

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**"CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y RELACIONES
DE SIMILITUD FENOTÍPICA DE 21 CLONES DE CACAO
(*Theobroma cacao* L.) DE LA COLECCIÓN
INTRODUCIDA-B, EN TINGO MARÍA"**

TESIS

Para optar al título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Martha Susana, Aycachi Santa Cruz

PROMOCIÓN II - 2006

**"Jóvenes unasinicos competentes y preparados para los
cambios de la globalización"**

TINGO MARÍA - PERÚ

2008

F02

A93

Aycachi Santa Cruz, Martha S.

Caracterización Morfológica y Relaciones de Similitud Fenotípica de 21 Clones de Cacao (*Theobroma cacao* L.) de la Colección introducida-B, en Tingo María. Tingo María, 2006

67 h.; 6 cuadros; 6 fgrs.; 62 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

THEOBROMA CACAO L / MORFOLOGIA / CLONES / GENOTIPO

CACAO / BANCO DE GERMOPLASMA / GENETICA / TINGO MARIA

RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



No.008-2007-CFA/UNAS.

BACHILLER : **MARTHA SUSANA AYCACHI SANTA CRUZ**

TITULO DE LA TESIS : "CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y RELACIONES DE SIMILITUD FONOTIPICA DE 21 CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DE LA COLECCIÓN INTRODUCIDA -B, EN TINGO MARIA".

JURADO CALIFICADOR

Presidente : Ing. CARLOS CARBAJAL TORIBIO
Vocal : Ing. M.Sc. DAVID GUARDA SOTELO
Vocal : Ing. JORGE L. ADRIAZOLA DEL AGUILA
Asesor : ING. LUIS F. GARCIA CARRION

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 17 DE SETIEMBRE DEL 2007.

HORA DE SUSTENTACIÓN : 5: 10 P.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE GRADOS/UNAS.

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES AL ACTA : EN HOJA ADJUNTA

Tingo María, 18 de Setiembre del 2007.


ING. CARLOS CARBAJAL TORIBIO
PRESIDENTE




ING. DAVID GUARDA SOTELO
VOCAL


ING. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL A.
VOCAL


ING. LUIS F. GARCIA CARRION
ASESOR

Cc: -FA.

DEDICATORIA

Dedico el éxito de este trabajo de investigación a Dios quien me regala los dones de la sabiduría y el entendimiento, a mis queridos padres, Juan Aycachi Huarachi y Margarita Santa Cruz Meléndez, por sus invalorables sacrificios para el feliz logro de mi carrera profesional.

A mis queridos tíos, en especial para Juan Castillo Rivera y Gloria Aycachi Huarachi con todo cariño y eterna gratitud, por el apoyo brindado, me supieron guiar y por sus sabios consejos.

A mis queridos hermanos, Verónica y Fernando Aycachi Santa Cruz por todo el amor y cariño.

A mis queridos abuelos y primos.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar de todo corazón mis más sinceros agradecimientos a las personas que me brindaron su colaboración, sus conocimientos, su ayuda incondicional y por sobre todo su amistad durante la realización de esta investigación.

A: Dios, esa fuerza superior, al ser que es omnipotente, quien me regala cada amanecer y por sobre todo quien me regala el entendimiento para realizar cada reto en mi vida.

A: Mis padres, quienes siempre están pendientes de encomendarme en sus oraciones y de pedir por mí, para que cada día sea mejor, no solo como profesional, sino de ser mejor como persona, a ellos, por ayudarme y comprenderme en el querer estar acá sin los míos para poder superarme, Gracias.

A: los docentes de la Facultad de Agronomía, por guiarme con sus conocimientos para mi formación profesional.

Al: Ing. Luis F. García Carrión, asesor del presente trabajo, por el apoyo técnico, dedicación constante, confianza depositada y sus valiosos aportes en muchas oportunidades. Gracias por brindarme todos estos valiosos detalles que me llevaron a la culminación de este gran trabajo.

INDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades del cacao.....	4
2.2. Diversidad y variabilidad genética.....	6
2.3. Caracterización de germoplasma.....	8
2.4. Clasificación taxonómica.....	11
III. MATERIALES Y METODOS.....	15
3.1. Campo experimental.....	15
3.2. Material genético.....	15
3.3. Componentes en estudio.....	16
3.4. Tratamientos en estudio.....	16
3.5. Análisis estadístico.....	17
3.6. Observaciones registradas.....	18
3.7. Determinación de las observaciones registradas.....	20
3.7.1. Características cualitativas de la planta.....	20
3.7.2. Características cuantitativas de la planta.....	28
3.8. Metodología.....	32
IV. RESULTADOS.....	34
4.1. De los caracteres morfológicos.....	34

4.1.1. De las flores.....	34
4.1.2. De los frutos.....	38
4.1.3. De las semillas.....	42
4.2. Del análisis de conglomerados.....	44
V. DISCUSIÓN.....	48
5.1. De los caracteres morfológicos.....	48
5.1.1. De los caracteres cualitativos.....	48
5.1.2. De los caracteres cuantitativos.....	52
5.2. Del análisis de conglomerados.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES.....	60
VIII. RESUMEN.....	61
IX. BIBLIOGRAFIA.....	62
X. ANEXO.....	67

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Procedencia de los 21 clones de la Colección Introducida – B.....	17
2. Descriptores cualitativos de flores de 21 clones de la Colección Introducida - B de Cacao.....	35
3. Media (x), desviación estándar (s) y coeficiente de variabilidad (cv) de descriptores cuantitativos de flores de 21 clones de la Colección Introducida – B de cacao.....	37
4. Descriptores cualitativos de frutos y semillas de 21 clones de la Colección Introducida-B de cacao.....	39
5. Media (x), desviación estándar (s) y coeficiente de variabilidad (cv) de descriptores cuantitativos de frutos de 21 clones de la Colección Introducida – B.	41
6. Media (x), desviación estándar (s) y coeficiente de variabilidad (cv) de descriptores cuantitativos de semillas de 21 clones de la Colección Introducida – B.	43
7. Compatibilidad genética.....	68

INDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Forma del fruto.....	23
2. Constricción basal.....	24
3. Forma del ápice del fruto.	25
4. Forma de la semilla en sección longitudinal.....	27
5. Forma de la semilla en sección transversal.	28
6. Dendograma de caracteres cualitativo de 21 clones de la colección introducida- B de cacao.....	45
7. Parcela de evaluación.....	68
7. Evaluación de frutos en el laboratorio de semillas.....	69
8. Polinización manual controlada para determinar la compatibilidad genética.....	69

I. INTRODUCCIÓN

Las peculiares características climáticas de la zona tropical le han otorgado a esta franja terrestre una gran diversidad genética, considerada como la más alta en el mundo. Es así que existe una alta concentración de recursos fitogenéticos y por estas razones ha sido posible la domesticación de numerosas especies con uso alimenticio y agroindustrial.

A nivel mundial sólo un 5% de la producción anual pertenece al Cacao Fino. En el Perú el tipo de cacao que producimos, es en su mayoría Forastero, aunque también existe en menor cantidad el cacao tipo "Criollo". El cacao Forastero se caracteriza por tener una cáscara algo dura y un sabor algo ácido, a diferencia del cacao Criollo cuya cáscara es blanda y su sabor es algo dulce. El cacao es un producto (al igual que el café), que se negocia en las bolsas de productos internacionales, este tipo de productos reciben el nombre de commodities, y sus precios se llaman cotizaciones.

Esta variabilidad, constituye los recursos genéticos que deben ser conservados, evaluados y documentados en un Banco de Germoplasma. La información obtenida mediante el uso de descriptores estandarizados respecto a los caracteres cualitativos y cuantitativos, posibilitará por un lado, seleccionar genotipos superiores de buena calidad de almendra y con niveles satisfactorios de resistencia a las principales enfermedades de la región y, por otro lado, el

intercambio de germoplasma garantizando su identidad genética (GARCIA, 2000).

