppm)		(meq/100 ml)								
Fausto Cerda	257034	904	43	11	0.55	5.4	1.4	5.38	0.3	5 Años	4X4	300	Frutales
Fernando Mendoza	259769	16754	26	8.1	0.18	4	1.17	5.3		7 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
Erica Sevilla	263581	19153	60	3	0.17	3.5	1.3	4.64	1.8	4 Años	4X4	300	Frutales
Holger Gallo	231453	9999123	25	6.1	0.13	4.8	1.2	4.64	1.2	4 Años	4X4	300	Maderables
Guillermina Vargas	231198	9999081	8	8.9	0.18	12	2.6	4.75		5 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
María Vargas	237932	9998063	22	7.1	0.17	11.8	2.5	4.34		4 años	4X4	300	Maderables y Frutales
Milton Tapuy	237932	9998063	17	4	0.25	12.11	1.9	7.3		5 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
Alvino Montalvan	346956	9984163	31	49	0.35	13.4	1.69	5.03		4 Años	4X4	312	Maderables y Frutales
Arturo Quinatoa	346672	9984375	40	55.2	0.26	11.6	1.7	4.54		7 Años	4X4	300	Maderables
Isabel Jipa	357467	28195	15	4.3	0.08	1.8	0.35	4.49		5 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
Reinaldo Shiguango	364403	22690	21	9.0	0.16	6.5	1.08	5.05		4 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
José Uchubanda	275247	13268	42	22	0.94	8.6	1.9	6.01		6 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
Guillermo Quiroz	269857	11132	46	10	0.38	4.7	1.14	5.21		6 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
Olmedo Borja	287663	6829	41	10	0.16	7.5	1.3	5.65		10 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
Cesario Falconez	317980	7875	46	10	0.34	5.6	1.1	5.03	0.3	8 años	4X4	300	Maderables y Frutales
Humberto Pico	310264	9995269	53	14	0.28	7.80	1.60	5.18		6 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
Jorge Salas	325444	9998781	29	12	0.12	5	0.90	5.49		5 Años	4X4	300	Frutales
Mercedes Lucio	9994775	290961	33	11	0.10	5	0.85	5.18		8 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
Jorge Moreno	14138	303610	25	1.40	0.08	1	0.39	4.46	1.40	5 Años	4X4	300	Maderables
Antonio Tapuy	331157	9985941	39	13	1.10	9.30	2	5.29		2 Años	4x4	310	Maderables y Frutales
Germán Sánchez	303076	9984885	34	5.50	0.18	7.40	1.40	5.97		6 Años	4x4	315	Maderables y Frutales
Celso Moreta	318933	9967250	57	8.30	0.15	5.80	0.94	5.15		5 Años	4x4	310	Frutales
Lilia Abril	8629	7651277	39	24	0.73	9.70	1.50	6.08		4 Años	4x4	300	Maderables y Frutales
Simón Núñez	317429	9992065	50	13	0.28	7.20	1.40	5.66		5 Años	4x4	300	Maderables y Frutales
Segundo Noboa	291144	19053	30	14	0.30	13.90	1.40	6.68		5 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
Klever Orver	291126	20874	75	3.60	0.11	1.50	0.61	3.68	2.40	4 Años	4X4	312	Maderables y Frutales
Telmo Enríquez	288657	20585	58	2.10	0.14	5.50	1.10	4.23	1.00	7 Años	4X4	300	Maderables
Antonio Alvarado	291181	19512	39	1	0.09	1.70	0.60	3.98	2.10	5 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
Alonzo Vaca	291030	19505	30	1.70	0.14	7.90	1.10	5.19		4 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
Segundo Guamán	290875	22751	35	1	0.12	2.50	0.83	4.30	1.70	5 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
Félix Calderón	291102	19665	62	1.70	0.07	1.60	0.51	3.80	1.90	8 Años	4X4	300	Maderables y Frutales
Mirian Jaramillo	15164	768199	58	3.40	1.11	3.30	0.61	4.10	1.00	5 Años	4X4	300	Maderables
Manuel Leiva	291185	19928	33	1	0.16	2.80	0.75	4.67	0.80	2 Años	4x4	310	Maderables y Frutales
José Jiménez	2944	12837	41	1	0.06	1.50	0.55	4.28	1.60	6 Años	4x4	315	Maderables y Frutales

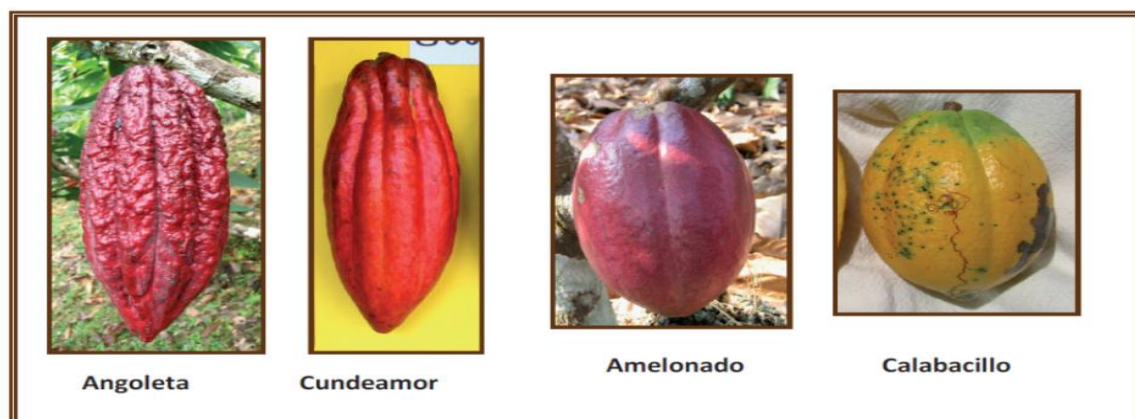
**Anexo 3. Características morfológicas de los frutos encontrados a nivel de finca. Sucumbíos 2013**

