



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Trabajo de Graduación**

**Caracterización morfológica de cien árboles  
promisorios de *Theobroma cacao* L. en Waslala,  
RAAN, Nicaragua, 2009**

**Autor**

**Eusebio Daniel Ayestas Villega**

**Asesores**

**M. Sc. Rodolfo Munguía Hernández (UNA)**

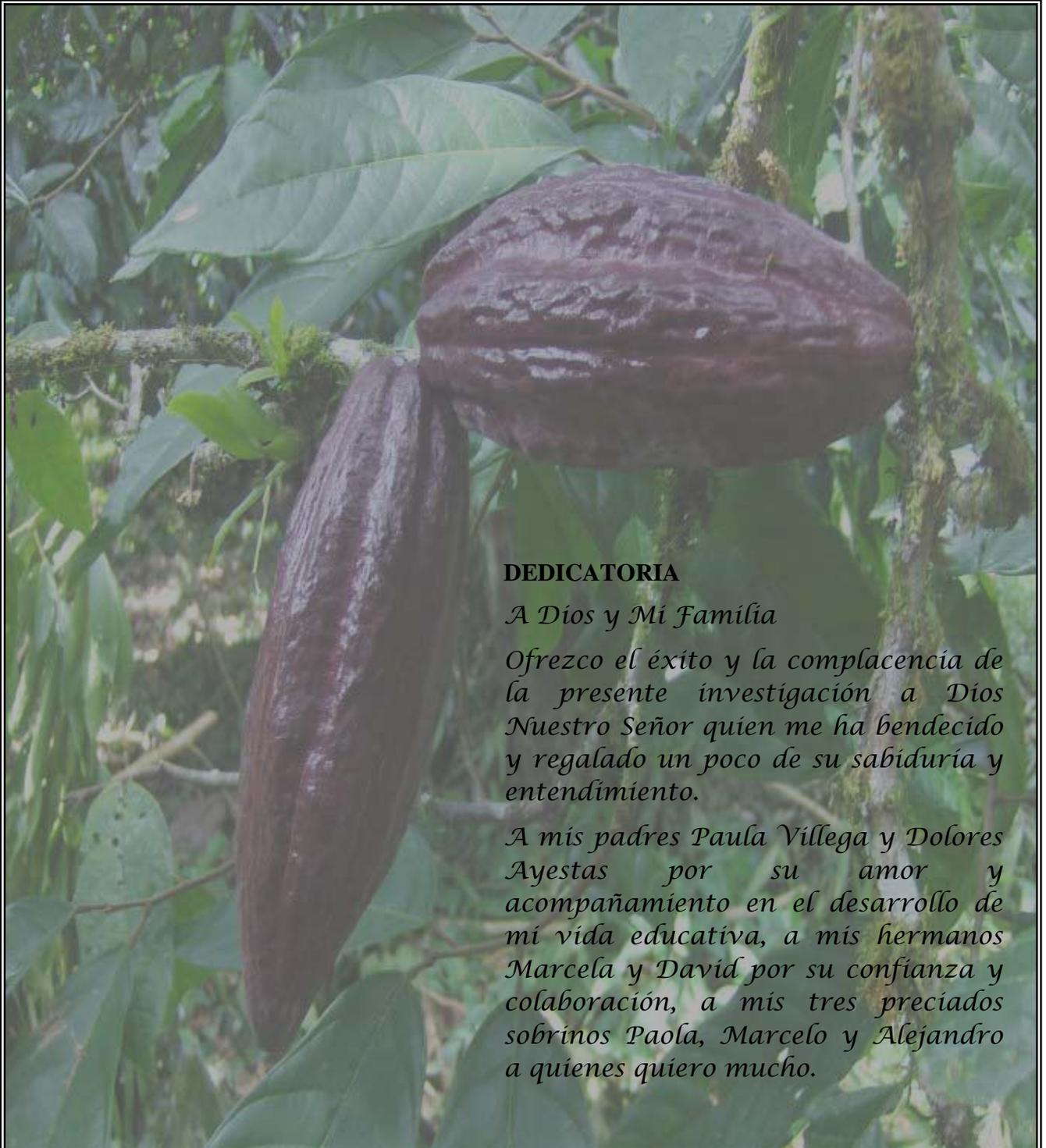
**Dra. Carolina Veja Jarquín (UNA)**

**M. Sc. Luis Orozco Aguilar (CATIE)**

**M. Sc. Carlos Astorga Domian (CATIE)**

**Managua, Nicaragua.**

**Noviembre 2009**



#### **DEDICATORIA**

*A Dios y Mí Familia*

*Ofrezco el éxito y la complacencia de la presente investigación a Dios Nuestro Señor quien me ha bendecido y regalado un poco de su sabiduría y entendimiento.*

*A mis padres Paula Villega y Dolores Ayestas por su amor y acompañamiento en el desarrollo de mi vida educativa, a mis hermanos Marcela y David por su confianza y colaboración, a mis tres preciados sobrinos Paola, Marcelo y Alejandro a quienes quiero mucho.*

## **AGRADECIMIENTO**

Mis más sinceros agradecimientos:

A Dios por guiarme en cada momento de mi vida y por permitirme culminar una etapa más de mi vida.

A la Dra. Carolina Vega docente de la Universidad Nacional Agraria (UNA) por gestionar financiamiento para la tesis y por su colaboración constante en la elaboración del presente trabajo de diploma.

A mis asesores Ing. M. Sc Rodolfo Munguía, Ing. M. Sc Luís Orozco y Ing. M. Sc Carlos Astorga por su valiosas orientaciones en la realización del presente trabajo de diploma, amistad y confianza.

A los profesores de la (UNA), quienes con sus valiosos conocimientos y apreciable enseñanza aportaron grandemente en la preparación de mi vida profesional.

Al Dr. Michael Hermann director del proyecto NICACAO ejecutado por Bioversity Internacional por el apoyo financiero y colaboración para el desarrollo de la presente investigación.

A los promotores del proyecto cacao Centroamérica (PCC), por su colaboración en la fase de campo.

A los agricultores de cacao de Waslala, especialmente a los productores dueños de fincas seleccionadas para este estudio, por su participación activa en el desarrollo de la etapa de campo.

A los miembros y trabajadores de la Cooperativa de cacao en Waslala CACAONICA, por su colaboración logística para la realización del trabajo de investigación.

Al Ing. Aldo Kuant por su acompañamiento a las distintas fincas incluidas en este estudio y al Ing. Miguel Malespín por sus conocimientos experimentados y por los viajes durante la etapa de campo de este estudio.

Al personal de la OTN-Nicaragua por su apoyo en agilizarme los estipendios para poder desarrollar la etapa de campo de la investigación.

Al Lic. Hans Grebe director de Pro Mundo Humano por la facilitación de la lista de los clones introducidos por dicha organización en Waslala y por facilitar la casa-oficina en Waslala, la cual nos brindo un confortable alojamiento.

A mis compañeros de la Universidad, con quienes compartí momentos tristes y alegres; y los compañeros que realizamos tesis en Waslala, a ellos gracias.

Al SIGMA de la (UNA) por realizarme los mapas, que incluye las coordenadas de los árboles promisorios de cacao.

Al personal de trabajos de las bibliotecas CENIDA-UNA y Orton-CATIE por facilitarme los materiales didácticos para el escrito de la presente investigación.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>Temática</b>	<b>Página</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CONTENIDOS	iii
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
<b>I Introduction</b>	<b>1</b>
<b>II Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>III..Descripción taxonómica y grupos raciales</b>	<b>4</b>
3.1 Taxonomía y razas cultivadas	4
3.2 Mejoramiento genético en cacao	5
3.3 Caracterización morfológica	6
<b>IV Materiales y método</b>	<b>8</b>
4.1 Localización y características ecológica del sitio	8
4.2 Selección de las fincas y árboles promisorios	9
4.3 Variables evaluadas	11
4.3.1 Estado general de los árboles promisorios	11
4.3.2 Caracterización morfológica del fruto	12
4.3.3 Caracterización morfológica de la semilla	14
4.3.4 Protocolo de fermentación de las muestras	16
4.3.5 Determinación de índices de semilla y mazorca	19
4.3.6 Condiciones de almacenamiento de las muestras	20
4.3.7 Afectación por enfermedades y animales	20
4.4 Información del manejo y condiciones de crecimiento de los árboles promisorios de cacao.	21

<b>Temática</b>	<b>Página</b>
4.5. Análisis de datos	21
<b>V Resultados y discusión</b>	<b>22</b>
5.1 Manejo agronómico de los árboles promisorios de cacao, Waslala. RAAN, Nicaragua, 2009.	22
5.2 Caracterización morfológica de los árboles promisorios de cacao.	23
5.2.1 Altura, altura de horqueta, diámetro basal y ramas principales.	23
5.2.2 Apertura de copa, apariencia y grado de competencia de los árboles promisorios de cacao.	24
5.3 Caracterización morfológica del fruto de cacao	25
5.3.1 Peso, largo y diámetro del fruto, espesor del caballete, profundidad del surco, semillas por fruto y peso de 100 semillas al 6.7 % de humedad.	25
5.3.2 Color, forma del fruto, forma del ápice, contricción basal, rugosidad y dureza del mesocarpo de los frutos de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	26
5.4 Caracterización morfológica de las semillas de cacao.	28
5.4.1 Ancho, largo y espesor de la semilla de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	28
5.4.2 Porcentajes de color del pericarpo y del cotiledón de las semillas de cacao.	28
5.5 Índices de semilla e índice de mazorca de los árboles de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	29
5.6 Afectación por <i>M. royeri</i> , <i>P.palmivora</i> , roedores y pájaros.	30
5.7 Análisis de conglomerados	31
5.8. Análisis de componentes principales	34
<b>VI Conclusiones</b>	<b>38</b>
<b>VII Recomendaciones</b>	<b>39</b>
<b>VIII Literatura citada</b>	<b>40</b>
<b>IX Anexos</b>	<b>44</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Temática</b>	<b>Página</b>
1. Parámetros para determinar el vigor y estado general de los árboles promisorios.	11
2. Descriptores morfológicos y estado de descriptores para las características evaluadas en frutos de cacao.	13
3. Parámetros morfológicos utilizados para caracterizar las semillas de cacao.	15
4. Intervalos de tiempo y posición de las muestras de cacao secadas al sol.	17
5. Valores medios, máximos y mínimos de los árboles promisorios de cacao, Waslala, RAAN, 2009.	24
6. Porcentaje de árboles de cacao que presentaron diferentes condiciones de apariencia, apertura de copa y competencia en Waslala, RAAN, 2009.	24
7. Valores medios, máximos y mínimos de las variables del fruto de los árboles promisorios de cacao, Waslala, RAAN, 2009.	25
8. Distribución de frecuencias para las variables cualitativas de 300 frutos de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	27
9. Valores medios, máximos y mínimo de las variables de semillas evaluadas en cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	28
10. Porcentajes del color del pericarpo y del cotiledón de la semilla de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	29
11. Índices de semillas y mazorcas de 91 árboles promisorios de cacao en Waslala, RAAN, 2009.	29
12. Porcentajes de afectación por <i>M. roreri</i> , <i>P. palmivora</i> , pájaros y roedores en frutos de cacao, Waslala, RAAN, 2009.	30
13. Análisis de varianza para los grupos conformados en el análisis de conglomerados en los árboles de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	34
14. Componentes principales y valores de aportación para la discriminación de los árboles promisorios de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	35
15. Variables del fruto y semillas con sus aportaciones en los ejes de agrupamiento canónico, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	37

## INDICE DE FIGURAS

<b>Temática</b>	<b>Página</b>
1. Localización del municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	8
2. Flujograma desarrollado para la recopilación y análisis de la información de caracterización de 100 árboles promisorios de cacao seleccionados en la región de Waslala.	9
3. Selección de los frutos por cada árbol para medir los descriptores definidos por el CATIE.	12
4. Caracterización morfológica del fruto; <b>a.</b> Largo del fruto, <b>b.</b> Diámetro del fruto, <b>c.</b> Espesor del caballete, <b>d.</b> Profundidad del surco.	14
5. Medición del largo, ancho y espesor de la semilla (cm).	14
6. Caracterización del color del cotiledón de semillas de cacao.	15
7. Diseño y dimensiones del cajón de fermentación y disposición de muestras.	16
8. Duración de la fermentación y fases bioquímicas en almendras de cacao.	16
9. Proceso de fermentación de las muestras, <b>a.</b> Identificación de las muestras, <b>b.</b> Picado de las mazorcas, <b>c.</b> Corte de hojas de chagüite, <b>d.</b> Ubicación de las muestras, <b>e.</b> Remoción de las muestras, <b>f.</b> Corte de semillas, <b>g.</b> Salida de las muestras.	18
10. Almacenamiento y conservación de las muestras; <b>a.</b> muestras en sus bolsas herméticas por ensayo <b>b.</b> muestras almacenadas en la nevera.	20
11. Dendrograma de conglomerados de 89 genotipos promisorios de cacao evaluados en la localidad de Waslala, RAAN, Nicaragua.	33
12. Proporción de la varianza explicada por cada componente principal en la caracterización de una población de cacao.	36

## INDICE DE ANEXOS

Temática	Página
1. Listado de los productores a los que se realizó el estudio de caracterización de 100 árboles promisorios de cacao.	45
2. Formato de anotación de las variables cuantitativas y cualitativas de la planta de cacao en etapa de campo.	46
3. Formato de anotación de las variables cuantitativas y cualitativas del fruto de cacao en etapa de campo.	47
4. Descriptores morfológicos para una mazorca de cacao.	48
5. Rugosidad del mesocarpo en frutos de cacao.	48
6. Tabla Munsell de colores para frutos de cacao.	49
7. Formato de anotación de las variables cuantitativas y cualitativas de semilla de cacao en etapa de campo.	49
8. Lista de los árboles promisorios de cacao que presentaron mayor cantidad de semillas, índices de semillas e índice de mazorca, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	50
9. Etapas de afectación y daños en mazorca de cacao por <i>M. roreri</i> , <i>P. palmivora</i> , roedores y pájaros.	51
10. Lista de árboles promisorios de cacao que mostraron síntomas por <i>M. roreri</i> y <i>P. palmivora</i> .	52
11. Coordenadas y altitud de los árboles promisorios de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	53
12. Coordenadas de los árboles promisorios de cacao, estudiados en el presente trabajo. Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	55
13. Distribución de los árboles promisorios de cacao, con respecto al dendrograma de conglomerados, Municipio Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.	56
14. Imagen del árbol, hoja, fruto y semillas que representa al grupo 1 en el dendrograma de conglomerado, Waslala, RAAN, 2009.	57
15. Imagen del árbol, hoja, fruto y semillas que representa al grupo 2 en el dendrograma de conglomerado, Waslala, RAAN, 2009.	58

**Ayestas V, E. 2009.** Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L), en Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009. Tesis Ing. Agrónomo UNA. Managua, Nicaragua. 57 p.

**Palabras claves:** *Theobroma cacao*, árboles élitos, selección local, descriptores morfológicos, mejoramiento genético, diversidad genética, germoplasma, índices de semilla, índice de mazorca.