En Tingo María el cacao fue un cultivo colonizador, actualmente su producción es baja. Una de las razones por las cuales se puede explicar esta situación es la no disponibilidad de semilla mejorada, sean estos clones o híbridos de alto rendimiento y amplia adopción. Es por ello que se necesita un mayor conocimiento y ampliar la base genética como una estrategia para la obtención de nuevos híbridos o cultivares policlonales con mayores atributos agronómicos-industriales.

La gran variabilidad genética dentro del germoplasma nacional permite identificar y seleccionar mejores genotipos para la formación de híbridos superiores. Por otra parte la taxonomía numérica nos ayudará a manejar esta gran cantidad de información y facilitaría el análisis para la clasificación y la formación posterior de cultivares policlonales con relativa uniformidad fenotípica.

Motivados por conocer los caracteres morfológicos de la colección introducida-B del Banco de germoplasma de cacao de la UNAS, como también, conocer el grado de similitud entre los genotipos (clones) dentro de esta colección, que permitan reorientar los programas de mejoramiento genético, se planteó los siguientes objetivos:

- 1. Caracterizar morfoagronómicamente la colección introducida-B del Banco de germoplasma de cacao de la UNAS.**
- 2. Determinar relaciones de similitud fenotípica.**

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cacao

El cacao (*Theobroma cacao*), es una especie originaria de los trópicos húmedos de América del Sur y Central, cuyas almendras son el insumo básico para la industria chocolatera y otros derivados, asimismo para la extracción de la manteca de cacao que es muy cotizada en el mercado internacional (UNCTAD, 2006)

El cacao, es una de las 22 especies que constituyen el género *Theobroma*. Este género es nativo del nuevo mundo y la especie se extiende en América del sur de México, hasta Brasil y Bolivia. Su centro de origen está en la cuenca del Amazonas y el Orinoco (WOOD, 1982).

En la amazonia de los países de Perú, Colombia y Ecuador se encuentran la mayor variabilidad genética de esta especie donde es posible encontrar cacao silvestre, cultivado y especies relacionadas al genero *Theobroma*. Sin embargo este valioso pool de genes día a día se ve amenazado por una irremediable erosión genética (CACAO SIAN, 2000).

En cuanto al origen, se puede decir que el cacao, es una especie endémica de América del Sur cuyo centro de origen está localizado en la región

que comprende la cuenca de los ríos Caquetá, Putumayo y Napo, tributarios del río Amazonas. Chessman, 1944 citado por GUERRERO, (2005).

En esta región se ha encontrado los más diversos tipos de frutos, algunos parecidos al criollo, denominados "Criollos de montaña", amelonados grandes como el "Nacional" del Ecuador, "Angoletas" parecidos a los clones "Parinaris" y otros tipos de "Amelonados" (SORIA.1987).

Los diversos tipos de cacao comercial que hoy se cultivan y cuya distribución traspone el continente americano, han sido originados durante el curso de su proceso de domesticación por la presión de la selección natural, el aislamiento geográfico, las mutaciones y su sistema de reproducción sexual predominantemente alógamo (SORIA, 1964; GARCÍA, 1991).

El cacao como especie ha sido ubicado según la siguiente clasificación taxonómica (LEÓN, 1968).

- División : Fanerógamas.
- Clase : Angiospermas.
- Subclase : Dicotiledónea.
- Orden : Málvales.
- Familia : Sterculiácea.
- Género : *Theobroma*.
- Sección : Eutheobroma.
- Especie : *Theobroma cacao* L.

2.2. Diversidad y variabilidad genética

La diversidad genética se refiere a la variación en las características heredables dentro de las especies entre poblaciones diferentes. Esta diversidad está relacionada a la adaptabilidad de las especies a su entorno y es por eso importante en los programas de domesticación y mejoramiento genético; su manejo contribuye a aumentar la resistencia a enfermedades y a condiciones ambientales; así como también a mejorar cualidades deseables de estas especies domesticadas (BENITO, 1991).

