

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ÁRBOLES ELITE DE CACAO
(*Theobroma cacao* L) EN EL MUNICIPIO DE TUMACO, NARIÑO, COLOMBIA**

WILLIAM BALLESTEROS POSSU

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
MAESTRIA EN CIENCIAS AGRARIAS
AREA DE ENFASIS PRODUCCION DE CULTIVOS
SAN JUAN DE PASTO
2011**

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ÁRBOLES ELITE DE CACAO
(*Theobroma cacao* L) EN EL MUNICIPIO DE TUMACO, NARIÑO, COLOMBIA**

WILLIAM BALLESTEROS POSSU

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Producción de Cultivos**

**Director:
TULIO CESAR LAGOS BURBANO, I.A., PhD.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
MAESTRIA EN CIENCIAS AGRARIAS
AREA DE ENFASIS PRODUCCION DE CULTIVOS
SAN JUAN DE PASTO
2011**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de grado son de responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1 del acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Académico de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación

OSCAR CHECA CORAL PhD.
Jurado delegado

MARTHA SOFIA LAGOS PhD.
Jurado

GERARDO MOLINAM. Sc.
Jurado

TULIO CESAR LAGOS BURBANO PhD.
Presidente de Tesis

San Juan de Pasto, Diciembre de 2011

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a:

A DIOS

Mi madre: Rosaura Possú Mina q.e.p.d.

Mi padre: José Eder Ballesteros q.e.p.d.

Mis hermanos: Helmer, Ramiro, Carmen Rosa, María Eugenia, Marelvís

Mi esposa e hijos: Tatiana, Sandra Paola, William Alejandro, Edwin Fernando

Demás familiares...

William Ballesteros Possú

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

- ✓ Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.
- ✓ Tulio Cesar Lagos Burbano, Decano
- ✓ Asociación de agricultores del rio Rosario (MANGLARES)
- ✓ Asociación de agricultores de Robles (AGROMARES)
- ✓ Anjuly Morillo Paz Ingeniera Agroforestal
- ✓ Jairo Ernesto Cortes Ingeniero Agrónomo
- ✓ Licer Javier Cortes Tecnólogo Forestal
- ✓ Consejos Comunitarios del municipio de Tumaco, Nariño

Todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la culminación exitosa de la presente investigación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. TITULO	19
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1 ORIGEN DEL CACAO	20
2.2 DISTRIBUCIÓN DEL CACAO	20
2.3 BOTÁNICA DEL CACAO	21
2.3.1 Forma del árbol.....	22
2.3.2 Ramas.	22
2.3.3 Hojas.....	22
2.3.4 Inflorescencias.....	23
2.3.5 El fruto	23
2.3.6 El grano.	23
2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS CACAOS CULTIVADOS	24
2.4.1 Cacao forastero	25
2.4.2 Cacao criollo	25
2.4.3 Cacao Trinitario.....	26
2.5 ENFERMEDADES DEL CACAO	26
2.5.1 Escoba de bruja <i>Crinipellis perniciosa</i> (Stahel) Singer.	26
2.5.2 Moniliasis <i>Moniliophthora roreri</i> (Cif) Evans et al.....	27
2.6 INVESTIGACIONES EN SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE (<i>Theobroma Cacao</i> L)	27
2.7 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE (<i>Theobroma Cacao</i> L.).....	28
2.8 DESCRIPTORES MORFOLÓGICOS PARA CACAO.....	31
2.8.1 Arquitectura de la planta.....	31
2.8.2 Vigor.	32
2.8.3 Características de la hoja.	32
2.8.4 Características de la floración.....	32

2.8.5	Características de la fruta.....	32
2.8.6	Características de la semilla	33
2.8.7	Índice de mazorca.....	33
2.8.8	Índice de semilla.	33
2.8.9	Índice de rendimiento.....	33
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1	LOCALIZACIÓN.....	34
3.2	DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	35
3.3	PRESELECCIÓN DE ÁRBOLES SOBRESALIENTES EN FINCAS DE PRODUCTORES.....	35
3.4	MEDICIÓN DE LAS VARIABLES	35
3.4.1	Arquitectura de la planta	35
3.4.2	Vigor.	36
3.4.3	Características de las hojas.....	36
3.4.4	Características de la floración.....	36
3.4.5	Patrón de floración.....	36
3.4.6	Características de la fruta	36
3.4.7	Características de la semilla	36
3.4.8	Reacción a enfermedades.	36
3.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	37
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1	EVALUACIÓN DE PARÁMETROS MORFOLÓGICOS PARA LOS GENOTIPOS ÉLITES DEL MUNICIPIO DE TUMACO	39
4.2	DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES CUANTITATIVAS	40
4.2.1	Clasificación jerárquica de los genotipos de cacao (T. cacao)con base en el ACP.....	45
4.2.1.1	Grupo uno (G1).....	45
4.2.1.2	Grupo dos (G2).....	49
4.2.1.3	Grupo tres (G3).....	49
4.2.1.4	Grupo cuatro (G4).....	49

4.2.1.5	Grupo cinco (G5).	49
4.3	ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS	52
4.3.1	Clasificación jerárquica para las variables cualitativas de los genotipos de plantas de <i>Theobroma cacao L.</i>	55
4.3.1.1	Grupo uno (G1).	58
4.3.1.2	Grupo dos (G2).	58
4.3.1.3	Grupo tres (G3).	58
4.3.1.4	Grupo cuatro (G4).	58
4.3.1.5	Grupo cinco (G5).	58
4.4	COINCIDENCIAS ENTRE LOS GENOTIPOS EN LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS	63
4.5	CUANTIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CON BASE EN LOS ÁRBOLES ELITE	65
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1	CONCLUSIONES	68
5.2	RECOMENDACIONES	68
	BIBLIOGRAFÍA	70
	ANEXOS	82

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Escala para determinar la incidencia de <i>Moniliophthora roreri</i> y <i>Crinipelis pernicioso</i> en el cultivo del cacao.	37
Tabla 2. Variables morfológicas cuantitativas registradas en 104 genotipos de <i>Theobroma cacao</i> L, en Tumaco, Nariño.	38
Tabla 3. Variables morfológicas cualitativas registradas en 104 genotipos de <i>Theobroma cacao</i> L, en Tumaco, Nariño.	38
Tabla 4. Promedios de las variables cuantitativas de los árboles elite en el municipio de Tumaco.	40
Tabla 5. Valores propios y varianza explicada del ACP realizado para características cuantitativas	41
Tabla 6. Contribución de las variables a los componentes principales en la población de <i>Theobroma cacao</i> L en Tumaco, Nariño.	41
Tabla 7. Identificación de los genotipos que conforman cada uno de los cinco grupos en que se dividieron los genotipos, con base en las variables cuantitativas.	45
Tabla 8. Clases conformadas con las variables cuantitativas de los genotipos elites en el municipio de Tumaco, Nariño.	46
Tabla 9. Valores propios de la matriz de correlación y varianza explicada, resultante del ACM realizado para características cualitativas	52
Tabla 10. Coordenadas, contribuciones y cósenos cuadrados de las variables cualitativas de los genotipos de la especie <i>Theobroma cacao</i> en Tumaco.	53
Tabla 11. Variables y modalidades de las características cualitativas de los genotipos elites en el municipio de Tumaco, Nariño.	56
Tabla 12. Genotipos con características morfo-agronómicas sobresalientes en el municipio de Tumaco, Nariño.	64

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Núcleos productivos de cacao en los territorios colectivos de los Consejos Comunitarios del Municipio de Tumaco, Nariño.	34
Figura 2a. Plano factorial del aporte de las 16 variables cuantitativas a los componentes uno y dos	42
Figura 2b. Plano factorial del aporte de las 16 variables cuantitativas a los componentes uno y tres	42
Figura 2c. Plano factorial del aporte de las 16 variables cuantitativas a los componentes dos y tres negativo más alto.	43
Figura 3. Clasificación jerárquica de variables cuantitativas para los genotipos de <i>Theobroma cacao</i> L en el municipio de Tumaco.	48
Figura 4. Clasificación jerárquica de variables cualitativas para los genotipos de <i>Theobroma cacao</i> L en el municipio de Tumaco.	57
Figura 5. Ordenación de los genotipos mediante UPGMA de los genotipos de cacao elite en el municipio de Tumaco, Nariño.	62

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Formato para la identificación de árboles de cacao de alto rendimiento presentes en las fincas de los productores.....	83
Anexo B. Formato para la caracterización morfológica de genotipos de cacao regionales.....	84
Anexo C. Formas predeterminadas de las mazorcas por propuestas por Engels <i>et al.</i> , (1980).	88
Anexo D. Localización de los genotipos registrados por los productores y evaluados con los descriptores de Engels <i>et al.</i> , (1980) en el municipio de Tumaco, Nariño, 2010.	91

GLOSARIO

Accesión: Espécimen de planta, cepa o estirpe guardado en un banco de genes o un programa de mejora genética para su conservación o su uso.

Acuminado: Punta con que terminan algunas hojas o ciertos órganos foliáceos, sin importar su consistencia.

Antocianina: La antocianina o antocianidina (del griego: anthos= flor, y kyáneos= azul) pertenece al grupo de los bioflavonoides y es un pigmento rojo-azul que protege a las plantas, sus flores y sus frutas contra luz ultravioleta(UV) y evita la producción de radicales libres, por su propiedad antioxidante.

Biodiversidad: Variabilidad total dentro de las especies y entre ellas de todos los organismos vivos y su hábitat.

Bráctea: Estructura foliar modificada (en forma de hoja) situada cerca de las flores pero diferente a las hojas normales ya sea por tamaño, consistencia o color.

Diversidad genética: Variación genética presente en una población o especie.

Erosión genética: Pérdida de la diversidad genética entre y dentro de poblaciones de la misma especie en el transcurso del tiempo o por reducción de la base genética de una especie por intervención humana, cambios ambientales, etc.

Especie: Individuos similares que son capaces de cruzarse y tener descendencia viable y que se encuentran aislados reproductivamente del resto de las poblaciones.

Estípula: Cualquier apéndice laminar que se encuentra sobre el tallo, en la base de los pecíolos. Pueden ser axilares o laterales en la mayoría de los casos.

Genotipo: La constitución genética expresada y latente de un organismo; conjunto de factores hereditarios que regulan en conjunto la forma de reacción de un organismo ante los factores del ambiente.

Lobulado: Se refiere a la lámina cuyo borde no es continuo y presenta entrantes que no alcanzan a llegar a la vena media.

Pulvinus: Masa de grandes células de paredes delgadas que forman un abultamiento como cojín en la base del pecíolo y que funciona en los movimientos de turgencia de hojas o folíolos.

Recursos genéticos: Material genético de plantas, animales y otros organismos, valioso para las generaciones presentes y futuras.

Variabilidad: Calidad de variable; los diversos individuos vegetales engendrados por una pareja de progenitores pueden no ser absolutamente idénticos entre sí o cada uno de ellos con respecto a sus padres. La variabilidad puede ser individual cuando afecta a los individuos de una colectividad; parcial si se atiende a las diferencias entre los mismos órganos de un individuo, por Ej., las hojas o las semillas.

RESUMEN

En cultivos tradicionales de cacao en el Municipio de Tumaco, Nariño, se caracterizaron morfológicamente *in situ* 102 genotipos de cacao. Por medio de Análisis de Componentes Principales (ACP) y Correspondencias Múltiples (ACM) y clasificación jerárquica. En ACP, los cinco primeros componentes explicaron el 70,17% de la variación. En el primero con el mayor tamaño de semilla y fruto, peso fresco y seco del grano, bajos promedios de floración. El segundo, árboles con buena floración, hojas grandes, productividad baja. El tercero, buena floración, hojas grandes y buenos índices de mazorca y grano. El cuarto, bajos índices de mazorca y grano, y el quinto, muy bajos índices. El ACM los tres primeros factores expresaron el 39,49% de la variación. El primero, corresponde al cacao cundeamor, ápice de hojas puntiagudas, ápice de mazorca agudo, ligera presencia de antocianina en el botón y mazorca color verde inmadura. El segundo, tipo cundeamor, ápice atenuado, forma de botella en la constricción basal, base de las hojas agudas y ausencia de antocianina en frutos maduros. El tercero, sin pulvinus notable, estaminoide sin antocianina, moderadamente susceptible a moniliasis. El cuarto, tolerancia a *Moniliophthora roreri*, *Crinipellis perniciosa*. El quinto, intensa pigmentación de antocianina en los botones florales y fruto Angoleta. Con estas características se seleccionaron 75 genotipos de cacao como elites para este municipio.

PALABRAS CLAVE: Genotipo criollo, índice de mazorca, índice de semilla, *Crinipellis perniciosa*, *Moniliophthora roreri*.

ABSTRACT

Genotypes of *Theobroma cacao* were characterized morphologically *in situ*, in Tumaco municipality. By means of Principal Components (PC), Multiple Correspondences Analysis (MCA) and hierarchical classification method, five classes were formed. In the ACP, the first five components explained 70,17% of the variability. This group has the biggest seeds and pods size, fresh and dry grain weight and low blossoms averages. The second one showed good blossoms, bigger leaves size and lower leaves and grain index. The third group had good blossoms, bigger leaves size, better pod and dry grain index. The fourth one had low pod and dry grain index. Finally, the fifth group had the lowest index. In the ACM, the first three factors expressed 39,491% of the total variation. Five groups were formed. The first one corresponded to the cundeamor cocoa, leaves with pointed apex, pods sharp apex, with slight antocianina in the flower shoot, and pod with basic color green. The second was cundeamor type with the attenuated apex, pod with bottle form in the basal constriction, leaves with sharp base and pods without antocianina when ripe. The third one had trees without remarkable pulvinus, antocianina absence in the estaminoide, moderately susceptible to pod rot. The fourth group was characterized by having witches broom and pod rot tolerance. Finally, the fifth one showed intense antocianina pigmentation in the floral shoot and pods angoleta-shape. Based on these characteristics 72 cocoa elite genotypes were selected in Tumaco municipality.

KEY WORDS: Creole cocoa, pod index, seeds index, Pod rot, Witches broom.

INTRODUCCIÓN

El cacao *Theobromacacao* L., especie originaria de América; es producido en un gran número de países, alrededor de 60, pero se concentra en los países de la zona tropical, principalmente en los continentes de África, Asia y América (IICO, 2009, 2011). En contraste, el valor agregado es generado en Europa y América del Norte. Los principales productores son Costa de Marfil con 35%, Ghana, Indonesia y Nigeria con 15%, 11,2 y 6% respectivamente (FAO, 2010). Colombia se ubica como noveno productor con una participación del 1.0% (IICO, 2011).

La producción mundial ascendió a 4.195.000 t de grano seco (IICO, 2011), de la cual Colombia participó con 45.000 t (FEDECACAO, 2011, Aranzazu y Agudelo, 2009). En el país se han sembrado 134.904 has (FEDECACAO, 2011), distribuidas en los departamentos de Santander (39,2%), Huila (10,2%), Norte de Santander (10,2%), Nariño (9.9%) y Antioquia (5.1%)(FEDECACAO, 2011).

En Colombia el 100% del cacao es fino y de aroma. En el mundo solo el 5% del cacao corresponde a este tipo. Desafortunadamente, Colombia no posee excedentes exportables (ICCO, 2008; Seguine, 2004). En sur América se han empezado a explotar y manejar mejor sus recursos genéticos, mediante la selección varietal participativa, recuperación de materiales con buenas características (Mejía y Arguello 2000; López *et al.*, 2006; Bioversity, 2008; Palencia *et al.*, 2008), actividad que a su vez ha incrementado los recursos genéticos en los bancos de germoplasma.

La principal zona productora en el departamento de Nariño se encuentra en la Costa Pacífica, con 9.440 ha, de la cual dependen económicamente 2.970 familias (Consejo Regional Cacaotero, 2010). La producción promedio en la zona fue de 275 kg ha⁻¹ año⁻¹ (Preciado *et al.*, 2008), cifra equivalente al 47,1% del rendimiento medio Nacional. Esta baja productividad se explica principalmente por la presencia de las enfermedades *Moniliophthora roreri* y *Crinipellis pernicioso* y por la escasa oferta de material certificado para la renovación de cultivos (El Consejo Regional Cacaotero, 2007, 2010)

Para preservar, mantener y mejorar las condiciones de calidad y productividad de los cultivares regionales es necesario establecer bancos de germoplasma con clones sobresalientes por productividad, tolerancia a enfermedades, grano exportable de colores claros y aromáticos. De esta manera, se podría suplir la demanda insatisfecha de material vegetal y afrontar la problemática productiva ocasionada por la introducción de genotipos foráneos.

La presente investigación se realizó con el objetivo de Caracterizar morfológicamente 102 genotipos de cacao en fincas de agricultores del municipio de Tumaco y seleccionar los materiales regionales de cacao de alta productividad

y buen comportamiento *in situ* a *Moniliophthora roreri* y *Crinnipellis perniciosa* utilizando los descriptores internacionales para cacao.

1. TITULO

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ÁRBOLES ELITE DE CACAO (*Theobroma cacao* L) EN EL MUNICIPIO DE TUMACO, NARIÑO, COLOMBIA.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ORIGEN DEL CACAO

Aunque el primer centro de domesticación fue centro América, Van Hall (1914) estableció que el más probable origen del cacao es la región de las cuencas del Orinoco y Amazonas. Cheesman (1944) consideró que el centro de origen del cacao fue la parte alta del Amazonas cerca de las fronteras entre Colombia y Ecuador al este de los Andes. El mismo autor argumenta que aunque el cacao ha sido cultivado en México y centro América por más de 2000 años, no se han encontrado poblaciones silvestres, lo que sugiere que el cacao fue introducido. Posiblemente la presencia en México se deba a la dispersión realizada por los indios migrantes como lo plantea Schultes (1984).

El origen del cacao fue simultáneo en sur América y centro América (Cuatrecasas (1964). Hipótesis apoyada (Cope, 1976; Gómez-Pompa *et al.*, 1990; Laurent *et al.*, 1994; De La Cruz *et al.*, 1995; Whitkuset *et al.*, 1998). Basados en la gran diversidad de morfológica encontrada, Cuatrecasas (1964) propuso que las poblaciones de cacao se desarrollaron en dos formas separadas por el Istmo de Panamá; por tanto, ambas poblaciones evolucionaron independientemente, reconociendo dos subespecies: *T. cacao*ssp. *cacao* and *T. cacao*ssp. *sphaerocarpum*. Este autor también describió que las plantas silvestres de la selva Lacandona en México fueron los posibles ancestros del cacao domesticado.

Otros afirman que *T. cacao* es nativo del bosque lluvioso de sur América y se cree que fue domesticado en el sur de México y al norte de centro América (Motamayoret *al.*, (2008). En las regiones amazónicas peruanas se han encontrado diversas poblaciones de cacao (Pound,1932; Schultes, 1984; Bartley, 2005). Se han realizado en estas regiones diferentes expediciones recolectando gran cantidad de germoplasma de poblaciones silvestres y cultivadas (Pound, 1932; Cheesman, 1944; Crouzillat, *et al.*, 1998, Bartley, 2005).

2.2 DISTRIBUCIÓN DEL CACAO

El cacao tiene su centro de origen y diversidad en la parte alta de la cuenca del río Amazonas y sus tributarias (ríos Napo, Putumayo y Caquetá), en el pie de monte de los Andes Ecuatorianos (Cheesman, 1944). La diversidad más grande de cacao Silvestre se encuentra en la región amazónica (Poud, 1932; Cheesman, 1944; Bartley, 2005). Durante el proceso de domesticación, una pequeña parte de esta diversidad fue exportada con tres principales grupos genéticos de donde fue dispersada y cultivado al rededor del mundo(Loor *et al.*, 2009).

Los primeros en domesticar y usar el cacao fueron los Olmecas, cuya cultura comenzó a desarrollarse en el año 1500 A.C. en los llanos húmedos costeros del Golfo de México, sobre todo en el sur de Veracruz y Tabasco (Menda-Zerpa, 2009). Los Mayas (1000 A.C. – 800 D.C.) heredaron la vocación y conocimientos sobre el cacao, de lo cual quedaron numerosas evidencias arqueológicas. Luego hacia el siglo XIV vinieron los Aztecas al Valle de México y se cree que rápidamente adoptaron la cultura del cacao y el chocolate.

Francia introdujo el cacao en Martinica y Santa Lucía en 1660, República Dominicana en 1665, Brasil en 1677, Guyanas en 1684 y Grenada en 1714. Por su parte, Inglaterra ubicó plantaciones en Jamaica antes de 1670 y los holandeses habían asumido el control de plantaciones en Curazao, una vez que tomaron posesión de la isla en 1620 (Menda-Zerpa, 2009). La explosión de la demanda del chocolate impulsó el incremento de las plantaciones hacia los otros continentes y de ahí que el cacao amelonado de Brasil fue introducido en Príncipe en 1822, Sao Tome en 1830 y Fernando Po en 1854, así como en Nigeria en 1874 y Ghana en 1879. En Camerún, el cacao fue introducido durante el período colonial de 1925 a 1939 (Menda-Zerpa, 2009).

La distribución natural del cacao en Suramérica alcanza hasta los 15° de LS, en los ríos Alto Beni y Mamoré del territorio boliviano y por el norte hasta cerca de los 10° de LN en los límites de los llanos venezolanos por las vertientes bajas de las sierras de Parimá, que dividen a Venezuela de Brasil (Soria, 1966, Mota mayor, *et al.*, 2002).

2.3 BOTÁNICA DEL CACAO

El cacao (*Theobroma cacao* L.) pertenece a la familia Malvaceae, subfamilia Sterculiaceae, orden Malvales y es una de las 22 especies del género *Theobroma*; tiene un número cromosómico $2n=2x=20$ (Arguello *et al.*, 1999).

Debido a la gran variabilidad de los cacaos cultivados, con relación al color, dimensiones y formas de las partes que constituyen la "flor, fruto y semilla", no existe en la actualidad un criterio con verdadero rigor científico que explique las características distintivas de los diferentes grupos cultivados del género *Theobroma*. Se le han dado ciertos nombres a grupos que apenas se distinguen morfológicamente, pero que fisiológicamente tienen una clara diferencia en rendimiento, resistencia a ciertas enfermedades y/o a plagas. Por ello se recomienda no dar la denominación de "variedad", sino el de "tipo" o "forma", por lo que siempre vamos a referirnos al cacao como "tipos". Esa variabilidad de los cacaos cultivados en la actualidad deriva de los numerosos cruces, mutaciones y selecciones (naturales y/o dirigidas) que se han sucedido a lo largo de tantos años (Rodríguez, 2006).

2.3.1 Forma del árbol. Se define como un árbol pequeño, perennifolio, de 4 a 7 m de altura (cultivado); aunque el cacao silvestre puede crecer hasta 20 m o más. La copa es baja, densa y extendida. El tronco tiene un hábito de crecimiento dimórfico, con brotes ortotrópicos o chupones. Ramas plagiotrópicas o en abanico. Las ramas primarias se forman en verticilos terminales con 3 a 6 ramillas; al conjunto se le llama "molinillo". Es una especie cauliflora, es decir, las flores aparecen insertadas sobre el tronco o las viejas ramificaciones. Corteza. Externa de color castaño oscuro, agrietada, áspera y delgada. Interna de color castaño claro, sin sabor (Braudeau, 1973, Arguello *et al.*, 1999, Rodríguez, 2006).

2.3.2 Ramas. El porte de las ramas y ramificaciones secundarias es en sentido oblicuo o transversal con respecto a la dirección de la fuerza gravitacional (plagiotropía). El crecimiento es indefinido pero discontinuo, es decir, se produce mediante brotaciones foliares repentinas y la longitud de los entrenudos aumenta gradualmente desde el comienzo del crecimiento hasta alcanzar su punto máximo y luego disminuye nuevamente a medida que la yema retorna a un estado de reposo, cada brote lleva en su base, muy cerca unas de otras, algunas yemas axilares, luego 5 a 6 hojas alternas con una filotaxia de 1/2 y menos pecioladas que las del tallo principal, en donde la filotaxia es de 3/8 (Rodríguez, 2006).

2.3.3 Hojas. La hoja del cacao consta de estípulas, pecíolo y limbo; las dos estípulas tienen como función principal la protección de la yema joven, el pecíolo, es conspicuo (sobresaliente), su longitud varía de 7 a 9 cm en las hojas de ejes ortotrópicos y de 2 a 3 cm en hojas de ramas plagiotrópicas. Presenta en sus extremos (en la base y en la parte superior) unos abultamientos llamados "pulvínulos" los cuales permiten a la hoja colocarse en diferentes planos según la cantidad de luz requerida. Pulvínulo (del latín pulvinulus, dim. de pulvinus, almohada); base foliar engrosada en forma de cojinete, con tejido parenquimático que por variaciones de turgencia de sus células, puede provocar en las hojas movimientos násticos, por lo que se denominan también "pulvínulo motor" (Braudeau, 1973, Arguello *et al.*, 1999, Rodríguez, 2006).

El color de las hojas nuevas o muy tiernas varía de acuerdo al contenido de pigmentos antocianicos, lo que difiere en los distintos tipos de cacao, puede variar desde verde claro a diversas tonalidades de rojo (rosa pálido a bronce oscuro); son muy suaves, blandas y cuelgan verticalmente de sus peciolo, a medida que maduran toman un color verde oscuro, siendo más oscura en el haz que en el envés y adquieren una rigidez que les permite tomar una posición sub-horizontal, al envejecer pierden flexibilidad y se tornan quebradizas ((Braudeau, 1973, Lindorf, 1992, Arguello *et al.*, 1999, Rodríguez, 2006).

2.3.4 Inflorescencias. Presentan muchas flores en racimos a lo largo del tronco y de las ramas, sostenidas por un pedicelo de 1 a 3 cm. La flor es de color rosa, púrpura y blanca, de pequeña talla, de 0.5 a 1 cm de diámetro y 2 a 2.5 cm de largo, en forma de estrella. Pétalos 5, de 6 mm de largo, blancos o teñidos de rosa, alternos con los sépalos y de forma muy singular: comienzan estrechos en la base, se ensanchan y se hacen cóncavos para formar un pequeño capuchón y terminan en una lígula; sépalos 5, rosas, angostos, puntiagudos, ampliamente extendidos. Las inflorescencias después de producir flores durante varios años se convierten en estructuras engrosadas que reciben el nombre de "cojinetes florales" (Sánchez y Jaffé, 1989).