## RESUMEN

Se realizó la caracterización morfológica y productiva de 100 árboles élitos de cacao en 29 fincas de productores socios de CACAONICA, a partir de una selección previa del 2007. El estudio se realizó de Enero a Mayo del 2009, en el municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua. El propósito fue evaluar los árboles de cacao seleccionados por las familias productoras que presentaron las mejores características productivas y morfológicas. Se caracterizó el árbol aplicando 12 descriptores, los frutos empleando 15 descriptores y las semillas aplicando 5 descriptores cualitativos y cuantitativos. Se realizaron análisis de varianza, análisis descriptivo a todas las variables, análisis conglomerado y discriminante canónico solo a las variables cuantitativas. Los árboles tienen altura media de 3.6 m, la altura de horqueta fue de 1.4 m. El 79 % de los árboles mostraron apariencia vigorosa y el 55 % crecen en competencia completa en la parcela. El peso medio del fruto fue de 683.1 g con 39 semillas en promedio. El árbol ID-298 registró el máximo peso y diámetro del fruto, sin embargo mostró un espesor del caballete grueso (3 cm), el ID-287 registró la mayor cantidad de semilla por fruto (49) y el ID-356 presentó el mayor peso de 100 semillas al 6.7% de humedad. El color amarillo predominó (71 %) en los frutos evaluados. El análisis de conglomerado conformó dos grupos morfológicamente diferentes. Las características que más contribuyeron a explicar la variabilidad fueron: Peso, longitud y diámetro del fruto, espesor del caballete, profundidad del surco; Ancho, largo y espesor de semilla, peso fresco y peso seco de 100 semillas; Sin embargo, no mostró diferencias significativas en el número de semillas por fruto, ni para las variables morfológicas del árbol. Aplicando los parámetros siguientes: más de 35 semillas por fruto, índice de semilla mayor a 1 g e índice de mazorca menor a 20, se preseleccionaron 28 árboles élite de cacao. El análisis de componentes principales demostró que 7 variables explican el 77 % de variabilidad observada y para explicar el 100 % se necesita 20 variables. Las variables de mazorca y semilla fueron las que más aportaron a explicar la variabilidad observada en la población de árboles caracterizados.

**Ayestas, E. D. 2009.** Morphological characterization promising hundred cocoa tree (*Theobroma cacao* L) in Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009. A Thesis Agronomist. Managua, Nicaragua. 57 p.

**Keywords:** cocoa, *Theobroma cacao* L, elite trees, morphological traits, genetic improvement, genetic diversity, seed index, index of cob Waslala.

## ABSTRACT

A characterization of 100 morphological and productive cocoa trees elites in 29 farms of CACAONICA partners, from a previous selection in 2007. The study was conducted from January to May 2009, in the municipality of Waslala, RAAN, Nicaragua. The purpose was to evaluate the cocoa trees selected by the producing families that presented the best production and morphological characteristics. It marked the tree applying 12 descriptors, using 15 fruit and seed descriptors applying 5 qualitative and quantitative descriptors. Analysis of variance were performed, all descriptive analysis variables, cluster analysis and canonical discriminant only quantitative variables. The trees have an average height of 3.6 m, the fork height was 1.4 m. 79% of the trees showed vigorous appearance and 55% grown in full competition in the plot. The mean fruit weight was 683.1 g with 39 seeds on average. The tree ID-298 recorded the maximum fruit weight and diameter, but showed a thick ridge thickness (3 cm), ID-287 had the highest number of seeds per fruit (49) and ID-356 had the highest weight of 100 seeds to 6.7% moisture. The yellow color predominated (71%) at the fruits tested. Cluster analysis to form two morphologically distinct groups. The features that contributed to explain the variability were weight, length and fruit diameter, thickness of the stand, the groove depth, width, length and thickness of seed, fresh weight and dry weight of 100 seeds, however, showed no difference significant number of seeds per fruit, nor for the morphological tree. Applying the following parameters: over 35 seeds per fruit, seed index greater than 1 index ge cob under 20, 28 trees were pre-selected elite of cocoa. The principal component analysis showed that 7 variables explained 77% of observed variability and to explain the 100% needed 20 variables. The ear and seed variables were those that most contributed to explain the observed variability in the population of trees characterized.

## I. INTRODUCCIÓN

El *Theobroma cacao* L es originario del alto amazonas en América del Sur, el área fronteriza compartida entre Colombia, Ecuador, Perú y Brasil; encontrándose la mayor diversidad genética del cacao. Otros centros de dispersión del cacao muy importantes son Mesoamérica y la cuenca del río Orinoco (Enríquez, 1985). La población natural de la especie del cacao se extendió desde la región Amazonas-Guayana hasta el sur de México estableciéndose en dos poblaciones distintas separadas por el istmo de Panamá (Parra, sf). Se han encontrado evidencias arqueológicas del cultivo y utilización del cacao en Centroamérica durante la época precolombina a lo largo de las rutas de comercio de los Mayas, Aztecas y otros grupos étnicos que dispersaron el cacao por la región (Motamayor, 2008). En épocas precolombinas el cacao se usó como bebida estimulante por el contenido de teobromina y trazas de cafeína; en las últimas décadas se ha cambiado al consumo de chocolate como alimento energético, de alto valor nutritivo y estético (León, 2000).

El cultivo de cacao fue la base de la economía indígena de Nicaragua desde antes del siglo XVI, ya para la llegada de los españoles, se utilizaba en la mayoría de las actividades comerciales dado que servía como alimento, bebidas y como moneda de curso legal para el intercambio comercial. En el siglo XVIII, el cacao nicaragüense llegó a ser considerado de altísima calidad por su sabor, olor, fineza, fácil trabajabilidad y por el tamaño de la semilla (Menocal, 2005).

Nicaragua se ubica en el lugar 42 de los países productores de cacao y participa con un 0,02% en el comercio mundial. A nivel nacional se cultivan alrededor de 6,500 ha (7000 productores), en parcelas pequeñas de (1 ha en promedio). En el 2008 Nicaragua produjo entre 1,500-2,500 t año<sup>-1</sup> (Büchert, 2008). El Municipio de Waslala cultiva entre 1,000 – 1,700 ha<sup>-1</sup> de cacao, con una producción aproximada de 562 t año<sup>-1</sup> y un rendimiento promedio de 328 kg ha<sup>-1</sup> (CATIE-PCC, 2009).

La creciente demanda mundial de cacao y los atractivos precios del mercado, ha motivado al gobierno de Nicaragua y agencias de cooperación a reactivar el cultivo de cacao. En el país existen unos 20 proyectos cacaoteros trabajando en cuatro núcleos productivos; 1) Rancho Grande y Waslala, 2) El Triangulo Minero, 3) El Rama, Muelle de los Bueyes Nueva Guinea y 4) Departamento de Río San Juan; tales proyectos fomentan el

establecimiento de nuevas plantaciones y la rehabilitación de cacaotales existentes (Guharay, 2006).

En el 2008 Nicaragua exportó 1,227.02 t, lo que representó para la economía nacional U\$ 2 131,988.47 (0.35% más respecto al 2007). El precio promedio pagado al productor durante 2008 fue de 1.74 \$/kg de cacao orgánico fermentado en los mercados internacionales, por encima de los 1.47 \$/kg que se cotizó el cacao en las bolsas de NY y Londres para el 2007, lo cual ha motivado a productores a rehabilitar y aumentar áreas de cacao afectadas por plagas, enfermedades y por el mal manejo técnico (CETREX, 2009).

El potencial productivo de Nicaragua se estima en unas 20,000 ha, principalmente en la región Atlántica del país (Grebe, 1999). Aprovechando el potencial de tierra y mejorando la genética de las plantaciones hasta alcanzar un rendimiento promedio de 500 kg ha<sup>-1</sup>, Nicaragua podría producir para el 2015 unas 10,000 t de cacao en grano (Guharay, 2006).

El cacao se cultiva como sistema agroforestal, en asocio con otras especies vegetales, principalmente café (*Coffea arabica* L), plátano (*Musa spp*), frutales y maderables, que provee sombra al cacao y ofrece al agricultor otras alternativas de ingresos. Los SAF con cacao ayudan a conservar el suelo, el ambiente, son grandes generadores de biomasa, capturan CO<sub>2</sub> y son eficientes liberadores de oxígeno (Büchert, 2008).

El proyecto NICACAO ejecutado por Bioversity Internacional (BI) en conjunto con el Proyecto Cacao Centroamérica (PCC) del CATIE, iniciaron la caracterización de 100 árboles superiores de cacao con el fin 1) discriminar los materiales potencialmente productivos en fincas de productores de Waslala, 2) generar datos sobre su morfología y productividad y 3) identificar una población final, que permita proyectar una segunda evaluación de los materiales, para fomentar nuevas plantaciones, impulsar un programa de mejoramiento con base en material genético local o conservarse en bancos de germoplasmas.

## II. OBJETIVOS

### General

- ❖ Caracterizar por medio de descriptores morfológicos árboles promisorios de cacao seleccionados con la participación de agricultores para determinar la variabilidad de la población elite, en vista de mejorar las plantaciones de cacao en Waslala, Nicaragua.

### Específicos

1. Caracterizar fenotípicamente los árboles promisorios de cacao aplicando características del árbol, fruto y semilla.
2. Determinar los índices de semilla y mazorcas para cada uno de los árboles superiores de cacao seleccionados.
3. Determinar la variabilidad y semejanza entre los árboles promisorios de cacao.
4. Determinar las variables que más aportan para discriminar entre los materiales.

### Hipótesis

- Se presentan diferencias significativas en características de árbol, fruto y semillas entre árboles promisorios seleccionados.
- Los índices de semilla y mazorca permite diferenciar entre los árboles promisorios de cacao.
- No existe variabilidad entre árboles promisorios de cacao seleccionados.
- No existe variabilidad entre los árboles promisorios de cacao, para las variables de mazorcas y semillas,

### III. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA Y GRUPOS RACIALES

#### 3.1. Taxonomía y razas cultivadas

*Theobroma cacao* L pertenece a la familia Malvaceae, orden Malvales (Arguello *et al.* 2000). El cacao se divide en tres grandes grupos genéticos: Criollo, Forastero y Trinitario. (León, 2000).

##### Criollos



Foto 1. Forma, rugosidad de los cacaos criollos.

Palabra que significa nativo pero de ascendencia extranjera, se originaron en Sudamérica, pero fueron domesticados en México y Centro América y son conocidos también como híbridos de cacao dulce. Se caracteriza por su aroma, la mazorca

es de color roja o amarilla cuando maduras, corrientemente con 10 surcos profundos, muy rugosos, cascara suave y semillas redondas medianas a grandes, los cotiledones frescos son de color blanco o violeta pálido. Se cultiva principalmente en México, Guatemala, Nicaragua, Ecuador, Colombia y Venezuela. El árbol es de porte bajo y menos robustos que los otros genotipos y tiene bajo rendimiento. El cacao criollo se caracteriza por su alta susceptibilidad a las principales enfermedades (Soria, 1966).

##### Forasteros

Este grupo comprende los cacaos ordinarios del Brasil, África Occidental y el cacao Nacional del Ecuador también conocidos como forastero amazónico, porque aparentemente están distribuidos en forma natural en la cuenca del río Amazona. Es la raza más cultivada es las regiones cacaoteras de África y Brasil y proporciona más del 80 % de la producción mundial (Arguello *et al.*, 2000). La mazorca de todos los forasteros es



Foto 2. Forma de calabacillo y amelonada típico de los cacaos forasteros.

amarilla cuando están maduras y con surcos y rugosidades poco conspicuas, lisas y de extremo redondeado o punta muy corta. Dentro de este grupo se desatacan distintos grupos como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta. Las semillas son más o menos aplanadas y los cotiledones frescos son de color violeta (Urquhart, 1963).

### **Trinitarios**



Foto 3. Formas en frutos de cacaos trinitarios.

Es resultado de la hibridación entre los cacaos criollos y forasteros. Comprenden formas híbridas heterogéneas, su calidad y características botánicas son intermedias entre los criollos y forasteros (Arguello *et al.* 2000) Son árboles de gran vigor, alta producción y resistencia a enfermedades. Las mazorcas y sus

semillas presentan una amplia variabilidad tanto de color y tamaño; los cacaos trinitarios se pueden encontrar en México, América Central, Trinidad, Colombia, Ecuador, Venezuela y África (Rodríguez 2006).

### **3.2. Mejoramiento genético en cacao**

Las estrategias más frecuentes para el mejoramiento genético en cacao son:

- (1) Selección de clones, la cual ha sido empleada desde 1940. Consiste en propagar vegetativamente individuos superiores seleccionados a partir de una descendencia híbrida (Arciniegas, 2005).
- (2) Selección de 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 (Arciniegas, 2005).
- (3) Selección y caracterización de árboles elite en fincas de productores; que consiste en la obtención de información de la morfología y productividad de los genotipos previamente seleccionados con el fin de obtener material local de calidad, para propagar y mejorar las plantaciones.

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 inconveniente ya que el efecto de una enfermedad puede ser catastrófico. 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 (Arciniegas, 2005).

### **3.3. 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 ó características cuya expresión es poco influenciada por el ambiente (Abadie y Barreta, 2001).

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, permitiendo 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 (Arciniegas 2005).

Desde el punto de vista del mejoramiento genético, la información sobre caracteres morfológicos y agronómicos es insustituible. La identificación de esos rasgos mediante caracterización y la creación de colecciones núcleo (un subconjunto seleccionado por contener la variación máxima disponible en un pequeño número de muestras) son medidas que pueden estimular una utilización mayor y más eficaz de las colecciones (Valls, 1989).

Para la caracterización morfológica se utilizan descriptores que deben reunir las siguientes características:

- ser fácilmente observables.
- tener alta acción discriminante y baja influencia ambiental, lo que permite registrar la información en los sitios de colecta.

- Uniformidad para otorgar a la caracterización 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 y análisis. (Abadie y Berretta, 2001).

Una caracterización bien realizada permite identificar duplicados, simplificando los trabajos siguientes, racionalizando los trabajos relativos a las colecciones activas y de base. También permiten el establecimiento de colecciones núcleos que, por definición comprenden, un mínimo de redundancia de la diversidad genética reunida en una especie cultivada y en las especies silvestres relacionadas (Valls, 1989).

La selección de cacao constituye un verdadero banco de genes para desarrollar un programa de mejoramiento genético, basándose en la recuperación de árboles a nivel local y la adición de árboles de estaciones extranjeras, en vista a obtener el mayor número posible de árboles introducidos de diferentes regiones del origen de la especie (Mossu, 1990).

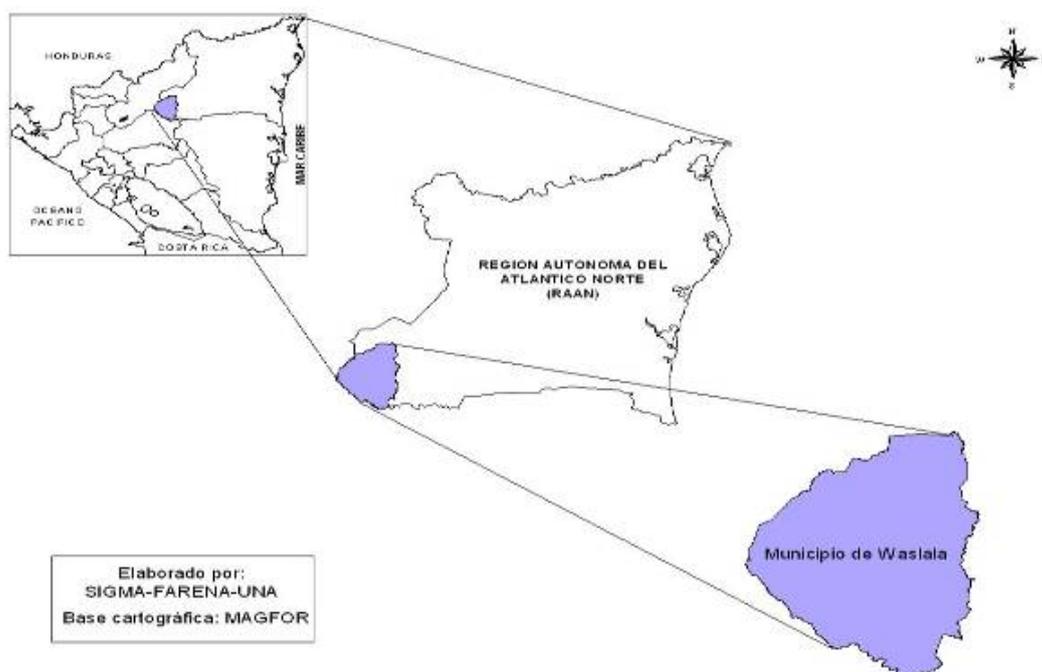
Menocal (2005), argumenta que para el siglo XVIII, el cacao nicaragüense era considerado como “cacao fino” debido a que provenía de un cacao criollo (autóctono de Nicaragua) como lo afirmaba Kennedy (1995). Sin embargo la susceptibilidad de los “cacaos criollos” a las principales enfermedades, determinó que fuesen sustituidos por cacaos más vigorosos y resistentes a las enfermedades pero sin duda de menor calidad. Una alternativa para contrarrestar la erosión genética consiste en seleccionar plantas con características deseables dentro de poblaciones de alta variabilidad de genotipos y luego proceder a clonarlas (Soria, 1978).