El cacao es una especie sumamente variable, debido básicamente a su sistema de reproducción sexual y a su tipo de polinización cruzada natural. Los diferentes tipos y grados de incompatibilidad, sumado a las mutaciones y recombinaciones; pueden exhibir una marcada variación natural a la que se suma la acción modificadora del hombre a través de la selección (LEÓN, 1987).

En la década del 30 los complejos germoplásmicos naturales de cacao se separaron en dos grupos: **Forastero** y **Criollo**. Los Criollos se clasifican según su distribución geográfica y, los Forasteros, según la forma de sus frutos en 4 subgrupos: **Angoleta**, **Cundeamor**, **Amelonado** y **Calabacillo**. Van Hall, 1932 citado por GUERRERO, (2005).

Sobre la base de estudios moleculares y argumentos paleoclimáticos, paleogeográficos y geobotánicos, se han propuesto 4 grupos germoplásmicos naturales con su correspondiente distribución geográfica (LACHENAUD, 1997).

1. **Criollo:** América Central; Colombia y Venezuela.
2. **Amazonas o Forastero:** Perú, Ecuador, Colombia, Bolivia y Brasil.
3. **Guyanas o Forastero:** Meseta de las Guyanas, Venezuela, Surinam, Guyana Francesa y Brasil.
4. **Nacional:** Zona costera del Ecuador.

La variabilidad que presentan los individuos en las poblaciones silvestres o cultivadas constituye los recursos filogenéticos que son conservados como colecciones de germoplasma y cuya caracterización y evaluación son imprescindibles para los trabajos de mejoramiento genético (DE CASTRO y BARTLEY, 1983).

Un banco de germoplasma puede definirse como una instalación adecuadamente implementada donde se conservan colecciones de semilla y/o plántulas de cultivares modernos, primitivos y especies silvestres; y se mantienen como colecciones de plantas adultas en el campo, representado por genotipos distintos (DE CASTRO y BARTLEY. 1983).

2.3. Caracterización de germoplasma

El término descriptor se emplea cada vez más frecuente para referirse a cada una de las características más importantes en la descripción de una colección, sean éstas morfológicas, agronómicas, fisiológicas o citogenéticas. En este sentido un descriptor es un término descriptivo como por ejemplo el color del fruto, la longitud del fruto, etc.; siendo el estado del descriptor el grado o valor de la característica codificada en función de la variabilidad de la expresión (DELGADO y SÁNCHEZ, 1981).

Existen varias razones para el uso de descriptores estandarizados y son los siguientes:

1. La estandarización de la terminología descriptiva permite un intercambio entre científicos que trabajan con recursos genéticos del cacao.
2. Facilita un intercambio de existencia de las colecciones de cacao disponibles a escala mundial y consecuentemente de acciones valiosas que debería ser duplicados en otros lugares.
3. Apoya al mejorador en la selección de material élite no presente en su programa de mejoramiento.
4. Los métodos de procesamiento de datos asistidos por computadora necesitan de información acerca de las accesiones individuales relacionados a los descriptores.
5. Facilita un manejo y mantenimiento eficiente de la colección.

6. Permite el desarrollo y la estandarización de los descriptores específicos del cultivo como base para una descripción sistemática de colecciones de germoplasma (ENGELS, *et al.*, 1980).

En Brasil, utilizando descriptores de hojas, frutos y semillas, se caracterizaron 26 clones de las series SIC y SIAL, reportándose semejanzas clonales en cuanto a la forma del limbo y pequeñas variaciones en sus dimensiones. En cambio, los frutos presentaron mayor variación en longitud y menor en diámetro; en tanto, que las semillas en general, indicaron mayor peso húmedo y seco, solamente en los clones de la serie SIAL. La correlación entre longitud de fruto y diámetro se mostró independientemente mientras que hubo una estrecha asociación entre el peso del fruto y el peso de la cáscara (DE CASTRO y BARTLEY, 1983).