2.3.5 El fruto. El fruto una capsula grande comúnmente denominada "mazorca", carnosa, oblonga a ovada, amarilla o purpúrea, de 15 a 30 cm de largo por 7 a 10 cm de grueso, puntiaguda y conceptas longitudinales; cada mazorca contiene en general entre 30 y 40 semillas dispuestas en placentación axial e incrustadas en una masa de pulpa desarrollada de las capas externas de la testa. Semillas grandes del tamaño de una almendra, color café, purpúreo o blanco, de 2 a 3 cm de largo y de sabor amargo. No tiene albumen y están recubiertas por una pulpa mucilaginosa de color blanco y de sabor dulce y ácido. Todo el volumen de la semilla en el interior está prácticamente ocupado por los 2 cotiledones del embrión (Bradeau, 1973, Rodríguez, 2006).

2.3.6 El grano. El grano del cacao es una semilla sin albumen, con forma de haba gruesa y de 2 a 3 cm de longitud, está recubierta por una pulpa mucilaginosa envoltura arilar de color blanco y de sabor azucarado y ácido. Al eliminar el mucílago o pulpa, aparece una envoltura delgada pero resistente, de color rosada, con nervios prominentes y gruesos, dicha envoltura proviene de los tegumentos del óvulo y constituye la testa de la semilla, la cual se vuelve quebradiza y fácilmente separable con un buen beneficio del grano (Bradeau, 1973, Arguello *et al.*, 1999, Rodríguez, 2006).

Dicha testa es gruesa y coriácea, con la cutícula dura, debajo de la cual hay una capa de parénquima y otra de esclerénquima, debajo de ellas hay un estrato delgado que representa el tegumento (sin. de tegumento interno), todo el volumen de la semilla en el interior del tegumento está prácticamente ocupado por los cotiledones, los cuales varían mucho en color y sabor, los cacaos criollos los tienen en su mayoría de color blanco a ligeramente rosados y de sabor dulce, en cambio los forasteros son de color violeta oscuro pasando por gran cantidad de matices intermedios, encontrados en los híbridos trinitarios, además son muy astringentes (Bradeau, 1973, Arguello *et al.*, 1999, Rodríguez, 2006)..

Los cotiledones están fuertemente plegados, con numerosos lóbulos imbricados unos con otros, recubiertos de una finísima película traslúcida, brillante, que

representa los vestigios del endospermo, a la cual los fabricantes de chocolate la llaman "alas de abeja". Para describir a las semillas del cacao se usan sus dimensiones, forma de los granos y color de los cotiledones, dichas características pueden variar inclusive dentro de un mismo clon, ya que dentro de la mazorca, de acuerdo a su posición dentro de ella será su forma, en los extremos son pequeñas, aplastadas y deformes. Las diferencias se pueden acentuar aún más por influencia de los factores externos como los climáticos, pero, aun así, están en estrecha dependencia con los factores genéticos (tanto por el aporte de la madre como del padre), por ello en criollos cuando no son autofecundados o polinizados por otros criollos, podrán producir granos de cacao con cotiledones más o menos teñidos de violeta, es decir, cuando sean polinizados por un trinitario o un forastero (Bradeau, 1973, Arguello *et al.*, 1999, Rodríguez, 2006).

2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS CACAOS CULTIVADOS

La clasificación del cacao ha sido propuesta por varios científicos como Morris(1882) que define dos grupos: Criollos y Forastero (cundeamor amarillo , amelonado amarillo y colorado, calabacillo amarillo y colorado liso amarillo y colorado; forma tres grupos: Criollo, Forastero y Calabacillo; Preuss (1901) conforma siete tipos: Angoleta, Cundeamor, Carúpano legítimo, Carúpano parcho, Carúpano taparito, Sambito y Trinitario amargo; Pittier (1930) los agrupa en dos formas diferentes: Criollo y Forastero; Van Hall (1914) acepta la de Morris, pero divide el Forastero en: Angoleta, Cundeamor, Amelonado y Calabacillo y finalmente Chessman (1944) se basa en la anterior pero además en la evaluación histórica de los nombres, en la distribución geográfica de las formas y en el origen de ellas.

El cacao se divide genéticamente en tres grandes grupos: Criollos, Forasteros y una mezcla de los criollos y forasteros denominada Trinitarios (Hardy 1960). La dificultad de aplicar el término variedad a la clasificación del cacao, hizo necesario hablar de poblaciones. Por tanto, en esta investigación se adoptará la clasificación de Van Hall (1914).

Muchos autores han utilizado descriptores botánicos y agronómicos con el fin de caracterizar la diversidad existente en *T. cacao* L., y han clasificado los genotipos de cacao en: criollo, forastero y trinitario (Engels, 1983, 1984, 1986; Bekele y Bekele, 1996; Bekele *et al.*, 1994), siendo la limitante en su aplicación que la caracterización se debe hacer en plantas adultas; además los descriptores pueden estar muy influenciados por variables ambientales, por lo que existen controversias con respecto a la efectividad de la caracterización del cacao mediante este método (Sirju-Charramet *et al.*, 1991; Figueira *et al.*, 1994; N'Goran *et al.*, 1994).

2.4.1 Cacao forastero. Los cacaos forasteros, conocidos también como cacaos Amazónicos y/o amargos son originarios de América del Sur (Motamayore *et al.*, 2002), alto Amazonas y dispersados naturalmente, por dicha cuenca (Braudeau, 1973). Su centro de origen es la parte alta de la cuenca del Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Esta variedad es la más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil y proporcionan más del 80 % de la producción mundial (Motamayore *et al.*, 2002).

Tal vez resulte útil hacer una distinción entre los cacaos ordinarios que se establecieron desde hace bastante tiempo en África occidental y Brasil y los forasteros amazónicos que se han originado de colectas recientes. El cacao amelonado del África occidental es una población muy homogénea, resultante de una pequeña introducción, pero en la actualidad representa la mayor parte de la producción mundial (Wood y Ba, 1959).

El cacao forastero es muy variable y se encuentra en forma silvestre en la alta (Perú, Ecuador y Colombia) y baja Amazonía (Brasil, Guayanas y a lo largo del río Orinoco en Venezuela), presenta estaminoide con pigmentación púrpura, mazorcas verdes con más de 30 semillas, de color púrpura, con alta astringencia y bajo contenido de grasa. A este grupo pertenecen todos los cacaos comerciales del Brasil, oeste Africano y este de Asia, así como el cacao nacional del Ecuador, y líneas del bajo Amazonas de tipo amelonado que incluye: Iquitos, Nanay, Parinari, y Scavina. (Arguello *et al.* 1999).

Los forasteros se caracterizan por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados, pequeños de color morado y sabor amargo. Dentro de esta raza se destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta y la variedad Nacional originaria de Ecuador que se caracteriza por ser un cacao fino y de gran aroma (Motamayor, 2001; Enríquez, 1992).

2.4.2 Cacao criollo. El apelativo “criollo” (indígena) fue en su origen atribuido por los españoles al cacao cultivado inicialmente en Venezuela, América Central y México y cuyos granos de cotiledones blancos proporcionaban un chocolate de superior calidad (Braudeau, 1973) son conocidos también como híbridos de cacao dulce (Enríquez 2004; CCI 1991; Soria 1966). El cacao criollo se caracteriza por tener estaminoide rosado, mazorcas verdes o rojas del tipo Cundeamor, de superficie rugosa y surcos profundos. Tiene entre 20 y 30 semillas de color blanco o crema, alto contenido de grasa, sin astringencia y bastante aroma. Estos son usados en la industria cosmética. Los principales tipos criollos incluyen cacao Pentágona, cacao Real y cacao Porcelana (Arguello *et al.*, 1999); los árboles son de porte bajo con relación a otras variedades. Sin embargo, este grupo se caracteriza por su alta susceptibilidad a las principales enfermedades (Enríquez 2004; CCI 1991; Soria 1966).

2.4.3 Cacao Trinitario. Este grupo es el resultado del cruzamiento entre individuos criollos y forasteros. Comprende formas híbridas heterogéneas, su calidad y características botánicas son intermedias entre los dos grupos (Arguello, 1997). Se cultiva en México, Centro América, Norte de Sudamérica, Trinidad, Colombia, Venezuela y oeste de África y suroeste de Asia (Sánchez, 1989). Este grupo se usa como material de injertación. Las mejores cruces combinan el sabor del cacao criollo con la rusticidad del forastero, produciendo cacao de mucha demanda por su aplicación en los chocolates de alto grado de “sabor” (Davies, 1986).

los cacaos Trinitarios están conformados por híbridos que comprenden las mezclas entre el criollo y el forastero tipo amelonado, que aparentemente se hibridaron naturalmente en el Caribe, siendo los genotipos típicos de Granada, Jamaica, Trinidad y Tobago (Motamayor, 2001). Este grupo aparentemente se originó cuando un genotipo criollo se cruzó naturalmente con un genotipo amelonado del Brasil. Por tal razón, estos materiales presentan características morfológicas y genéticas de ambas razas. Ocupan del 10 al 15% de la producción mundial. Presentan granos de tamaño mediano a grande y cotiledones de color castaño (CCI, 1991 y Soria 1966).

2.5 ENFERMEDADES DEL CACAO

2.5.1 Escoba de bruja *Crinipellis pernicios*(Stahel) Singer. En Colombia, la escoba de bruja es la segunda enfermedad que causa mayores daños a la producción de cacao. Cuando se presenta una alta incidencia puede ocasionar pérdidas superiores al 80% y en etapas avanzadas la muerte de los árboles (Rodríguez y Saavedra, 2005). Motilalet *al.*, (2003) investigaron el crecimiento inicial de plántulas inoculadas, determinando que la movilización de la reserva cotiledonal fue de 56% a las 5 semanas y 79% y 64% en las 8 semanas en el testigo y los infectados respectivamente. Maritaet *al.*, (2001) analizó la diversidad genética de *T. cacao* con énfasis en la resistencia a la enfermedad escoba de bruja, para lo cual tomó 240 accesiones de *T. cacao* que presentaban algún tipo de resistencia a *C. pernicios*, a través de marcadores RAPD, concluyendo que las accesiones no incrementaron significativamente la diversidad en resistencia a *C. pernicios*; determinando que la accesión SGU 26 procedente de Guatemala presentó genes de resistencia similares a los de la SCA procedentes del Alto Amazonas.

Biológicamente *C. pernicios* presenta dos distintas formas de crecimiento entre los cuatro tipos de hongos los cuales son específicos de cacao (C-biotype), hospedero en solanaceas, (S-biotype), *Bixaorellana* (B-biotype) y vids (L-biotype) (Griffith y Hedger (1994).

2.5.2 Moniliasis *Moniliophthora roreri* (Cif) Evans et al Enfermedad extremadamente destructiva. Está confinada a 11 países de América tropical, los graves efectos socioeconómicos causados por esta enfermedad en diferentes países, muestran claramente la magnitud de los daños que una eventual diseminación del hongo provocaría. La enfermedad ha sido reportada en Latinoamérica por casi 200 años, empezando en el noreste de Colombia en donde recientemente se reportó que existe la mayor diversidad genética y el posible centro de origen de la especie (Phillips *et al.*, 2006). Estos reportes iniciaron en Colombia en 1817, Ecuador 1917 y en Venezuela en 1941 (Phillips-Mora, 2003).

La enfermedad sólo afecta los frutos. La manifestación de los síntomas varía de acuerdo con la edad del fruto, la susceptibilidad de la planta y con las condiciones ambientales del lugar. Los frutos menores de tres meses son más susceptibles que aquellos que están próximos a alcanzar su estado de madurez. Una vez que el hongo penetra en el fruto, el período de incubación oscila entre 30 y 45 días. En frutos de 60 días de edad, se observa una necrosis que se confunde fácilmente con "el marchitamiento fisiológico del chirel". Los chireles pueden permanecer adheridos al árbol, momificados y producir esporas en un período de siete a nueve meses. A esta edad se presentan las mayores pérdidas de cosecha (Chacín 1981; Porras y Sánchez 1991).

Los frutos entre 60 y 100 días de edad exhiben una madurez prematura y deformaciones o gibas. Posteriormente, desarrollan necrosis localizadas y esporulación externa. En esta etapa, algunos frutos pueden completar su desarrollo y aparentar que externamente son sanos, pero en su interior, las almendras se encuentran completamente destruidas y presentan una pudrición acuosa (Capriles de Reyes 1977).

En comparación de *M. roreri* y *C. perniciosa* Philips-Mora *et al.*, (2003) confirmaron que a nivel molecular *M. roreri* es un Basidiomiceto, perteneciente al género Agaricales, cercanamente relacionado a *C. perniciosa*; por tanto, este hongo pertenece al género *Crinipelisy* puede ser separado de *C. perniciosa* a nivel de especie.

2.6 INVESTIGACIONES EN SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE (*Theobroma Cacao* L)

Diversas investigaciones se han realizado con el fin de encontrar materiales que se adapten a condiciones agroecológicas específicas con el fin de incrementar producción y mejorar los ingresos a los productores. Es así como en Venezuela se han recuperado 42 tipos de cacao en la región del Litoral; Igual labor se ha adelantado en Brasil (Dos Santos *et al.*, 2003) y en el Ecuador donde se recolectaron cacaos en la región amazónica (Allen, 1987). En algunas regiones de Colombia se han realizado colectas de materiales, como la efectuada en la región

de Santander, Norte de Santander y Cesar, encontrándose variabilidad entre los materiales colectados (Palencia y Mejía, 2006).

En la actualidad, se recomienda la siembra de clones, según el comportamiento en cada una de las regiones cacaoteras, con el propósito de incrementar las producciones y homogenizar la calidad del grano. Dependiendo de las zonas agroecológicas los materiales clonales recomendados en Colombia son: ICS 1, ICS 39, ICS 40, ICS 60, ICS 95, TSH 565, TSH 792, TSH 812, CAP 34, IMC 67, CCN 51, EET 8, EET 62, UF 613, F302, F 303 (FEDECACAO *et al.*,2001). Igualmente, se recomienda tener en cuenta los árboles sobresalientes regionales, seleccionados por alto potencial productivo y excelente adaptación después de las pruebas respectivas, considerando el material genético, el clima y la interacción con el ambiente.

Investigaciones realizadas en el departamento de Arauca por FEDECACAO en convenio con PRONATTA (2000), para la evaluación de 18 materiales regionales y 3 introducidos, encontraron que los materiales con mejor comportamiento productivo fueron, en su orden: FPSA-13, FPSA-12, FPSA-11 y CAUC-37, con producciones de 335, 225, 203 y 201 mazorcas árbol⁻¹ respectivamente. En cuanto a precocidad, se destacaron: CAUC-37, CAUC-39, CAUC-43 y FPTA-1, ya que iniciaron emisión de flores entre 8 y 12 meses después de haberse injertado. Con respecto al comportamiento frente a *M. royeri*, la menor incidencia la presentaron los materiales: FPSA-2 y FPAR-3 con 0.0 %, CAUC-39 con 0.06% y CAUC-43 con 1.19% de mazorcas afectadas por el hongo (FEDECACAO y PRONATTA, 2000).

La Federación Nacional de Cacaoteros recomienda para las zonas ecológicas pertenecientes al bosque húmedo tropical correspondientes a regiones como Arauca, Meta, Tumaco, bajo Cauca, parte del Magdalena Medio y el Catatumbo, la utilización de los clones ICS-95, ICS-1, ICS-60, TSH-565, IMC-67, CCN-51 y MON-1 (FEDECACAO y PRONATTA 2000).

2.7 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE (*Theobroma Cacao* L.)

Martínez, (2007) caracterizó morfológicamente el Cacao Nacional boliviano y determinó que la variabilidad genética del cacao silvestre es alta en los parámetros evaluados. Identificó dos acervos el primero al norte del río Beni y el segundo sur del río Beni juntamente con los genotipos del norte de La Paz, con características morfológicas similares pero molecularmente diferentes. Las características morfológicas que los distinguieron fueron “diámetro y largo de semilla”. Las formas de mazorca cundeamor y angoleta son las que predominan y la forma del ápice obtuso y agudo fueron relevantes, la constricción basal 49 % ausente, la rugosidad del mesocarpo el 63 % intermedia, el color de semilla 100% púrpura.

Los resultados del análisis de calidad mostraron que el cacao silvestre ubicado en Isla del oro, Tequeje y Santa Fe, (Bolivia) presentaron buenas características, el sabor es medianamente amargo y aroma agradable tiene un buen perfil de sabor. Las muestras de cacao en cultivo de Cocomi y San José presentaron parámetros de calidad muy buenos, que se asemejan al cacao Nacional del Ecuador (Martínez, 2007).

Osorio *et al.*, (2005) evaluaron 40 caracteres morfológicos en flores, frutos y almendras de diez materiales de cacao criollo Guasare y seis materiales del piedemonte andino en Colombia, siguiendo la metodología del Catálogo de Descriptores del CATIE. Los resultados indicaron dos grupos bien diferenciados: el Guasare por una fuerte rugosidad de la corteza del fruto, la esfericidad o redondez de las almendras expresadas en una relación ancho-espesor cercana a uno y el color blanco de sus cotiledones.

Mientras que en los materiales del piedemonte andino, los descriptores de mayor peso resultaron ser la longitud del estilo, la intensidad de pigmentación y ancho de los sépalos, el número de óvulos y la superficie lisa de los frutos. Las características asociadas al fruto tales como espesor y pigmentación en el lomo, grosor del surco primario, constricción basal, espesor de las almendras, relación número de óvulos/número de almendras y longitud del ovario, no resultaron determinantes para la variabilidad Osorio *et al.*, (2005).

CORPOICA, *et al.*,(2004), realizaron la caracterización morfoagronómica de materiales criollos de alto rendimiento de cacao en Santander. El estudio involucró 59 árboles elites y 42 variables, las cuales tuvieron coeficientes de variación relativamente altos que indican que existe variabilidad en los clones evaluados. Ellos indican que las selecciones SCC 76, 51, 61 tienen índice de mazorca entre 10 y 12 mazorcas kilo⁻¹, el SCC51, 61, 76 presentaron índice de semilla entre 2.1 y 2.5 g grano⁻¹. En el mismo sentido se encontraron materiales con cierto grado de resistencia a escoba y moniliasis.

Rojas, (2001) caracterizó diez clones de *Theobroma cacao L.*, en el centro experimental Granja Santa Elena de FEDECACAO, ubicado en el departamento de Arauca. Encontró que las variables: número promedio de granos mazorca⁻¹, índice de mazorca y longitud promedio de la mazorca presentaban coeficientes de variación altos, lo cual es indicativo de la existencia de variabilidad entre los clones en los aspectos que representan estas variables. Las demás variables se comportaron de manera casi constante.

Lanaud, *et al.*,(1999) en un estudio sobre genotipos de cacao tipo criollo de la costa central de Venezuela concluyen que estos se agrupan por origen geográfico, donde los grupos quedan conformados casi exclusivamente por materiales del mismo sitio de colecta. Podría mencionarse la posibilidad de que estos materiales hayan sido propagados a partir de una planta común, y que tal como lo plantean

Figueira *et al.*, (1994), se hayan producido algunas alteraciones morfológicas en las plantas más apreciadas por el hombre, sin un cambio substancial en la parte genética.

Por eso se observa que en los análisis de Lanaud (1999), las variedades de criollos muy contrastantes en cuanto a su morfología, puntualmente son muy homogéneas y muy homocigotas desde el punto de vista génico. Esto, podría explicar la presencia de patrones genéticos usados como comparación en los mismos grupos con los materiales de la costa, ya que aunque en ellos se observa una variabilidad morfológica alta, la porción del genoma explorada con los cebadores empleados, indican una variabilidad genética muy reducida dentro y entre poblaciones.

Mientras que en los materiales del piedemonte andino, los descriptores de mayor peso resultaron ser la longitud del estilo, la intensidad de pigmentación y ancho de los sépalos, el número de óvulos y la superficie lisa de los frutos. Las características asociadas al fruto tales como espesor y pigmentación en el lomo, grosor del surco primario, constricción basal, espesor de las almendras, relación número de óvulos/número de almendras y longitud del ovario, no resultaron determinantes. Esta metodología simplifica la toma de observaciones reduciendo el número de variables y facilitando la caracterización por grupos morfo – geográficos (Ramos *et al.*, 2004).

La mayoría de las plantas cultivadas con importancia económica tienen sus patrones de identificación, caracterización y evaluación, para llegar a estos protocolos se han realizado estudios de las características en el sentido de conocer la variabilidad de los caracteres dentro y entre las plantas, luego se ha seleccionado aquellas características cualitativas o cuantitativas que han resultado más útiles para la descripción (Quiroz, 2002).

Así los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellos que están menos influenciados por el ambiente, entre estos órganos quizás los más importantes son la flor y el fruto, le siguen en importancia las hojas, tronco, ramas, raíces y los tejidos celulares que muchas veces son difíciles de caracterizar (Enríquez, 1991).

Pound (1932) fue uno de los primeros investigadores en señalar que algunas características de la flor y la semilla son útiles para la caracterización de clones de cacao, cuyo criterio fue confirmado por Ostendorf (1965) y Dejean (1984), quienes concluyeron que las piezas florales que mejor caracterizan los clones son los pétalos, el pistilo y el número de óvulos por ovario. Al respecto, Enríquez y Soria (1967) presentaron una lista de 11 caracteres descriptivos de la flor, así como el tamaño de la muestra, mismos que fueron ratificados por Engels *et al.*, (1980) e incluidos dentro del grupo de descriptores que actualmente se recomiendan para cacao.

Stockdale (1928), realizó los primeros estudios acerca de la forma de la semilla tomando como base el largo, ancho y espesor de esta para describir algunas poblaciones de cacao. Pound (1932), indicó que el tamaño de la semilla es un carácter muy variable requiriéndose una muestra muy grande para su estimación. Este autor concluyó que el peso seco de la almendra es el rango más confiable para descripción morfológica.

Quiroz y Soria (1994) encontraron que las características fenotípicas distintivas que representan los genotipos Nacionales en Ecuador son: la pigmentación rojorosa en el filamento del estambre, falta de pigmentación de los sépalos, la forma amelonada de la mazorca, más esférica y una ligera estrangulación en la base, cáscara con una rugosidad media, más gruesa y suave para el corte, menor número de óvulos y semillas por fruto en los Nacionales puros, también observaron que los pedúnculos a pesar de su mayor grosor comparado con los otros tipos de cacao, son más fáciles de cortar y esto parece estar relacionado con la presencia de haces vasculares poco lignificados.

2.8 DESCRIPTORES MORFOLÓGICOS PARA CACAO

Un descriptor es un atributo cuya expresión de la forma, estructura o comportamiento de una accesión sirve para discriminar entre fenotipos. Los descriptores son altamente heredables, pueden ser detectados a simple vista y se expresan de igual forma en todos los ambientes (Hidalgo, 2003).

Varios autores han propuesto listas de descriptores morfológicos para la identificación y evaluación del germoplasma de cacao. Por ejemplo, el IBPGR usa 65 descriptores, mientras Phillips y Enríquez (1988) propusieron una lista de 26 descriptores morfológicos y el CIRAD 24. Los descriptores han sido empleados desde la década pasada para caracterizar el germoplasma de las colecciones en diferentes centros de investigación tales como el CATIE, el ICGT y el ICGD entre otros (IPGRI, 2000).

Engelset *al.*, (1980) describen los siguientes atributos en una lista que permite dar una idea de las partes de la planta que deben tomarse en cuenta para una descripción. Debido a que los descriptores por sí solos no son auto explicatorios los autores hacen una explicación de cómo deben tomarse los datos, lo cual ayuda para completar su realización.

2.8.1 Arquitectura de la planta. Se expresa como una observación del ángulo de las ramas del árbol con relación a un eje central hipotético. Si el ángulo es igual o menor de 90°, la designación es erecta. Si el ángulo está entre 90 y 135°, la denominación es de intermedia; y, si el ángulo es mayor de 135° se le llamará pendulosa. (Engelset *al.*, 1980). Si la descripción se refiere a la de árbol (híbrido),

hay que hacer las categorías con referencia al tronco como eje central (Engelset *al.*, 1980).

2.8.2 Vigor. Como el índice de producción depende del vigor de la planta es indispensable conocer este carácter agronómico porque permite hacer recomendaciones sobre la densidad de siembra y poda de los árboles. El vigor se define como la capacidad que tienen los árboles para producir en el medio que se desarrollan. Este carácter está determinado tanto por condiciones ambientales tales como fertilidad, temperatura y precipitación; así como factores hereditarios que relacionan el tamaño y forma de los árboles. Por esta razón el vigor debe de ser considerado un parámetro de selección, debido a que refleja la eficiencia del rendimiento de cada uno de los árboles dentro de una plantación (IPGRI2000).

El mismo autor propone determinar este carácter en función de una escala visual que va de 1 a 5, como de menor a mayor vigor respectivamente al evaluar los árboles en el campo. Sin embargo, la relación existente entre el índice de producción y este se define como que valores intermedios (2 y 3) son los óptimos y tiene una correlación directa en la producción y el rendimiento (IPGRI2000).

2.8.3 Características de la hoja. Para determinar las características de la hoja se realiza tomando 30 hojas secundarias por árbol distribuidas en los tres tercios del árbol. Estas hojas deben estar fotosintéticamente activas, sin presencia de hongos o líquenes que puedan alterar su forma o coloración, se debe calificar en las mismas hojas la presencia del pulvinus (Engels *et al.*, 1980).

2.8.4 Características de la floración. Tanto el número de cojines florales por metro lineal de las ramas principales, como el número de flores por cojín floral, se describen, tomando el promedio de 4 ramas, se cuentan los cojines y la cantidad de flores de acuerdo con la axialidad presentada (Engels, *et al.*, 1980).

2.8.5 Características de la fruta. Se necesita describir la coloración de los frutos inmaduros (4 meses de edad) y de frutos bien maduros. Para la descripción de la forma se acompaña de dibujos representativos para cada caso. En algunos ocasiones se hace referencia a otra fruta para describir su forma aproximada o a una figura geométrica (IPGRI, 2000).

Enríquez y Soria (1967) propusieron una lista de 11 caracteres para la evaluación de las flores, que fueron usados por Engels (1983), Bartley (2000). Para la caracterización morfológica el IBPGR (1981) recomienda 35 frutos. Las características de las almendras; ancho, largo, espesor, peso húmedo sin testa, peso seco sin testa, porcentaje de testa y pulpa, están entre los mejores

descriptores para caracterizar una población, usando una muestra de 12 a 20 mazorcas (Enríquez, 1966).

2.8.6 Características de la semilla. La forma de la semilla puede variar mucho dentro de una misma mazorca, por lo tanto es necesario observar varias semillas de cada mazorca y hacer el corte de una semilla promedio o de la forma que más se repita (Engelset *al.*, 1980).

2.8.7 Índice de mazorca. Se define como el número de mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de cacao seco y fermentado (IPGRI 2000). Este índice es una medida indirecta del tamaño de las mazorcas en función de su peso seco y es una variable de tipo cuantitativo (Esquivel y Soria 1967).