<b>Características</b>	<b>Tipo canelo</b>	<b>Canelo + Amazónico</b>	<b>CCN - 51</b>	<b>Segregación Canelo + JHVH10</b>	<b>ICS + Criollo</b>	<b>Segregación CCN - 51 MAS ICS 95 + Amazónico</b>	<b>Segregación CCN51 + ICS</b>
<b>Color</b>	Amarillo oscuro y amarillo verdoso	Amarillo verdoso - café	Rojo - concho de vino	Verde pálido	Rojo anaranjado	Anaranjado	Anaranjado oscuro
<b>Color del cuello</b>	Amarillo - café oscuro	Verde oscuro	Morado oscuro	Verde	Verde	Rojo claro	Concho de vino
<b>Forma</b>	Amelonado, apezonado y cundiamor	Amelonado, apezonado y cundiamor	Amelonado, apezonado y cundiamor	Amelonado, apezonado y cundiamor	Amelonado, apezonado y cundiamor	Amelonado, apezonado y cundiamor	Amelonado, apezonado y cundiamor
<b>Surcos</b>	Definidos	Definidos	Definidos	Definidos	Definidos	Definidos	Definidos
<b>Línea en el surco</b>	Color café						
<b>Constricción del fruto</b>	Fuerte	Ligero	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Ausente	Intermedio
<b>Rugosidad</b>	Intermedia y alargada	Ligera a intermedia	Intermedio a rugoso	Rugoso	Ligeramente rugoso	Ligera	Ligera
<b>Diámetro del pedúnculo</b>	1,0 cm	1,3 cm	1.0 cm	0,5 cm	1,0 cm	1,0 cm	1.0 cm
<b>Color del mucilago</b>	Blanco hueso	Blanco hueso	Blanco algodón	Blanco hueso	Blanco	Blanco porcelana	Blanco hueso
<b>Color de las almendras</b>	Violeta	Violeta oscuro	Violeta oscuro	Violeta oscuro	Violeta	Morado oscuro	Morado claro
<b>Color del embrión</b>	Blanco amarillento	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Rosadas
<b>Forma de las almendras</b>	Alargadas, planas onduladas en el centro	Alargadas, planas con ondulación leve	Ovaladas-Alargadas-Onduladas planas.	Alargadas redondeadas	Pequeñas redondeadas	Redondas	Largas redondeadas

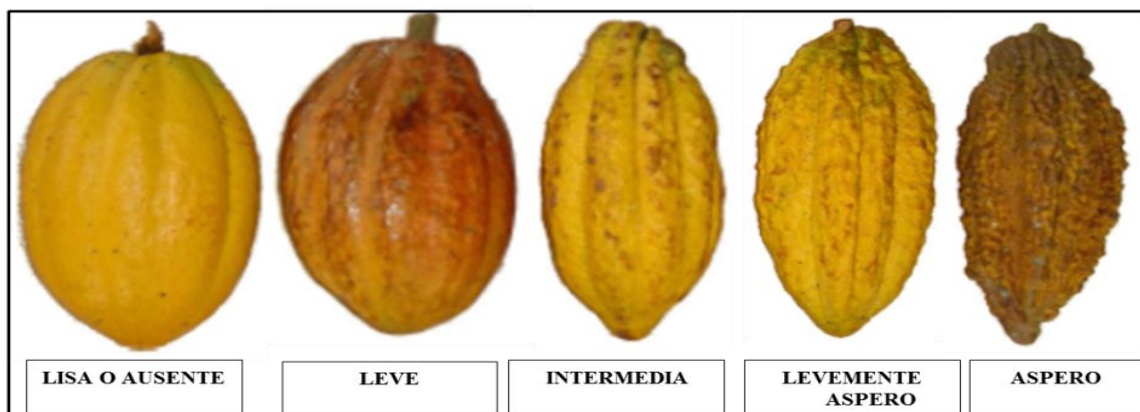
#### Anexo 4. Color de los frutos de cacao



#### Anexo 5. Formas del fruto de cacao



#### Anexo 6. Rugosidad del fruto de cacao





### Anexo 7. Datos de largo y diámetro del fruto en su orden y ancho de cáscara



### Anexo 8. Incidencia de monilla en mazorcas de cacao



- |  |
|--|
| <p>0. Fruto sano</p> <p>1. Presencia de hidrosis</p> <p>2. Presencia de tumefacciones y/o amarillamiento</p> <p>3. Presencia de mancha parda</p> <p>4. Presencia de micelio que cubre hasta la cuarta parte de la mancha parda</p> <p>5. Presencia de micelio que cubre más de la cuarta parte de la mancha parda.</p> |
|--|



### Anexo 9. Clasificación de las categorías de arquitectura de plantas clonales



**Anexo 10. Árboles de cacao sin podar, podados y recepados****Planta sin podar****Planta podada****Planta recepada**