En Tingo María-Perú, utilizando descriptores de flores, frutos, semillas y hojas, se caracterizaron 48 clones de la colección Ucayali- Urubamba, mostrándose una moderada variación fenotípica siendo los caracteres cuantitativos los de mayor variación; los clones que obtuvieron el mayor peso seco de semilla fueron: U-10, U-11, U-40, U-26 y U-32. También se reporto clones que muestran marcada distancia taxonómica con el resto de los clones, estos pueden ser utilizados como progenitores en planes de cruzamiento (GUERRERO, 2005).

Otro estudio realizado en Tingo María-Perú, donde se evaluaron descriptores de planta, hojas, flores, frutos y semillas. Además de la relación de enfermedades y/o autoincompatibilidad y el porcentaje de grasa. Encontrándose variabilidad genética en los clones estudiados tanto para caracteres cualitativos como cuantitativos en órganos vegetativos y productivos. Con relación a la compatibilidad, todos los clones mostraron autoincompatibilidad; y, con respecto a las enfermedades las respuestas de los clones fueron variables. Los coeficientes de correlación resultaron ser altamente significativos para: longitud de frutos/peso de fruto, y diámetro de fruto/espesor de cáscara. Y, solamente significativos para longitud de frutos en número de semillas y número de óvulos (BARTRA, 1993).

En investigaciones realizadas en la UNAS, Tingo María-Perú, haciendo uso de descriptores de planta, hojas, flores, frutos y semillas; además de la relación de enfermedades, la compatibilidad y/o incompatibilidad y el porcentaje de grasa; se caracterizaron 12 clones internacionales de cacao. Se encontró variabilidad genética en todos los clones estudiados, tanto por caracteres cualitativos como cuantitativos. Con respecto a la compatibilidad más del 50% de los clones fueron autocompatibles, en cuanto a la presencia de enfermedades, todos los clones presentaron la sintomatología típica de una o más enfermedades (PIÑAN R, 1993).

2.4. Clasificación taxonómica

Todo proceso clasificatorio se basa en las diferencias existentes entre los objetos a clasificar. Esa variación es la fuente de la evidencia taxonómica, también llamada característica. Las características pueden definirse como cualquier propiedad que varía en las Unidades Taxonómicas Operacionales (UTOS) en estudio. Los posibles valores que ese carácter pueda expresar, se los considera sus estados (SNEATH y SOKAL, 1973).

La Taxonomía numérica es definida como la evaluación numérica de las semejanzas o afinidades entre unidades taxonómicas y la ordenación de estas unidades en taxas de más alto rango tomando como base éstas semejanzas (SNEATH y SOKAL, 1973).

En taxonomía numérica, las mediciones taxonómicas pueden llevarse a cabo en plantas individuales, líneas endocriadas, poblaciones, especie, etc. Cualquiera que sea el grupo bajo estudio, este recibe el nombre de Unidad Taxonómica Operacional (UTO) o entidad. Si bien la unidad taxón puede ser un individuo o el promedio de varios individuos que se utilizan para evaluar una raza, especie, género ó a un taxón más elevado, la unidad más común en estudios de clasificación esta dado por la especie (HUAMAN y ARBIZU, 1981).

Un ensayo realizado con germoplasma de yuca (*Manihot esculenta*), se evaluó 23 características de las hojas, tallos y raíces, mediante el uso de un

paquete de estadística multivariado (SAS, 1985). Los cultivares se agruparon según los coeficientes de distancia, los coeficientes de similitud (Manhattan y Pearson) y las técnicas de componentes principales hasta formar 12 grupos diferentes (LENNIS *et al.* 1991).