El índice de mazorca está influenciado por factores genéticos y ambientales. Por ejemplo la edad temprana o senil de la planta y otros como la localización de los frutos en el árbol y las condiciones de suelo y fertilidad afectan los resultados (Soria 1966). Por estas razones es importante determinar el tamaño de muestra mínima para determinarlo apropiadamente. Algunos autores indican que un mínimo de 30 frutos es suficiente (Cheesman y Pound 1934), en tanto que el IPGRI (2000) propone 20 mazorcas.

2.8.8 Índice de semilla. Está definido como el peso promedio en gramos de 100 semillas fermentadas y secas (IPGRI 2000). Es común descartar los materiales que registren un peso inferior a 1,1 g. Existe una alta variabilidad entre genotipos con relación a este índice. Los cacaos de tipo Trinitario presentan un índice de semilla bajo con relación a los cacaos de tipo forastero. En algunos casos la semilla proveniente de los frutos que son de forma amelonada presentan un rango de variación de 0,9 a 1,3 g (Soria, 1966).

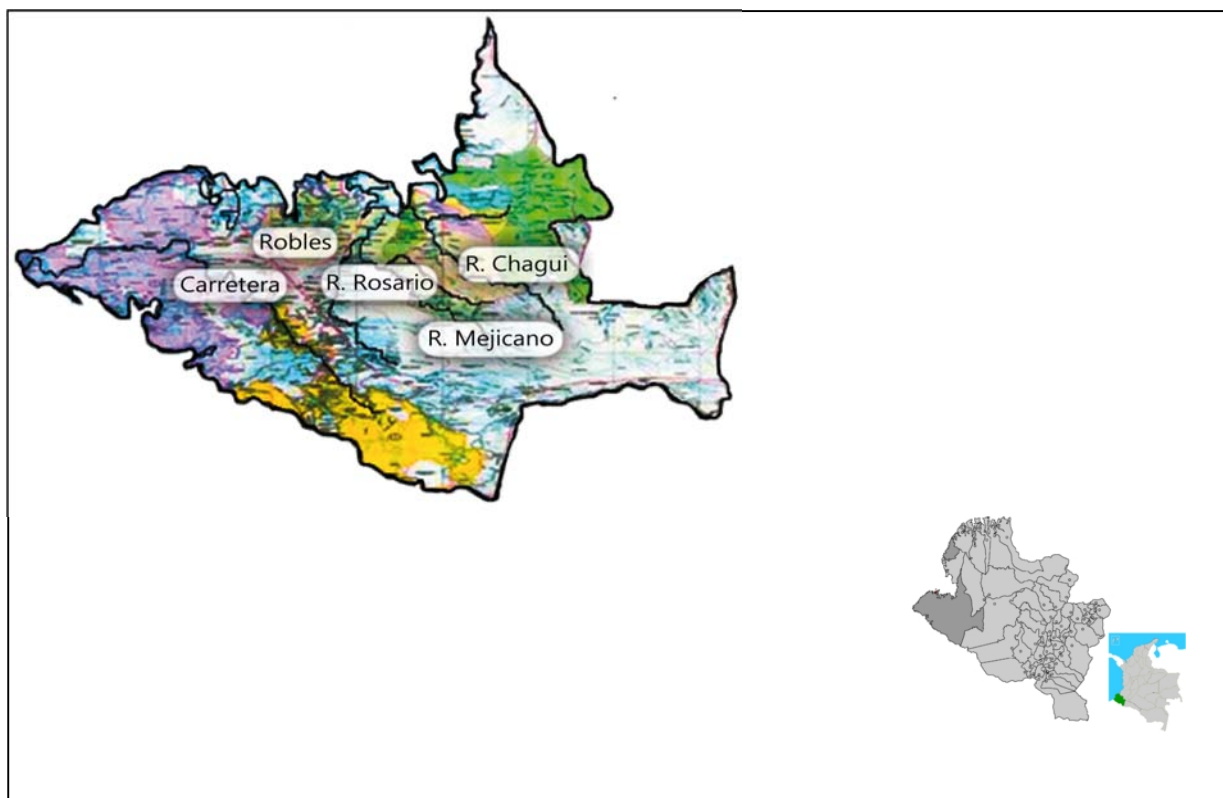
2.8.9 Índice de rendimiento. Este es un índice agronómico para seleccionar árboles individuales. Se define como la relación que existe entre la producción y el vigor de la planta. Se calcula por medio del cociente resultante entre el acumulado de la producción de cacao seco y fermentado en un tiempo definido y el diámetro de la planta. Este índice es afectado por factores tales como el manejo de la plantación, la poda, la densidad de siembra y la variabilidad genética de los árboles (IPGRI 2000; Eskes 2000).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se realizó en los núcleos productivos de cacao del municipio de Tumaco en: San Luís Robles, río Rosario, río Mejicano, río Chagüí y Carretera (Mascarey) (Municipio de Tumaco, 2006) (Figura 1). Según Vallejo y Peña, (2006) la zona pertenece al bosque húmedo y muy húmedo tropical (bh-T y bmh-T); con alturas que oscilan entre 10 y 300 msnm, precipitación media anual de 2800 mm, temperatura media de 26°C, humedad relativa del 88% y brillo solar de 1000 horas año⁻¹.

Figura 1. Núcleos productivos de cacao en los territorios colectivos de los Consejos Comunitarios del Municipio de Tumaco, Nariño.



Fuente. Este estudio

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

Las fincas estudiadas se ubican entre los 01°39'47.8" LN 078°43'53.4" LO en Mascarey Carretera, hasta los 01°42'57.1" LN y 78°28'16,19" LO en la Sirena río Chagui, a una altura entre 10 msnm y los 300 msnm. Los árboles de *T.cacao* caracterizados (104) se encuentran en fincas de productores (anexo D), bajo sistemas agroforestales tradicionales asociados con cultivos tradicionales como plátano, banano, achiote, frutales y maderables. En estos cultivos se encuentran de árboles multietaneos desde renuevos hasta adultos. El 80% se ubica en la clase mayores a 40 años, con alturas superiores a los 8 m, afectados por *C. pernicioso* y *M. roreri*. En estas veredas el cacao es utilizado específicamente para la comercialización. Según Preciado *et al* (2008) la producción promedio de cacao seco no supera los 265,7 kgha⁻¹.

3.3 PRESELECCIÓN DE ÁRBOLES SOBRESALIENTES EN FINCAS DE PRODUCTORES

A través de reuniones en las veredas con los agricultores se registraron los árboles a ser seleccionados. Estos fueron escogidos teniendo en cuenta que fueran árboles mayores de 15 años, de alto rendimiento (producción mayor a 60 mazorcas árbol⁻¹año⁻¹), tolerantes a *Crinipellis pernicioso* y *Moniliophthora roreri*, buen aspecto morfológico y estar en competencia completa con otros árboles.

Inicialmente los agricultores propusieron 400 árboles, de estos se preseleccionaron 200. Cuando se realizó la caracterización morfológica solo se pudo acceder a 104 árboles. Estos fueron identificados, georreferenciados y caracterizados *in situ* utilizando los descriptores morfológicos para *Theobroma cacao* L., propuestos por en Engels *et al.*, (1980) (Anexo, A y B). Para la descripción de las características cualitativas se utilizaron figuras predeterminadas (Anexo C) con las cuales se detallaron las características de hojas, flores y frutos. Finalmente, con la ayuda de flexómetros, balanza, navajas y calibrador se describieron las variables cuantitativas.

3.4 MEDICIÓN DE LAS VARIABLES

La medición de las variables cualitativas y cuantitativas se realizó de acuerdo a los descriptores de Engelset *al.*, (1980).

3.4.1 Arquitectura de la planta. Para determinar esta variable se hicieron mediciones del ángulo de las ramas del árbol con relación a un eje central hipotético. Cuando fue igual o menor de 90°, se designó como es erecta; si el

ángulo estaba entre 90 y 135°, la denominación fue intermedia; y si el ángulo era mayor de 135° se le determinó como pendulosa.

3.4.2 Vigor. Se determinó la apariencia general de los árboles de cacao, se tomó observando varios árboles los cuales se compararon con un patrón preestablecido, teniendo en cuenta el follaje, la estructura de las ramas, la forma del tronco y sus estructuras productivas.

3.4.3 Características de las hojas. Se tomaron al azar 30 hojas fotos intéticamente activas por cada árbol las cuales se les determinó el largo, el ancho, forma de la base, forma del ápice, tipo de pedúnculo y la existencia de pulvinus.

3.4.4 Características de la floración. Se contaron el número de cojines florales por rama en un metro lineal y el número de flores por cojín floral. Para esto se promedió el valor de 4 ramas por árbol.

3.4.5 Patrón de floración. Mensualmente se registró la floración determinando si esta era continua durante el año, presentaba picos o era totalmente discontinua.

3.4.6 Características de la fruta. Se determinó la coloración básica de los frutos a los 4 meses de edad y cuando los frutos estuvieron maduros. Para la descripción de la forma se utilizaron dibujos preestablecidos para cada caso. En algunos ocasiones se hizo referencia a otra fruta para describir su forma aproximada o a un figura geométrica (Anexo, C).

3.4.7 Características de la semilla. Debido a la variación de la semilla se seleccionaron 10 mazorcas por árbol de las cuales se tomaron 5 semillas a cada una, se midieron, pesaron y se hizo cortes longitudinales y transversales para determinar la forma y el color más frecuente. De cada árbol se tomaron 100 semillas para fermentarlas en contenedores utilizando bolsas de Nylon, para finalmente secarlas al sol y pesarlas.

3.4.8 Reacción a enfermedades. En cuanto a la reacción de enfermedades se tomaron datos quincenales del número de mazorcas sanas y afectadas por *M. royeri* durante un período de un (1) año. Luego mediante una escala preestablecida (tabla 1) se determinó la incidencia de cada una. Con relación a *C. pernicioso*, se consideró la cantidad de ramas afectadas y el número de escobas

por rama, en yemas terminales y cojines florales. Este criterio sirvió para descartar muchos árboles de cacao.

Tabla 1. Escala para determinar la incidencia de *Moniliophthora roreri* y *Crinipelis pernicioso* en el cultivo del cacao.

Modalidad	Porcentaje	Descripción
1	61 - 100	Susceptible
2	40 - 61	Moderadamente susceptible
3	11 - 40	Moderadamente resistente
4	0 - 11	Resistente

Fuente: Engels *et al.*, (1980)

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información obtenida de la caracterización morfológica a través de las fichas se almacenó en una matriz de doble entrada de acuerdo a variables cualitativas o cuantitativas (tablas 2 y 3), luego los datos fueron procesados mediante el software SPAD Versión 3.5 y NTsys Versión 2.02.

Se realizó un Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) para variables cualitativas y Análisis de Componentes Principales (ACP) y coeficiente de variación para las variables cuantitativas. Las variables cuantitativas presentaron un coeficiente de variación superior al 15%. Por tanto, todas se sometieron a un Análisis de Correlación de Pearson con el fin de descartar una variable de cada par en el caso de correlación alta (>0,80). Las variables cuantitativas fueron normalizadas de acuerdo con el criterio del programa SPAD (Anciensaxes unitaires - Correlations variable-facteur). En el ACM las variables vigor modalidad "débil" (V2 = 1), color básico de la mazorca modalidad "otra" (V23=1), antocianina en las frutos maduros modalidad "intensa" (V24=3), susceptibilidad a moniliasis modalidad "susceptible" (V33=1) fueron descartadas por presentar baja variabilidad. El análisis de clasificación jerárquica para el ACM y el ACP, se basó en el criterio de agregación de Ward. La agrupación de genotipos se realizó mediante UPGMA(unweightedpair-group method witharithmeticmean) bajo el programa NTsys V 2.02.

Tabla 2. Variables morfológicas cuantitativas registradas en 104 genotipos de *Theobroma cacao* L, en Tumaco, Nariño.

Variable	Código	Característica
3	LH	Largo de las hojas (cm)
4	AH	Ancho de las hojas (cm)
5	RLAH	Relación largo ancho de la hoja
9	CR	Número de cojines por rama (cm)
10	FC	Número de flores por cojín
14	LE	Largo del estaminoide (cm)
19	LF	Largo del fruto (cm)
20	AF	Ancho del fruto (cm)
21	RLAF	Relación largo ancho del fruto
22	GC	Grosor de la cáscara (cm)
25	LA	Longitud de arista de la mazorca (cm)
26	PF	Peso fresco de semilla (g)
27	PS	Peso seco de semilla (g)
28	LG	Largo de la semilla (cm)
29	AG	Ancho de la semilla (cm)
31	CGM	Cantidad de granos por mazorca

Fuente: Engels *et al.*, 1980.

Tabla 3. Variables morfológicas cualitativas registradas en 104 genotipos de *Theobroma cacao* L, en Tumaco, Nariño.

Variable	Característica	Modalidad
1	Arquitectura de la planta	1.Erecta, 2.Intermedia, 3.Pendulosa
2	Vigor de la planta	1. Débil, 2.intermedia, 3. Vigorosa
6	Base de las hojas	1.Aguda, obtusa, redondeada, cordiforme
7	Ápice de las hojas	1.Puntiaguda, 2.acuminado corto, 3.acuminado largo
8	Peciolo de las hojas	1.Sin pulvinus notable, 2.con un pulvinus que se puede notar
11	Patrón de floración	1.Continua con picos, 2.discontinua
12	Color del pedúnculo floral	1.Verde, 2.verde con pigmentación rojiza, 3.rojiza
13	Presencia de antocianina en el botón	1.Ausente, 2.ligera presencia, 3.intensa pigmentación
15	Presencia de antocianina en el estaminoide	1.Ausencia, 2.pigmentación intermedia, 3.pigmentación intensa
16	Forma de la fruta	1.Cundeamor, 2.Angoleta, 3.Amelonada, 4.Calabacillo, 5.otra
17	Forma de botella en la constricción basal	1.Ausente, 2.cuello ligeramente presente, 3.cuello intermedio, 4.cuello bien acentuado
18	Forma del ápice de la mazorca	1.Atenuado, 2.agudo, 3.obtuso, redondeado, 4.otra
23	Color básico de la superficie de la mazorca	1. Verde, 2. rojo, 3.otro
24	Antocianina en los frutos maduros	1.Ausente, 2.intermedia, 3.intensa
30	Forma de la semilla en corte longitudinal	1.Aplanado, 2.ovoide, 3.cilíndrica
32	Color de la semilla	1.Blanco, 2.violeta intermedio, 3.violeta
33	Reacción a moniliasis	1.Susceptible, 2.moderadamente susceptible, 3.moderadamente resistente, 4.resistente
34	Reacción a escoba de bruja	1.Susceptible, 2. moderadamente susceptible, 3.moderadamente resistente, 4.resistente

Fuente: Engels *et al.*, 1980.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS MORFOLÓGICOS PARA LOS GENOTIPOS ÉLITES DEL MUNICIPIO DE TUMACO

En la tabla 4 se describen los promedios de las variables cuantitativas. En esta se determinó que los genotipos de la población evaluada tienen valores promedios en las variables largo de fruto (LF) de $22,48 \pm 3,95$ cm, diámetro de fruto (AF) de $9,53 \pm 1,94$, peso fresco de grano (PF) de $4,87 \pm 0,78$ g, peso seco (PS) de $1,45 \pm 0,74$, largo de los granos (LG) de $2,78 \pm 0,66$, ancho de granos (AG) de $1,16 \pm 0,33$ y una cantidad de granos por mazorca (CGM) de $43,5 \pm 7,44$. Por su parte las variables RLAF, GC, PS, LG y AG presentaron la mayor variabilidad dentro de esta población.

Estos resultados indican que los genotipos escogidos son promisorios en los componentes de rendimiento, ya que si se tiene en cuenta el criterio del número mínimos de frutos por año, establecido en 60 y la característica de vigor. Los rendimientos por unidad de área serían hipotéticamente importantes si los materiales presentan estabilidad en los diferentes ambientes de los núcleos productivos y su comportamiento en plantación con altas densidades poblacionales se mantiene.

Tabla 4. Promedios de las variables cuantitativas de los árboles elite en el municipio de Tumaco.

Variable	Característica	Código	Promedio	SD	CV	MIN	MAX
V3	Largo de las hojas (cm)	LH	35.95	5.70	15.86	25,0	50,0
V4	Ancho de las hojas (cm)	AH	13.18	2.02	15.33	8,0	18,0
V5	Relación Largo Ancho de las Hojas	RLAH	2.76	0.50	18.12	2.14	3.85
V9	Numero de cojines por rama	CR	16.96	2.58	15.21	10,0	23,0
V10	Numero de flores por cojín	FC	6.21	1.45	23.35	3,0	10,0
V14	Largo del estaminoide (cm)	LE	0.63	0.18	28.57	0.4	0.75
V19	Largo del fruto (cm)	LF	22.48	3.95	17.57	15	28,0
V20	Ancho del fruto (cm)	AF	9.53	1.94	20.36	8,0	12,0
V21	Relación Largo Ancho del fruto	RLAF	2.36	0.85	36.02	1.88	3.38
V22	Grosor de la cáscara (cm)	GC	1.14	0.35	30.70	0.5	2.2
V25	Longitud de la arista	LA	25.35	4.34	17.12	19,0	30,0
V26	Peso fresco de los granos (g)	PF	4.87	0.79	16.22	2,0	7.2
V27	Peso seco de los granos (g)	PS	1.45	0.74	51.03	0.6	7,0
V28	Largo de los granos (cm)	LG	2.78	0.66	23.74	1,0	3.5
V29	Ancho de los granos (cm)	AG	1.16	0.33	28.45	0.5	2,0
V31	Cantidad de granos por mazorca	CGM	43.5	7.44	17.10	25	50

Fuente: Este estudio

4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES CUANTITATIVAS

El ACP permitió establecer que los cinco primeros componentes explican el 70,17% de la variación total. El primero, el segundo y el tercer explican respectivamente el 23,91%, 15,14% y el 11,24% de la variabilidad total, mientras que los componentes cuarto y quinto explican el 10,49% y 9,39% de la misma. En la Tabla 5 se muestran las estimaciones de los valores propios y la proporción de la variación total explicada por cada uno de los componentes principales elaborados con base en las 16 características cuantitativas seleccionadas.

Tabla 5. Valores propios y varianza explicada del ACP realizado para características cuantitativas

Componente	Valor propio	Varianza explicada (%)	Varianza acumulada (%)
1	3,83	23,91	23,91
2	2,42	15,14	39,06
3	1,8	11,24	50,29
4	1,7	10,49	60,78
5	1,5	9,39	70,17

Fuente: Este estudio

El primer factor explica el 23,91% de la variabilidad. Las variables con el peso positivo más alto fue el largo del fruto (LF = 0,66) y el valor negativo más alto fue la relación largo y ancho de las hojas (RLAH= -0,24) estas variables son las que más diferencian a los genotipos en este eje. Aportan a la conformación del componente uno: LG (0,65), PF (0,63), LAF (0,62) y AH (0,58) (tabla 6) (figura 2a).

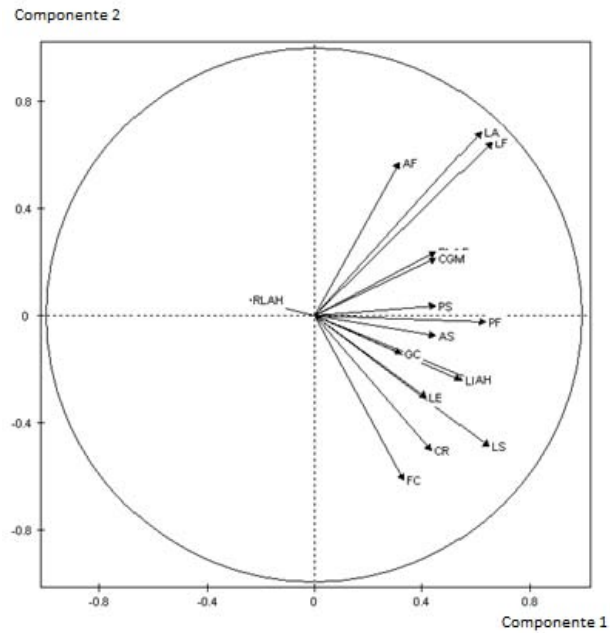
El segundo componente que explica el 15,14%, está conformado básicamente por variables relacionadas con la cantidad de flores y longitud de los frutos. La variable que más aporta a la conformación del eje es la longitud de la arista del fruto (LAF= 0,69) y la variable con el peso negativo más bajo fue la cantidad de flores por cojín (FC= -0,61), otras variables importantes fueron AF (0,65), FC (-0,61), AF (0,57) y CR (-0,50) (tabla 6) (figura 2a). Las variables que más aportan a la conformación del tercer componente que explica el 11,24%; fueron el ancho de las hojas con el peso positivo más alto AH (0,58) y el ancho de los granos (AG = -0,58) con el peso

Tabla 6. Contribución de las variables a los componentes principales en la población de *Theobroma cacao* L en Tumaco, Nariño.

Variables	Aporte de las variables a los Componente principales				
	1	2	3	4	5
Longitud de las hojas (LH)	0,55	-0,24	0,16	-0,07	0,21
Ancho de las hojas (AH)	0,58	-0,24	0,58	0,36	0,22
Relación largo y ancho de las hojas (RLAH)	-0,24	0,06	-0,55	-0,50	-0,09
Cantidad de cojines por rama (CR)	0,44	-0,50	0,38	-0,25	0,01
Flores por cojín (FC)	0,33	-0,61	0,19	-0,22	-0,21
Largo del estaminoide (LE)	0,41	-0,30	-0,36	-0,09	-0,04
Largo del fruto (LF)	0,66	0,65	0,12	-0,30	0,00
Ancho del fruto (AF)	0,32	0,57	-0,12	0,36	0,47
Relación largo / ancho del fruto (RLAF)	0,45	0,24	0,24	-0,64	-0,41
Grosor de la cáscara (GC)	0,33	-0,14	-0,23	-0,15	0,68
Longitud de la arista del fruto (LA)	0,62	0,69	0,20	-0,15	-0,07
Peso fresco de los granos (PF)	0,63	-0,03	-0,36	0,46	-0,37
Peso seco de los granos (PS)	0,45	0,03	-0,32	0,50	-0,54
Largo del grano (LG)	0,65	-0,49	-0,29	-0,08	0,05
Ancho del grano (AG)	0,45	-0,08	-0,58	-0,23	0,26
Cantidad de granos por mazorca (CGM)	0,45	0,21	-0,05	0,07	0,00

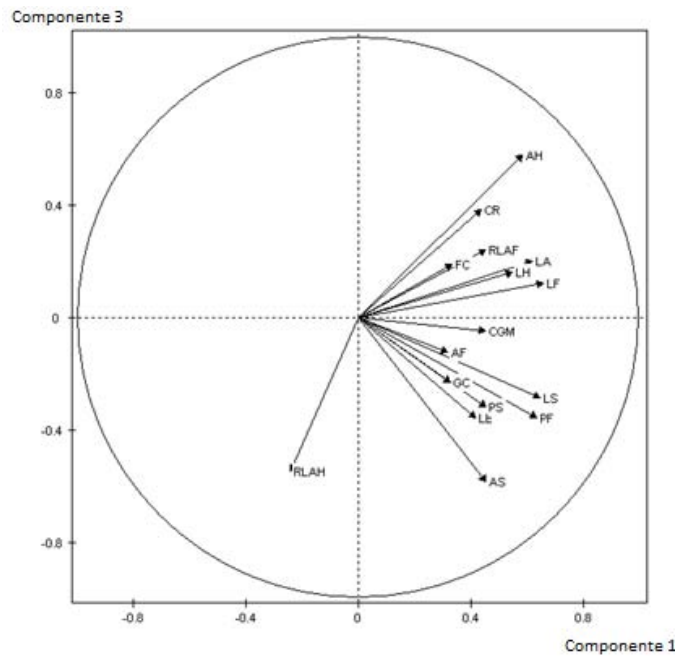
Fuente: este estudio

Figura 2a. Plano factorial del aporte de las 16 variables cuantitativas a los componentes uno y dos



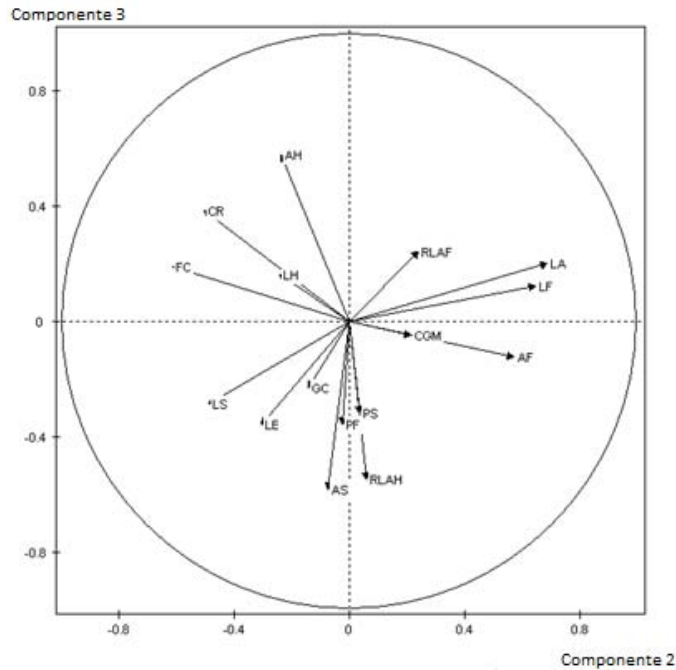
Fuente: este estudio

Figura 2b. Plano factorial del aporte de las 16 variables cuantitativas a los componentes uno y tres



Fuente: este estudio

Figura 2c. Plano factorial del aporte de las 16 variables cuantitativas a los componentes dos y tres negativo más alto.



Fuente: este estudio

Otra variable importante fue RLAH (-0,55). En el cuarto componente que representa el 10,49%, la variable que presentó el mayor peso positivo fue el peso seco de los granos (PS=0,50) y la variable con el mayor peso negativo fue la relación largo ancho del fruto (RLAF=-0,64). Finalmente, el quinto componente explica el 9,39%; las variables que más aportaron a su conformación fueron las relacionadas con el grosor de la cáscara (GC= 0,68) y el peso seco del grano (PS=-0.54) con el peso positivo y negativo más alto respectivamente. Lo anterior permite establecer que los cinco ejes involucran características de órganos correspondientes a frutos y semillas (Figura 2 a,b,c).

Estos resultados se aproximan a lo encontrado por Escobar (2007) en una población de 50 árboles, cuando en el ACP para las 16 variables cuantitativas los cinco componentes explicaron el 67,57% de la variabilidad total, el primer componente explicó el 25, 12%, el segundo 14, 06%, el tercero el 11,56%, el cuarto 9,32% y el quinto 7,51%. Por tanto se ratifica que existe una alta variabilidad en *T. cacao*.