Guharay (2006), reporta que en la región de Waslala los daños por plagas, enfermedades, ardillas y pájaros ascienden al 30 – 50 % de la producción. Phillips, 1986; declara que al poco éxito obtenido con el uso de los productos químicos, se han hecho esfuerzos para seleccionar material tolerantes a enfermedades bajo condiciones naturales. La selección de individuos promisorios permite ampliar la base genética para obtener nuevos clones e híbridos que enfrenten los problemas derivados de enfermedades y baja producción.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Localización y características ecológicas del sitio

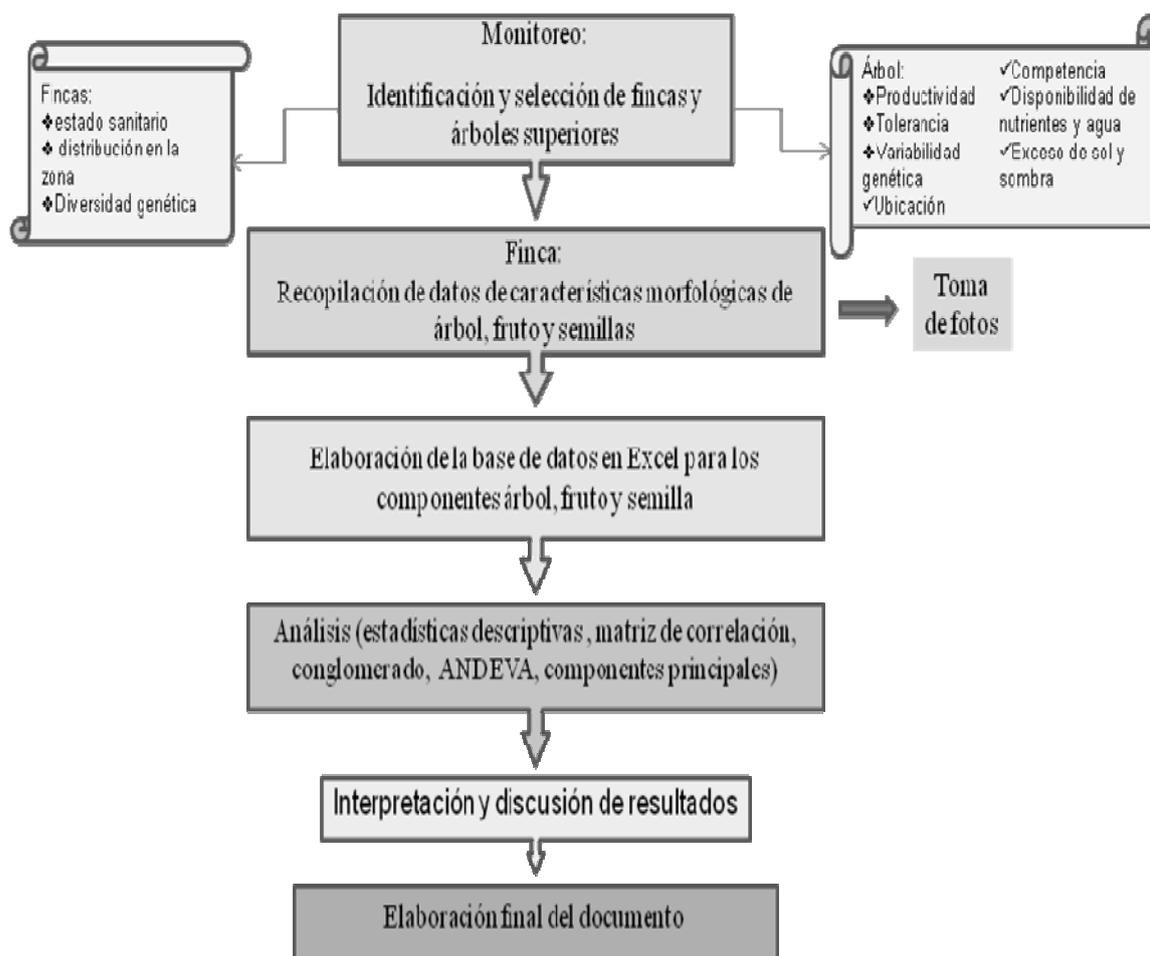
El estudio se desarrolló en el municipio de Waslala, situado en el extremo sureste de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) Nicaragua, entre las coordenadas 13°20' de latitud Norte y 85°22' de longitud Oeste (Figura 1), tiene una extensión territorial de 1,329.51 Km<sup>2</sup>. La altitud promedio es de 420 msnm, con colinas que ascienden a los 1,200 m. La precipitación media anual es 2,700 mm, los meses más lluviosos son junio-octubre y la temperatura varía entre 22 °C a 25 °C al año. El clima predominante es de selva húmeda tropical con una humedad relativa de 84%. La topografía es de ondulada a quebrada con pendientes promedio del 32%; suelos de fertilidad media en las partes más planas y pobres en las partes más altas, se reportan suelos ferralíticos con un alto contenido de arcilla. La alta precipitación en la región favorece la erosión hídrica de los suelos, derivando en terrenos pobres en nutrientes y con un pH bajo, debido a la acumulación de los óxidos de hierro y aluminio (Philipp *et al.* 2003).



**Figura 1.** Localización del municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.

#### 4.2.- Selección de las fincas y árboles promisorios

El trabajo se realizó entre enero - mayo en 29 fincas de productores de cacao (Anexo 1), organizados en la Cooperativa de Servicio Agroforestal y de Comercialización de Cacao (CACAONICA) del municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua; donde se caracterizaron 100 árboles superiores de cacao (Figura 2). A partir de resultados de la línea base del Proyecto Cacao Centroamérica del CATIE, el proyecto NICACAO preseleccionó 250 fincas cacaoteras distribuidas en 15 zonas micro climáticas de Waslala, donde se registraron previamente una población de 2,500 árboles de cacao.



**Figura 2.** Flujograma desarrollado para la recopilación y análisis de la información de caracterización de 100 árboles promisorios de cacao seleccionados en Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.

### **¿Qué es un árbol superior de cacao?**

Un árbol superior de cacao es aquel que sobresale de entre otros árboles del cacaotal porque tiene las siguientes características:

- Árbol vigoroso que no tiene signos de debilidad ni enfermedades en su tronco y ramas
- Produce mayor cantidad de mazorcas la mayor parte del año
- Las mazorcas que produce el árbol son tolerantes (resistentes) a enfermedades como la monilia y la mazorca negra
- Presentan mayor cantidad de semilla en sus mazorcas y esas semillas son de tamaño mediano a grande y con buen peso

Otros criterios considerados en la selección de los árboles fueron los propuestos por CATIE (2008) en la Guía para promotores y familias, Selección de árboles superiores en las fincas de familias cacaoteras. Estos criterios fueron aplicados a cada árbol para seleccionar la población de estudio, ya que son condiciones que favorecen o perjudican el buen desempeño de un árbol:

- No debe encontrarse en la orilla de la parcela
- Sin competencia
- No debe estar cerca a río
- No encontrarse cerca del hogar del productor
- No estar cercano al lugar de depósito de desechos orgánicos como cascara de cacao, frutas, vegetales y estiércol de animales
- Estar en exceso de sol o sombra.

### **La caracterización morfológica se realizó en cinco etapas (Figura 2):**

- ✓ Etapa 1: identificación de los árboles seleccionados en 29 fincas para obtener información sobre el estado de maduración de los frutos de cada árbol. Los criterios

empleados fueron: productividad, variabilidad genética, tolerancia, ubicación, competencia.

- ✓ Etapa 2: planificación de las visitas a las distintas fincas acorde el estado de maduración de los frutos. Además, se procedió a planificar las microfermentaciones de las muestras.
- ✓ Etapa 3: caracterización de los árboles, frutos y semillas. Todo el proceso fue documentado con fotos.
- ✓ Etapa 4: realización de microfermentaciones de las muestras de cacao. Posteriormente las muestras fueron secadas al 7% de humedad para ser almacenadas en una nevera.
- ✓ Etapa 5: determinación del peso de 100 semillas al 6.7 % de humedad utilizando una balanza digital marca DETECTO con 2 kg de capacidad.

### 4.3 Variables evaluadas

#### 4.3.1. Estado general de los árboles promisorios.

El propósito fue determinar la existencia de algún factor fenotípico o ambiental que explicará el buen desempeño productivo de los árboles promisorios. En el Cuadro 1 se listan los descriptores evaluados en esta fase.

**Cuadro 1.** Parámetros para determinar el vigor y estado general de los árboles promisorios.

Descriptor	Observación
Altura del árbol (m)	Se midió la altura con la vara que cortan los frutos los productores.
Altura de la horqueta (cm)	Se midió con cinta métrica de la base del tronco hasta la inserción de las ramas.
Diámetro basal del tronco (cm)	Se midió con centímetro la circunferencia del tronco del árbol a una altura de 30 cm de la base del suelo, luego se calculo el diámetro aplicando $D = \text{circunferencia} / \pi$ .
Apariencia	Se utilizó una escala visual de 1 a 3 donde 1 se asigna a árbol débil, 2

Descriptor	Observación
	árbol semí-vigoroso y 3 árbol vigoroso.
Apertura de la copa	Envergadura de las ramas con respecto al eje central, donde 1 corresponde a la copa más compacta, 2 copa semi-compacta y 3 a la copa más abierta.
Número de ramas	Número de ramas del árbol a nivel de su horqueta o verticilo
Nivel de competencia	Número de árboles de cacao que rodean al individuo evaluado donde; 100 %= 4 árboles, 75 %= 3 árboles, 50 %= 2 árboles y 25 %= 1 árbol.

Fuente: adaptado del catalogo de descriptores del IPGRI, 2000.

#### 4.3.2. Caracterización morfológica del fruto.

Se caracterizaron 300 frutos (3 por cada árbol promisorio), clasificados por tamaño pequeño, mediano y grande, (Figura 3). Cada set de frutos fue debidamente etiquetado con el código de finca, nombre del productor, fecha de corte, número de árbol y número de mazorcas.



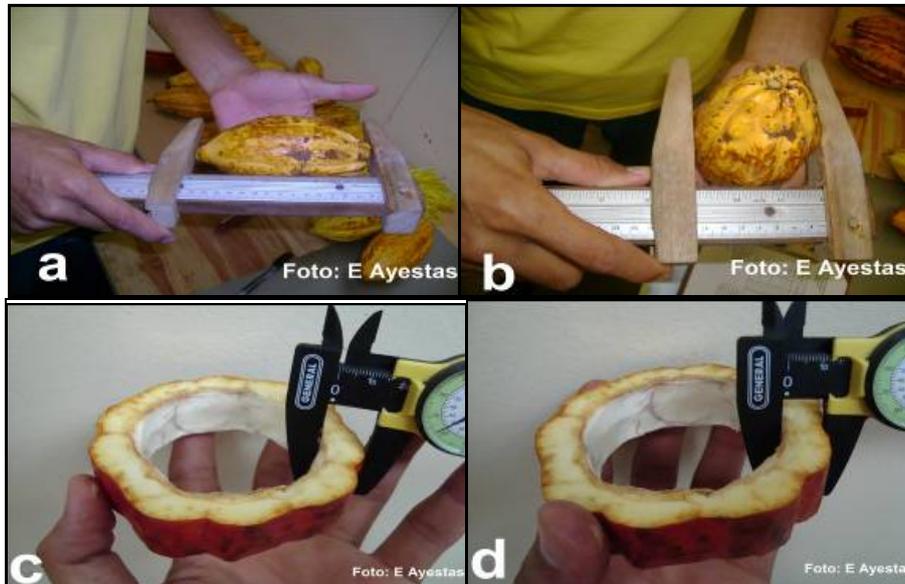
**Figura 3.** Selección de los frutos por cada árbol para medir los descriptores definidos.

Para la medición de los descriptores (Cuadro 2) se requirió de equipos y herramienta como: vernier de plástico, vernier de madera, balanza digital, cinta métrica, navaja, etiqueta, fichas de evaluación y formulario de campo. Además para reforzar los datos obtenidos se tomaron fotos utilizando una cámara digital.

**Cuadro 2.** Descriptores morfológicos y estado de descriptores para las características evaluadas en frutos de cacao.

<b>Descriptor morfológico</b>	<b>Estado de descriptores</b>
Peso del fruto (g)	Peso promedio de la mazorca cosechada.
Largo del fruto (cm)	Distancia lineal entre los extremos del fruto (figura 4.a).
Diámetro del fruto (cm)	Se midió en la parte intermedia de la mazorca (figura 4.b)
Espesor del caballete (cm)	Se midió en la parte más sobresaliente de uno de sus lóbulos (figura 4.c).
Profundidad del surco (cm)	Se midió en la parte más profunda de uno de sus lóbulos (figura 4.d).
Número de semillas	Se contabilizó la cantidad de semillas por fruto.
Peso de semillas (g)	Se determinó el peso de todas las semillas contenidas en un fruto.
Color del fruto maduro	1= amarillo; 2= rojo; 3=verde (Anexo 6).
Forma del fruto	1= angoleta; 2= amelonada; 3= cundeamor; 4= Calabacillo (Anexo 4).
Forma del ápice	1= puntiagudo; 2= agudo; 3= obtuso; 4= redondeado; 5= pezón (Anexo 4).
Contrición basal	0= ausente; 1= escaso; 2= intermedio; 3= bien marcado; 4= muy ancho (Anexo 4).
Rugosidad del mesocarpio	Se determinó al tacto con 3 categorías 0= lisa ausente; 5= intermedia; 7= áspera (Anexo 5).
Dureza del mesocarpio	3= suave; 5= intermedio; 7= duro
Semillas integras	Se contabilizó las semillas que presentaban embrión.
Semillas vanas	Se contabilizó las semillas que presentaban defecto.

- Adaptado del catalogo de la unidad de Recursos Genéticos de Cacao. (Engels, 1981).



**Figura 4.** Caracterización morfológica del fruto; **a.** Largo del fruto, **b.** Diámetro del fruto, **c.** Espesor del caballete, **d.** Profundidad del surco.

#### 4.3.3. Caracterización morfológica de la semilla

De los 3 frutos seleccionados por árbol se contabilizó individualmente la cantidad de semillas íntegras y vanas y se determinó el peso fresco en gramos. Posteriormente se tomaron 5 semillas sin mucilago por cada fruto, para medir el largo, ancho y espesor de la semilla (Figura 5). Adicionalmente se determinó el color del pericarpo y el color del cotiledón (Cuadro 3). Para cada set de semillas se tomaron fotos a 5 semillas enteras y 5 partidas (Figura 6).