Resultados diferentes reportaron Díaz et al., (1996) en la caracterización morfológica del cacao en Brasil, ellos indican que los primeros dos componentes explicaron el 71.4% de la varianza total. Lo cual contradice el paradigma de

uniformidad de las poblaciones de cacao de Bahía, sugiriendo que la selección y cruzamientos son posibles.

Martínez (2007) en Bolivia, con los dos primeros componentes explicó el 70 % de la variabilidad, valores que coinciden con lo reportado por Dias *et al.* (1996). Martínez resalta que la variable número de semillas recibió el peso negativo más alto (-0,14) y la variable “diámetro de mazorca” con peso positivo más alto (0,54), estas variables son las que más diferenciaron a los cacaos silvestres de los cacaos en cultivo en este eje. Se destacó la variabilidad producida por largo de mazorca (0,53) y diámetro de semilla (-0,47) no explicada por la CP1, es decir estas variables también tienen peso para separar grupos de cacao silvestre de los en cultivo. Ambas variables indican que el tamaño de la semilla es un carácter importante para diferenciar al cacao nacional Boliviano silvestre y en cultivo.

Estos resultados tienen coincidencia en algunas variables con lo reportado por Martínez en el sentido de las variables largo del fruto, la relación del largo y ancho de las hojas, longitud de la arista del fruto, cantidad de flores por cojín, ancho de las hojas, diámetro de los granos, peso de los granos y el grosor de la cascara, fueron las variables que más separaron los genotipos en los diferentes ejes.

En este sentido Morera y Paredes (1991) en la caracterización del germoplasma de cacao en el CATIE encontraron que el peso y en número de frutos fueron los caracteres de mayor aporte a la variación total. Por su parte Ramos *et al.*, (2004) indican que el tamaño de las almendras y el tamaño y la rugosidad de la mazorca fueron los caracteres más discriminantes; siendo los cacaos del tipo Guasare los que presentaron almendras con mayor espesor, ancho, longitud, peso fresco, relación espesor/ancho, porcentaje de testa, índice de almendra y mazorcas más largas y rugosas.

Similarmente, Engels (1983) señala que características como tamaño de semillas y frutos forman grupos compactos de descriptores estrechamente relacionados. Estas variables se correlacionan positivamente y negativamente. En los cacaos del piedemonte andino las variables almendras más pequeñas y planas, de mazorcas anchas de menor longitud y de texturas más lisas concuerdan con los encontrados por Motamayor (2001).

En los genotipos de Tumaco se las características cuantitativas no divergen mucho de lo reportado por Martínez (1997), Engels (1983) y Ramos *et al.*, (2004) siendo las variables más discriminantes en los árboles élite: la relación del largo y ancho de las hojas (2,76), longitud de la arista del fruto (25,35 cm), cantidad de flores por cojín (6,21), ancho de las hojas (13,18 cm), diámetro de los granos (1,16 cm), peso seco de los granos (1,45) y grosor de la cáscara (1,14 cm). Esto indica que se tienen materiales muy diversos en los parámetros de rendimiento que presentan la misma tendencia de los cacaos de otras regiones. Estos materiales

deben ser analizados y cribados para generar un ideotipo de árbol de cacao para Tumaco.

4.2.1 Clasificación jerárquica de los genotipos de cacao (*T. cacao*) con base en el ACP. Al realizar el análisis de clasificación de los 104 genotipos de *T. cacao*, se obtuvo las tablas 7 y 8, y la figura 3. Cada uno de los genotipos se ubicó en un grupo, conformado por el alto grado de similitud entre las poblaciones que lo conforman. La caracterización morfológica define claras diferencias interespecíficas en la distribución de los caracteres cuantitativos, lo cual se refleja en las clasificaciones obtenidas, en donde se separan claramente los genotipos; en la tabla 7 se identifican cinco grandes grupos diferentes, los cuales están conformados por accesiones que poseen características cuantitativas similares.

4.2.1.1 Grupo uno (G1). El G1 está integrado por 38 genotipos, las cuales representan el 37,25% de la población (tabla 7). Presentan: el mayor tamaño de la semilla, con un promedio grupal de 1,39 cm de grosor, comparado con el promedio general de 1,16 cm y largo de semilla de 2,98 cm comparado con el promedio general de 2,78 cm.

Estos genotipos mostraron un mayor tamaño del fruto de 9,97 cm, comparado con el promedio de la población de 9,53 cm, presentaron también mayor peso fresco del grano de 5,21 g comparado con el promedio de 4,92 g y peso seco del mismo de 1,35 g. No obstante, esta población presentó bajos promedios en las variables referentes a la flor como: cantidad de flores por cojín y cojines por rama.

Tabla 7. Identificación de los genotipos que conforman cada uno de los cinco grupos en que se dividieron los genotipos, con base en las variables cuantitativas.

GRUPO	No.	%	GENOTIPOS
1	38	37,25	5 6 7 8 9 10 17 30 42 58 60 62 64 67 74 75 77 78 83 85 88 89 91 92 93 95 99 100 101 102 103 104 107 108 109 112 113
2	20	19,6	2 18 19 20 29 32 34 35 36 38 40 47 48 52 53 54 59 66 110 111
3	24	23,52	14 23 24 25 26 27 31 33 37 39 41 43 44 46 49 51 56 61 63 69 70 82 105 114
4	7	6,86	71 79 80 81 96 97 98
5	13	12,75	1 3 4 13 21 22 68 72 73 76 90 94 106

Fuente: Este estudio

Tabla 8. Clases conformadas con las variables cuantitativas de los genotipos elites en el municipio de Tumaco, Nariño.

CLASSE 1 / 5									
V.TEST	PROBA	MOYENNES CLASSE GENERALE		ECARTS TYPES CLASSE GENERAL		NUM.LIBELLE	VARIABLES CARACTERISTIQUES		IDEN
CLASSE 1 / 5 (POIDS = 15.00 EFFECTIF = 15)									
3.45	0.000	14.60	13.18	0.95	1.72	2.AH		V4	
2.07	0.019	18.07	16.98	1.81	2.20	4.CR		V9	
2.05	0.020	6.93	6.22	1.12	1.45	5.FC		V10	
1.61	0.054	3.03	2.78	0.18	0.66	14.LG		V28	
0.88	0.190	36.67	35.93	2.67	3.51	1.LH		V3	
0.42	0.336	0.64	0.63	0.07	0.08	6.LE		V14	
0.24	0.406	1.37	1.35	0.27	0.34	13.PS		V27	
0.16	0.435	4.95	4.92	0.60	0.71	12.PF		V26	
-0.73	0.234	1.07	1.13	0.12	0.34	10.GC		V22	
-1.27	0.102	1.06	1.16	0.11	0.32	15.AG		V29	
-1.78	0.037	41.60	43.50	4.54	4.46	16.CGR		V31	
-2.80	0.003	2.20	2.37	0.17	0.25	9.RLAF		V21	
-3.30	0.000	2.51	2.75	0.16	0.30	3.RLAH		V5	
-4.09	0.000	8.73	9.50	0.54	0.79	8.AF		V20	
-4.85	0.000	21.37	25.12	5.14	3.23	11.LA		V25	
-5.52	0.000	19.27	22.47	2.08	2.43	7.LF		V19	
CLASSE 2 / 5									
V.TEST	PROBA	MOYENNES CLASSE GENERALE		ECARTS TYPES CLASSE GENERAL		NUM.LIBELLE	VARIABLES CARACTERISTIQUES		IDEN
CLASSE 2 / 5 (POIDS = 16.00 EFFECTIF = 16)									
4.21	0.000	3.05	2.75	0.26	0.30	3.RLAH		V5	
-0.10	0.462	1.12	1.13	0.40	0.34	10.GC		V22	
-0.57	0.283	1.12	1.16	0.28	0.32	15.AG		V29	
-0.58	0.281	2.34	2.37	0.28	0.25	9.RLAF		V21	
-1.46	0.072	0.60	0.63	0.10	0.08	6.LE		V14	
-1.78	0.038	5.62	6.22	1.22	1.45	5.FC		V10	
-2.01	0.022	23.62	25.12	2.18	3.23	11.LA		V25	
-2.19	0.014	15.88	16.98	1.49	2.20	4.CR		V9	
-2.26	0.012	9.09	9.50	0.71	0.79	8.AF		V20	
-2.29	0.011	21.19	22.47	2.43	2.43	7.LF		V19	
-2.31	0.010	34.06	35.93	3.03	3.51	1.LH		V3	
-3.05	0.001	2.32	2.78	0.52	0.66	14.LG		V28	
-4.02	0.000	39.37	43.50	6.49	4.46	16.CGR		V31	
-4.52	0.000	1.00	1.35	0.21	0.34	13.PS		V27	
-4.87	0.000	11.25	13.18	1.25	1.72	2.AH		V4	
-5.80	0.000	3.97	4.92	0.71	0.71	12.PF		V26	
CLASSE 3 / 5									
V.TEST	PROBA	MOYENNES CLASSE GENERALE		ECARTS TYPES CLASSE GENERAL		NUM.LIBELLE	VARIABLES CARACTERISTIQUES		IDEN
CLASSE 3 / 5 (POIDS = 8.00 EFFECTIF = 8)									
2.54	0.006	10.19	9.50	1.27	0.79	8.AF		V20	
1.94	0.026	27.25	25.12	2.05	3.23	11.LA		V25	
0.79	0.214	23.12	22.47	2.15	2.43	7.LF		V19	
0.25	0.403	43.88	43.50	1.76	4.46	16.CGR		V31	
-0.03	0.486	1.35	1.35	0.19	0.34	13.PS		V27	
-0.73	0.232	12.75	13.18	2.11	1.72	2.AH		V4	
-1.02	0.154	2.28	2.37	0.19	0.25	9.RLAF		V21	
-1.38	0.084	2.61	2.75	0.29	0.30	3.RLAH		V5	
-1.64	0.051	4.53	4.92	0.42	0.71	12.PF		V26	
-2.56	0.005	32.87	35.93	3.92	3.51	1.LH		V3	
-2.72	0.003	4.88	6.22	0.93	1.45	5.FC		V10	
-2.81	0.002	14.88	16.98	2.93	2.20	4.CR		V9	
-4.15	0.000	0.51	0.63	0.03	0.08	6.LE		V14	
-4.65	0.000	0.59	1.13	0.17	0.34	10.GC		V22	
-5.68	0.000	0.53	1.16	0.08	0.32	15.AG		V29	
-7.53	0.000	1.09	2.78	0.17	0.66	14.LG		V28	

CLASSE 4 / 5

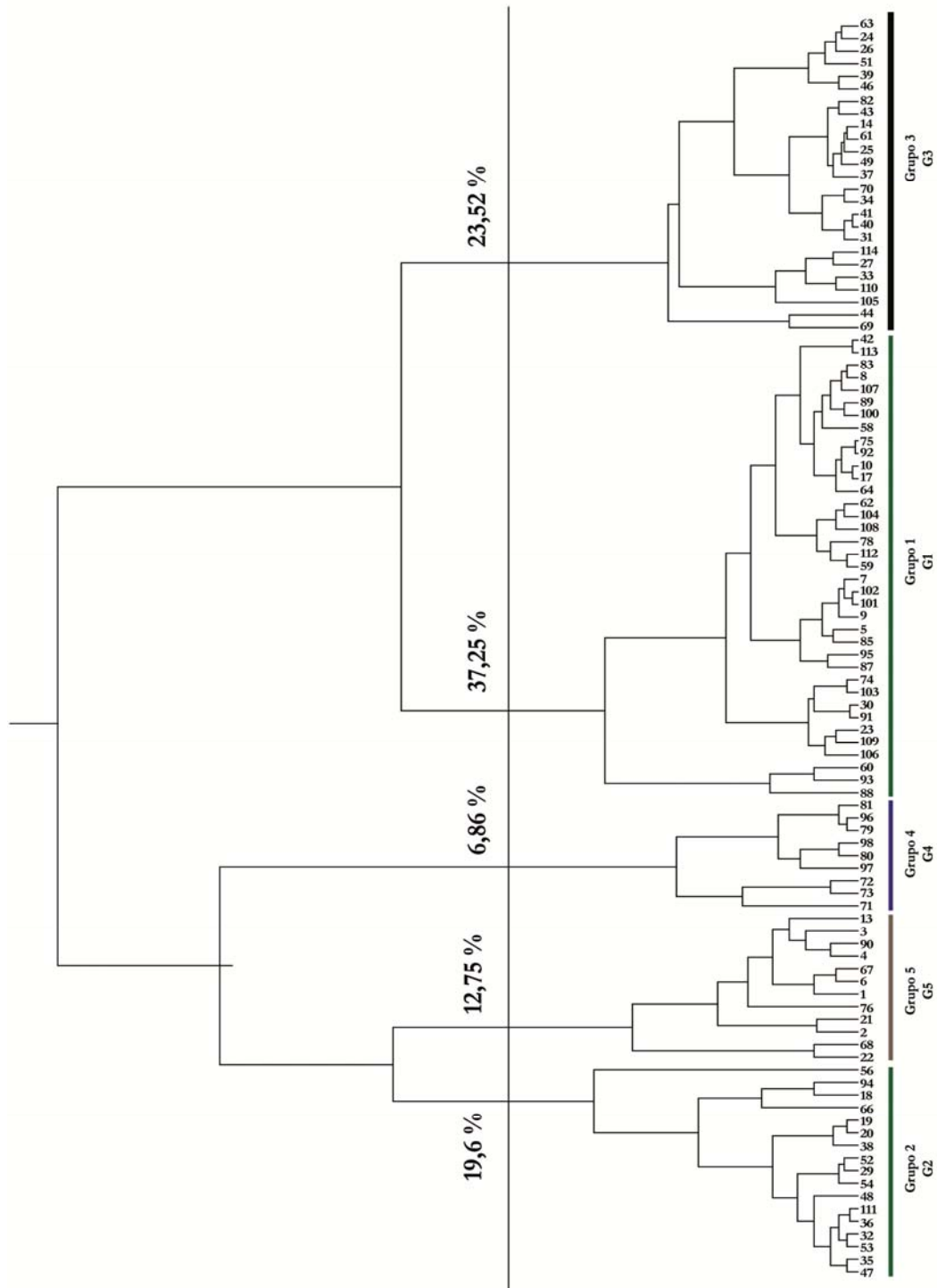
V.TEST	PROBA	MOYENNES		ECARTS TYPES		NUM.LIBELLE	VARIABLES CARACTERISTIQUES	IDEN
		CLASSE	GENERALE	CLASSE	GENERAL			
		CLASSE 4 / 5		(POIDS = 34.00		EFFECTIF = 34)		aa4a
5.71	0.000	1.42	1.16	0.29	0.32	15.AG	V29	
3.73	0.000	5.29	4.92	0.53	0.71	12.PF	V26	
3.42	0.000	9.88	9.50	0.40	0.79	8.AF	V20	
2.74	0.003	3.03	2.78	0.23	0.66	14.LG	V28	
2.50	0.006	45.06	43.50	2.93	4.46	16.CGR	V31	
2.32	0.010	1.46	1.35	0.40	0.34	13.PS	V27	
2.19	0.014	1.24	1.13	0.30	0.34	10.GC	V22	
2.17	0.015	23.21	22.47	1.23	2.43	7.LF	V19	
1.37	0.085	25.74	25.12	1.69	3.23	11.LA	V25	
0.57	0.284	0.64	0.63	0.07	0.08	6.LE	V14	
0.10	0.460	2.76	2.75	0.21	0.30	3.RLAH	V5	
-0.51	0.306	2.35	2.37	0.16	0.25	9.RLAF	V21	
-1.60	0.055	12.79	13.18	1.11	1.72	2.AH	V4	
-1.66	0.049	35.12	35.93	2.27	3.51	1.LH	V3	
-2.52	0.006	16.21	16.98	1.51	2.20	4.CR	V9	
-3.83	0.000	5.44	6.22	1.03	1.45	5.FC	V10	

CLASSE 5 / 5

V.TEST	PROBA	MOYENNES		ECARTS TYPES		NUM.LIBELLE	VARIABLES CARACTERISTIQUES	IDEN
		CLASSE	GENERALE	CLASSE	GENERAL			
		CLASSE 5 / 5		(POIDS = 27.00		EFFECTIF = 27)		aa5a
5.56	0.000	7.56	6.22	1.03	1.45	5.FC	V10	
4.55	0.000	18.63	16.98	1.77	2.20	4.CR	V9	
4.53	0.000	38.56	35.93	3.49	3.51	1.LH	V3	
3.90	0.000	2.53	2.37	0.28	0.25	9.RLAF	V21	
3.54	0.000	23.89	22.47	1.77	2.43	7.LF	V19	
3.40	0.000	14.15	13.18	1.48	1.72	2.AH	V4	
2.91	0.002	26.67	25.12	1.70	3.23	11.LA	V25	
2.91	0.002	3.10	2.78	0.41	0.66	14.LG	V28	
2.79	0.003	0.67	0.63	0.06	0.08	6.LE	V14	
1.93	0.027	44.93	43.50	2.88	4.46	16.CGR	V31	
1.68	0.047	5.11	4.92	0.40	0.71	12.PF	V26	
1.17	0.121	1.20	1.13	0.32	0.34	10.GC	V22	
1.08	0.140	1.41	1.35	0.24	0.34	13.PS	V27	
-0.04	0.485	9.50	9.50	0.64	0.79	8.AF	V20	
-0.08	0.468	2.75	2.75	0.34	0.30	3.RLAH	V5	
-1.13	0.130	1.10	1.16	0.14	0.32	15.AG	V29	

Fuente este estudio

Figura 3. Clasificación jerárquica de variables cuantitativas para los genotipos de *Theobroma cacao* L en el municipio de Tumaco.



Fuente. Este estudio

4.2.1.2 Grupo dos (G2). El G2 está conformado por 20 genotipos que presentan el 19,6% de la población. Este grupo posee características sobresalientes como la cantidad de flores por cojín con un promedio 7,05, respecto al promedio general de 6,21, ancho de la hoja de 14,10cm, con respecto al general de 13,18cm. Además, presentan la menor relación del largo y el ancho de las hojas de 2,60 comparado con el general de 2,76, cantidad de granos por mazorca 40,6 bajos comparados con el general 43,50, ancho del fruto 8,83 cm, comparados con el promedio 9,53 cm, longitud de la arista de 23,30 cm, comparado con el promedio de 25,35 cm y longitud del fruto de 19,90 cm comparado con el promedio general de 22,48 cm. Por lo tanto, este grupo se caracterizó por presentar frutos más pequeños y menor cantidad de granos por mazorca; aunque el peso de los granos frescos y secos no presentó diferencias significativas con el promedio de los genotipos colectados.

4.2.1.3 Grupo tres (G3). En el G3 se ubicaron 24 individuos que corresponden al 23,52%. Pertenecen a este grupo poblaciones que se diferencian de los demás porque poseen mayor cantidad de flores por cojín 7,54 en relación al promedio de 6,21; cantidad de cojines por rama de 18,83 en relación con el promedio de 16,96 cm; del mismo modo el largo de la hoja 38,71 cm, que supera al promedio general de 35,95 cm, el ancho de la hoja 14,29 cm con relación a la generalidad de 13,18 cm; la relación largo/ancho de los frutos de 2,55 es superior al promedio de 2,36; de igual manera el largo de los frutos de 24,12cm tiene mayor valor que el promedio general de 22,48 cm. Esta clase posee mayor cantidad de granos por mazorca 45,6 que el promedio general de 43,50; las variables: ancho de las hojas, largo de la arista y largo del estaminoide presentan valores superiores al promedio de los genotipos colectados.

4.2.1.4 Grupo cuatro (G4). EL G4 representa el 6,86% de la población y se caracterizan por tener: mayor diámetro (AF=10,57cm) y longitud de las aristas del fruto (LA= 25,35 cm), en comparación con los promedios generales de 9,53 cm y 25,35 cm respectivamente. Por otra parte, presentan menores valores que el promedio en las variable largo del estaminoide (LE = 0,55 cm), grosor de la cascara (GC=0,64 cm), ancho (AS=0,57 cm) y largo del grano (LS=1,10 cm).

4.2.1.5 Grupo cinco (G5). El G5lo constituye el 12,75% de la población evaluada; los cultivares se caracterizaron por presentar mayores promedios que el promedio general en la relación largo/ancho de las hojas (RLAH=3,05), en comparación con el promedio general de 2,76. Esta clase presentó promedios inferiores en las variables PS, PF, FC, CR, AF, LF, LA, LH, LS y AH, lo que indica que las flores son pocas, las hojas y granos son de tamaño pequeño.

Históricamente, los primeros estudios para la selección de materiales superiores se han hecho considerando los índices de mazorca y semilla (Pound 1932), sin embargo dichos parámetros han sido ampliados a través del tiempo hasta incluir diferentes variables como son el número de frutos por árbol, número de semillas por fruto, peso seco y húmedo de las semillas, tasa de conversión del peso húmedo a seco, contenido de testa y grasa, etc. (Powell 1992; Lockwood 1976; Soria *et al.*, 1974; Atanda 1972; Atanda y Toxopeus 1971; Bartley 1969; Esquivel y Soria 1967, Ruinard 1961 y Koppers 1953). Porrazones obvias, la mayoría de los parámetros están orientados a la selección de genotipos de alta producción sin considerar otros aspectos.

Al respecto Martínez (2007) indica que las características morfológicas que más discriminan en la separación de grupos según el análisis de componentes principales fueron el número de semillas, el diámetro y largo de mazorca y el diámetro de semilla. Esto fue corroborado por el análisis discriminante canónico en donde las variables “diámetro de semilla” y “largo de mazorca” fueron las más discriminantes entre genotipos silvestres y cultivados.

Se puede inferir entonces que las variables de fruto y semilla tienen asociación con los tipos de cacao y los lugares de procedencia. Así, las variables diámetro de semilla, largo de semilla, largo de mazorca y número de semilla diferenciaron al cacao silvestre, ubicados al norte de La Paz y causes del río Beni, lo cual concuerda con lo citado por Morales y Rodríguez (1987) que indican que el cacao colectado en los márgenes del río Beni presentan frutos amazónicos típicamente pequeños, con cáscara delgada y semillas pequeñas.

En esta investigación el peso promedio de los granos fue de $1,44 \pm 0,74$ g, los cuales según FEDECACAO (2004) granos con un peso mayor a 1,2 g se consideran grandes. El menor tamaño de frutos y el bajo peso de las semillas puede ser un indicador de calidad en los productores cuando se seleccionan cultivares de cacao, ya que el mercado regional tiene estándares para el cacao de primera calidad, siendo poco preferido los genotipos con grano pequeño descritos en la norma ICONTEC 252, del 2003.

Así por ejemplo, al usar el número de frutos es frecuente sobre estimar la producción de aquellos materiales que poseen muchas mazorcas pero de tamaño muy pequeño (Esquivel y Soria 1967; Bartley 1971). Aunque el peso húmedo es un parámetro más preciso, la cantidad de agua de las semillas y del mucílago es variable entre genotipos, por lo que al usar un único factor de conversión a peso seco, se generan también imprecisiones.

Ramos *et al.*, (2004) indican que el cacao del piedemonte andino está determinado por: mazorcas cortas (15 cm) y anchas (8,2 cm), de texturas lisas con surcos primarios y secundarios poco acentuados; almendras planas con un bajo porcentaje de testa (6,36%), bajo índice de almendras (1,29 g) y un mayor número

de almendras por fruto 29; flores con sépalos largos 8,17 mm y sin pigmentación, estilos y ovarios alargados (1,93 mm y 1,2 mm, respectivamente) con un elevado número de óvulos (44 en promedio).

Toxopeus y Jacob (1970) reportan que el peso seco de la semilla es el más confiable para la descripción e identificación de un genotipo de cacao corroborado por Morera y Paredes (1991); Quiroz y Soria (1994), Arciniegas (2005) indican que uno de los caracteres a tener en cuenta para la caracterización de la especie *T. cacao* es el número de semillas por mazorca y peso seco de la semilla. Por su parte, las variables relación largo – ancho de la mazorca y ancho del fruto, fueron las más discriminantes para el cacao Nacional del Ecuador y los amazónicos según Soria (1966 y 2002). Similarmente, Engels *et al.*, (1980) señalan que características como tamaño de semillas y frutos forman grupos compactos de descriptores estrechamente relacionados.

La mayoría de los genotipos reportaron índices de semilla superiores a 1,0 g. Este es el valor mínimo aceptable desde el punto de vista de las casas compradoras de cacao. Por otro lado, se encontró una correlación negativa altamente significativa entre los índices de semilla y fruto, que indica que a mayor tamaño de la semilla, menor es la cantidad de frutos necesarios para obtener un kilogramo de cacao seco.

En ese sentido Martínez (2007) indica que el largo y diámetro de semillas se relacionan estrechamente con el tamaño de las semillas. Al respecto, Enríquez y Soria (1996) reportan que los descriptores de semilla más importantes son el diámetro, el largo y el espesor de semillas. Por su parte, Fowler (1952) y Quiroz y Soria (1994) señalan que el carácter más discriminante para el cacao es el “diámetro de semillas” lo que establece diferencias entre grupos genéticos. Stockdale (1928) y Pound (1938) concluyeron que el peso de semilla es el carácter más confiable para la descripción e identificación de clones de cacao, pero indica que dado que el tamaño de semilla es un carácter muy variable se deben usar muestras grandes y multi-temporales para su determinación.

En esta investigación, la toma de muestras relativamente grandes y multi-temporales no se realizó debido a la que las cosechas son bimodales. Un estudio más detallado podría ser realizado cuando se le haga un manejo agronómico a cada genotipo preseleccionado para normalizar su producción. A su vez, esto permitiría planificar mejor una estrategia de fermentación y secado de las semillas que permitiera profundizar el conocimiento sobre la calidad industrial de los materiales.

Del resultado del análisis de las variables cuantitativas, las característica más discriminante fue la longitud de la arista con el valor más alto positivo (0,66). No obstante el grosor de la cascara (0,68), Largo del fruto (0,66), y largo del grano (0,66) realizaron los aportes importantes a los diferentes componentes.

Finalmente un idetotipo de cacao elite para la zona tendría seria de tamaño mediano (< 5 m), mazorcas grandes (25 cm), diámetro (>9 cm), gran cantidad de granos (> 43), peso de grano seco superior a 1,50 g, cascara delgada (<1 cm) y más de 60 frutos sanos por año.

4.3 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

El ACM para las variables cualitativas, permitió establecer que los cinco primeros valores propios explican el 39,49% de la variabilidad total (tabla 9), sobresaliendo los tres primeros factores con una participación en la explicación de la variabilidad de 26,96%, el cuarto y quinto factor explican el 12,53% de la variabilidad total. En este análisis si se quiere expresar la variabilidad representativa se debe recurrir a 12 componentes que explican el 69,22% de la variabilidad.