**Figura 5.** Medición del largo, ancho y espesor de la semilla (cm).

**Cuadro 3.** Parámetros morfológicos utilizados para caracterizar las semillas de cacao.

Descriptor	Criterio
Peso fresco de semillas (g)	Se pesaron las semillas enteras y vanas sin placenta.
Ancho de la semilla (cm)	Se midió en la parte más ancha de la semilla.
Largo de la semilla (cm)	Se midió desde la base del embrión hasta el ápice.
Espesor de la semilla (cm)	Se midió sobre la parte más sobresaliente y gruesa de la semilla.
Color del pericarpio	Se determinó visualmente aplicando 3 categorías: 1= púrpura, 2= crema y 3= café
Color del cotiledón	Se determinó visualmente aplicando 3 categorías: 1= violeta 2= violeta pálido 3= blanco

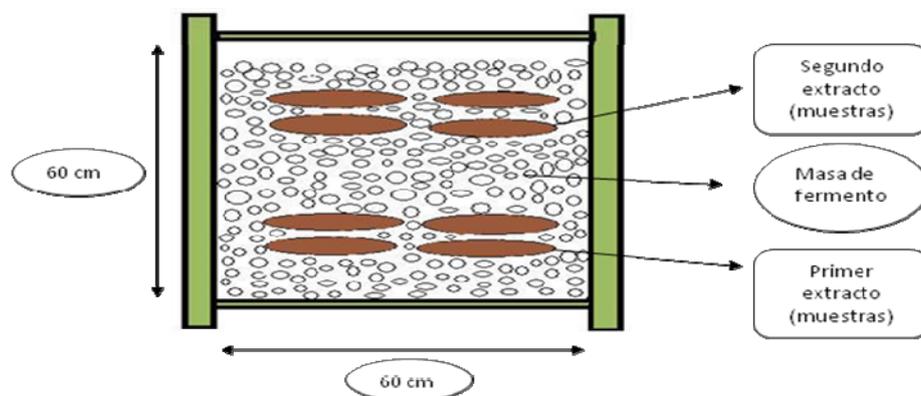


**Figura 6.** Caracterización del color del cotiledón de semillas de cacao.

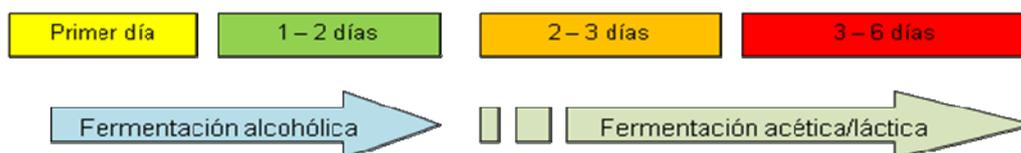
#### 4.3.4. Protocolo de fermentación de las muestras

Se recolectaron de 15 – 20 mazorcas maduras por árbol para conformar muestras de cacao usadas en ensayos de microfermentación de los 100 árboles superiores evaluados.

La microfermentación duró 6 días (Figura 8). Las muestras contenían 1,200 g y se ubicaron en mallas de 42 x 27 cm y se depositaron en cajones de madera (60 x 60 x 60 cm); la masa de fermento se colocó hasta una altura de 50 cm. En cada cajón se introdujeron 8 muestras, ubicando 4 muestra en el primer extracto (20 cm) y las 4 restantes en el segundo extracto (40 cm) (Figura 7). A la altura de los 50 cm se ubico una capa de hojas de musáceas (*Musa spp*) para acelerar el proceso de fermentación con la activación de bacterias y luego se colocaron sacos de macen para generar calor. Se realizaron remociones a las 48 y 96 horas. En cada remoción se realizó el corte de 10 semillas seleccionadas al azar de la masa de fermento (Figura 9 f) con el objetivo de evaluar el proceso de fermentación; todo el procedimiento se ilustra en la Figura 9. Finalmente las muestras fueron secadas al sol por 5 días a diferentes intervalos de tiempo logrando obtener 6.4 % de humedad (Cuadro 4).



**Figura 7.** Diseño y dimensiones del cajón de fermentación y disposición de muestras.



**Figura 8.** Duración de la fermentación y fases bioquímicas del proceso.

**Cuadro 4.** Intervalos de tiempo y posición de las muestras secadas al sol.

Días de secado	Tiempo de exposición	Posición de la Muestra
1	2 horas	Aglomeradas
2	2-3 horas	Aglomeradas
3	4 horas	Dispersas
4	5-6 horas	Dispersas
5	Todo el día	Dispersas

Actividades previas a los ensayos de microfermentación de las muestras.

- Selección de un área limpia para el picado
- Limpiar los cajones para evitar la presencia de mohos.
- Separar las mazorcas enfermas, dañadas por animales y daño físico
- Separación de granos enfermos, sobre-maduros, germinados y residuos de placentas
- Asignación de los códigos de identidad (finca, árbol y muestra).
- Ubicación de las muestras en las mallas para evitar confusión con la masa de fermentación.



**Figura 9.** Proceso de fermentación de las muestras, **a.** Identificación de las muestras, **b.** Picado de las mazorcas, **c.** Corte de hojas de musáceas, **d.** Ubicación de las muestras, **e.** Remoción de las muestras, **f.** Corte de semillas, **g.** Salida de las muestras.

#### 4.3.5. Determinación de índice de semilla y mazorca

Para cada árbol élite, de los 1,200 g de la muestra a fermentar se contabilizaron 100 semillas y se determinó el porcentaje de humedad, utilizando el medidor de humedad SAMAP, posteriormente se obtuvo el peso en la balanza digital DETECTO.

El índice de semilla es el peso de cada semilla fermentada y seca; el índice de mazorca es la cantidad de mazorcas necesarias para obtener 1 kg de cacao fermentado y seco. Para obtener los índices de semilla y frutos se aplicaron las siguientes ecuaciones.

$$\text{Indsem} = \frac{\text{Ps 100 sem}}{100}$$

Donde;

Indsem = Índice de semilla

Ps100sem = Peso seco de 100 semillas

100 = Cantidad de semillas pesadas

$$\text{Indmaz} = 1000 / \text{Indsem} / \text{semfrut}$$

Donde;

Indmaz = Índice de mazorca

1000 = 1000 gramos con forman un kg

Indsem = Índice de semilla

Semfrut = Cantidad de semillas en cada fruto

#### 4.3.6. Condiciones de almacenamiento de las muestra.

Las muestras fueron agrupadas por ensayo (fecha de fermentación), y empacadas en bolsas herméticas con capacidad de 9.1 kg (Figura 10.a). Finalmente, fueron almacenadas en nevera por 4 meses (Figura 10.b).



**Figura 10.** Almacenamiento y conservación de las muestras; **a.** muestras en sus bolsas herméticas por ensayo **b.** muestras almacenadas en la nevera.

#### 4.3.7. Afectación por enfermedades y animales

La afectación de las enfermedades *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) y *Phytophthora Palmivora* (Butl) se determinó en un momento dado, contabilizando los frutos sanos y con presencia de signos por *M. roreri* en tres etapas de afectación sobre la mazorca 1) presencia de gibas (afectación temprana), 2) manchas de color marrón en forma irregular (afectación intermedia), 3) presencia de esporas blancas (Anexo 8). La presencia de *P. palmivora* se identificó visualizando la mancha café sobre la cáscara del fruto. Se realizó un recuento de los frutos dañados por roedores (ratas y ardillas) y aves (pájaro carpintero).

La incidencia de enfermedades (*M. roreri* y *P. palmivora*) y el daño por animales se estimó con la siguiente ecuación.

$$\text{Afectación \%} = \frac{\sum \text{FAxA}}{\sum \text{FTxA}} \times 100$$

Donde;

FAxA = Frutos afectados por árbol

FTxA = Frutos totales por árbol

#### **4.4. Información del manejo y condiciones de crecimiento de los árboles promisorios de cacao.**

A cada productor se le consultó sobre las prácticas de manejo que realiza a su plantación de cacao, la encuesta recopiló información sobre el manejo agronómico, densidad poblacional, prácticas de combate a las principales enfermedades. Esta información permitió conocer en qué condiciones crecen los árboles y permitió relacionar la información de la caracterización con las condiciones de crecimiento y desarrollo de los arboles evaluados.

#### **4.5. Análisis de datos**

Los datos fueron ingresados en hojas de Excel para las variables individuales de árbol, fruto y semilla, esta información permitió calcular estadísticas descriptivas (promedios, máximos, mínimos, desviación estándar y frecuencias para cada variable). Los datos cuantitativos para cada individuo se organizaron en una matriz, la cual fue estandarizada aplicando el coeficiente logarítmico. La matriz fue analizada mediante el programa estadístico INFOSTAT 2004. Se aplicaron análisis de conglomerados usando distancias euclidianas y el procedimiento aglomerativo de Ward, para agrupar los individuos por sus características. Se realizó el análisis ANDEVA al 95 % de confianza para determinar las variables que separaron a los grupos formados. Finalmente se realizó el análisis discriminante canónico para determinar cuáles variables contribuyeron a la explicación de las diferencias entre grupo de individuos.

## **V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1. Manejo agronómico de los árboles promisorios de cacao**

El tamaño de las 29 fincas donde se evaluaron los 100 árboles vario entre 0.7 a 70 ha con un área promedio cultivada con cacao de 2 ha (0.7-8 ha). Todas las fincas están certificadas como fincas cacaoteras orgánicas por la empresa certificadora Biolatina desde el año 2000.

El distanciamiento predominante en los cacaotales fue 3.5 x 3.5 m (817 plantas ha<sup>-1</sup>), Sánchez (1994) recomienda la distancia de 3 x 3.5 m en cuadro para la propagación vegetativa del cacao ya que esta favorece un menor desarrollo de las plantas y sobre todo a una mayor uniformidad entre los árboles de cacao y 3.5 x 3.5 m en triangulo o tres bolillos para propagación por semillas, con el objetivo aprovechar mejor el espacio y para lograr un mayor desarrollo de los árboles.

Los cacaotales se desyerban tres veces por año y de forma manual (con machete). Los productores podan el cacao tres veces por año (en los meses de mayo, agosto y noviembre) con el fin de mejorar la entrada de luz y aireación de la plantación. Si no se poda oportunamente el cacao se presenta traslape o cruce de ramas, aparecen chupones y los árboles crecen de forma desmedida, se acumula humedad y se dificulta el manejo, combate de las enfermedades y la cosecha (Sánchez, 1994, Phillips y Cerda 2009).

El 65 % de los productores controla la monilia cada 8 días y el 27 % lo hace quincenalmente. Krauss (2003) indica que el control semanal de la monilia reduce en un 80 % la afectación. Los datos colectados sugieren que más de la mitad de los productores de Waslala controlan deficientemente la monilia de sus cacaotales.

Las actividades más comunes para combatir el ataque de monilia y mazorca negra consiste en cortar los frutos con síntomas y signos de ambas enfermedades y los dañados por pájaros y roedores, los frutos son enterrados en sitios fuera de la parcela o bien son cubiertos con hojarasca. Adicionalmente se aplica cal disuelta en agua, a razón de 0.45 kg en 20 lt de agua (1 bombada), la dosis aplicada es de 14 bombadas por ha. El producto es aplicado a los pepinos (frutos en desarrollo) y además se aplica cal a razón de 0.2 kg por árbol alrededor de la base del tallo.

Para ayudar a la fertilidad del suelo, los productores preparan compost a base de cascara de frutos de cacao, estiércol bovino, tierra, cal, restos de musáceas y rastrojos de *Phaseolus vulgaris* L y aplican 2.3 kg por árbol en la base del tallo, además aplican fertilizante foliar preparado con estiércol bovino, leche, hojas de madero negro (*Gliricidia sepium*) y dulce o melaza a razón de 1.4 lt de fertilizante en 20 lt de agua, aplicando 20 bombadas por ha.

## **5.2. Caracterización morfológica de los árboles promisorios de cacao.**

### **5.2.1. Altura total, altura de horqueta, diámetro basal y ramas principales.**

La altura promedio de los árboles fue de 3.59 m ( $\pm$  1.1), con un mínimo de 2 m para los árboles ID-205, ID206 y máximo de 7 m para el árbol ID-357. Así mismo la altura media de la horqueta fue de 1.4 m ( $\pm$  0.6), variando de 0.4 m para el árbol ID-302 y 3.2 m en el árbol ID-232 (Cuadro 5). Meléndez 1991, concluye que una altura de horqueta de 1.30 a 1.50 cm es la más recomendada, ya que facilita la poda de la plantación y el combate manual de las enfermedades. En este estudio el 47 % de los árboles presentaron altura de horqueta dentro de este rango.

La altura del árbol y horqueta son características influenciadas por varios factores como: podas, competencia entre árboles y las condiciones de sombra que produzca la elongación del tallo en la etapa temprana de desarrollo, de la exposición al sol y de las condiciones de fertilidad del suelo; los resultados indican que hay una alta variabilidad entre árboles.

El diámetro del basal promedio del tronco fue de 18.8 cm ( $\pm$  4.6) y varió de 6.05 cm para el árbol ID-243 y 32.28 cm para el árbol ID-167 (Cuadro 5). Esta variable no es afectada por el manejo que proporciona el agricultor, pero sí por la edad del árbol y factores de fertilidad del suelo.

La cantidad de ramas principales que forman la horqueta varió de 2 a 5 ramas, con un promedio general de 3 ramas; lo que sugiere que esta característica depende de la preferencia de arquitectura que desea dar el productor a la planta de cacao.

**Cuadro 5.** Valores medios, máximos y mínimos de los árboles promisorios de cacao, Waslala, RAAN, 2009.

<b>Variables</b>	<b>Promedio</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
<b>Altura de planta (m)</b>	3.6 (1.1)	7	2
<b>Altura de horqueta (m)</b>	1.4 (0.6)	3.2	0.4
<b>Diámetro basal (cm)</b>	18.8 (4.6)	32.3	6
<b>Ramas principales</b>	3 (0.9)	5	2

❖ Datos dentro del paréntesis indican la desviación estándar

### **5.2.2. Apertura de copa, apariencia y grado de competencia de los árboles promisorios de cacao.**

La mayoría de los árboles (79 %) mostraron apariencia vigorosa y el 59 % de los árboles presentó copa semicompacta (Cuadro 6). El 55 % de los árboles crece en condiciones de competencia completa (rodeado por cuatro árboles), seguidamente el 27 % presentó 75 % de competencia (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Porcentaje de árboles de cacao que presentaron diferentes condiciones de apariencia, apertura de copa y competencia en Waslala, RAAN, 2009.

<b>Variables</b>	<b>Categoría</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Apariencia</b>	Vigoroso	79
	Poco vigoroso	21
	Débil	0
<b>Apertura de copa</b>	Semicompacta	59
	Compacta	31
	Abierta	10
<b>Competencia</b>	100 %	55
	75 %	27
	50 %	14
	25 %	3
	0 %	1
<b>Número de árboles evaluados</b>		100

### 5.3. Caracterización morfológica del fruto

#### 5.3.1. Peso, largo y diámetro del fruto, espesor del caballete, profundidad del surco, semillas por fruto y peso de 100 semillas al 6.7 % de humedad.

El peso promedio del fruto fue de 683.1 g ( $\pm$  208.6) y varió de 252.3 g para el árbol ID-269 a 1,535.33 g árbol ID-298 (Cuadro 7). Arciniega (2005), caracterizó los árboles superiores de cacao seleccionados por el programa de mejoramiento genético de cacao del CATIE y reportó que el peso del fruto varió entre 348.8 g a 1,035.4 g con un promedio de 574.1 g; por otro lado Coronado et al (2008), reportó pesos de frutos de cacao entre 490 g a 1.384 g y un promedio de 790 g, superior a los frutos de los árboles promisorios de cacao de Waslala.

La longitud promedio de los frutos fue de 17.69 cm ( $\pm$  2.6) con rangos de 12.60 cm para el árbol ID-102 a 24.03 cm para el árbol ID-334, con. Coronado et al (2008) registró frutos más largos 24.6 cm promedio en clones de cacao. El diámetro del fruto varió de 6.77 cm para el árbol ID-269 a 11.83 cm árbol ID-298, con promedio de 9.1 cm ( $\pm$  0.8). El espesor del caballete presentó valor promedio de 1.80 cm ( $\pm$  0.4), variando entre 0.77 cm para el árbol ID-269 y 2.97 cm árbol ID-298 (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Valores medios, máximos y mínimos de las variables del fruto de los árboles promisorios de cacao, Waslala, RAAN, 2009.