Arguello *et al.*,(1999) en la caracterización de clones elite en el nororiente colombiano encontraron también que los primeros 12 componentes explicaron el 72,86% de la variabilidad total, esto indica que las características cualitativas tienden a ser homogéneas cuando se hace selección por productividad, donde no se tiene en cuenta características que se correlacionan con productividad como son la auto compatibilidad, el patrón de floración, el pulvinus notable y color de fruto y color flores entre otras.

Tabla 9. Valores propios de la matriz de correlación y varianza explicada, resultante del ACM realizado para características cualitativas

Componente	Valor propio	Varianza explicada (%)	Varianza acumulada (%)
1	0.18	10,59	10,59
2	0,15	8,72	19,31
3	0,13	7,65	26,96
4	0,11	6,85	33,81
5	0,1	5,68	39,49
6	0.08	5.17	44.66
7	0.08	4.83	49.50
8	0.07	4.28	53.78
9	0.06	4.16	57.94
10	0.06	4.09	62.03
11	0.06	3.8	65.84
12	0.05	3.38	69.22
13	0.05	3.31	72.52

Fuente: Este estudio

Al respecto Petithugenin y Roche (1995) en el análisis de agrupamientos de los cacao de alto Beni estableció similitudes morfológicas entre genotipos silvestres y cultivados, e indica que probablemente esto se deba al movimiento de material de siembra de un sitio a otro. Así por ejemplo, algunos materiales en cultivo de la región de Alto Beni mostraron una morfología de fruto y semilla similar a la de

genotipos silvestres ubicados en sitios muy alejados tales como el Río Beni y el norte del departamento de La Paz.

No obstante la variabilidad total del cacao en la zona no está reflejada en este estudio ya que fue dirigido a los árboles con mejores características productivas. Debido a lo extenso de la región y a la problemática de orden social.

Teniendo en cuenta las variables sobresalientes, se determinó que predominaron las plantas con arquitectura erecta ArPI (V1=1) (66), plantas vigorosas (V1=3)(84), con base de las hojas obtusas BsHj (V6=2) (59 individuos), peciolo de las hojas con pulvinus notable PHj (V8=2) (98), patrón de floración continuo con picos PFI (V11=1), con pigmentación intensa de antocianina en el estaminoide AEst (V15=3) (62), color básico de la superficie de la mazorca CBMz (V23=1), antocianina en los frutos maduros AFM (V24=1) (93), granos aplanados PSEM (V30=1) (65), color violeta de la pulpa de los granos CLR (V32=3), con reacción moderadamente resistente a moniliasis (11 - 40% de incidencia *in situ*) MON (V31=3) (90) y a escoba de bruja (11 - 40% de incidencia *in situ*) ESC (V34=3) (93).

Las variables que más aportaron a la conformación del eje uno fueron la presencia mediana de antocianina en los frutos maduros (AFM=14,7%; V24=2, el color verde de las mazorcas jóvenes (CM=14%; V23=2), ausencia de antocianina en los botones florales (ABF=5,7%; V13=1), color verde del pedúnculo floral (CPF=5.1%; V13=1), la presencia de plantas poco vigorosas (VGR=3%; V2=2), plantas con arquitectura intermedia (ángulo entre 90° y 135°; ARP=2,8%) (V1=2), la ausencia de antocianina en el estaminoide (ANES=2,8%; V15=1), forma angoleta de las mazorca (FFR=2,7%; V16=2), forma atenuada del ápice de la mazorca (FAM=3,6%; V18=1) (Tabla 10).

Tabla 10. Coordenadas, contribuciones y cósenos cuadrados de las variables cualitativas de los genotipos de la especie *Theobroma cacao* en Tumaco.

Modalidades	Componentes					Contribuciones					Cosenos cuadrados						
IDEN - LIBELLE	P.REL	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1 . ARQUITECTURA DE LA PLANTA																	
AA_1 - V1=1	3.59	0.55	0.28	-0.13	0.46	-0.01	-0.10	1.6	0.4	6.0	0.0	0.4	0.15	0.03	0.39	0.00	0.02
AA_2 - V1=2	1.58	2.52	-0.56	0.04	-0.84	0.19	0.14	2.8	0.0	8.8	0.5	0.3	0.13	0.00	0.28	0.01	0.01
AA_3 - V1=3	0.38	13.57	-0.33	1.04	-0.85	-0.75	0.42	0.2	2.9	2.2	1.9	0.7	0.01	0.08	0.05	0.04	0.01
----- CONTRIBUTION CUMULEE = 4.7 3.3 16.9 2.4 1.4 -----																	
2 . VIGOR																	
AB_2 - V2=2	0.98	4.67	-0.73	0.60	-1.02	-0.45	0.71	3.0	2.4	8.0	1.7	5.2	0.12	0.08	0.22	0.04	0.11
AB_3 - V2=3	4.58	0.21	0.16	-0.13	0.22	0.10	-0.15	0.6	0.5	1.7	0.4	1.1	0.12	0.08	0.22	0.04	0.11
----- CONTRIBUTION CUMULEE = 3.6 2.9 9.7 2.1 6.3 -----																	
3 . BASE DE LAS HOJAS																	
AC_1 - V6=1	2.34	1.37	-0.09	0.47	0.38	0.14	0.07	0.1	3.6	2.6	0.4	0.1	0.01	0.16	0.10	0.01	0.00
AC_2 - V6=2	3.21	0.73	0.07	-0.35	-0.27	-0.10	-0.05	0.1	2.6	1.9	0.3	0.1	0.01	0.16	0.10	0.01	0.00
----- CONTRIBUTION CUMULEE = 0.2 6.3 4.5 0.7 0.2 -----																	
4 . APICE DE LAS HOJAS																	
AD_1 - V7=1	1.36	3.08	-0.25	-0.15	-0.43	-0.38	-0.86	0.5	0.2	2.0	1.8	10.7	0.02	0.01	0.06	0.05	0.24
AD_2 - V7=2	2.29	1.43	-0.12	-0.30	0.20	0.03	0.67	0.2	1.4	0.7	0.0	10.8	0.01	0.06	0.03	0.00	0.31
AD_3 - V7=3	1.91	1.91	0.32	0.46	0.07	0.24	-0.19	1.1	2.8	0.1	0.9	0.7	0.05	0.11	0.00	0.03	0.02
----- CONTRIBUTION CUMULEE = 1.8 4.4 2.8 2.7 22.3 -----																	

5 . PECIOLO DE LAS HOJAS																	
AE_1 - V8=1	0.22	24.50	-0.71	-1.07	-1.75	1.74	-0.23	0.6	1.7	5.3	5.8	0.1	0.02	0.05	0.13	0.12	0.00
AE_2 - V8=2	5.34	0.04	0.03	0.04	0.07	-0.07	0.01	0.0	0.1	0.2	0.2	0.0	0.02	0.05	0.13	0.12	0.00
CONTRIBUTION CUMULEE = 0.7 1.8 5.5 6.0 0.1																	
6 . PATRON DE FLORACION																	
AF_1 - V11=1	5.07	0.10	-0.02	-0.08	0.00	0.02	-0.07	0.0	0.2	0.0	0.0	0.3	0.00	0.06	0.00	0.00	0.05
AF_2 - V11=2	0.49	10.33	0.18	0.80	-0.04	-0.22	0.75	0.1	2.1	0.0	0.2	2.9	0.00	0.06	0.00	0.00	0.05
CONTRIBUTION CUMULEE = 0.1 2.3 0.0 0.2 3.2																	
7 . COLOR PEDUNCULO FLORAL																	
AG_1 - V12=1	1.20	3.64	-0.87	-0.89	0.04	0.79	-0.04	5.1	6.5	0.0	6.6	0.0	0.21	0.22	0.00	0.17	0.00
AG_2 - V12=2	2.02	1.76	-0.23	0.42	0.00	-0.68	-0.06	0.6	2.4	0.0	8.2	0.1	0.03	0.10	0.00	0.26	0.00
AG_3 - V12=3	2.34	1.37	0.64	0.10	-0.02	0.18	0.07	5.5	0.1	0.0	0.7	0.1	0.30	0.01	0.00	0.02	0.00
CONTRIBUTION CUMULEE = 11.2 9.1 0.0 15.5 0.2																	
8 . ANTOCIANINA EN EL BOTON																	
AH_1 - V13=1	1.96	1.83	-0.72	-0.38	0.03	0.48	-0.34	5.7	2.0	0.0	4.0	2.4	0.28	0.08	0.00	0.13	0.06
AH_2 - V13=2	2.45	1.27	-0.06	0.36	0.20	-0.69	0.07	0.1	2.2	0.7	10.3	0.1	0.00	0.10	0.03	0.38	0.00
AH_3 - V13=3	1.14	3.86	1.36	-0.11	-0.47	0.66	0.44	12.0	0.1	2.0	4.4	2.4	0.48	0.00	0.06	0.11	0.05
CONTRIBUTION CUMULEE = 17.7 4.2 2.7 18.7 4.9																	
9 . ANTOCIANINA ESTAMINOIDE																	
AI_1 - V15=1	0.22	24.50	-1.52	-1.60	-0.92	1.57	-0.61	2.8	3.8	1.4	4.7	0.9	0.09	0.10	0.03	0.10	0.02
AI_2 - V15=2	1.96	1.83	-0.32	-0.44	0.05	-0.16	-0.24	1.2	2.7	0.0	0.4	1.2	0.06	0.11	0.00	0.01	0.03
AI_3 - V15=3	3.38	0.65	0.29	0.36	0.03	-0.01	0.18	1.6	3.0	0.0	0.0	1.1	0.13	0.20	0.00	0.00	0.05
CONTRIBUTION CUMULEE = 5.6 9.5 1.5 5.2 3.2																	
10 . FORMA DE LA FRUTA																	
AJ_1 - V16=1	2.61	1.12	-0.41	0.60	0.17	0.51	0.14	2.4	6.5	0.6	5.9	0.5	0.15	0.32	0.03	0.23	0.02
AJ_2 - V16=2	2.72	1.04	0.42	-0.55	-0.14	-0.39	-0.28	2.7	5.6	0.4	3.6	2.3	0.17	0.29	0.02	0.15	0.08
AJ_3 - V16=3	0.22	24.50	-0.38	-0.39	-0.31	-1.22	1.84	0.2	0.2	0.2	2.8	7.8	0.01	0.01	0.00	0.06	0.14
CONTRIBUTION CUMULEE = 5.3 12.3 1.2 12.3 10.6																	
11 . FORMA CONSTRICCION BASAL																	
AK_1 - V17=1	0.76	6.29	0.10	-0.09	-0.95	-0.74	0.03	0.0	0.0	5.43	7.0	0.0	0.00	0.00	0.14	0.09	0.00
AK_2 - V17=2	2.23	1.49	0.25	-0.52	0.06	-0.01	-0.39	0.8	4.1	0.1	0.0	3.6	0.04	0.18	0.00	0.00	0.10
AK_3 - V17=3	1.74	2.19	-0.24	0.06	0.10	0.16	0.45	0.6	0.0	0.1	0.4	3.7	0.03	0.00	0.00	0.01	0.09
AK_4 - V17=4	0.82	5.80	-0.25	1.37	0.52	0.37	0.08	0.3	10.5	1.8	1.0	0.1	0.01	0.32	0.05	0.02	0.00
CONTRIBUTION CUMULEE = 1.7 14.7 7.3 5.1 7.3																	
12 . FORMA APICE MAZORCA																	
AL_1 - V18=1	2.67	1.08	-0.49	0.37	0.17	0.52	0.05	3.6	2.5	0.6	6.3	0.1	0.22	0.13	0.03	0.25	0.00
AL_2 - V18=2	2.07	1.68	0.44	-0.29	0.09	-0.46	-0.24	2.2	1.2	0.1	3.8	1.3	0.11	0.05	0.01	0.12	0.03
AL_3 - V18=3	0.82	5.80	0.49	-0.47	-0.79	-0.54	0.44	1.1	1.2	4.0	2.1	1.7	0.04	0.04	0.11	0.05	0.03
CONTRIBUTION CUMULEE = 7.0 5.0 4.8 12.2 3.0																	
13 . COLOR BASICO																	
AM_1 - V23=1	4.96	0.12	-0.25	0.01	0.07	-0.09	-0.05	1.7	0.0	0.2	0.4	0.1	0.50	0.00	0.04	0.07	0.02
AM_2 - V23=2	0.60	8.27	2.03	-0.09	-0.54	0.77	0.40	14.0	0.0	1.4	3.1	1.0	0.50	0.00	0.04	0.07	0.02
CONTRIBUTION CUMULEE = 15.7 0.0 1.6 3.5 1.1																	
14 . ANTOCININA FRUTOS MADUROS																	
AN_1 - V24=1	5.07	0.10	-0.22	0.04	0.07	-0.10	-0.06	1.4	0.1	0.2	0.4	0.2	0.51	0.02	0.05	0.10	0.04
AN_2 - V24=2	0.49	10.33	2.30	-0.45	-0.72	1.00	0.62	14.7	0.7	2.0	4.3	2.0	0.51	0.02	0.05	0.10	0.04
CONTRIBUTION CUMULEE = 16.1 0.7 2.2 4.7 2.2																	
15 . FORMA SEMILLA																	
AO_1 - V30=1	3.54	0.57	-0.02	-0.04	0.29	0.09	-0.04	0.0	0.0	2.4	0.3	0.0	0.00	0.00	0.15	0.01	0.00
AO_2 - V30=2	2.02	1.76	0.03	0.08	-0.51	-0.16	0.06	0.0	0.1	4.1	0.5	0.1	0.00	0.00	0.15	0.01	0.00
CONTRIBUTION CUMULEE = 0.0 0.1 6.5 0.7 0.1																	
16 . COLOR																	
AP_1 - V32=1	0.16	33.00	-0.52	-0.02	-0.41	-0.75	-2.32	0.2	0.0	0.2	0.8	9.3	0.01	0.00	0.01	0.02	0.16
AP_2 - V32=2	0.16	33.00	0.48	0.27	-0.90	-1.54	-0.16	0.2	0.1	1.0	3.4	0.0	0.01	0.00	0.02	0.07	0.00
AP_3 - V32=3	5.23	0.06	0.00	-0.01	0.04	0.07	0.08	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.00	0.00	0.03	0.08	0.10
CONTRIBUTION CUMULEE = 0.5 0.1 1.3 4.4 9.6																	
17 . MONILIASIS																	
AQ_2 - V33=2	0.33	16.00	-1.39	-0.60	-2.07	0.34	0.49	3.6	0.8	11.0	0.3	0.8	0.12	0.02	0.27	0.01	0.01
AQ_3 - V33=3	4.90	0.13	0.14	0.19	0.03	0.00	-0.13	0.6	1.2	0.0	0.0	0.9	0.15	0.27	0.01	0.00	0.13
AQ_4 - V33=4	0.33	16.00	-0.76	-2.24	1.59	-0.34	1.52	1.1	11.3	6.5	0.3	8.0	0.04	0.31	0.16	0.01	0.14
CONTRIBUTION CUMULEE = 5.2 13.3 17.5 0.7 9.7																	
18 . ESCOBA																	
AR_2 - V34=2	0.22	24.50	-1.34	-0.22	-1.81	-0.17	1.18	2.2	0.1	5.6	0.1	3.2	0.07	0.00	0.13	0.00	0.06
AR_3 - V34=3	5.07	0.10	0.09	0.13	-0.03	0.07	-0.15	0.2	0.6	0.0	0.2	1.2	0.08	0.17	0.01	0.04	0.24
AR_4 - V34=4	0.27	19.40	-0.54	-2.22	1.97	-1.07	1.87	0.4	9.2	8.3	2.8	10.1	0.01	0.25	0.20	0.06	0.18
CONTRIBUTION CUMULEE = 2.9 9.9 14.0 3.0 14.5																	

Fuente: Este estudio

Las variables con mayores aportes al segundo eje son: color verde del pedúnculo floral (CPF=6,5%; V12=1), ápice acuminado largo en las hojas (APH=2,8%; V7=3), base aguda de las hojas (BH=2,9%; V6=1), arquitectura pendulosa de las plantas (ARP=2,9%; V1=3), ausencia de antocianina en el estaminoide (ANES=3,8%; V15=1), forma cundeamor de las mazorcas (FFR=6,5%; V16=1), las mazorcas presentan constricción basal con un cuello bien atenuado (FBCB=10,5%; V17=4), tolerancia a la moniliasis con una incidencia menor al 10%(RM=11,3%; V33=4) y tolerancia a la escoba con incidencia menor al 10% (RES=9,2%; V34=4).

Al eje tres le hacen aportes significativos las variables: peciolo de las hojas sin pulvinus notable (PEH=5,3%; V18=1), la presencia de plantas poco vigorosas (VGR=8%; V2=2), arquitectura intermedia de las plantas (ángulo entre 90° y 1351°) (ARP=8,8%; V1=2), las mazorcas no presentan constricción basal (FBCB=5,4%; V17=1), forma obtusa del ápice de la mazorca (FAM=4%; V18=3).

Al Factor cuatro contribuyen de manera importante las variables: peciolo de las hojas sin pulvinus notable (PEH=5,8%; V18=1), color verde con pigmentación rojiza del pedúnculo floral (CPF=8,2%; V12=2), con ligera presencia de antocianina en los botones florales (ABF=10,3%; V13=2), ausencia de antocianina en el estaminoide (ANES=4,7%; V15=1), forma cundeamor de las mazorcas (FFR=5,9%; V16=1), las mazorcas no presentan constricción basal (FBCB=3,7%; V17=1), forma atenuada del ápice de la mazorca (FAM=6,3%; V18=1), color verde de las mazorcas tiernas (< 4 meses) (CBM=3,1%; V23=2), con presencia intermedia de antocianina en los frutos maduros (AFM=4,3%; V24=2) y el color violeta intermedio de los granos (CGR=3,4%; V32=2).

Las variables importantes del eje cinco fueron: color blanco de los granos (CGR=9,3%; V32=1), mazorcas con forma de botella en constricción basal, cuello intermedio (FBCB=3,7%; V17=3), mazorcas amelonadas (FFR=7,8%; V16=3), ápice de las hojas acuminado corto (APH=10,8; V7=2), tolerancia a la moniliasis con una incidencia menor al 10%(RM=8,0%; V33=4) y tolerancia a la escoba con incidencia menor al 10% (RES=10,1%; V34=4).

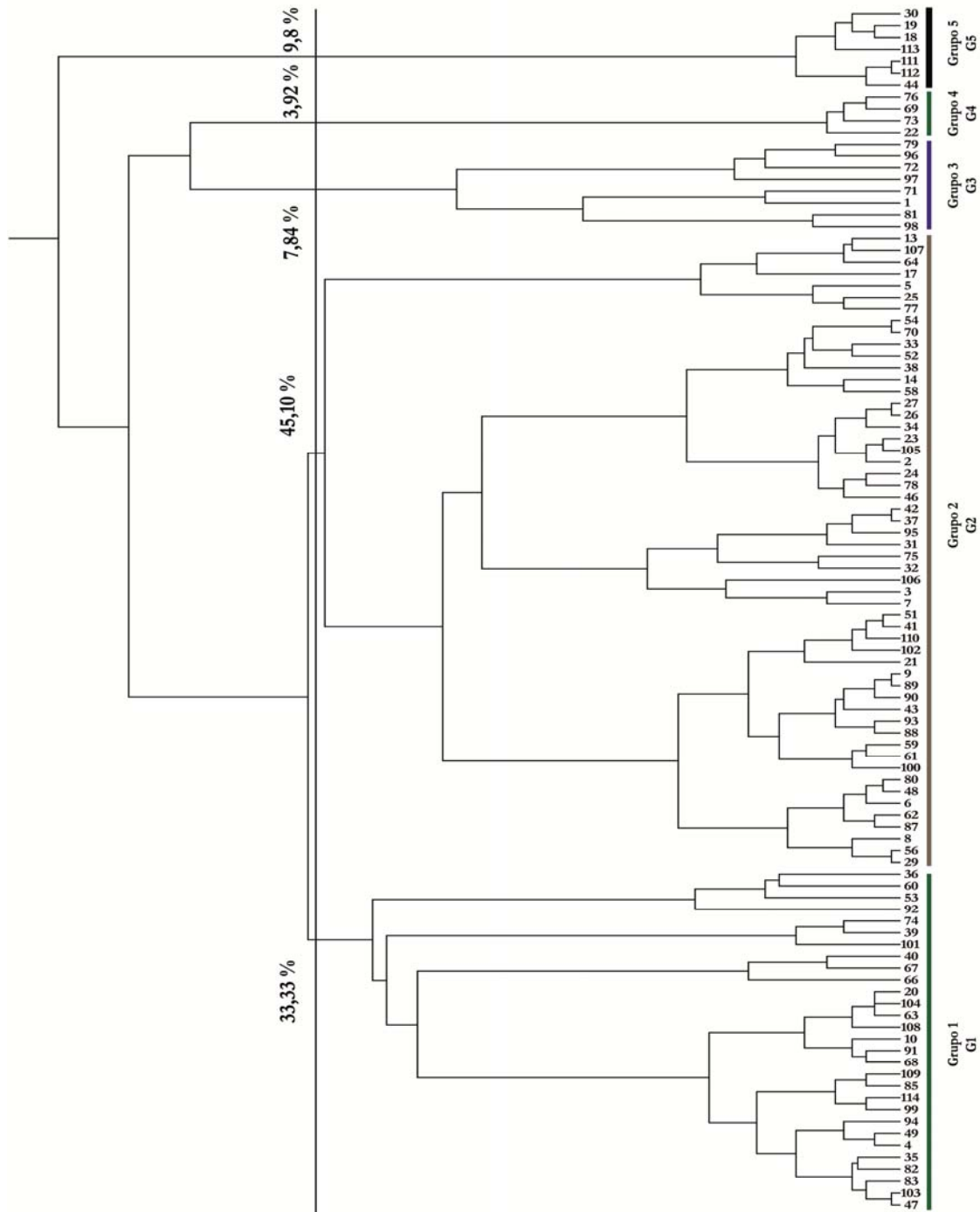
4.3.1 Clasificación jerárquica para las variables cualitativas de los genotipos de plantas de *Theobroma cacao* L. Este procedimiento de clasificación jerárquica permitió agrupar los cultivares en cinco grupos. En la tabla 11 y el dendograma de la figura 4, se muestra como se conforman las cinco categorías, las características y sus modalidades.

Tabla 11. Variables y modalidades de las características cualitativas de los genotipos elites en el municipio de Tumaco, Nariño.

CLASSE 1 / 5									
V. TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS	
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES			
				33.33	CLASSE 1 / 5		cc1c		34
5.13	0.000	58.00	85.29	49.02	V16=2	FORMA DE LA FRUTA	AJ_2		50
3.91	0.000	68.00	50.00	24.51	V7=1	APICE DE LAS HOJAS	AD_1		25
3.82	0.000	57.89	64.71	37.25	V18=2	FORMA APICE MAZORCA	AL_2		38
3.18	0.001	51.11	67.65	44.12	V13=2	ANTOCIANINA EN EL BOTON	AH_2		45
2.55	0.005	37.78	100.00	88.24	V23=1	COLOR BASICO	AM_1		90
CLASSE 2 / 5									
V. TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS	
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES			
				45.10	CLASSE 2 / 5		cc2c		46
7.95	0.000	85.42	89.13	47.06	V16=1	FORMA DE LA FRUTA	AJ_1		48
5.90	0.000	75.51	80.43	48.04	V18=1	FORMA APICE MAZORCA	AL_1		49
4.68	0.000	100.00	32.61	14.71	V17=4	FORMA CONSTRICCIÓN BASAL	AK_4		15
3.29	0.001	65.12	60.87	42.16	V6=1	BASE DE LAS HOJAS	AC_1		43
2.72	0.003	49.46	100.00	91.18	V24=1	ANTOCININA FRUTOS MADUROS	AN_1		93
CLASSE 3 / 5									
V. TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS	
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES			
				7.84	CLASSE 3 / 5		cc3c		8
4.15	0.000	100.00	50.00	3.92	V8=1	PECIOLO DE LAS HOJAS	AE_1		4
4.15	0.000	100.00	50.00	3.92	V15=1	ANTOCIANINA ESTAMINOIDE	AI_1		4
2.52	0.006	50.00	37.50	5.88	V33=2	MONILIASIS	AQ_2		6
2.50	0.006	20.69	75.00	28.43	V1=2	ARQUITECTURA DE LA PLANTA	AA_2		29
CLASSE 4 / 5									
V. TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS	
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES			
				3.92	CLASSE 4 / 5		cc4c		4
4.72	0.000	80.00	100.00	4.90	V34=4	ESCOBA	AR_4		5
4.49	0.000	66.67	100.00	5.88	V33=4	MONILIASIS	AQ_4		6
CLASSE 5 / 5									
V. TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS	
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES			
				9.80	CLASSE 5 / 5		cc5c		10
6.25	0.000	100.00	80.00	7.84	V24=2	ANTOCININA FRUTOS MADUROS	AN_2		8
5.63	0.000	80.00	80.00	9.80	V23=2	COLOR BASICO	AM_2		10
5.52	0.000	47.62	100.00	20.59	V13=3	ANTOCIANINA EN EL BOTON	AH_3		21
2.94	0.002	20.93	90.00	42.16	V12=3	COLOR PEDUNCULO FLORAL	AG_3		43
2.48	0.007	18.00	90.00	49.02	V16=2	FORMA DE LA FRUTA	AJ_2		50

Fuente: Este estudio

Figura 4. Clasificación jerárquica de variables cualitativas para los genotipos de *Theobroma cacao* L en el municipio de Tumaco.



Fuente. Este estudio

4.3.1.1 Grupo uno (G1). El primer grupo se conformó por 34 genotipos (33,33%), el 58% de las plantas tienen forma cunteamor (V16=2), el 68% tienen el ápice de las hojas puntiagudas (V7=1), el 57% ápice de la mazorca agudo (V18=2), con ligera presencia de antocianina en el botón (51%) y color básico de mazorcas verde (37,78%).

4.3.1.2 Grupo dos (G2). Está conformado por 46 genotipos (45,10%), el 85,42% de las plantas con forma de la fruta cunteamor (V16=1), ápice atenuado 75,51%, (V18=1), forma de botella acentuada en la constricción basal 100%, (V17=4), el 65,12% tienen la base de las hojas aguda (V6=1), y el 49,46% no presentan antocianina en los frutos maduros (V24=1).

4.3.1.3 Grupo tres (G3). Conformado por ocho genotipos (7,84%), el 100% de las plantas tienen el peciolo de las hojas sin pulvinus notable (V8=1) y ausencia de antocianina en el estaminoide (V15=1), el 50% son moderadamente susceptibles a la moniliasis (V33=2) y tienen una arquitectura intermedia (ángulo entre 90° y 135°) (V1=2).