<b>Descriptor</b>	<b>Promedio</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
<b>Peso del fruto(g)</b>	683.1 (208.6)	1,535	252.3
<b>Largo del fruto(cm)</b>	17.7 (2.6)	24.0	12.6
<b>Diámetro del fruto(cm)</b>	9.1 (0.8)	11.8	6.7
<b>Espesor del caballete (cm)</b>	1.8 (0.4)	3.0	0.7
<b>Profundidad del surco (cm)</b>	1.3 (0.3)	2.3	0.6
<b>Semillas por fruto</b>	39 (5.4)	49	20
<b>Peso de 100 semillas al 6.7% de humedad(g)</b>	139.4 (29.4)	244	93

La profundidad del surco varió de 0.63 cm para el árbol ID-269 a 2.30 cm en el árbol ID-350, con un promedio de 1.33 cm ( $\pm 0.3$ ). El número de semillas por fruto varió entre 20 semillas para el árbol ID-278 a 49 presentándolo el árbol ID-287, con un promedio de 39 semillas (Cuadro 7). Evaluaciones en clones de cacao Guillen (1997), reportaron en promedio 43 semillas por fruto, superiores al promedio en los árboles de cacao de Waslala; resultados similares Guzmán (1997) y Arciniegas (2005) reportan valores medios de 30 semillas y 35 semillas por fruto respectivamente.

Dado que el número de óvulos por ovario de la flor es una característica genética y varía para cada clon, existen diferencias bien marcadas en cuanto al máximo número de semillas producidas por fruto. A mayor número de óvulos por ovario existe mayor probabilidad de fecundación por ovario, por lo tanto más semillas por fruto (Guzmán, 1997). Arciniegas (2005), declara que 35 semillas por fruto es un buen rendimiento, en este estudio se seleccionaron 28 árboles que superaron las 35 semillas por fruto (Anexo 8). Para el peso promedio de 100 semillas al 6.7 % de humedad se encontró rangos de 93 g árbol ID-110 a 244 g árbol ID-356, presentando un promedio de 139.4 g. De acuerdo al promedio registrado los 100 árboles presentan semillas con peso superior al requerido por la industria de chocolate (1 g).

### **5.3.2. Color, forma del fruto, forma del ápice, contricción basal, rugosidad y dureza del mesocarpo de los frutos de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.**

La mayoría de los frutos presentaron color amarillo (71 %), el 22 % de ellos presentaron color rojo y el restante 7.3% fueron de color verde (Cuadro 8). Menos de la mitad (42%) de los frutos presentaron forma cundeamor, el 25 % mostró forma angoleta, el 25 % mostró forma amelonado y el restante 8 % mostró forma calabacillo (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Distribución de frecuencias para las variables cualitativas de 300 frutos de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.

Descriptor	Parámetro	Porcentaje	Descriptor	Parámetro	Porcentaje
<b>Color del fruto</b>	Amarillo	71	<b>Contricción basal</b>	Escasa	57
	Rojo	22		Ausente	33
	Verde	7		Intermedia	8
		Bien marcada		2	
<b>Forma del fruto</b>	Cundeamor	42	<b>Rugosidad del mesocarpo</b>	Intermedia	58
	Amelonado	25		Lisa	25
	Angoleta	25		Áspera	18
<b>Forma del ápice</b>	Cabacillo	8	<b>Dureza del mesocarpo</b>	Duro	40
	Agudo	52		Intermedia	29
	Obtuso	20		Suave	31
	Pezón	17			
	Redondeado	6			
	Puntiagudo	5			

La mitad de los frutos (52 %) presentó ápice agudo, el 20 % de los árboles mostró forma obtuso, el 17 % presentó forma del ápice pezón y el 6 % y 5 % mostraron forma redondeada y puntiaguda (Cuadro 8). El 57 % de los frutos mostró escasa contricción basal y en el 33 % restante la contricción basal fue ausente (Cuadro 8).

Más de la mitad de los frutos evaluados (58 %) presentó rugosidad de cascara intermedia, el 25 % tuvo rugosidad de la cascara lisa y el 18 % presentó rugosidad áspera (Cuadro 8). El 40 % de los frutos evaluados presentaron dureza en su mesocarpo, el 31 % de los frutos mesocarpo suave y el 29 % manifestaron dureza intermedia (Cuadro 8).

#### **5.4. Caracterización morfológica de las semillas de cacao.**

##### **5.4.1. Ancho, largo y espesor de la semilla de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.**

El ancho de la semilla mostró un promedio de 1.4 cm ( $\pm$  0.2), con máximo de 2.1 cm en el árbol ID-265 y un mínimo de 0.9 cm para el árbol ID-357 (Cuadro 9). La longitud de la semilla varió de 2 cm para el árbol ID-337 a 4 cm en el árbol ID-298, con un promedio de 2.7 cm (Cuadro 9). El espesor de la semilla presentó un valor máximo de 2 cm (ID-108) y un valor mínimo de 0.2 cm (ID-302), el espesor promedio de las semillas fue de 0.9 cm (Cuadro 9). El cacao muestra una gran variabilidad en relación al tamaño de la semilla y las investigaciones sobre su modo de herencia indican que el carácter esta bajo el control genético (Bartley, 1989).

**Cuadro 9.** Valores medios, máximos y mínimo de las variables de semillas evaluadas en cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.

<b>Descriptor</b>	<b>Promedio</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
<b>Ancho de la semilla (cm)</b>	1.4 (0.2)	2.1	0.9
<b>Largo de la semilla (cm)</b>	2.7 (0.2)	4	2
<b>Espesor de semilla (cm)</b>	0.9 (0.1)	2	0.2

##### **5.4.2. Porcentajes de color del pericarpo y del cotiledón de las semillas de cacao.**

El 69.4 % de las semillas presentó pericarpo de color café, mientras que el 15.3 % restante presento color purpura y crema, respectivamente. Los cotiledones manifiestan una gran variedad de colores, sin embargo se reportan con mayor frecuencia los cotiledones purpuras típico de los genotipos trinitarios. La variación en la intensidad de pigmentación se encuentra en cualquier población (Bartley, 1989). El color violeta predominó con el 75.7 % y el 5.5 % presentaron color blanco (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Porcentajes del color del pericarpio y del cotiledón de la semilla de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.

Descriptor	Parámetros	Porcentajes
<b>Color del pericarpio</b>	Café	69.4
	Crema	15.3
	Purpura	15.3
<b>Color del cotiledón</b>	Violeta	75.7
	Violeta pálido	18.7
	Blanco	5.5
<b>Semillas evaluadas</b>		1,500

**5.5. Índices de semilla e índice de mazorca de los árboles de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.**

El índice de semilla promedio fue de de 1.4 g ( $\pm$  0.3) y varió de 0.98 g árbol (ID-269) a 2.4 g árbol ID-356, con promedio. Arciniegas (2005), reporta un índice de semillas promedio de 1.2 g en clones de cacao, similar al encontrado en los árboles superiores de Waslala. Aplicando el valor mínimo aceptable para la industria de chocolate de 1 g, la mayoría de los árboles evaluados muestran un índice de semilla superior (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Índices de semillas y mazorcas de 91 árboles promisorios de cacao en Waslala, RAAN, 2009.

Descriptor	Promedios	Máximo	Mínimo
<b>Índice de semilla</b>	1.4 (0.3)	2.4	0.9
<b>Índice de mazorca</b>	19.6 (4.8)	37	11

El dato dentro del paréntesis es la desviación estándar.

Dado que el peso de la almendra es un buen indicador de rendimiento, se hace necesario seleccionar clones con semillas medianas o grandes y uniformes, ya que semillas pequeñas pueden quemarse durante el tostado. A menor índice de semilla mayor cantidad de semillas

por kilogramo, lo que aumenta el porcentaje de cascarilla (Guzmán, 1997). El índice de mazorca varió de 11 mazorcas (ID-365) a 37 mazorcas (ID-332), con un promedio de 20 mazorcas (Cuadro 11). Autores como Guillen 1997, Guzmán 1997 y Arciniegas 2005 reportan índices promedios superiores al registrado en este estudio (31, 24 y 25 mazorcas respectivamente). La introducción de material híbrido, la selección de progenies de híbridos y el cruce natural entre materiales ha provocado que ciertos materiales manifiesten excelente índices de rendimiento.

#### 5.6. Afectación por *M. roreri*, *P.palmivora*, roedores y pájaros.

Al momento de la caracterización se determinó la incidencia de Monilia (*Moniliothora roreri*) y mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), ya que son las enfermedades que producen mayores daños en la producción de cacao con la consecuente reducción de ingreso a los productores. La incidencia media de monilia y mazorca negra fue de 3,7% y 2,0% respectivamente (Cuadro 12). Sin embargo, las observaciones de campo permitieron determinar que el 51% de los árboles presentan frutos infectados con monilia en diferentes estados de desarrollo (síntomas). Es aconsejable dar continuidad a los estudios de incidencia de enfermedades para disponer de mayor y mejor información sobre la tolerancia de los árboles promisorios de cacao a las enfermedades.

**Cuadro 12.** Porcentajes de afectación por *M. roreri*, *P. palmivora*, pájaros y roedores en frutos de cacao, Waslala, RAAN, 2009.

Patógeno	Promedio %	Máximo %
<i>M. roreri</i>	3.7	26.7
<i>P. palmivora</i>	1.9	36.9
Pájaros	0.4	8
Roedores	1.4	23

El daño a los frutos por aves y roedores fue bajo, con un promedio de 0,4% y 1,4% respectivamente. Es importante prestar atención al efecto de la biodiversidad ya que en un

determinado momento se puede formar en un problema para las cosechas (Cuadro 12). Resulta difícil estimar con precisión las pérdidas de cosecha de cacao causadas por enfermedades (Wood, 1982). Las enfermedades inciden directamente en el potencial de producción y la calidad de las almendras del cacao mediante la infección parcial o total de las mismas (Arciniegas, 2005).

Varios autores reportan diferentes grados de afectación por enfermedades a nivel nacional; el MAGFOR informó en el 2006 que las pérdidas por enfermedades fueron por el alrededor del 40 – 60 % en las zonas cacaoteras de Waslala y Rancho Grande. Guillen (1997), reportó en su estudio sobre clones de cacao realizado en el centro experimental El Recreo (CER), una afectación menor del 2 %, declarando que los genotipos estudiados demostraron un alto grado de resistencia a *P.palmivora* en condiciones de campo. Por su parte Guzmán (1997) reporta un 7.11 % de afectación en 22 clones evaluados en el mismo CER. Adicionalmente, se reportan 5 clones sin síntomas enfermedad; concluyendo que los clones estudiados mostraron un efecto de escape natural a *P.palmivora*.

Dado que el uso de agroquímicos para el combate de las enfermedades de cacao no ha sido efectivo Enríquez y Soria (1984) proponen dos métodos culturales para enfrentar los problemas sanitarios del cacao 1) selección de árboles que manifiesten tolerancia bajo condiciones naturales 2) incorporar resistencia en descendencia de padres resistentes o de diferente reacción.

### **5.7. Análisis de conglomerados**

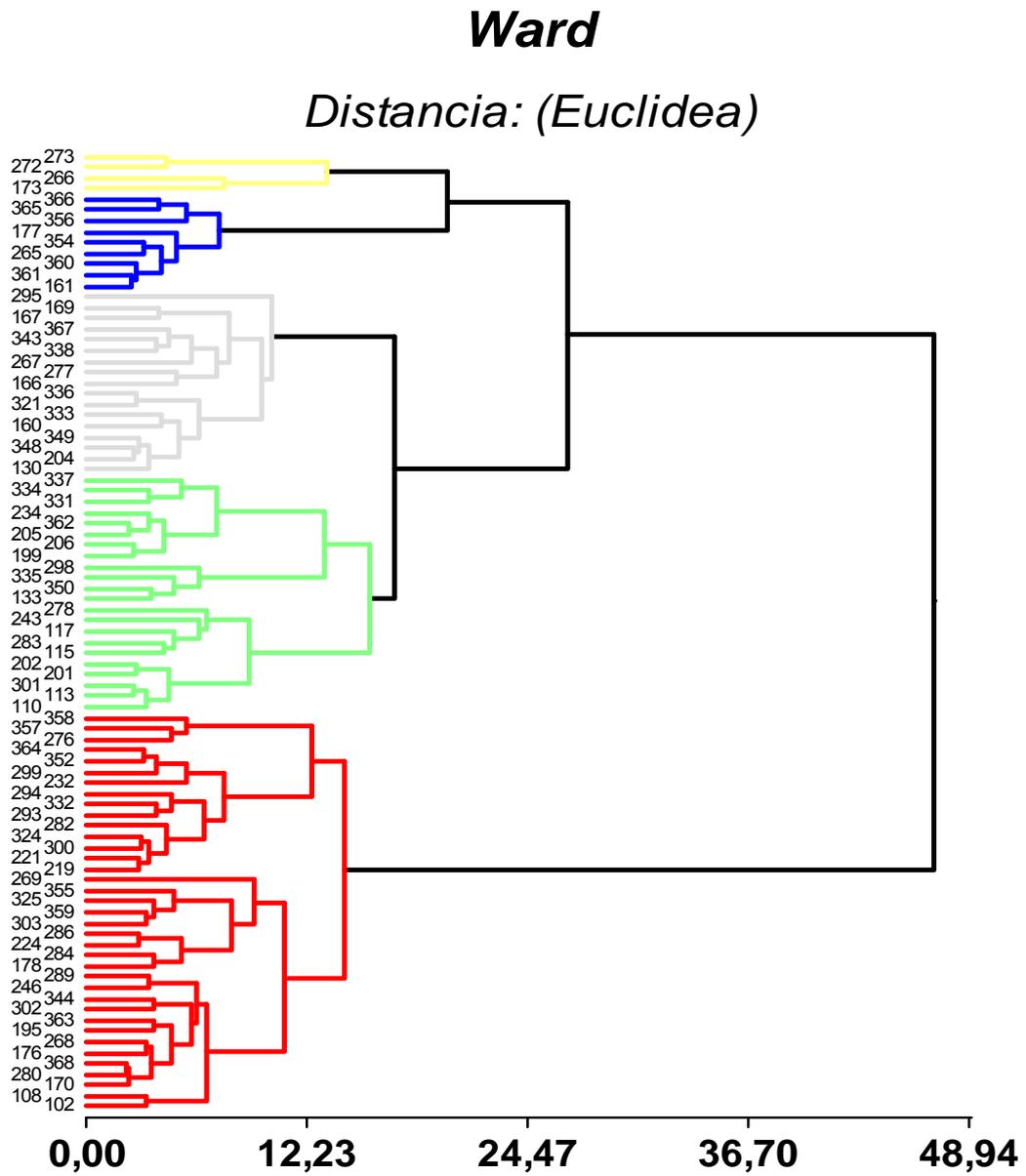
Los resultados demuestran que la población de árboles estudiados se clasifica en dos grupos principales separados por una distancia de 48,94. El grupo 1, agrupa 52 árboles subdividido en 4 subgrupos; los cuales comparten algunas características. El grupo 2 contiene 37 árboles (Figura 11). Las distancias euclidianas entre grupo es baja, planteándose que se puede deber a un intercambio de materiales entre los productores.

El grupo 1 se diferencia del grupo 2 en las variables peso, largo y diámetro de la mazorca, espesor del caballete, profundidad del surco, peso fresco y seco de 100 semillas, ancho, largo y espesor de semilla; sin embargo no mostró diferencias significativas en el número de semillas por fruto ni en las características morfológicas del árbol (Cuadro 13).

Graziani *et al.*, (2002), concluye que las características físicas varía entre los tipos de cacao entre parcelas, así encontramos frutos de diversas formas, texturas y colores tanto en estado inmaduro como maduro, producto de la fecundación cruzada.

Thienhaus (2008), concluye que a partir de los 70's, los híbridos de cacao fueron el principal material de siembra en Nicaragua, así mismo los híbridos hoy en producción provienen principalmente de las fases de establecimiento después de 1990 con mejores selecciones que en los 70's y 80's; la deficiencia en la oferta de semillas hace recurrir a la segunda generación (F2) de plantaciones híbridas. De acuerdo a la misma autora las plantaciones de cacao en la región atlántica de Nicaragua, es producto de la introducción de variedades provenientes del CATIE, con el objetivo de mejorar la producción, lo que obligo a sustituir el cacao criollo.

Los resultados de este estudio indican que las plantaciones de Waslala provienen de un origen común, además el cruce entre los materiales ha causado que estos pierdan su identidad genética producto de la recombinación con la consecuente manifestación de variación fenotípica pero conservando su constitución genética.



**Figura 11.** Dendrograma de conglomerados de 89 árboles promisorios de cacao evaluados en Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.

**Cuadro 13.** Análisis de varianza para los grupos conformados en el análisis de conglomerados en los árboles de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.

Variables	Promedios		p-valor
	Grupo 1	Grupo 2	
<b>Peso del fruto (g)</b>	782.41 <sup>a</sup>	514.06 <sup>b</sup>	0.0001*
<b>Largo del fruto (cm)</b>	18.90 <sup>a</sup>	15.63 <sup>b</sup>	0.0001*
<b>Diámetro del fruto (cm)</b>	9.43 <sup>a</sup>	8.51 <sup>b</sup>	0.0001*
<b>Espesor del caballete (cm)</b>	1.92 <sup>a</sup>	1.60 <sup>b</sup>	0.0001*
<b>Profundidad del surco (cm)</b>	1.41 <sup>a</sup>	1.21 <sup>b</sup>	0.0001*
<b>Semillas por fruto</b>	39 <sup>a</sup>	38 <sup>a</sup>	0.3286 <sup>ns</sup>
<b>Peso de 100 semillas al 6.7 % de humedad (g)</b>	147.7 <sup>a</sup>	127.2 <sup>b</sup>	0.0008*
<b>Ancho de la semilla (cm)</b>	1.43 <sup>a</sup>	1.34 <sup>b</sup>	0.0093*
<b>Largo de la semilla (cm)</b>	2.75 <sup>a</sup>	2.58 <sup>b</sup>	0.0002*
<b>Espesor de la semilla (cm)</b>	0.92 <sup>a</sup>	0.81 <sup>b</sup>	0.0001*

G1= Grupo 1 formado en el dendrograma; G2= Grupo 2 formado en el dendrograma  
 Letras distintas en una misma fila indica diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

### 5.8. Análisis de componentes principales

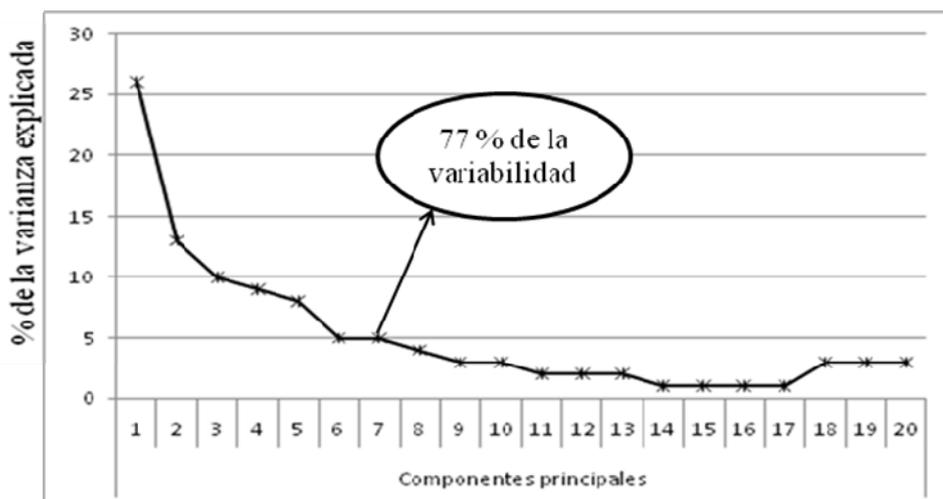
Este análisis indica que 11 de 20 componentes, explican el 90 % de la variabilidad del total de las observaciones (Cuadro 13). Las características que más contribuyen a explicar la variabilidad observada fueron las correspondientes al fruto y las semillas, respecto a las características de arquitectura de la planta. La literatura destaca que se deben de considerar como aceptable los componentes cuyos valores propios expliquen un 70% o más de la varianza total; así mismo se debe seleccionar los componentes cuyo valor propio sea  $\geq 1$  (López e Hidalgo, 1994). En la Figura 12, se visualiza el efecto decreciente de las aportaciones de cada componente, así mismo todos presentan valores propios mayores a 1.

**Cuadro 14.** Componentes principales y valores de aportación para la discriminación de los árboles promisorios de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.

Nº	Componentes principales	Valores propios	Proporción de la varianza total explicada	
			Absoluta (%)	Acumulada (%)
1	Espesor de caballete	5.74	0.26	0.26
2	Profundidad del surco	2.97	0.13	0.40
3	Diámetro de mazorca	2,22	0,10	0,50
4	Peso fresco de 100 semillas	2,03	0,09	0,59
5	Peso de mazorca	1,77	0,08	0,67
6	Peso seco de 100 semillas	1,19	0,05	0,72
7	Peso de semillas	1,09	0,05	0,77
8	Ancho de semilla	0,88	0,04	0,81
9	Espesor de semilla	0,71	0,03	0,85
10	Largo de semilla	0,69	0,03	0,88
11	Largo de mazorca	0,55	0,02	0,90
12	Frutos con monilia	0,50	0,02	0,92
13	Frutos dañados por pájaros	0,37	0,02	0,94
14	Altura del árbol	0,30	0,01	0,96
15	Frutos sanos	0,29	0,01	0,97
16	Frutos con palmivora	0,21	0,01	0,98
17	Frutos dañados por roedores	0,16	0,01	0,99
18	Altura de la orqueta	0,11	0,03	0,99
19	Semillas vanas por fruto	0,09	0,03	0,99
20	Diámetro basal	0,06	0,03	1,00

En el Cuadro 14, se indican los valores de distribución de las variables en la contribución de los ejes canónicos (eje 1 y eje 2). El primer eje (eje 1) separa a los árboles de cacao principalmente por las variables peso fresco y seco de 100 semillas, peso de la mazorca, largo de la mazorca, diámetro de la mazorca, peso fresco de semillas integrales, largo de

semillas, espesor de la semilla. Mientras que en el segundo eje (eje 2) incluye a las variables de diámetro de la mazorca, espesor del caballete, profundidad del fruto con valores positivos altos; otras variables incluidas son ancho de semilla, frutos con monilia y frutos dañados por pájaros que presentan valores negativos altos.



**Figura 12.** Proporción de la varianza explicada por cada componente principal en la caracterización de una población de cacao.

Los resultados de este estudio concuerdan con Martínez (2007) quien reporta que las variables peso de la mazorca y diámetro de la mazorca son las que más peso representan en (eje 1) (valor  $>0.5$ ), y en el (eje 2) la variable que más peso produce es el número de semillas por fruto. Así mismo, Villegas y Astorga (2005), señalan que las características de la flor y del fruto fueron las que más contribuyeron a explicar la variabilidad entre genotipos de Cacao Nacional Boliviano (CNB). En este estudio se encontró que las variables de fruto y semillas son las que más contribuyen a determinar la variabilidad fenotípica. Es de importancia aclarar que las variables que se muestran en los componentes 1 y 2, solo están explicando el 40 % de la variabilidad (Figura 12), lo que indica la relación tan estrecha que existe entre los genotipos y conlleva a necesitar alto número de componente (20 componentes) para explicar el 100 % de la variabilidad.

**Cuadro 15.** Variables del fruto y semillas con su aportación en los ejes de agrupamiento canónico, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.

<b>variables</b>	<b>eje 1</b>	<b>eje 2</b>
Peso fresco de 100 semillas	0.33	-0.25
Peso seco de 100 semillas	0.30	-0.26
Peso de la mazorca	0.36	0.20
Largo de mazorca	0.28	-0.06
Diámetro de la mazorca	0.31	0.30
Espesor del caballete	0.26	0.38
Profundidad del surco	0.20	0.43
Peso fresco de semillas integra	0.32	-0.21
Ancho de la semilla	0.23	-0.30
Largo de la semilla	0.31	-0.06
Espesor de la semilla	0.30	-0.14
Frutos con monilia	-0,04	-0,28
Frutos dañados por pájaros	0,02	-0,28
Altura del árbol	-0,10	-0,14
Frutos sanos	-0,11	0,10
Frutos con palmivora	-0,03	-0,18
Frutos dañados por roedores	-0,04	-0,14
Altura de la orqueta	-0,07	-0,04
Semillas vanas por fruto	-0,08	-0,04
Diámetro basal	-0,05	-0,07

## CONCLUSIONES

- ❖ El 79 % de los árboles evaluados mostraron apariencia de ser vigorosos, el 55 % de ellos crecen en condiciones de competencia completa y un 59 % mostró copa semi compacta.
- ❖ El árbol ID-298 mostro los máximos valores en peso y diámetro del fruto, sin embargo mostro un espesor del caballete grueso (3 cm), el ID-334 mostro el mejor valor en largo del fruto, el ID-287 registro la mayor cantidad de semilla por fruto (49) y el ID-356 presento el mayor peso de 100 semilla al 6.7% de H.. El color amarillo predominó (71 %) en los frutos evaluados.
- ❖ Únicamente, 28 árboles mostraron la mayor cantidad de semillas ( $> 35$ ), mejores índices de semilla ( $> 1.0$  g) e índice de mazorca ( $< 20$  mazorcas).
- ❖ El análisis de conglomerados indica la formación de 2 grupos; las variables peso de mazorca, largo, diámetro, espesor del caballete, profundidad del surco, ancho de semilla, largo, espesor de semilla, peso fresco y seco de 100 semillas hacen diferir a los grupos evaluados; el número de semillas por fruto y las variables morfológicas del árbol fueron similares entre grupos.
- ❖ El análisis componentes principales demostró que 7 componentes explican el 77 % de variabilidad y que para explicar el 100 % de la variabilidad se necesita 20 componentes.
- ❖ Las variables de mazorca y semilla fueron las que más aportaron a la variabilidad de los materiales.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- ❖ Dar seguimiento a los 28 árboles que presentaron mayor índice de mazorca e índice de semilla para dar consistencia en los valores registrados.
- ❖ Realizar la evaluación sistemática del comportamiento productivo y sanitario de los 28 árboles que mostraron mejores índices, con el fin de obtener datos más sólidos que permita seleccionar con mayor criterio la población final de los árboles promisorios.
- ❖ Se sugiere propagar vegetativamente los materiales de la lista de 28 árboles que mostraron mejores índices de semilla y mazorca en jardines clónales y parcelas demostrativas para que sean evaluados por técnicos y agricultores de Waslala.

## LITERATURA CITADA

- Abadie y Berretta, 2001. Caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos. “Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del cono sur”. PROCISUR, INIA. 8 pp.
- Arciniegas, A M. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L) por el programa de mejoramiento genético del CATIE, Tesis Mag.Sc, Turrialba, Costa Rica. 125 pp.
- Arguello, O; Mejía, L; Palencia, C. 2000. Origen y descripción botánica. In Tecnología para el mejoramiento de sistemas de producción de cacao, Corpoica, Bucaramanga, Colombia Pp 10-12.
- Bartley, G.D. 1989. La calidad en el mejoramiento genético del cacao. Memoria del seminario. Manejo de germoplasma de cacao. Turrialba, Costa Rica. Pp. 6.
- Büchert, J. P. 2008. Nicaragua: Agrocadena de cacao sostenible y comercio justo. II foro nacional del cacao Managua-Nicaragua. 11 pp.
- Cacaonica, 2009. Segundo informe trimestral Abril a Junio-2009. Proyecto “Competividad y ambiente en los territorios cacaoteros de Centroamérica. 71 pp.
- CETREX, 2009. Centro de trámites de las exportaciones, mayor información [www.cetrex.gob.ni/estadisticas/todos los productos de exportación Enero-Diciembre 2007-2008](http://www.cetrex.gob.ni/estadisticas/todos_los_productos_de_exportación_Enero-Diciembre_2007-2008).
- Coronado, R. S y Palencia, G. E, 2008. Selección de materiales de cacao (*Theobroma cacao* L) de alto rendimiento y criollos su caracterización e importancia. Artículo. Corpoica, Colombia. 7 pp.
- Enríquez, G A. 1987. Manual del cacao para agricultores. Editorial; Universidad Estatal a Distancia, CATIE-Turrialba, Costa Rica. 150 pp. Disponible en [http://books.google.com.ni/books?hl=es&id=HN\\_ISlbgzXsC&dq=manual+del+ca](http://books.google.com.ni/books?hl=es&id=HN_ISlbgzXsC&dq=manual+del+ca). Citado el 9 – 11 de octubre, 2008.
- Enríquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Serie manuales de enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 240 pp.

- Enríquez, G. A. 1966. Selección y estudio de los caracteres de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares de cacao. IICA. CATIE Turrialba, Costa Rica. Pp. 5.
- Enríquez, G. A; Soria, J. A. 1984. Mejoramiento genético para resistencia a cinco enfermedades del cacao. Serie 9. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Pp. 5.
- Graziani L, Ortiz L, Angulo J y Parra P (2002). Características físicas del fruto de cacao tipo criollo, forastero y trinitario de la localidad de cumboto, Venezuela. *Agronomía tropical*. Maracay, Venezuela. 52 pp. Disponible en [http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2002000300006&lng=es&nrm=iso](http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2002000300006&lng=es&nrm=iso). Citado el 22 de noviembre del 2008.
- Guharay, F, Barahona, L; Chaput, P. 2006. Diseño de un programa Nacional de combate de moniliasis de Cacao: la tercera fase. Documento de la Comisión Presidencia de Competitividad, Nicaragua. 163 pp.
- Guillen, L. F, 1997. Caracterización agronómica de 24 clones de cacao (*Theobroma cacao* L). UNA, Nicaragua. 45 pp.
- Guzmán, E, 1997. Evaluación agronómica de 22 clones de cacao (*Theobroma cacao* L) en la estación experimental El Recreo. UNA, Nicaragua. 52 p.
- Krauss, U. 2003. Manejo integrado de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao (*Theobroma cacao* L) en Talamanca, Costa Rica. *Revista Agroforestería en las Américas* Vol. 10 Nº 37-38. CATIE, Turrialba, CR. Pp 7.
- León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. Editorial Agroamérica, IICA, San José, Costa Rica. pp. 103 – 109.
- López, J.F.; e Hidalgo, M.D. 1994. Análisis de componentes principales y análisis factorial. En; Ato, M. y J. J. (eds). *Fundamentos de estadística con Systat*. Addison Wesley iberoamericana. Pp. 457-535.
- Martínez, W J. 2007. Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Bolivia y de selección élite del Alto de Beni, Bolivia. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 88 pp. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1666e/A1666e.pdf>. Citado el 2 de octubre, 2008.

- Meléndez, L. M. 1991. Sombras temporales para cacao. Seminario regional sombras y cultivos asociados con cacao. Memoria (serie técnica. Informe técnico (CATIE) Nº 206). Turrialba, Costa Rica. Pp 99-110.
- Menocal, O. 2005. El cacao: Riqueza potencial de la tierra nica a la espera de ser explotada comercialmente en los mercados internacionales. Instituto nicaragüense de tecnología agropecuaria (INTA); Dirección de investigación y desarrollo. DSA-INTA. 7 pp.
- Morero, P. L. 1983. Manual para el cultivo del cacao. Compañía Nacional de Chocolates S.A. Colombia. Pp. 19 - 24.
- Mossu, G, 1990. Le cacaoyer. Le technicien d'agriculture Tropical. Editions Maisonneuve et Larose. 159 pp.
- Motamayor, J. C, 2008. Origen y domesticación del cacao (*Theobroma cacao* L) en América. Foro I “Actualidad y tendencias del germoplasma de cacao en Nicaragua”. Memoria. Pp 9-10.
- Orozco L y Deheuvels O. 2007. El cacao en Centroamérica. Resultados del diagnóstico de familias, fincas y cacaotales. Informe final de diagnóstico, Proyecto Cacao Centroamérica, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 148 pp.
- Parra, P. G.----. Origen del cacao en Venezuela. Universidad Central de Venezuela (UCV). Facultad de agronomía. Instituto de botánica agrícola Maracay Edo Aragua. Pp 257-260.
- Philipp, D y Gamboa W. 2003. Observaciones sobre el sistema mucuna-maíz en laderas de Waslala, región atlántica de Nicaragua. Agronomía mesoamericana. Cartago – Costa Rica. 7 pp.
- Phillips, M. W. 1986. Evaluación de la resistencia de cacao (*Theobroma cacao* L) a *Moniliophthora roreri* (Cif y Per) Evans et al. Tesis, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Pp. 6 – 7.
- Ramos G, Gómez M y Ascencao, 2004. Caracteres morfológicos determinantes en dos poblaciones de cacao criollo del occidente de Venezuela. INIA. Agronomía tropical. Maracay. Venezuela. 54 pp. Disponible en

[http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2004000100004&lng=es&nrm=iso](http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000100004&lng=es&nrm=iso). Citado el 22 de noviembre del 2008.