4.3.1.4 Grupo cuatro (G4). Conformado por 4 genotipos (3,92%), el 80% de las plantas presentan tolerancia alta *in situ* a la escoba de bruja y el 66,67% presenta la misma condición respecto a la moniliasis.

4.3.1.5 Grupo cinco (G5). Compuesto por 10 genotipos (9,8%). El 100% de las plantas que lo conforman presentan antocianina intermedia en los frutos maduros (V24=2), del mismo modo el 80% de estas plantas presentan coloración rojiza en los frutos verdes (V23=2), no obstante el 47% de estas plantas manifiestan intensa pigmentación de antocianina en los botones florales (V13=3), siendo el color del pedúnculo floral de color rojizo en el 20,93% (V12=3) y la forma de fruta del 18% es angoleta (V16=2).

Las características cualitativas aunque son muy importantes no fueron significativas para este estudio, esto se debe a que se caracterizaron los individuos con las mejores características de productividad reportadas por los agricultores en la zona.

Al respecto Rojas (2001) indica que cuando caracterizó morfo-agronómicamente diez clones de *Theobroma cacao L.*, en el centro experimental Granja Santa Elena de FEDECACAO, encontraron gran diversidad en las características cuantitativas, pero las cualitativas se comportaron de manera casi constante.

Del mismo modo Lanaud, *et al.*, (1999) en un estudio sobre genotipos de cacao tipo criollo de la costa central de Venezuela concluyen que estos se agrupan por origen geográfico, donde los grupos quedan conformados casi exclusivamente por materiales del mismo sitio tipo. Además agrega, que podría mencionarse la posibilidad de que estos materiales hayan sido propagados a partir de una planta común, y que tal como lo plantean Figueira *et al.*, (1994), se hayan producido algunas alteraciones morfológicas en las plantas máspreciadas por el hombre, sin un cambio substancial en la parte genética.

En los análisis de Lanaud (1999) el autor indica que las variedades de criollos son muy contrastantes en cuanto a su morfología, puntualmente son muy homogéneas y muy homocigotas desde el punto de vista génico. Esto, podría explicar la presencia de patrones genéticos usados como comparación en los mismos grupos con los materiales de la costa, ya que aunque en ellos se observa una variabilidad morfológica media, la porción del genoma explorada con los cebadores empleados, indican una variabilidad genética muy reducida dentro y entre poblaciones.

Ramos *et al.*, (2004) diferenciaron dos grupos uno por una fuerte rugosidad de la corteza del fruto, la esfericidad o redondez de las almendras expresadas en una relación ancho-espesor cercana a uno y el otro por el color blanco de sus cotiledones. Los mismos autores indican que en los materiales del piedemonte andinolos descriptores de mayor peso fueron la intensidad de pigmentación y la superficie lisa de los frutos. Las características asociadas al fruto tales como pigmentación en el lomo, constricción basal, no resultaron determinantes.

Esto se puede constatar cuando se analiza los orígenes del cacao en Tumaco, que al parecer se desarrolló de un ancestro común procedente del Ecuador el cual se mezcló con los cacaos procedentes del centro del país ya que FEDECACAO, ha distribuido semillas de cacao en la zona por más de 30 años y los agricultores han realizado selección indirecta en la zona.

Al respecto Quiroz (2002) indica que La mayoría de las colectas dirigidas a caracteres específicos se pueden encontrar muchas coincidencias en algunos caracteres dentro de géneros y especies, por tanto se deben seleccionar solo aquellas características cualitativas o cuantitativas que han resultan más útiles para la descripción.

Quiroz y Soria (1994) demuestran que pigmentación rojo-rosada en el filamento del estambre, falta de pigmentación de los sépalos, la forma amelonada de la mazorca, mas esférica y una ligera estrangulación en la base, cáscara con una rugosidad media, más gruesa y suave para el corte, menor número de óvulos y semillas por fruto en los Nacionales puros son la características fenotípicas distintivas que representan los genotipos Nacionales

En la zona de encontraron árboles altos, muy ramificados, mal manejados debido a que las prácticas de manejo como podas, fertilización y control de plagas y enfermedades son ausentes. Algunos genotipos evidenciaron la presencia de pulvinus que aunque es una característica asociada con la productividad como lo indica Mejía y Palencia (2000) en la zona no se evidenció esta correlación.

En lo relacionado al vigor de las plantas el IPGRI (2000) plantea que el valor ideal debería ser entre tres y cuatro para el vigor en tanto que para el índice de rendimiento entre más alto sea el valor es mejor la correlación existente entre la producción y el vigor de las plantas. Por lo tanto en esta investigación casi la mitad de los genotipos (47,8%) registran valores inferiores a los propuestos.

El índice de rendimiento es un parámetro recientemente sugerido por IPGRI (2000), que busca relacionar la producción de los árboles con el vigor que ellos muestran, este índice se determina indirectamente con el diámetro del tronco y el acumulado de la producción. Estudios realizados en Costa de Marfil Sounigoet *al.*, (1994) indican que se debe de combinar el alto rendimiento con la búsqueda de materiales de vigor bajo y/o medio, esto por cuanto se sabe que existen árboles muy productivos debido a que son tan vigorosos que inclusive invaden el espacio aéreo y subterráneo de sus vecinos. Los árboles evaluados fueron en su mayoría vigorosos, ya que ese fue uno de los parámetros de selección.

De acuerdo con el IPGRI (2000) el valor ideal debería ser entre tres y cuatro para el vigor en tanto que para el índice de rendimiento entre más alto sea el valor es mejor la correlación existente entre la producción y el vigor de las plantas. Por lo tanto en esta investigación casi más de la mitad de los genotipos (57,8%) registran valores superiores a los exigidos. La necesidad de encontrar materiales que presenten un vigor intermedio, un número de ramas no superior a cuatro, con una apertura de copa abierta y menor cantidad de follaje optimizan el rendimiento el cual se ve reflejado al maximizar la capacidad fotosintética de los árboles de cacao, que a su vez esta correlacionado con la arquitectura de la planta (Tichaet *al.*,1985).

En esta investigación es relevante mencionar que 84,21% son plantas vigorosas y follaje abundante. Sin embargo, encontrar que el 18,4% poseen una copa medianamente cerrada, con nivel de auto-sombreamiento, influyen directamente en parámetros como la incidencia a enfermedades y niveles de bajo rendimiento, como lo sugieren estudios que evidencian que el incremento en la luz (cantidad de follaje), hace que haya un incremento en el rendimiento, una menor incidencia a las enfermedades y árboles que presentan un alto vigor, incrementan la competencia por nutrientes, demanda de luz y densidad de siembra (IPGRI 2000; Enríquez 2004).

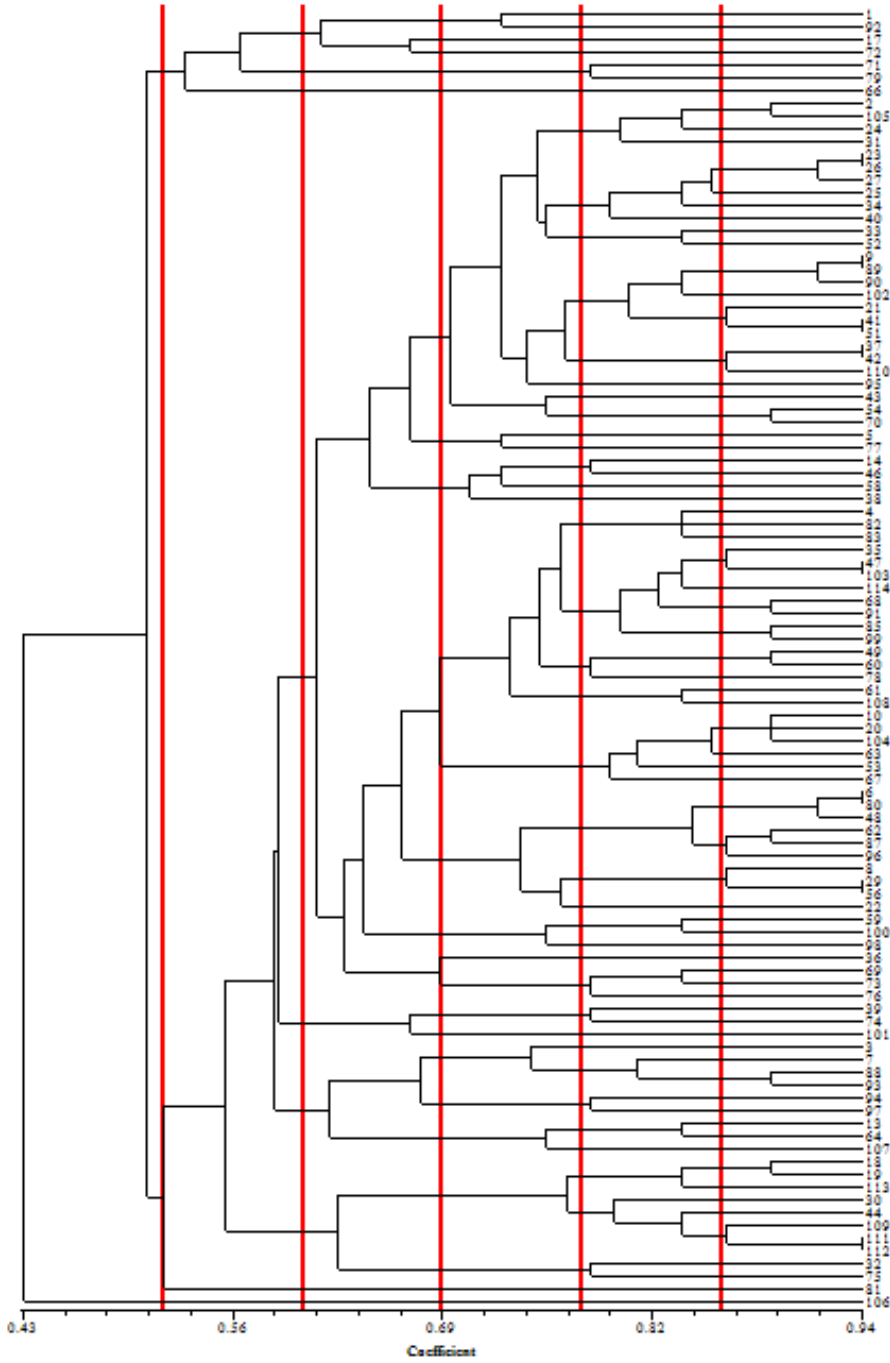
Se observaron importantes diferencias entre los genotipos evaluados en variables relacionadas con el vigor de la plantas, sin embargo, fue difícil explicar el

comportamiento de los genotipos en términos de producción o resistencia con base en estos parámetros. Lo ideal sería multiplicar los materiales vegetativamente y sembrarlos bajo condiciones experimentales para poder determinar mejor cual es la contribución genética sobre los parámetros de estudio.

Otra característica para resaltar es que los genotipos clasificados presentan tolerancia moderada a escoba y monilia debido a una apreciación parcial, realizada durante muchos años por los productores, no obstante esta apreciación debería complementarse con inoculaciones directas a los tejidos vegetales de los hongos *M. roleri* y *C. pernicioso*. Al igual que el desempeño de los materiales que poseen grano blanco considerados como los de más alta calidad por los consumidores de cacao.

En el dendograma generado con el UPGMA (figura 5) derivado de los valores de semejanza según el índice de Ward, la totalidad de los materiales analizados se agruparon en un valor de semejanza de 0.43. Diferenciando el genotipo 106, el cual es resistente a escoba y monilia (*in situ*), con pulvinus notable, pero con semilla pequeña. Esta es una característica de los materiales de escabina procedentes del Ecuador y Amazonas.

Figura 5. Ordenación de los genotipos mediante UPGMA de los genotipos de cacao elite en el municipio de Tumaco, Nariño.



Fuente. Este estudio

4.4 COINCIDENCIAS ENTRE LOS GENOTIPOS EN LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS

Para realizar este análisis hizo un emparejamiento manual entre las características morfológicas cuantitativas y las cualitativas en las cuales el 100% de los individuos formaron asociaciones en los diferentes grupos. Con la herramienta MXcomp de NTsys se determinó una correlación general del 79,3%.

Al comparar los individuos del grupo 1 (G1) de las características cuantitativas con todos los grupos formados por las características cualitativas el 44,73% de los individuos de este grupo (5, 8, 9, 42, 58, 62, 64, 77, 78, 87, 88, 89, 93, 95, 100, 102, 107) se asociaron con el G1 de las características cualitativas, caracterizándose por tener mayor tamaño en semilla (LS), fruto (AF) mayor peso fresco del grano (PFG) y peso seco del mismo (PSF), con bajos promedios en las cantidad de flores por cojín (FC) y cantidad cojines por rama (CR), estos individuos presentan forma cundeamor (V16=2), ápice de las hojas puntiagudo (V7=1), ápice de la mazorca agudo (V18=2), con ligera presencia de antocianina en el botón del siendo el color básico de las mazorcas verde.

El 39,47% de los individuos del G1 (6, 7, 10, 17, 60, 67, 74, 83, 91, 92, 99, 101, 103, 104, 108), se asociaron con el G2 de características cualitativas presentando forma de la fruta cundeamor (V16=1), ápice atenuado un (V18=1); forma de botella acentuada en la constricción basal (V17=4), base de las hojas aguda (V6=1), no presentan antocianina en los frutos maduros (V24=1). El 15,79% de los individuos (30,75, 85, 112,113, 109), presentan antocianina intermedia en los frutos maduros (V24=2), coloración rojiza en los frutos verdes (V23=2), intensa pigmentación de antocianina en los botones florales (V13=3), color del pedúnculo floral de color rojizo (V12=3) y la forma de fruta angoleta (V16=2).

Los individuos del grupo 2 (G2) se asociaron con el 40% de los individuos caracterizados; este grupo se relacionó con el G1 de las características cualitativas en el 40% de los individuos (20, 29, 32, 36, 38, 47,53, 66), de igual manera con el 45% del G2 (2, 34, 38, 40, 48, 52, 54, 59, 110) y el 15% del G5 (18, 19 y 111), los cuales presentan antocianina intermedia en los frutos maduros (V24=2), coloración rojiza en los frutos verdes (V23=2), intensa pigmentación de antocianina en los botones florales (V13=3), el color del pedúnculo floral rojizo (V12=3) y la forma de fruta angoleta (V16=2).

Los genotipos del grupo 3 (G3) se asociaron con el 19,6% de los individuos caracterizados, el 25% de estos se relacionaron con el G1 (39, 49, 56, 63, 82, 114) y el 66,67% con el G2 de las características cualitativas (14, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 33, 37, 41, 43, 46, 51, 61, 70, 105, 114), 4% del G4 (69) , los cuales presentan tolerancia alta *in situ* a la escoba de bruja y moniliasis, y el G5 (44).

Los genotipos del grupo 4 (G4) se asociaron con el 6,86% del total de individuos caracterizados, el 14,3% de estos se relacionaron con el G1 (80) y el 85,7% con el G3 de las características cualitativas (71, 81, 96, 97, 98 y 79).

Los genotipos del grupo 5 (G5) se asociaron con el 12,74% de los individuos caracterizados, el 23% de estos (4, 68, 94) se relacionaron con el G1 y el 38,47% con el G2 de las características cualitativas (3, 13, 21, 90, 106), 15,4% y el 23% de los grupos G3 (1, 72) y el G5 (22, 73, 76) respectivamente. Finalmente, el grado de coincidencia general de la población en las características cualitativas y cuantitativas es de 34,48%.

Debido a lo anterior los mejores individuos encontrados en esta caracterización fueron los de los grupos uno, tres y cinco (tabla 12) los cuales agrupan los individuos con las mejores características productivas en la zona.

Tabla 12. Genotipos con características morfo-agronómicas sobresalientes en el municipio de Tumaco, Nariño.

GRUPO	No.	%	GENOTIPOS																			
			5	6	7	8	9	10	17	30	42	58	60	62	64	67	74	75	77	78	83	85
1	38	37,25	88	89	91	92	93	95	99	100	101	102	103	104	107	108	109	112	113			
3	24	23,52	14	23	24	25	26	27	31	33	37	39	41	43	44	46	49	51	56	61	63	
5	13	12,75	22	73	76																	

Fuente. Este estudio

Estos resultados ratifican lo planteado por Aranzazu *et al.*, (2009) quienes ratificaron que en Colombia todavía existen nichos de cacao criollo, muy cercano al tipo ancestral, que es necesario proteger y rescatar. En este proyecto el investigador recuperó 56 materiales y afirma que Colombia es un país con gran diversidad genética, en su mayoría con materiales de cacao fino y de aroma, producto de la gran cantidad de híbridos trinitarios establecidos en todas las regiones del país.

Existencia de árboles superiores, en fincas de agricultores, con excelente comportamiento para producción, calidad y sanidad. Donde el agricultor es el protagonista principal, es una herramienta básica para el rescate de materiales sobresalientes. Concluye indicando que los materiales criollos superan y en muchos lugares igualan en rendimiento a los mejores clones importados como los ICS y CCN 51, presentando rendimientos superiores a los 1.500 Kg ha⁻¹año⁻¹. Se logró determinar el potencial productivo de los clones introducidos, resaltando el excelente comportamiento de ICS 39, CCN 51, EET 8, TSH 565, ICS 6 y EET 96.

4.5 CUANTIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CON BASE EN LOS ÁRBOLES ELITE

La producción de cacao se expresa en kilogramos de cacao seco ha^{-1} (peso seco), lo cual implica que las almendras se fermentan y se secan hasta alcanzar un 7% de humedad. Esto implica que los frutos de cultivares evaluados se deben evaluar bajo las mismas condiciones de fermentación y secado como lo plantea Arciniegas (2005), aunque este parámetro es estimado a través del número de frutos producidos o del peso húmedo de las semillas (semillas + mucílago), (Enríquez y Soria, 1996). Sin embargo, las conversiones a peso seco son imprecisas. Si se toma el número de frutos se sobreestima la producción de aquellos materiales que poseen muchas mazorcas pequeñas (Esquivel y Soria 1967; Bartley 2005 y Chacón *et al.*, 2007).

Por otro lado, aunque el peso húmedo es un parámetro frecuentemente utilizado, la cantidad de agua de las semillas y del mucílago es variable entre genotipos, por lo que al usar un único factor de conversión a peso seco, se generan también errores como lo indica el Centro de Comercio Internacional (IICO, 2009).

La estimación de la producción en los ensayos se hizo con base en el número de frutos, y peso seco de semillas, aunque recientemente algunos investigadores están evaluando el peso húmedo. De hecho, la selección de los árboles superiores incluidos en la presente investigación se hizo con base en los registros de frutos cosechados durante 1 – 2 años de seguimiento.

Consecuentemente, para determinar la capacidad productiva de los árboles, se tomó el índice de mazorca y semillas para cada genotipo evaluado, lo que permitió conocer la cantidad de frutos necesarios para producir un kilogramo de cacao fermentado y seco, lo cual fue utilizado también para estimar la producción. Aunque el promedio para el índice de mazorca fue de 19 frutos, se observó mucha variación en este parámetro mientras que algunos materiales requirieron de 7 frutos para completar un kilogramo de cacao, otros necesitaron de 42 frutos.

Esta característica tiene consecuencias directas en la competitividad, debido a que se tendría que cosechar y procesar una gran cantidad de mazorcas y granos lo que incrementaría los costos de producción. Por tanto, un índice de mazorca adecuado no debería superar las 25 mazorcas como indican Bekele y Butler (1998), FEDECACAO *et al.*, (2001) y FEDECACAO, (2004). No obstante otros estudios hacen referencia a que para obtener este índice se necesitan 18 mazorcas de los materiales forasteros IMC-67, POUND-7 y POUND-12; en los trinitarios del grupo de los ICS; en los ecuatorianos EET-400, CCN-51, y en los costarricenses UF-613 (Angulo *et al.*, 2001, Mejía y Palencia, 2000).

La evaluación de las características cuantitativas de fruto y semilla muestran variaciones. Un resultado similar fue obtenido por Arguello y Mejía (2000) al

analizar selecciones élite, encontrando coeficientes de variación muy altos entre los materiales. Es importante mencionar que algunos de los genotipos estudiados presentaron pesos de semillas superiores a 3 g. Esto se asemeja con lo señalado por Marca (2007), quien encontró que algunos genotipos obtuvieron índice de semilla de 2,24g. Petithugenin y Roche (1995), en la comparación de genotipos silvestres y cultivados, identificaron que las variables morfológicas más discriminantes fueron el número, diámetro y largo de las semillas, pero particularmente el “ peso húmedo ” de las mismas.

Aránzazu *et al.*, (2009), en un estudio realizado con los materiales Colombianos reporta que el mejor material regional fue FLE 3 (Lebrija, Santander), con rendimiento promedio de 2.000 Kg ha⁻¹ año⁻¹ y 36 frutos árbol⁻¹ año⁻¹. Del departamento de Arauca sobresalió FSA 13 (Saravena), que en promedio de varias parcelas superó los 1.500 Kg. Es relevante mencionar el material SCC 61 (Selección Colombia CORPOICA) que registró un índice de grano de 2.0 y 1.300 Kg. Finalmente, cuando Aranzazu *et al* comparan los resultados de los materiales regionales con los clones introducidos, detalla que el país posee materiales que pueden superar en rendimiento a los materiales extranjeros.

Un complemento importante de la productividad del cacao es la post-cosecha. Enríquez (2004) indica un cacao de primera calidad debe estar bien fermentado y seco. Lo cual se reflejará en su amargo y aroma agradables. En los resultados de este trabajo las muestras se fermentaron adecuadamente, pero no se hizo prueba de calidad. La cual debe hacerse como complemento a la calidad de los materiales regionales. Es de anotar que los genotipos caracterizados presentan un buen potencial en este aspecto pues el color de los granos de algunos materiales es rosado y blanco, indicadores de cacao porcelana, y los materiales de granos oscuros se asemejan a los parámetros de calidad del cacao Nacional de Ecuador.

Autores como Cheesman y Pound (1934), indican que el número de mazorcas presentes, no es un buen indicador del rendimiento, debido a que estas son muy heterogéneas. Sin embargo, otros afirman que este parámetro es una medida relativamente confiable para estimar la capacidad de producción de un material, porque existe una pequeña correlación entre el peso seco de la semilla y el número de mazorcas presentes en el árbol (Esquivel y Soria 1967).

Muchos estudios han determinado que el peso promedio de las mazorcas depende del tamaño y forma de las mismas. Usualmente, el peso de la mazorca tiene una correlación directa con el peso y número de semillas presentes en el fruto (Ruinaud 1961). Existe también una correlación directa entre el peso seco del cacao y el número de semillas presentes en el fruto (Jacob y Toxopeus 1971; Bartley 1971). En algunos casos se ha informado que la semilla que proviene de los frutos que son de forma amelonada presentan un rango de variación de 0,9 a 1,3 g (Soria 1966; Atanda y Toxopeus, 1971).

El Peso de la almendra es un carácter que se hereda genéticamente, así como la existencia de cultivares de semilla grande y cultivares de semilla pequeña. No obstante los factores climáticos influyen en la manifestación de este carácter. La relación entre el peso del cotiledón y el de la semilla debe ser tan alta como sea posible (Sukhaet *al.*, 2002).

Por otro lado Sukhaet *al.*, 2002. Reporta que el porcentaje de testa o cascarilla: Varía de acuerdo con el genotipo del cacao, desde 6 hasta 16%, y tiene gran significación para la calidad del producto ya que no tiene ningún uso industrial y es un desecho del proceso industrial.

En la zona varios de los genotipos regionales analizados están por encima de los valores reportados por los diferentes autores. El que el promedio general fue de 1,44 g grano⁻¹, 43,5 granos mazorca⁻¹ y 16 mazorcas kg⁻¹, encontrándose genotipos como el 99 el cual presenta 5,0 g grano⁻¹, 45 granos mazorca⁻¹ y 4,44 mazorcas kg⁻¹. Si estos materiales sostienen la producción de 60 mazorcas por año, que fue uno de los criterios utilizados para seleccionar los árboles elite, podemos encontrar genotipos con producciones importantes en este municipio. Por tanto, sería importante que con base en esta información se planteara un programa de evaluación, conservación y mejoramiento de estos genotipos para generar materiales altamente productivos para la zona.

De igual forma, más del 90% de los genotipos caracterizados registraron producciones superiores a 2.000 kg ha⁻¹año⁻¹ a pesar de la alta incidencia de *Crinipellis pernicioso* y *Moniliophthora roreri* en el área y el mal manejo de los mismos. La producción de estos materiales fue considerable si se comparan con el rendimiento de los clones internaciones recientemente instaladas en la zona como son CCN-51, IMC 67, TSH 565, entre otros, los cuales a la fecha no alcanzan los 1500 kg ha⁻¹.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

En el ACP, los cinco primeros componentes explicaron el 70,17% de la variabilidad total, las variables que más aportaron a la variabilidad estuvieron relacionadas con largo del fruto, longitud de la arista, grosor de la cáscara y relación largo y ancho del fruto.

En el ACM, los cinco primeros valores propios explican el 39,491% de la variabilidad. Estos factores agrupan variables referentes a color y forma de los frutos, las flores, tolerancia a *Moniliophthora roreri* y *Crinipellis perniciosa*.

En la clasificación jerárquica de las variables cuantitativas el grupo uno y el grupo tres estuvieron conformados por genotipos con mayor tamaño, cantidad y peso de los granos de semilla y tamaño del fruto, mientras que el grupos dos y cuatro sobresalieron por tener frutos del tipo cundeamor con el ápice atenuado con forma de botella en la constricción basal y por presentar alta tolerancia a la escoba y moniliasis.

Existe una amplia variabilidad en los componentes de rendimiento, características morfológicas de los frutos y semillas y reacción a *Moniliophthora roreri* y *Crinipellis perniciosa* en los genotipos evaluados.

El 81,1% de la población estudiada, presentó un índice de mazorca y granos indicadores de buenas características agronómicas e industriales.

Con las variables evaluadas se seleccionaron 75 genotipos de cacao como elites en la zona cacaotera del municipio de Tumaco, agrupados por ser sobresalientes en los parámetros morfo-agronómicos de peso seco del grano, largo de semilla tamaño del fruto, número de granos por mazorca, ancho de las hojas y tolerancia a *Crinipellis perniciosa* y *Moniliophthora roreri*.

5.2 RECOMENDACIONES

Establecer bancos de germoplasma, contando con el aval de las comunidades afrodescendientes en la zona y multiplicar los árboles elites seleccionados por medio de propagación vegetativa, con el fin de asegurar las características morfoagronómicas que muestran estos materiales.

Realizar estudios de segregación en cuanto a las características de rendimiento, resistencia a enfermedades y compatibilidad, que permitan aumentar la base

genética de los materiales que presenta el Programa de Mejoramiento Genético de FEDECACAO.

Evaluar la reacción a *Moniliophthora roreri* *Crinipellis perniciosa* mediante métodos de inoculación artificial para verificar el grado de resistencia *in situ* que se ha observado en estos genotipos.

BIBLIOGRAFÍA

ALLEN, J. 1987. Recolecciones de CACAO silvestre de la Región amazónica Ecuatoriana. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quevedo (Ecuador): Estación Experimental Tropical Pichilingue. Comunicación Técnica. No. 15. 116 p. Disponible en Internet: http://mail.iniap-ecuador.gov.ec/isis/view_detail.php?mf=318&qtype=search&dbinfo=CATALO&words=CACAO

ANGULO, J; ORTIZ DE BERORRELLI, L; GRAZIANÍ DE FARIÑAS, L. 2001. Caracterización física de la semilla de los cacaos Criollo, Forastero, amazónico y Trinitario de la localidad de Cumboto. Aragua. Venezuela: Agronomía Tropical 51(2):203-219.

_____, AGUDELO, A. 2009. Reunión Regional de cacaoteros, Formulación del Plan de Desarrollo Departamental. Sp.

ARANZAZU, F, MARTÍNEZ. N, PALENCIA C, G, CORONADO SILVA. R. 2009. Manejo del recurso genético de cacao, para su incrementar y mejorar la eficiencia productiva del sistema en Colombia. FEDECACAO.

ARCINIEGAS L. A. M. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. CATIE. Turrialba, Costa Rica: 126 p.

ARGUELLO, C. 1997. Evaluación de Materiales de Cacao por Resistencia a *Moniliophthora roreri* en Santander (en línea).Santander, CO. Consultado 21 ago. 2004. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/>

_____.; MEJÍA, L. A.; CONTRERAS, N.; TOLOZA, J. 1999. Evaluación, introducción y multiplicación de árboles elite de cacao como estrategia de productividad para el nororiente colombiano. Informe final proyecto código: 6D1682100. 34. On line: Disponible en Internet: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20067181339_Multiplicacion%20de%20arboles%20elite%20de%20cacao.pdf

ATANDA, O A; TOXOPEUS, H. 1971. A proved case of heterosis in *Theobroma cacao* L. Turrialba, Costa Rica. 22 (1):81-89.

_____ 1972. Correlation studies in *Theobroma cacao* L. In 3rd International Cocoa Research Conference 1969. Acra, GH. Proceedings Tafo, GH. Cocos Research Institute. p. 545-551.

BARTLEY, B. G. D. 1969. Twenty years of cacao breeding at the Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. In 2ª Conference International de pesquisas do Cacau 1967. Bahía, BR. CEPLAC, Bahía, BR, 1969. Memorias:29-34.

_____. 1971. Procedures for the selection of varieties for commercial planting. In 3ra International Cocoa Research Conference 1969. Acra, GH. Proceedings Tafo, GH. Cocoa Research Institute. p. 584-589.

_____. 2000. An Explanation of the Meaning of the Term and its relationship to the introductions from Ecuador in 1937. Ingenic Newsletter (5):10-15

_____. 2005. The genetic diversity of cocoa and its utilization. Wallingford: CABI Publishing. 400 p.

BEKELE, F; BUTLER, DR. 1998. Proposed short list of cocoa descriptors for characterization. In: working procedures for cocoa germoplasm evaluation and selection. Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI Project Workshop 1998. Montpellier, FR . IPGRI, Italy, Rome. p.41-48.

_____. and J. BEKELE. 1996. A sampling of the genetic diversity of cacao in the International Cocoa Gene Bank of Trinidad. Crop Sci. 36:57-64.

_____, McDAVID, C., F. LAUCKINER and I. BEKELE. 1994. Numerical taxonomic studies on cacao (*Theobroma cacao* L.) in Trinidad. Euphytica. 75:231-240.

BIOVERSITY, 2008. Project on Cocoa Productivity and Quality Improvement, a Participatory approach. General progress report year 4. June 2007 – May 2008. Bioversity International. Rome, Montpellier. 31 pp.

BRAUDEAU, J. 1973. El cacao. Instituto Francés del Café y del Cacao (IFCC), Paris, FR. Trad. Editorial Blume.

CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL UNCTAD/GATT (CCI).1991. Resumen para los servicios de Información comercial. Cacao fino o de aroma. Estudio de la producción y el comercio mundiales. Ginebra: 1991. 60 p.

CHACÍN, L. 1981. La moniliais del cacao (*Monilia roleri* Cif. y Par.). Trabajo de ascenso para optar a la categoría de profesor asistente. Colegio Universitario de Maracaibo. Maracaibo, estado Zulia, Ven. 59 p.

CHACÓN, I, GÓMEZ C Y MÁRQUEZ V., 2007. Caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región suroccidental de Venezuela, Rev. Fav. Agron. (LUZ). 2007, 24 Supl. 1: 202-207.

CHESSMAN, E.E. 1944. Notes on the nomenclature , classification and possible relationships of cocoa populations. Trop Agriculture. 21: 144-159.

_____, POUND, F. J. 1934. Further notes on criteria of selection in cacao. Annual Report on Cacao Research. Imperial College of Tropical Agriculture 8:20-21.

CONSEJO REGIONAL CACAOTERO. 2007. Acuerdo de competitividad de la cadena de cacao – chocolate del suroccidente (Nariño, Cauca y Valle). 77 p.

CONSEJO REGIONAL CACAOTERO. 2010. Informe de actividades comprendidas durante 2010. Tumaco. CRC.25 p.

COPE, F. W. 1976. Cacao. *Theobroma cacao* L. (Sterculiaceae). In: Simmonds NW (Ed) Evolution of Crop Plants, Longman: London. pp 207–213

CORPOICA – FEDECACAO – MADR. 2004. Recolección, Caracterización Morfoagronómica y Molecular de Materiales Criollos de alto rendimiento. Bucaramanga. Colombia. 120 p.

CROUZILLAT M, D. H. EVANS AND V. PÉTIARD. 1998. Overview on the Ecuadorian cacaos. Ingenicnews letter. Pp. 16 – 17.

CUATRECASAS J. 1964. Cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. Contrib US Herbarium 35: 379–614.

DAVIES, P. 1986. Sistemas alternativos de producción para cacao en la zona norte de colonización: un análisis económico exploratorio. CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical), documento Trabajo no. 55. Santa Cruz , BO. 42 p.

DE LA CRUZ M, WHITKUS R, GOMEZ-POMPA A, MOTA-BRAVO L (1995). Originsofcacaocultivation. Nature 375: 542–543.

DEJEAN, M. 1984. Floración del cacao. Boletín informativo del cacao, San José CR 1(3): 1-3.

DIAS, L.A.S; C.A.S. SOUZA, S.G. AUGUSTO, P.R. SIQUEIRA, M.W. MÜLLER(1996).Estabilidade temporal de cultivares de cacaucomrelação à produçãoemLinhares-ES, Brasil. Temporal stability of cacao cultivars in relation to yield in Linhares-ES, Brasil.In: Proc. of the XII International Cocoa Research Conference (in press).

DOS SANTOS DIAS, L. A.; BARRIGA, J. P.; KAGEYAMA P. Y. VASCONCELLOS CORDEIRO, C. M. 2003. Variation and Its Distribution in Wild Cacao Populations

from the Brazilian Amazon. Brazilian archives of Biology and technology An international Journal. Vol.46, n. 4 : pp. 507-51. On line: Disponible en Internet: <http://www.scielo.br/pdf/babt/v46n4/a03v46n4.pdf>

ENGELS, J.N.; BARTLEY, B.G.; ENRIQUEZ, G. 1980.Cacao Descriptors, their states and modus operandi. Turrialba, Costa Rica. On line: Disponible en Internet: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0779e/A0779e02.pdf#page=82>

_____. 1983. A systematic description of cacao clones. III. Relationships between characteristics and some consequences for the cacao breeding. *Euphytica* 32:719-733.

_____. 1984. A systematic description of cacao clones. IV.- Some evidence of tetraploid inheritance. *Café, Cacao, Thé.* 28(2):95-102.

_____. 1986. The identification of cacao cultivars. *ActaHorticulture.*182:195-203.

ENRÍQUEZ, G A. 2004. Cacao Orgánico: Guía para productores ecuatorianos. Quito, EC. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (Manual 54). 360 p.

_____ SORIA, J. 1967. Catálogo de Cultivares de Cacao. IICA. Sp.

_____. 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 (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, CR) OEA, CATIE, Turrialba CR. p. 64-71.

_____. 1991. Descripción y evaluación de los recursos genéticos. In *Técnicas para el manejo y uso de recursos genéticos vegetales.* Castillo, R. Estrella, J. Tapia, C. eds. Editorial Porvenir. Quito, Ec. Pp 116-160.

_____. 1992. Characteristics of cacao “Nacional” of Ecuador. In *International workshop on conservation, characterization and utilization of cocoa genetic resources in the 21st century.* , the cocoa research Unit, the University of the West Indies. Port-of-Spain, Trinidad, TT p. 269-278.

_____.; SORIA, V. J. 1996. Estudio de Variabilidad de varias características de las mazorcas de cacao (*Theobroma cacao L*).1996.

ESCOBAR, J. E. 2008. Caracterización morfológica in situ de árboles regionales sobresalientes de cacao *Theobroma cacao L*, en los núcleos productivos del municipio de Tumaco – Nariño. Tesis de Grado, Ing. Agroforestal, FACIA, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto. 87 p.

ESKES, B. 2000. Introductory Notes. In Proceedings of the International Workshop on new Technologies and Cocoa Breeding (on line).Malaysia. INGENIC. p. 8- 11. Consultado 30 Oct. 2008. Disponible en: <http://ingenic.cas.psu.edu/documents/communications/meetings/past/2000INGENIC.pdf>

ESQUIVEL, O; SORIA, V. J. 1967. Algunos datos sobre la variabilidad de algunos componentes del rendimiento en poblaciones de híbridos interclonales de cacao. Cacao. Costa Rica 12(4):1-8.

FAO. 2010. perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas. Proyecciones del año 2010 . on line: Disponible en Internet: <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s0w.htm>

FEDECACAO. 2011. Producción nacional de cacao en grano. Año 2006-2010. On line: Disponible en Internet: <http://www.fedecacao.com.co/cw/index.php?secinfo=15>

_____ - PRONATTA. 2000. Fundamentos para la siembra de plantaciones de cacao de alto rendimiento, con énfasis en la selección del material genético y el suelo. Bogotá. 16 p.

_____, MADR y PRONATTA. 2001 Fundamentos para el establecimiento de cultivos de cacao de alta productividad. Bogotá, Proyecto: capacitación en el paquete tecnológico del cultivo del cacao y en el manejo del sistema finca para los productores de cacao del departamento de Arauca. On line: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006718101731_Cultivo%20cacao%20alta%20productividad.pdf

_____. 2004. Beneficio y características físico – químicas del cacao (*Theobroma cacao* L). Bogotá, Produmedios, Fondo Nacional del cacao, pp 8.

FIGUEIRA, A, J. JANICK, M. LEVY AND P. GOLDSBROUGH. 1994. Reexamining the classification of *Theobroma cacao* L. using molecular markers, J. Amer, Soc. Hort. SCi. 119(5): 1073 -1082.

FOWLER, R. 1952. Características del cacao Nacional. Turrialba, CR. 2(4): 161-166.

GOMEZ-POMPA, A., FLORES, J, S., FERNANDEZ. M, A (1990).The sacred cacao groves of the Maya. Latin Am Antiquity 1: 247–257.

GRIFFITH, G. W and J. N. HEDGER, 1994.The breeding biology of biotypes of the witches' broom pathogen of cocoa, *Crinipeillis pernicioso*. Gran Bretaña. Heredity72 (1994) 278—289.

HARDY, F. 1960. Manual del Cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). Turrialba, CR. 362 p.

INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES, (IBPGR). 1981. Genetic resources of cocoa Roma, IT. 25.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIONES (ICONTEC). 2003. Cacao en grano, Norma Técnica NTC 1252, 2003. On line. <http://www.icontec.org/Catalogo/N/ntc%201252/ntc%201252.asp?CodIdioma=ESP>

INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION (ICCO). 2009. Latest Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. On line: www.icco.org.

_____. 2011. Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XXXVII, No. 3, Cocoa year 2010/11 Published: 26-08-2011. On line: Disponible en Internet: <http://www.icco.org/statistics/production.aspx>.

_____. 2008. Grupo ad hoc sobre cacao fino o de boca. Notas de prensa. Enero 2 de 2008.

INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE (IPGRI). 2000. Working procedures for cocoa germoplasm evaluation and selection. Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI project Workshop 1998 Montpellier, FR. Ed. Eskes, AB; Engels, JMM; Lass, RA .176 p.

JACOB, V. J.; TOXOPEUS, H. 1971. The pollinator parent effect on the pod value and pollinated pods of *Theobroma cacao* L. In: 3th International Cocoa Research Conference 1969. Accra, GH. Proceedings Tafo, GH. Cocoa Research Institute. p. 556-559.

KUPPERS, J. R. 1953. Some biometrics observations on cacao fruit. Science 117(3040):354- 355.

LAURENT, V., RISTERUCCI, A. M y LANAUD, C. 1994. Genetic diversity in cocoa revealed by cDNA probes. TheorAppl Genet 88: 193–198.

LANAUD, C. J. C. MOTOMAYOR. O. SOUNIGO. 1999. Le cacoyer, In: Diversité génétique des plantes tropicales cultivées. P. Hamon. M. Seguin. X. Perrier et J.C. Glaszman Editeurs Scientifiques. CIRAD. ISSN 1251 – 7224. ISBN 2-86614-334-8.

_____, PHILIPPE LACHENAUD, JAY WALLACE DA SILVA E MOTA, REY LOOR, DAVID N. KUHN, J. STEVEN BROWN, RAYMOND J. SCHNELL. 2008. Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian

Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L). PLUS ONE 3(10): e3311. doi:10.1371/journal.pone.0003311.

_____. 2002. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas, CIRAD, Heredity (2002) 89, 380–386.

LINDORF, H. 1992. Anatomía foliar de especies de un bosque húmedo en el Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Mem. Soc. Ci. Nat. La Salle 52: 65-91.

LOCKWOOD, G. 1976. Diallel cross. In Cocoa Research Institute of Ghana, Annual Report 19/5- 1976. Tafo, GH. 1978. p. 87-94.

LOOR, R. G, A. M. RISTERUCCI, B. COURTOIS, O. FOUET, M. JEANNEAU, E. ROSENQUIST, F. AMORES, A. VASCO. M. MEDINA AND C. LANAUD. 2009. Tracing the native ancestors of the modern *Theobroma cacao* L. population in Ecuador. TreeGenetics&Genomes (2009) 5:421–433

LOPEZ, O., RAMÍREZ, S. 2006. La selección participativa y la conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas. En: Agroecología y agricultura orgánica en el trópico. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – Universidad Autónoma de Chiapas, México. Primera Edición. UPTC. Tunja. pp. 93 – 109.

MARCA, J. 2007. Validación de 15 selecciones locales de cacao (*Theobroma cacao* L.) por su alto valor genético en la zona de Alto Beni, Bolivia. Tesis de Técnico Superior. Cochabamba, BO. Universidad Mayor de San Simón. 97p.

MARITA J, M., J. NIENHUIS, J. L. PIRES and W. M. AITKEN. 2001. Analysis of Genetic Diversity in *Theobroma cacao* with Emphasis on Witches' Broom Disease Resistance, Crop Science Vol. 41, July–August.

MARTINEZ, W. J. 2007. Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia. Turrialba, Costa Rica, Tesis, M.Sc. Agroforestería, CATIE, 101 P. pdf.

MEJIA, L. A.; PALENCIA, G. 2000. Manejo integrado del cultivo de cacao. Corpoica, Regional 7. Bucaramanga. 24 p.

_____, ARGUELLO C.O. 2000. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. CORPOICA. Ministerio de agricultura, Bucaramanga, Colombia, 144 p.

MENDA - ZERPA, B. 2009. Programa de Desarrollo del Cacao en el Estado Lara (Proyecto), O line: Disponible en Internet:

<http://www.monografias.com/trabajos69/programa-desarrollo-cacaolara/programa-desarrollo-cacao-estado-lara.shtml> consultado. Febrero, 2009.

MORALES, D; RODRIGUEZ, G 1987. Informe del viaje de exploración y colección de recursos genéticos del cacao (*Theobroma cacao*) y frutas silvestres tropicales de Bolivia. Ministerio de Asuntos Campesinos. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria IBTA (IBPGR 87/141) La Paz,BO. 9p.

MORERA J; PAREDES A. 1991. Germoplasma de cacao en CATIE 1947 – 1982. IICA, S.C. 19 p.

MORRIS, D. 1882. Cocoa: how to grow and how to cure it. Jamaica. Sp.

MOTAMAYOR, J. C. 2001. Etude de la diversité génétique et de la domestication des cacaoyers du grupecriollo (*Theobroma cacao* L.) à l'aide de marqueurs moléculaires. Le grade de Docteur en Sciences. Université Paris XI. 177 p.

_____. RISTERUCCI, PA LOPEZ, C F ORTIZ, A MORENO y C LANAUD. 2002. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas, CIRAD, Heredity (2002) 89, 380–386.

_____. J.C. MOTAMAYOR Y O. SOUNIGA. 1999. Diversité génétique des plantes tropicales cultivées: Le cacao: Publications CIRAD. Montpellier Francia. p 141-174

_____. PHILIPPE LACHENAUD, JAY WALLACE DA SILVA E MOTA, REY LOOR, DAVID N. KUHN, J. STEVEN BROWN, RAYMOND J. SCHNELL. 2008. Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L). PLUS ONE 3(10): e3311. doi:10.1371/journal.pone.0003311.

MOTILAL, L.A., G. SIRJU-CHARRAN Y SREENIVASAN, T.N. 2003. Effect of *Crinipellis perniciosus* infection on abscission of cacao cotyledons, reserve, mobilization and dry matter partitioning. Blackwell Verlag, Berlin, Phytopathology, 151. 546-552.

MUNICIPIO DE TUMACO. 2006. Plan de Ordenamiento Territorial (POT), Tumaco, Nariño, 25 - 26 p.

N'GORAN, J. A., V. LAURENT, A. M. RISTERUCCI and C. LANAUD. 1994. Comparative genetic diversity studies of *Theobroma cacao* L., using RFLP and RADP markers. Heredity.73:589-597.

OSORIO, M. E., SALAZAR E., ZAMBRANO, A.Y. Y J.R. DEMEY. 2005. Estudio del cacao *Theobroma cacao* L tipo criollo de la costa central de Venezuela mediante amplificación Aleatoria de ADN Polimórfico. Caracas; Venezuela, 17 p.

OSTENDORF, FW. 1965. Identifying characters for cacao clones crop In Reuniao o Comité Técnico Interamericano do Cacau, VI Salvador, Bahía, BR. p. 89 – 110.

PALENCIA; C.G.E.; CORONADO, S.R.A.; BASTIDAS, P.S.; MEJIA, F.L.A. 2008. Identificación, selección y multiplicación de árboles Élite o de alto rendimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.) con la participación de los agricultores. CORPOICA-E.E. La Suiza-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. La Bastilla. Bucaramanga. Colombia. 36 p.

_____. MEJIA, L. A. 2006. Selección y Multiplicación de árboles elite de cacao: una estrategia para incrementar la productividad en Colombia. Fitotecnia colombiana 6 (1): 1-14.

PETTUGUENIN, P; ROCHE, G. 1995. Equateur: la filière cacao, bilan et perspectives In Plantations, Recherche développement. 2(4): 15-21.

PHILLIPS-MORA, W, ORTIZ F, C, AIME, M C, 2006. Fifty years of frosty pod rot in Central America: Chronology of its spread and impact from Panama to Mexico. In: International cocoa conference (15, 2006, San José de Costa Rica), Actas Proceeding Nigeria. COPAL, Vol I. p. 1039 – 1047.

_____. 2003. Origen, Biogeography, Genetic Diversity and Taxonomic Affinities of the Cacao (*Theobroma cacao*) Fungus *Moniliophthora roreri* (Cif) Evans et al. as Determined using Molecular, Phytopathological and Morpho-physiological Evidence. Tesis PhD. UK, University of Reading. UK. 349 p.

_____. EVANS, H., y KRAUSS U. 2003. Genetic relationships between the fungus *moniliphthora roreri* (CIF.) EVANS *et al.*, and Basidiotmicetes determined through molecular techniques. Proceeding Nigeria, COPAL Vol. II: 619 – 625.

_____. ENRÍQUEZ, G. A. 1988. Catalogo cultivares de cacao. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 12 p.

PITTIER, H. 1935. Degeneration of cacao through natural hybridization. Heredity 36: 385–390.

PORRAS, V. H. y SÁNCHEZ, J. A. 1991. Enfermedades del cacao. IICA Procacao. Fascículo W 5. p. 10-14.

POUND, F. J. 1932. The genetic constitution of the cacao Crop In: Imperial college of Tropical Agriculture, Trinidad. Annual report on cacao Research. II P. 27-29

_____. 1938. Cacao and Witches broom disease (*Marasmius perniciosus*) of South America with notes on other species of *Theobroma*. YUILLES Printery. Port of Spain, Trinidad and Tobago. Reprinted 1982 In Arch. Cocoa Res. 1:20-27.

POWELL, W. 1992. Plant genomes, gene markers, and linkage maps. In: Moss, J. P. ed. Biotechnology and crop improvement in Asia. Patancheru, India. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. p. 297-322.

PRECIADO, O; OCAMPO, C. I Y BALLESTEROS P, W. 2008. Caracterización del sistema tradicional de producción de cacao (*Theobroma cacao* L), en seis núcleos productivos del municipio de Tumaco, Nariño. Tesis Ing. Agroforestal. Universidad de Nariño. Pp 43.

PREUSS, P., 1901. Cocoa, its cultivation and preparation. (Translation from: Der Kakao, seine Kultur und seine Aufbereitung). Archives of Cocoa Research. Vol. 3. ICCO.

QUIROZ, J. 2002 Caracterización molecular y morfológica de genotipos superiores con características de Cacao Nacional (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador. Tesis M.Sc. CATTIE. Turrialba, Costa Rica. 111p.

_____, SORIA, J. 1994. Caracterización fenotípica del cacao Nacional del Ecuador. Quito, Ecuador. INIAP Estación Experimental Tropical Pichilingue. Boletín Técnico # 74. sp.

RAMOS C. G., GÓMEZ M. A Y DE ASCENCAO, A. 2004. Caracteres morfológicos determinantes en dos poblaciones de cacao criollo del occidente de Venezuela, Mérida, Agronomía Trop. 54(1): 45-62.

RODRIGUEZ, N. 2006. Botánica del cacao. Etapa II. Power point.Sp.

_____, SAAVEDRA, J. 2005. Ajuste de metodologías para la producción de basidio carpos de escoba de bruja *Crinipellis perniciosus* (Stahel) Singer en medios artificiales. On line Disponible en Internet: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Ofertas/articulo.asp?id=1075>

ROJAS, F. 2001. Caracterización morfoagronómica de 10 clones de cacao *Theobroma cacao* L, en el Municipio de Arauquita, departamento de Arauca, Federación Nacional de Cacaoteros FEDECACAO 2001.

RUINARD, J. 1961. Variability of various characters as factors in cacao selection. Ephytica 10 (2):134-146.

SÁNCHEZ, P. A; JAFFÉ, K. 1989. El género *Theobroma* en el Territorio Federal Amazonas, Venezuela, II. Distribución Geográfica, Turrialba 39(4):446–454.

SCHULTES, R. E . 1984. Amazonian cultigens and their northward and westward migrations in pre-Columbian times. In: Stone D (ed) Pre-Columbian plant migration, Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology. Vol 76: Mass.: Harvard University Press: Cambridge. pp 69–83.

SEGUINE E. 2004. E. Guittard chocolate testing – An Experience in Cacao flavor Diversity. En: Taller Internacional Calidad Integral del cacao. Noviembre 15 – 17. Estación Experimental Pichilingue.

SIRJU-CHARRAN, G., E. JOHNSON and J. M. WARREN. 1991. Isozyme and the description of cocoa germplasm in Trinidad. *Cocoa Grower's bulletin*.44:25-28.

SORIA, V J. 1966. Principales variedades de cacao cultivadas en América Tropical. Turrialba CR v.16 (3): 261-265.

_____. OCAMPO, F; PÁEZ, G. 1974. Parental influence of several cacao clones on the yield performance of their progenies. Turrialba 24(1):58-65.

_____. 2002. Breve historia del cultivo de cacao en el Ecuador. Inicios del cultivo. p. 1 – 14.

SOUNIGO, O; N'GORAN, J; COULIBALY, N; CLEMENT, D; LACHENAUD, P. 1994. Evaluation de clones de cacao yerspour la productivité, la résistanceauxmirides et la résistance à la pourriturebrune des cabosses. In 11th International Cocoa Research Conference, Cocoa Producers Alliance 1993. Lagos, NG. p. 375-381.

STOCKDALE, F. A. 1928. Examination of the type, form, and fruits presentation the progeny of single forastero cocoa. *Tropical Agriculture (Ceylon)* 71 (6): 328 – 342.

SUKHA, DA; BHARATH, SM; STRAKER, SS; BUTLER, DR. 2002.A holistic approach to cocoa (*Theobroma cacao* L.) quality assessment. In: Annual Report of Cocoa Research Unit. The University of the West Indies, St Augustine, TT. p. 60-69.

TICHA, I.; HODANOVA, D.; POSPISILOVA, J.; KASE, M.; SESTAK, Z. 1985. Gas exchange and dry matter accumulation during leaf development: Photosynthesis during leaf development (Z. Sesttak ed.) p. 156-216.

TOXOPEUS, H; JACOB, V. 1970. Studies on the number of beans per pod. In Annual Report 1968- 1969. Cocoa Research Institute of Nigeria, Ibadan, NG, p 105.

VALLEJO, G; PEÑA. E. 2006. Centro Regional de Investigación el Mira. Plegable promocional N° 47 CORPOICA Tumaco-Nariño.

VAN HALL, J. C. 1914. Cocoa. Macmillan . London. 120p.

WHITKUS R, DE LA CRUZ M, MOTA-BRAVO L (1998). Genetic diversity and relationships of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in southern Mexico. *TheorApplGenet* 96: 621–627.

WOOD, G; AR, BA; DTA. 1959. El cacao en Ecuador. *In* Notes on Three cocoa Diseases, Cocoa-Growing in Venezuela, Colombia and Ecuador. Cadbury Brothers LTD. Bournville. 35-52 p.