- Sánchez, J. 1994. Establecimiento y manejo de cacao con sombra “Guía técnica para el extensionista forestal”. Manual técnico. CATIE, Turrialba, CR. 82 pp.
- Soria, V. J. 1966. Obtención de clones de cacao por el método de índices de selección. Turrialba.
- Thienhaus, S, 2008. Composición genética de las plantaciones híbridas de cacao establecidas en Nicaragua en los últimos 50 años. Foro I “Actualidad y tendencias del germoplasma de cacao en Nicaragua”. Memoria. Pp 10.
- Urquhart, D. H. 1963. Cacao. Primera edición. Instituto del libro. Edición Revolucionaria. Habana, Cuba. 322 pp.
- Valls, B. J. 1989. Caracterización morfológica, reproductiva y bioquímica de germoplasma vegetal. In curso de tecnología de cementes para Bancos de germoplasmas CENARGEN, Brasilia, BR. 23 pp.
- Villegas, R; Astorga, C, 2005. Caracterización morfológica del Cacao Nacional Boliviano, Alto Beni, Bolivia. Revista “Agroforestería en las Américas N° 43-44. 5 pp.
- Wood, G.A. R. 1982. Cacao. Primera edición en español. Compañía editorial continental S.A de C.F. México. Pp. 47.
- Phillips, W; Cerda, R. 2009. Catalogo: enfermedades del cacao en Centroamérica. Serie técnica. Manual técnico. 1ª ed. CATIE-Turrialba, CR. 24 pp.

IX.

# ANEXOS

**Anexo 1.** Listado de los productores donde se realizó el estudio de caracterización de 100 árboles promisorios de cacao en Waslala, RAAN. Nicaragua, 2009.

<b>Nº</b>	<b>Nombre del productor</b>	<b>Número de árboles evaluados</b>	<b>Comunidad</b>	<b>Tipo de cacao</b>
1	Antonio Quezada	3	Kubali	H
2	Carlos Porfirio Vargas	1	Zínica	H/L
3	Jesús María Martínez	1	Zínica	H/L
4	Guillermo Pérez Díaz	4	Puesto Viejo	H
5	Efraín Gómez Gonzales	3	Zínica	H/L/A
6	Fermín Ruiz García	2	Caño los Martínez	H/L
7	Crescencio Hernández Páez	2	Kusuli	H/A
8	Rogelio Pérez Zamora	4	Puerto Viejo	H/L
9	José Francisco Cordero	2	El Ciprés	H/L
10	Isabel Centeno Rodríguez	3	Caño los Martínez	H
11	Noel Suazo Calderón	2	Caño los Martínez	A
12	Guillermo Gonzales Gómez	2	Barrial Colorado	H/L
13	Juana Gómez Sánchez	3	Barrial Colorado	H/L
14	Natividad picado Hernández	5	Ocote Dudu	H/A
15	Isabel Blandino Blandino	8	Dipina Central	H/A/L
16	Ciriaco Alvarado Angulo	3	Dipina Central	H
17	Ana Cointa Castro Zamora	7	El Ciprés	H/L/A
18	Gregorio Flores Molina	1	El Papayo	H/L
19	Saturnino Rojas Martínez	5	Guayabo Kubali	H/A
20	José Víctor Raudez Jarquín	2	Zinica 1	H/A/L
21	Ambrosio García García	4	Kubali Central	H/A
22	Pánfilo Centeno López	7	Ocote Dudu	H
23	Electerio Ruiz García	5	Caño los Martínez	H/A
24	Teodoro Sánchez Hernández	2	El Corozal	H/L
25	Rogelio Aguilar Centeno	3	San José Dipina	H/I
26	José Santo Espinoza Suárez	5	Hormiga Dudu	H/L
27	Esteban Granado Ochoa	5	Angustura Dudu	H/L
28	Jonathan Miller	3	El papayo	H
29	Basilio García Sevilla	3	Hierba Bunea	H/A/L

H: híbrido A: acriollado L: local



**Anexo 3.** Formato de anotación de las variables cuantitativas y cualitativas del fruto de cacao en etapa de campo.

Caracterización Germoplasma Cacao (*Theobroma cacao* L.)

Nombre del productor

Fecha de Evaluación

Fecha	Árbol	Peso del fruto (g)	Largo del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Espesor del caballete (cm)	Profundidad del surco (cm)	Semillas integrales	Peso de semillas integrales	Semillas vanas	Forma del fruto	Forma del ápice	Constricción basal	Rugosidad del mesocarpio	Dureza del mesocarpio

**Color del fruto** 1= Red 2= Orange 3= Grey green 4= Green 5= Dark green

**Forma del fruto** 1= Angoleta; 2= Amelonado; 3= Cundeamor y 4= Calabacillo

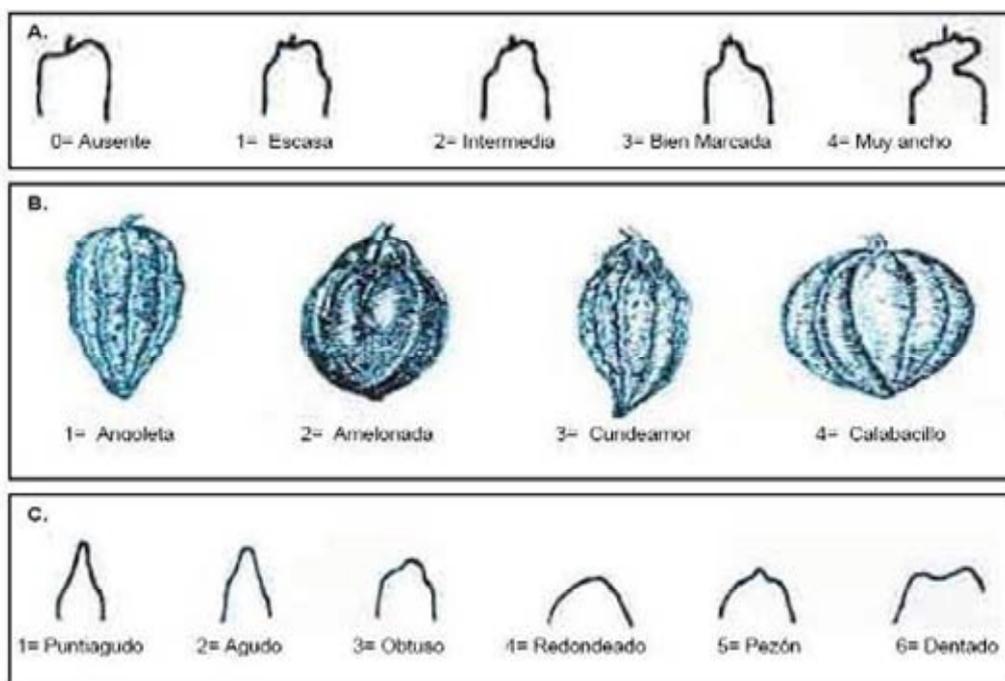
**Forma del ápice** 1= Puntigudo; 2= Agudo; 3= Obtuso; 4= Redondeado; 5= Pezón y 6= Dentado

**Constricción basal** 0= Ausente; 3= Escasa; 3= Intermedia y 7= Bien marcada

**Rugosidad** 0= Lisa o ausente; 5 =Intermedia y 7= Áspera

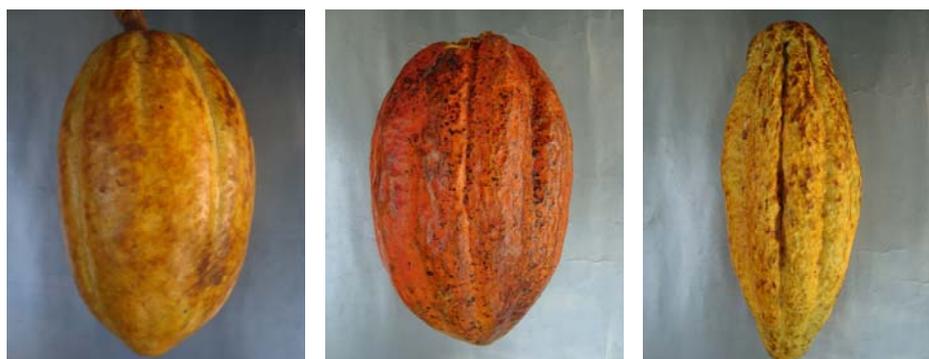
**Dureza del mesocarpio** 3= Suave; 5= Intermedio y 7= Duro

**Anexo 4.** Descriptores morfológicos para una mazorca de cacao.



Tomado de la tesis de Arciniegas, 2005.

**Anexo 5.** Rugosidad del mesocarpo en frutos de cacao.



Rugosidad del mesocarpo en frutos de cacao: lisa, intermedia, áspera.

**Anexo 6.** Tabla Munsell de colores para frutos de cacao.



Color del fruto



**Immature Pod Colour**

- = Red
- = Orange
- = Grey green
- = Green
- = Dark green

Para registrar el color se debe hacer en frutos inmaduros.  
 Se puede utilizar una guía de colores para pintar.  
 Para el campo se puede manejar una escala visual: 1= Verde y 2= rojo.  
 Se debe también registrar el color de la base que hay en los surcos.

Ficha elaborada por:  
 M.Sc. Adriana M. Arciniegas Leal

**Anexo 7.** Formato de anotación de las variables cuantitativas y cualitativas de la semilla de cacao en etapa de campo.

Caracterización Germoplasma Cacao (*Theobroma cacao* L.)

Nombre del productor

Fecha de Evaluación

Fecha	Árbol	Color del pericarpo	Color del cotiledón	Ancho de la semilla (cm)	Largo de la semilla (cm)	Espesor de la semilla (cm)

**Color del pericarpo**      1: purpura 3: crema 5: café

**Color del cotiledón**      1: violeta 2: violeta pálido 3: blanco

**Anexo 8.** Lista de los árboles promisorios de cacao que presentaron mayor cantidad de semillas, índices de semillas e índice de mazorca, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.

<b>Nº</b>	<b>Nombre del productor</b>	<b>ID-árbol</b>	<b>Semillas por fruto</b>	<b>Índice de semilla</b>	<b>Índice de mazorca</b>
1	Rogelio Perez	365	42	2.1	11
2	Rogelio Perez	366	41	1.9	13
3	Rogelio Perez	161	41	1.8	14
4	Ambrocio García	173	42	2.1	11
5	Ambrocio García	177	40	1.8	14
6	Guillermo Pérez	169	47	1.6	13
7	Efraín Gomez	286	42	1.5	13
8	Ana Castro Zamora	265	39	2.0	13
9	Ana Castro Zamora	266	42	1.6	15
10	Ana Castro Zamora	364	36	1.5	19
11	Isabel Blandino	361	41	1.8	13
12	Isabel Blandino	362	40	1.6	15
13	Isabel Blandino	205	47	1.3	16
14	Isabel Blandino	360	44	1.5	16
15	Isabel Blandino	204	39	1.5	17
16	Antonio Quezada	272	45	1.5	15
17	Natividad Picado	334	44	1.5	15
18	Panfilo Centeno	349	46	1.5	15
19	Panfilo Centeno	331	40	1.6	16
20	Panfilo Centeno	350	37	1.6	17
21	Jesus Martinez	348	39	1.6	16
22	Fermín Ruiz	199	42	1.5	16
23	Jose Espinoza	219	35	1.7	17
24	Esteban Granados	282	35	1.7	17
25	Gregorio Flores	117	39	1.5	17
26	Saturnino Rojas	277	45	1.3	17
27	Juana Gomez	300	37	1.6	18
28	Rogelio Aguilar	344	38	1.5	18

ID = Identificación del árbol (Código)

**Anexo 9.** Etapas de afectación y daños en mazorca de cacao por *M. roreri*, *P. palmivora*, roedores y pájaros.

Descripción del patógeno	Síntoma
<p><i>Moniliophthora roreri</i></p>	
<p><i>Phytophthora palmivora</i></p>	
<p>Roedores (ratas y ardillas)</p>	
<p>Pájaros (carpinteros)</p>	

**Anexo 10.** Lista de árboles promisorios de cacao que mostraron síntomas por *M. royeri* y *P. palmivora*.

ID - árbol	<i>M. royeri</i>		ID - árbol	<i>Phytophthora</i>	
	Frutos sanos*	%		Frutos sanos*	%
272	130 (16)	12.3	272	130 (48)	36.9
273	120 (16)	13.3	273	120 (32)	26.7
269	90 (24)	26.7	169	150 (16)	10.7
166	150 (16)	10.7	195	120 (8)	6.7
195	120 (8)	6.7	243	97 (7)	7.2
199	110 (8)	7.3	266	100 (14)	14
243	97 (12)	12.4	117	80 (10)	12.5
365	90 (8)	8.9	277	135 (8)	5.9
115	80 (20)	25	338	150 (15)	10
110	85 (15)	17.6			
113	90 (8)	8.9			
108	75 (5)	8			
303	160 (12)	7.5			
201	110 (8)	7.3			
202	120 (11)	9.2			
325	175 (12)	6.9			
266	100 (16)	16			
117	80 (12)	15			
277	135 (10)	7.4			
173	90 (20)	22.2			
177	100 (12)	12			
283	100 (7)	7			

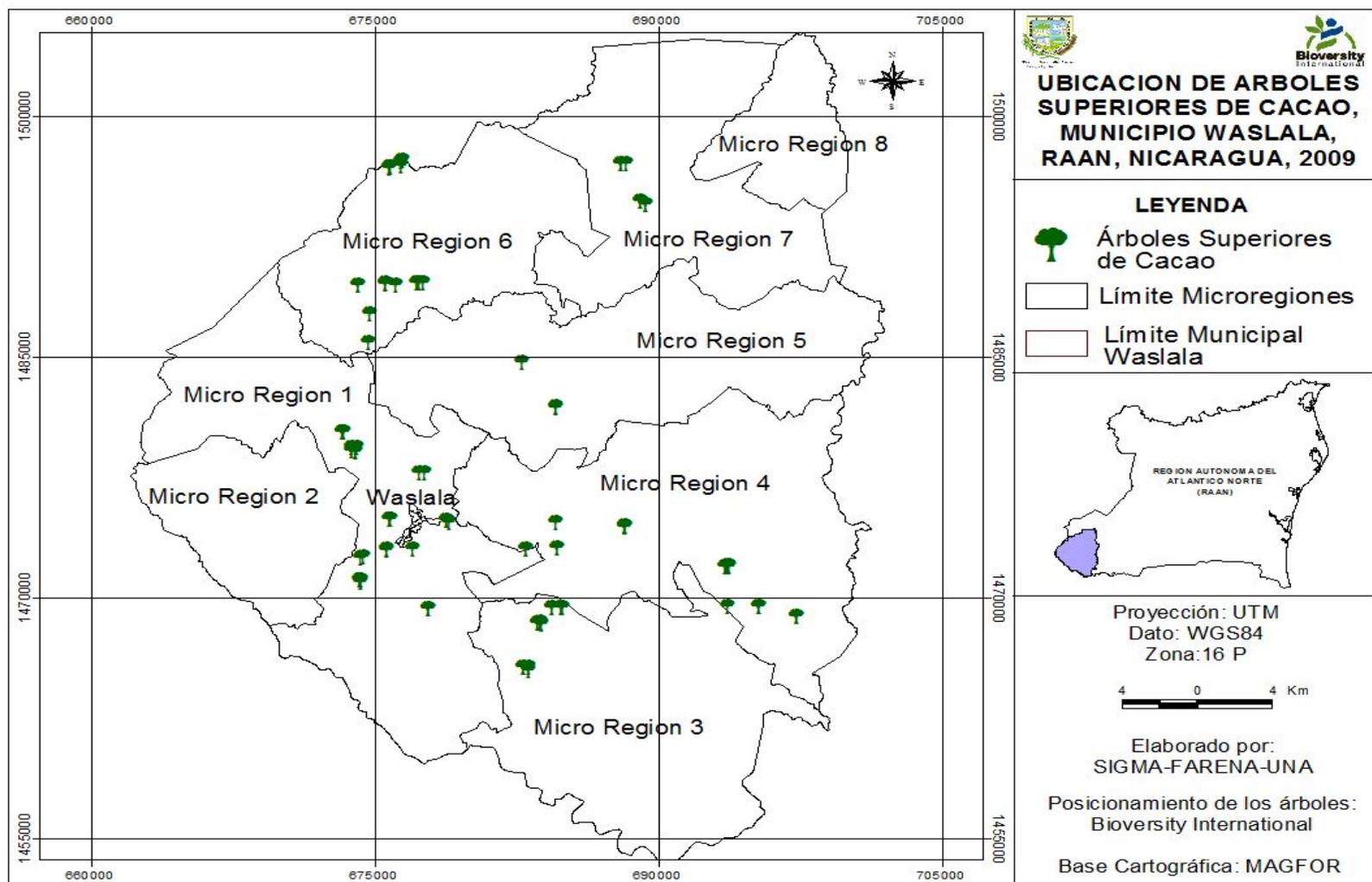
\*El dato dentro del paréntesis es la cantidad de frutos con síntomas de afectación.

**Anexo 11.** Coordenadas y altitud de los árboles promisorios de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.

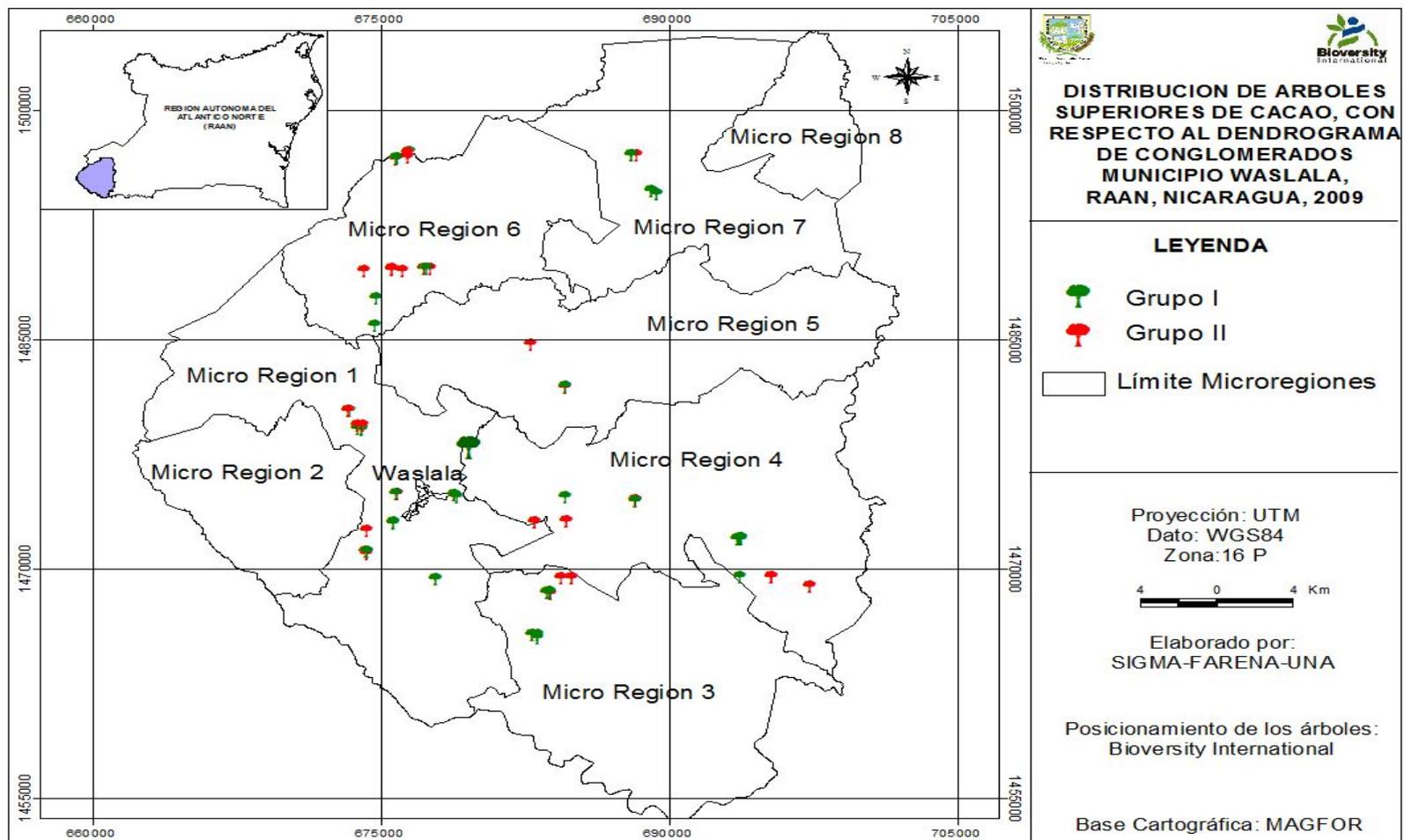
<b>Nº</b>	<b>Nombre del productor</b>	<b>Comunidad</b>	<b>ID-árbol</b>	<b>Altitud</b>	<b>Coordenadas</b>
1	Antonio Quezada	Kubali	272	319	N1332.172W8522.342
2	Antonio Quezada	Kubali	273	310	N1332.172W8522.366
3	Antonio Quezada	Kubali	269	301	N1332.156W8522.373
4	Carlos Porfirio Vargas	Zinica	321	435	N1326.987W8523.362
5	Jesús María Martínez	Zinica	348	442	N1327.064W8523.343
6	Guillermo Pérez Díaz	Puesto Viejo	166	325	N1332.986W8516.948
7	Guillermo Pérez Díaz	Puesto Viejo	167	324	N1332.987W8516.950
8	Guillermo Pérez Díaz	Puesto Viejo	170	322	N1332.964W8516.968
9	Guillermo Pérez Díaz	Puesto Viejo	169	329	N1332.967W8516.943
10	Efraín Gómez Gonzales	Zinica	289	663	N1328.053W8523.552
11	Efraín Gómez Gonzales	Zinica	287	676	N1328.063W8523.541
12	Efraín Gómez Gonzales	Zinica	286	668	N1328.062W8523.544
13	Fermín Ruiz García	Caño los Martínez	195	489	N1320.974W8523.133
14	Fermín Ruiz García	Caño los Martínez	199	510	N1320.901W8523.178
15	Crescencio Hernández Páez	Kusuli	246	299	N1323.546W8518.903
16	Crescencio Hernández Páez	Kusuli	243	293	N1323.562W8518.898
17	Rogelio Pérez Zamora	Puerto Viejo	160	258	N1330.460W8515.276
18	Rogelio Pérez Zamora	Puerto Viejo	161	257	N1330.459W8515.281
19	Rogelio Pérez Zamora	Puerto Viejo	365	237	N1330.531W8515.367
20	Rogelio Pérez Zamora	Puerto Viejo	366	238	N1330.535W8515.369
21	José Francisco Cordero	El Ciprés	295	582	N1319.068W8523.855
22	José Francisco Cordero	El Ciprés	298	569	N1319.087W8523.848
23	Isabel Centeno Rodríguez	Caño los Martínez	115	543	N1322.263W8524.059
24	Isabel Centeno Rodríguez	Caño los Martínez	110	544	N1322.290W8524.081
25	Isabel Centeno Rodríguez	Caño los Martínez	113	544	N1322.290W8524.082
26	Noel Suazo Calderón	Caño los Martínez	108	499	N1322.350W8524.027
27	Noel Suazo Calderón	Caño los Martínez	102	497	N1322.353W8524.003
28	Guillermo Gonzales Gómez	Barrial Colorado	302	424	N1319.716W8519.318
29	Guillermo Gonzales Gómez	Barrial Colorado	303	433	N1319.713W8519.321
30	Juana Gómez Sánchez	Barrial Colorado	299	424	N1319.985W8518.897
31	Juana Gómez Sánchez	Barrial Colorado	300	402	N1319.998W8518.915
32	Juana Gómez Sánchez	Barrial Colorado	301	387	N1320.002W8518.913
33	Natividad picado Hernández	Ocote Dudu	336	734	N1315.791W8519.106
34	Natividad picado Hernández	Ocote Dudu	335	739	N1315.797W8519.099
35	Natividad picado Hernández	Ocote Dudu	352	767	N1315.796W8519.080
36	Natividad picado Hernández	Ocote Dudu	334	744	N1315.811W8519.106
37	Natividad picado Hernández	Ocote Dudu	333	751	N1315.822W8519.100
38	Isabel Blandino Blandino	Dipina Central	201	258	N1317.960W8513.095
39	Isabel Blandino Blandino	Dipina Central	202	230	N1318.299W8513.078
40	Isabel Blandino Blandino	Dipina Central	205	236	N1318.286W8513.139
41	Isabel Blandino Blandino	Dipina Central	206	230	N1318.296W8513.111
42	Isabel Blandino Blandino	Dipina Central	204	229	N1318.303W8513.109
43	Isabel Blandino Blandino	Dipina Central	360	245	N1318.309W8513.079
44	Isabel Blandino Blandino	Dipina Central	361	244	N1318.319W8513.076
45	Isabel Blandino Blandino	Dipina Central	362	242	N1318.301W8513.104
46	Ciriaco Alvarado Angulo	Dipina Central	324	324	N1317.073W8512.135
47	Ciriaco Alvarado Angulo	Dipina Central	325	327	N1317.073W8512.139
48	Ciriaco Alvarado Angulo	Dipina Central	359	328	N1317.073W8512.133
49	Ana Cointa Castro Zamora	El Ciprés	363	567	N1318.614W8523.566

Continuación.....

<b>Nº</b>	<b>Nombre del productor</b>	<b>Comunidad</b>	<b>ID-árbol</b>	<b>Altitud</b>	<b>Coordenadas</b>
50	Ana Cointa Castro Zamora	El Ciprés	364	560	N1318.618W8523.542
51	Ana Cointa Castro Zamora	El Ciprés	266	577	N1318.620W8523.555
52	Ana Cointa Castro Zamora	El Ciprés	267	582	N1318.633W8523.554
53	Ana Cointa Castro Zamora	El Ciprés	264	577	N1318.543W8523.486
54	Ana Cointa Castro Zamora	El Ciprés	265	570	N1318.613W8523.553
55	Ana Cointa Castro Zamora	El Ciprés	268	595	N1318.522W8523.537
56	Gregorio Flores Molina	El Papayo	117	513	N1320.095W8521.182
57	Saturnino Rojas Martínez	Guayabo Kubali	276	321	N1332.028W8522.576
58	Saturnino Rojas Martínez	Guayabo Kubali	357	281	N1332.070W8522.383
59	Saturnino Rojas Martínez	Guayabo Kubali	278	315	N1332.043W8522.554
60	Saturnino Rojas Martínez	Guayabo Kubali	277	319	N1332.047W8522.568
61	Saturnino Rojas Martínez	Guayabo Kubali	358	280	N1332.068W8522.369
62	José Víctor Raudez Jarquín	Zinica 1	293	707	N1328.082W8523.684
63	José Víctor Raudez Jarquín	Zinica 1	294	693	N1328.067W8523.664
64	Ambrosio García García	Kubali Central	173	289	N1328.864W8522.108
65	Ambrosio García García	Kubali Central	176	316	N1328.845W8522.086
66	Ambrosio García García	Kubali Central	178	318	N1328.827W8522.100
67	Ambrosio García García	Kubali Central	177	317	N1328.852W8522.080
68	Pánfilo Centeno López	Ocote Dudu	331	692	N1316.356W8518.433
69	Pánfilo Centeno López	Ocote Dudu	332	704	N1316.357W8518.373
70	Pánfilo Centeno López	Ocote Dudu	349	631	N1316.367W8518.378
71	Pánfilo Centeno López	Ocote Dudu	338	695	N1316.376W8518.379
72	Pánfilo Centeno López	Ocote Dudu	350	675	N1316.359W8518.377
73	Pánfilo Centeno López	Ocote Dudu	351	690	N1316.369W8518.435
74	Pánfilo Centeno López	Ocote Dudu	337	682	N1316.368W8518.391
75	Electerio Ruíz García	Caño los Martínez	234	602	N1323.745W8524.207
76	Electerio Ruíz García	Caño los Martínez	231	628	N1323.717W8524.227
77	Electerio Ruíz García	Caño los Martínez	232	630	N1323.716W8524.229
78	Electerio Ruíz García	Caño los Martínez	367	630	N1323.724W8524.233
79	Electerio Ruíz García	Caño los Martínez	368	631	N1323.724W8524.233
80	Teodoro Sánchez Hernández	El Corozal	154	368	N1321.440W8522.076
81	Teodoro Sánchez Hernández	El Corozal	157	378	N1321.432W8522.086
82	Rogelio Aguilar Centeno	San José Dipina	345	355	N1316.481W8511.815
83	Rogelio Aguilar Centeno	San José Dipina	343	358	N1316.473W8511.832
84	Rogelio Aguilar Centeno	San José Dipina	344	361	N1316.469W8511.837
85	José Santo Espinoza Suárez	Hormiga Dudu	217	429	N1317.841W8518.012
86	José Santo Espinoza Suárez	Hormiga Dudu	219	445	N1317.816W8518.003
87	José Santo Espinoza Suárez	Hormiga Dudu	221	451	N1317.812W8518.000
88	José Santo Espinoza Suárez	Hormiga Dudu	224	334	N1317.965W8518.178
89	José Santo Espinoza Suárez	Hormiga Dudu	220	336	N1317.953W8518.189
90	Esteban Granado Ochoa	Angustura Dudu	280	219	N1319.514W8516.813
91	Esteban Granado Ochoa	Angustura Dudu	282	221	N1319.521W8516.794
92	Esteban Granado Ochoa	Angustura Dudu	284	222	N1319.524W8516.820
93	Esteban Granado Ochoa	Angustura Dudu	283	215	N1319.508W8516.823
94	Esteban Granado Ochoa	Angustura Dudu	281	219	N1319.520W8516.815
95	Jonathan Miller	El papayo	354	306	N1320.686W8521.233
96	Jonathan Miller	El papayo	355	324	N1320.707W8521.225
97	Jonathan Miller	El papayo	356	333	N1320.680W8521.208
98	Basilio García Sevilla	Hierba Buena	133	433	N1317.724W8521.562
99	Basilio García Sevilla	Hierba Buena	128	432	N1317.719W8521.558
100	Basilio García Sevilla	Hierba Buena	130	428	N1317.715W8521.550



**Anexo 12.** Coordenadas de los árboles promisorios de cacao, estudiados en el presente trabajo. Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.



**Anexo 13.** Distribución de los árboles promisorios de cacao, con respecto al dendrograma de conglomerados, Municipio Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.



ID-173

ID-161

ID-348

Anexo 14. Imagen del árbol, hoja, fruto y semillas que representa al grupo 1 en el dendrograma de conglomerado, Waslala, RAAN, 2009.



ID-302

ID-303

ID-286

Anexo 15. Imagen del árbol, hoja, fruto y semillas que representa al grupo 2 en el dendrograma de conglomerado, Waslala, RAAN, 2009.