ANEXOS

Anexo A. Formato para la identificación de árboles de cacao de alto rendimiento presentes en las fincas de los productores

Fecha _____
 Nombre productor _____ Finca _____
 Núcleo Productivo _____
 Numero del árbol _____

Fecha de la toma de datos	Numero de mazorcas totales	Numero de mazorcas buenas	Numero de mazorcas enfermas

Tamaño del fruto:	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Número de granos
Fruto 1	_____	_____	_____
Fruto 2	_____	_____	_____
Fruto 3	_____	_____	_____
Fruto 4	_____	_____	_____
Fruto 5	_____	_____	_____
Fruto 6	_____	_____	_____
Fruto 7	_____	_____	_____
Fruto 8	_____	_____	_____
Fruto 9	_____	_____	_____
Fruto 10	_____	_____	_____

Anexo B. Formato para la caracterización morfológica de genotipos de cacao regionales

.Fecha _____ Lugar _____
 Núcleo Productivo _____ No. Árbol _____
 Coordenadas _____

ARBOL		
Descriptores morfológicos de cacao utilizados		
1. Características de la planta		V1
1.1 Arquitectura de la planta		
1= Erecta		
2= Intermedia		
3= Pendulosa		
1.2 Vigor		V2
1= Débil		
2= Intermedia		
3= Vigorosa		
2. Características de las hojas		
2.1 Forma de las hojas		
2.1.1 Largo en cm.		V3
2.1.2 Ancho en cm.		V4
2.1.3 Relación L/A		V5
2.2 Base de las hojas		V6
1= Aguda		
2= Obtusa		
3= Redondeada		
4= Cordiforme		
2.3 Ápice de las hojas		V7
1= Puntiguda		
2= Acuminado corto		
3= Acuminado largo		

Continuación formato

2.4 Pecíolo de las hojas		V8
1= Sin un pulvinus notable		
2= Con un pulvinus que se puede notar		
3. Características de la floración		
3.1 Número de cojines por rama		V9
3.2 Número de flores por cojín		V10
3.3 Patrón de floración		V11
1= Continúa con picos		
2= Discontinua		
4. Características de las flores		V12
4.1 Color del pedúnculo floral		
1= Verde		
2= Verde con pigmentación rojiza		
3= Rojizo		
4.2 Presencia de antocianina en el botón		V13
1= Ausente		
2= Ligera presencia		
3= Intensa pigmentación		
4.3 Largo del estaminoide en cm.		V14
4.4 Presencia de antocianina en el estaminoide		V15
1= Ausencia		
2= Pigmentación intermedia		
3= Pigmentación intensa		
5. Características del fruto		V16
5.1 Forma de la fruta		
1= Cundeamor		
2= Angoleta		
3= Amelonada		

Continuación formato

4= Calabacillo	
5= Otra	

5.2 Forma de botella en la constricción basal		V17
1= Ausente		
2= Cuello ligeramente presente		
3= Cuello intermedio		
4= Cuello bien acentuado		

5.3 Forma del ápice de la mazorca		V18
1= Atenuado		
2= Agudo		
3= Obtuso		
4= Redondeado		
5= Otra		

5.4 Largo del fruto en cm 30 lecturas		V19
---------------------------------------	--	-----

5.5 Ancho del fruto en cm 30 lecturas		V20
---------------------------------------	--	-----

5.6 Relación L/A del fruto		V21
----------------------------	--	-----

5.8 Grosor de la cáscara en cm		V22
--------------------------------	--	-----

5.9 Color básico de la superficie de la mazorca		V23
1= Verde		
2= Rojo		
3= Otro		

5.10 Antocianina en los frutos maduros		V24
1= Ausente		
2= Intermedia		
3= Intensa		

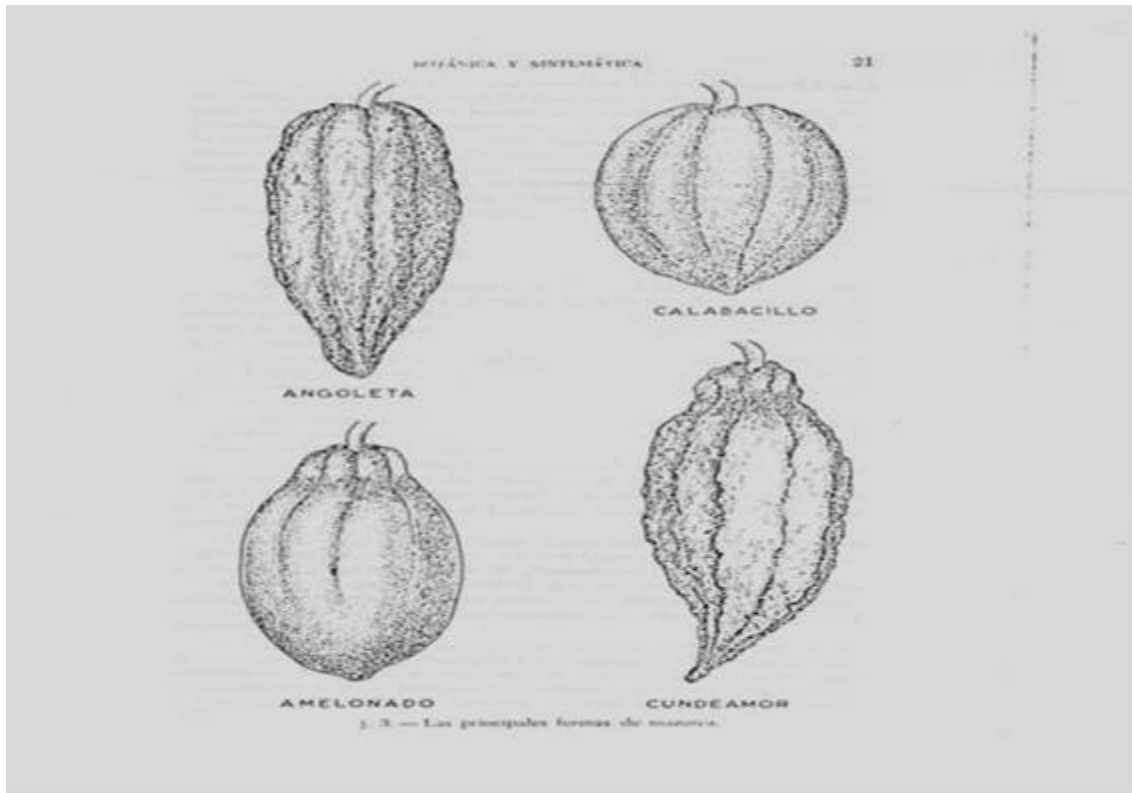
5.11 Longitud arista en cm.		V25
-----------------------------	--	-----

6. Características de las semillas	
---	--

Continuación formato

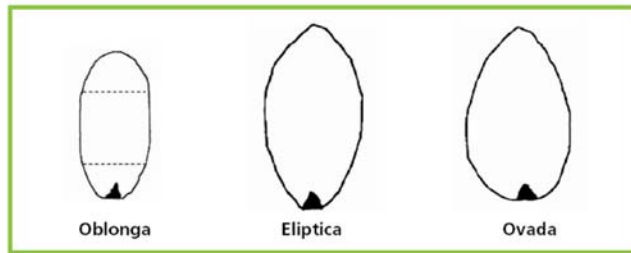
6.1	Peso fresco en gramos		V26
2	Peso seco en gramos		V27
3	Largo en cm.		V28
6.4	Ancho en cm.		V29
6.5	Forma de la semilla en corte longitudinal		V30
	1= Aplanado		
	2= Ovoide		
	3= Cilíndrica		
6.6	Número almendras / mazorca (20 lecturas)		V31
6.7	Color		V32
	1= Blanco		
	2= Violeta intermedio		
	3= Violeta		
7. Reacción a enfermedades			
7. 1	Reacción a moniliasis		V33
	1= Susceptible (61 a 100%)		
	2=Moderadamente susceptible (41a60%)		
	3= Moderadamente resistente (16 a 40%)		
	4= Resistente (01 a 10%)		
7. 2	Reacción a escoba de bruja		V34
	1= Susceptible (61 a 100%)		
	2=Moderadamente susceptible (41a60%)		
	3= Moderadamente resistente (16 a 40%)		
	4= Resistente (01 a 10%)		

Anexo C. Formas predeterminadas de las mazorcas por propuestas por Engels et .al., (1980).

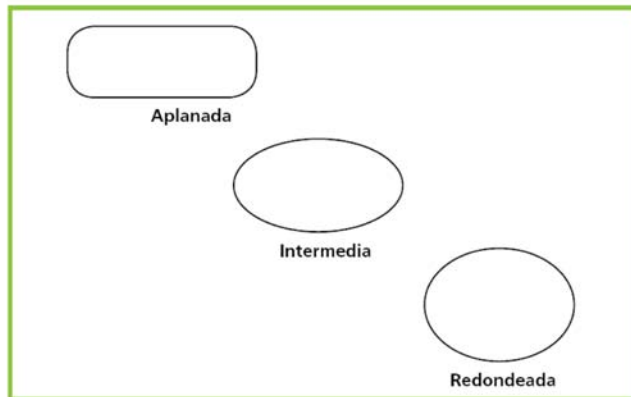


B) SEMILLAS

SEMILLA EN SECCION LONGITUDINAL

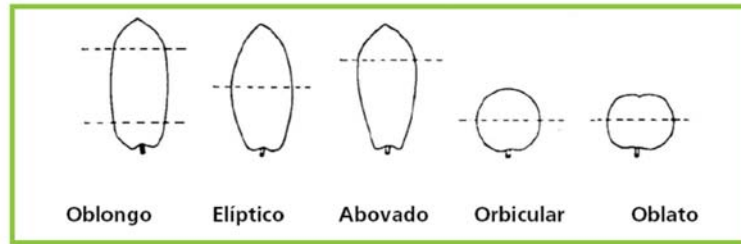


SEMILLA EN SECCION TRANSVERSAL

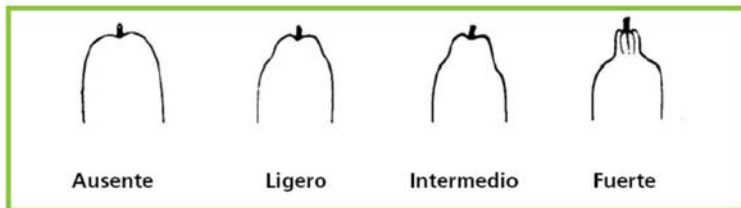


A) FRUTOS

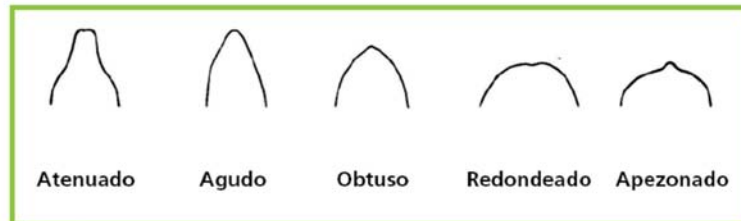
FORMA DEL FRUTO



CONSTRICION BASAL DEL FRUTO



APICE DEL FRUTO



Anexo D. Localización de los genotipos registrados por los productores y evaluados con los descriptores de Engels *et al.*, (1980) en el municipio de Tumaco, Nariño, 2010.

GENOTIPOS	VEREDA	RIO	PROPIETARIO	COORDENADAS		LUGAR	DISTANCIA	FINCA
				N	W		KM	SN
1	ISLA GRANDE	ROSARIO	GLEDY EVERGITO QUIÑONES	01,67626°	078,64660°		0,05	SN
2	ISLA GRANDE	ROSARIO	HENRRY CASIERRA	01,65951°	078,63506°	CAIMITO	2,5	CAIMITO
3	ISLA GRANDE	ROSARIO	HENRRY CASIERRA	01,65943°	078,63496°	CAIMITO	2,5	CAIMITO
4	ISLA GRANDE	ROSARIO	HENRRY CASIERRA	01,65933°	078,63499°	CAIMITO	2,5	CAIMITO
5	ISLA GRANDE	ROSARIO	HENRRY CASIERRA	01,65922°	078,63515°	CAIMITO	2,5	CAIMITO
6	ISLA GRANDE	ROSARIO	MODESTO GARCIA	01°39'49,3"	078°38'27,4"		2	CHIMURA
7	ISLA GRANDE	ROSARIO	MODESTO GARCIA	01,66387°	078,64067°		2	CHIMURA
8	ROBLES	ROBLES	JHONNY QUIÑONES	01,66520°	078,67163°		3	SN
9	ROBLES	ROBLES	JHONNY QUIÑONES	01,66534°	078,67111°		3	PORVENIR
10	ROBLES	ROBLES	JHONNY QUIÑONES	01,66544°	078,67094°		3	PORVENIR
13	ROBLES	ROBLES	RUBEN LASSO	01,67275°	078,70705°		2	MONTE BONITO
14	PIÑAL DULCE	ROBLES	SERGIO IGNACIO PRECIADO	01,66810°	078,71630°		2	SN
17	PIÑAL DULCE	ROBLES	SERGIO IGNACIO PRECIADO	01,66815°	078,71656°		2	SN
18	LAS MERCEDES	CHAGUI	DIONISIO JAIRO ANGULO	01°49'07,6"	78°27'58"	LAS MERCEDES	1	LOMA ALTA
19	LAS MERCEDES	CHAGUI	DIONISIO JAIRO ANGULO	01°49'07,8"	78°27'58,5"	LAS MERCEDES	1	LAS DELICIAS
20	LAS	CHAGUI	DIONISIO JAIRO ANGULO	01°49'09,7"	78°27'55,8"	LAS MERCEDES	1	LAS DELICIAS

	MERCEDES							
21	SIRENA	CHAGUI	PIEDAD ROCIO PRECIADO	01°43'57,5"	78°29'08',1'	SIRENA	0,2	SN
22	SIRENA	CHAGUI	PIEDAD ROCIO PRECIADO	01°43'57,3"	78°29'07,8"	SIRENA	0,2	SN
23	SIRENA	CHAGUI	EPIFANIO CAJARES	01°44'10,5"	78°28'39,3"	SIRENA	0,3	LA FORTUNA
24	SIRENA	CHAGUI	EPIFANIO CAJARES	01°44'11,4"	78°28'38,8"	SIRENA	1,3	LA FORTUNA
25	SIRENA	CHAGUI	ALFREDO ARAUJO VALENCIA	01°43'52,7"	78°28'21.1"	SIRENA	1	SN
26	PALAMBI	CHAGUI	WASHINGTON CASTILLO CAJARES	01°46'04,5"	78°28'33,7"	PALAMBI	0,4	CAIMITO
27	PALAMBI	CHAGUI	NORMAN ROGELIOCASTILLO	01°45'39,5"	78°28'47,11"	PALAMBI	0,7	SN
29	PACORA	CHAGUI	SIXTO VICENTE CORTES	01°46'58,7"	78°28'40,9"	PACORA	2,6	SN
30	PACORA	CHAGUI	JULIO CESAR DELGADO	01°46'50,8"	78°29'05,5"	PACORA	1	RAFAELITA
31	PACORA	CHAGUI	JOSE DELGADO CORTES	01°46'58,2"	78°28'54,4"	PACORA	3	SN
32	PACORA	CHAGUI	WILLINGTON ORDOÑEZ	01°46'55,6"	78°29'20,8"	PACORA	2	SN
33	PACORA	CHAGUI	WILLINGTON ORDOÑEZ	01°46'51,4"	78°29'21,3"	PACORA	2	SN
34	PACORA	CHAGUI	WILLINGTON ORDOÑEZ	01°46'51,0"	78°29'19,4"	PACORA	2	SN
35	PACORA	CHAGUI	LUISA MARINA GONZALES	01°46'55,7"	78°28'5,98"	PACORA	1	SN
36	PACORA	CHAGUI	JHON ALEXANDER ORDOÑEZ	01°46'39,4"	78°29'17,5"	PACORA	2	SN
37	PALAMBI	CHAGUI	IGNACIO CASTILLO CAJARES	01°45'32,7"	78°28'45,1"	PALAMBI	0,8	EL NARANJO
38	PALAMBI	CHAGUI	IGNACIO CASTILLO CAJARES	01°45'33,8"	78°28'48,3"	PALAMBI	0,7	EL NARANJO
39	PALAMBI	CHAGUI	JUAN LANDAZURI OCAMPO	01°45'40,2"	78°29'01,5"	PALAMBI	0,7	SN
40	PALAMBI	CHAGUI	JOSE ULDER BURBANO	01°46'01,4"	78°28'56,7"	PALAMBI	0,5	LUZ
41	PALAMBI	CHAGUI	JOSE OLDER BURBANO	01°46'07,1"	78°28'54,8"	PALAMBI	0,5	LUZ
42	CEIBA	CHAGUI	RUBY JURADO RENTERIA	01°43'04,2"	78°28'13,9"	CEIBA	2	SN
43	SIRENA	CHAGUI	MARY HERMINIA QUIÑONES	01°42'57,1"	78°28'16,19"	CEIBA	2,3	ÑAPIJOVO
44	SIRENA	CHAGUI	MARY HERMINIA QUIÑONES	01°42'55,5"	78°28'17,6"	CEIBA	2	ÑAPIJOVO
45	CEIBA	CHAGUI	ALEJACDRINA CHILLAMBO	01°42'57,1"	78°28'16,19"	CEIBA	2	PARCELITA
46	SIRENA	CHAGUI	ASISCLO PRECIADO GUASAMANO	01°44'04,4"	78°29'38.5"	SIRENA	1	SN
47	BELLAVISTA	MEJICANO	CLELIO QUIÑONES	01°41'02.1"	78°32'27,3"	LOMA ALTA	1,5	SN

48	BELLAVISTA	MEJICANO	PABLO COIME	01°40'40,4"	78°32'41,8"	GUAYABO	2	SN
49	BELLAVISTA	MEJICANO	EDGAR QUIÑONES	01°40'38,1"	78°52'50,5"	INFIERNITO	1	SN
51	BELLAVISTA	MEJICANO	PABLO COIME	01°41'16"	78°34'38"	BELLAVISTA	1	SN
52	GUAYABO	MEJICANO	LIDER EMILIANO CASTRO	01°41'15,8"	78°34'17,8"	CRUCESITA	1	SN
53	GUAYABO	MEJICANO	LUCIO DAJOME	01°41'14,5"	78°34'18,3"	CRUCESITA	1	SN
54	GUAYABO	MEJICANO	CELESTINO MOLANO	01°41'12,5"	78°34'24,2"	CRUCESITA	1	SN
55	GUAYABO	MEJICANO	SEGUNDO MARGARITO CUERO	01°41'04,5"	78°34'25,2"	CRUCESITA	2,5	SN
56	GUAYABO	MEJICANO	LUCIO DAJOME	01°41'12,5"	78°34'17,9"	GUAYABO	1	SN
58	ISLA GRANDE	ROSARIO	LUIS SANTIAGO GARCÍA	01,66229°	078,64014°	CHIMORA	2	SN
59	ISLA GRANDE	ROSARIO	ROSENDO MOSQUERA	01,66396°	078,63549°		2	SN
60	ISLA GRANDE	ROSARIO	HILARIO MOSQUERA	01,66871°	078,66996°	ROSARIO	0,7	SN
61	ISLA GRANDE	ROSARIO	HILARIO MOSQUERA	01,66640°	078,64068°	ROSARIO	0,7	EL REGALO
62	ISLA GRANDE	ROSARIO	ROSENDO MOSQUERA	01,67286°	78,64368°	ROSARIO	2	BASURERO
63	ISLA GRANDE	ROSARIO	ROSENDO MOSQUERA	01,67286°	78,64368°	ROSARIO	2	BASURERO
64	ISLA GRANDE	ROSARIO	ROSENDO MOSQUERA	01,67054°	078,68919'	ROSARIO	2	SN
66	EL CEIBO	ROBLES	JOSE VIRGILIO QUIÑONES	01,69064°	078,68087'	ROBLES	0,565	EL CEIBO
67	EL CEIBO	ROBLES	JOSE VIRGILIO QUIÑONES	01,69059°	078,68113'	ROBLES	0,565	EL CEIBO
68	ROBLES	ROBLES	JESUS QUIÑONES	01,67817°	078,68906'	ROBLES	0,2	SAN PEDRO
69	ROBLES	ROBLES	JESUS QUIÑONES	01,67817°	078,68923'	ROBLES	0,2	SAN PEDRO
70	ROBLES	ROBLES	PEDRO ANDRES QUIÑONES	01°67287'	78,70601	ROBLES	2	SN
71	ROBLES	ROBLES	PEDRO ANDRES QUIÑONES	01,67256°	078,70628°	ROSARIO	2	SN
72	ROBLES	ROBLES	JUAN MARQUINEZ	01,66935°	078,70882°	QUEBRADA ARRIBA	3	SN
73	ROBLES	ROBLES	JESUS QUIÑONES	01,67816°	078,68919'	ROBLES	0,2	SAN PEDRO

74	ROBLES	ROBLES	ODBER APOLINAR CALZADA	01°41'15,2"	78°40'04,6"	ROBLES	3	PAMBILAR
75	ROBLES	ROBLES	ODBER APOLINAR CALZADA	01°41'14,6"	78°40'03,1"	ROBLES	3	PAMBILAR
76	ROBLES	ROBLES	ODBER APOLINAR CALZADA	01°41'12,9"	78°40'00,9"	ROBLES	3	PAMBILAR
77	ROBLES	ROBLES	ODBER APOLINAR CALZADA	01°41'11,9"	78°39'58,8"	ROBLES	3	PAMBILAR
78	ROBLES	ROBLES	ODBER APOLINAR CALZADA	01°41'10,2"	78°39'56,4"	ROBLES	3	PAMBILAR
79	PIÑAL DULCE	ROBLES	SENEEN CUERO	01,67628 ^o	078,71941 ^o	ROBLES	1.5	FORTUNA
80	PIÑAL DULCE	ROBLES	SENEEN CUERO	01,67669 ^o	78,71761 ^o	ROBLES	1	SN
81	PIÑAL DULCE	ROBLES	FABIO LICEO CORTES	01,67199 ^o	78,71552 ^o	ROBLES	2	SN
82	SAN PEDRO	ROBLES	GONZALO ESTACIO	01°40'13,7"	78°41'46,5"	ROBLES	1	SN
83	PIÑAL DULCE	ROBLES	DIONISIO BERMUDEZ	01,66469 ^o	78,71571 ^o	LAS LOMAS	4	LA ESPERANZA
85	ISLA GRANDE	ROSARIO	HENRRY CASIERRA	01,65930 ^o	78,63534 ^o	CAIMITO	1	SN
87	ISLA GRANDE	ROSARIO	MODESTO GARCIA	01°40'19,37 "	78°38'34,4"	ROSARIO	0,7	SN
88	ISLA GRANDE	ROSARIO	MODESTO GARCIA	01°40'17,9"	78°38'30,8"	ROSARIO	0,7	SN
89	ISLA GRANDE	ROSARIO	HILARIO MOSQUERA	01°39'57,6"	78°38'23,7"	ROSARIO	1	SN
90	LA LOMITA	ROBLES	MARCOS LASSO	01°40'31,9"	78°41'55,4"	ROBLES	1	SN
91	LA LOMITA	ROBLES	MARCOS LASSO	01°40'32,2"	78°40'55,1"	ROBLES	1	SN
92	LA LOMITA	ROBLES	MARCOS LASSO	01°40'29,9"	78°40'54,5"	ROBLES	1	SN
93	LA LOMITA	ROBLES	MARCOS LASSO	01°40'29,4"	78°40'53,5"	ROBLES	1	SN
94	ROBLES	ROBLES	GILBERTO PRECIADO	01°39'48,3"	78°40'46,4"	ROBLES	3	SN
95	ROBLES	ROBLES	GILBERTO PRECIADO	01°39'30,3"	78°43'47,1"	ROBLES	3	SN
96	PIÑAL DULCE	ROBLES	RITO GENARO RODRIGUEZ	01.67797 ^o	78,7137 ^o	ROBLES	2	MARIANO
97	PIÑAL DULCE	ROBLES	RITO GENARO RODRIGUEZ	01.67767 ^o	78,71387 ^o	ROBLES	2	MARIANO

98	PIÑAL DULCE	ROBLES	RITO GENARO RODRIGUEZ	01.67797°	78,71129°	ROBLES	2	MARIANO
99	MASCAREY	CARRETER A	MANUEL BARREIRO	01°39'19,6"	78°43'13,6"	CARRETERA	1	LAS LOMAS
100	MASCAREY	CARRETER A	PEDRO BAREIRO	01°39'47,8"	78°43'53,4"	CARRETERA	2	SN
101	MASCAREY	CARRETER A	ALVARO ROBERTO QUIÑONES	01°39'23,4"	78°43'15,7"	CARRETERA	2	SN
102	MASCAREY	CARRETER A	ALVARO ROBERTO QUIÑONES	01°39'26,5"	78°43'12,4"	CARRETERA	2	TANGAREAL
103	LAS VARAS	ROBLES	ISABEL RUIZ	01°42'23,4"	78°40'52,0"	SAN VICENTE	9	LAS HERMANAS
104	LAS VARAS	ROBLES	ISABEL RUIZ	01°42'23,7"	78°40'50,5"	SAN VICENTE	9	LAS HERMANAS
105	ISCUANDE	ROSARI	JOSE HURTADO HERNANDEZ	01°41'19,3"	78°39'31,7"	ROSARIO	0,7	SN
106	TANGAREAL	ROSARIO	LUIS ANTONIO RODRIGUEZ	01°41'21,3"	78°39'21,0"	ROSARIO	0,7	EL RECUERDO
107	PIÑAL DULCE	ROBLES	JOSE DIONISIO BERMUDEZ	01,66502°	78,71406°	ROBLES	4	SN
108	ROSARIO	TANGAREA L	SERGIO SEGUNDO BURBANO	01°41'18,1"	78°39'21,9"	ROSARIO	1	LA MINA
109	ROSARIO	ISCUANDE	SERGIO SEGUNDO BURBANO	01°41'14,9"	78°39'21,0"	ROSARIO	2	LA MINA
110	ISLA GRANDE	ROSARIO	HILARIO MOSQUERA	01°39'59,4"	78°38'26,6"	ROSARIO	1,7	EL REGALO
111	ROBLES	ROBLES	JESUS QUIÑONES	01°40'42,2"	78°41'20,3"	ROBLES	0,3	SAN PEDRO
112	ROBLES	ROBLES	JESUS QUIÑONES	01°40'41,7"	78°41'21,1"	ROBLES	0,3	SAN PEDRO
113	ROBLES	ROBLES	JESUS QUIÑONES	01°40'41,5"	78°41'20,8"	ROBLES	1,3	SAN PEDRO
114	PACORA	CHAGUI	JULIO DELGADO	01°46'49,8"	78°29'07,1"	PACORA	2	SN