El análisis de conglomerados no es más que un conjunto de técnicas que se utilizan para clasificar los objetos u organismos en grupos relativamente homogéneos llamados conglomerados ("clusters"). Los objetos en cada grupo (conglomerado) tienden a ser similares entre sí (alta homogeneidad interna, dentro del clúster) y diferentes a los objetos de los otros grupos (alta heterogeneidad externa, ente clúster) con respecto a algún criterio de selección predeterminado. De este modo, si la clasificación es un éxito, los objetos dentro del clúster estarán muy cercanos unos de otros en la representación geométrica, y los clústers diferentes estarán muy apartados, este análisis se conoce también como análisis de clasificación o taxonomía numérica (GONDAR, 2000).

Los principios fundamentales implicados en cualquier análisis de conglomerados son:

- a. Informe de aglomeración. Ofrece información sobre los objetos o casos que se combinan en cada etapa de un proceso de agrupación jerárquica.
- b. Centroides de agolpamiento. Son los valores medios (medias) de las variables para todos los casos u objetos de un grupo particular.

c. Centros de agolpamiento. Son los puntos de partida iniciales en la agrupación no jerárquica. Los grupos se construyen alrededor de estos centros o semillas.

d. Participación en el grupo. Indica el grupo al que pertenece cada objeto o caso.

e. Dendograma. Llamado también gráfica de árbol, es un dispositivo gráfico para presentar los resultados del conglomerado. Las líneas verticales representan los grupos que están unidos. La posición de la línea en la escala indica las distancias en las que se unieron los grupos. Se lee de izquierda a derecha.

f. Distancias entre centros de grupos. Indican la separación existente entre los pares individuales de los grupos. Los grupos muy separados son distintos y, por tanto, deseables.

g. Diagrama de árbol. Es una representación gráfica de los resultados del conglomerado. Las columnas corresponden a los objetos que se agrupan y los renglones corresponden al número de conglomerados. Se lee de abajo hacia arriba.

h. Matriz de coeficientes de distancia/similitud. Es una matriz de triángulo inferior que contiene las distancias en dirección pareada entre los objetos o casos.

i. Etapas del análisis de conglomerados. Las etapas que comprende la realización del Análisis de Conglomerados, se presentan a continuación:

1. Formular el problema de agrupación definiendo las variables en las que se basa ésta.
2. Seleccionar una medida de distancia apropiada.
3. Seleccionar un procedimiento de agrupación. La decisión del número de conglomerados requiere del criterio del investigador.
4. Evaluar la validez del proceso de conglomerados (GONDAR, 2000).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Campo experimental

Ubicación

El estudio se ejecutó en el Banco de Germoplasma de Cacao de la Universidad Nacional Agraria de la Selva-Tingo María, ubicado en la margen derecha del río Huallaga, distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, cuyas coordenadas UTM son:

Este : 0390990
Norte : 8969856
Altitud : 673 m.s.n.m.

Corresponde a un bosque húmedo premontano tropical con temperatura media de 25°C y humedad relativa de 82.5%, con una precipitación media anual de 3400 mm.

3.2. Material genético

El germoplasma que se evaluó consta de 21 accesiones (clones), pertenecientes a la Colección Introducida-B, que fueron introducidos del INIAP-Ecuador, CEPLAC-Brasil y Manizales-Colombia, los cuales fueron multiplicados por injerto y luego establecidos en el Banco de Germoplasma de la UNAS.

3.3. Componentes en estudio

El presente estudio estuvo comprendido por 21 clones de la Colección Introducida – B: Estos clones son: Catongo-4; EET-19; EET-48; EET-62; EET-95; EET-96; EET-103; EET-233; GS-36; ICS-98; IMC-51; NA-33; NA-727; PA-150; PA-167; PA-310; Pandora-1; Pandora-3; Rosario-9; SCA-6 y TSH-565.

3.4. Tratamientos en estudio

Consta de 21 genotipos o clones que fueron denominados UTOS (Unidades Taxonómicas Operacionales). Estas UTOS y su procedencia se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Procedencia de los 21 UTOS* de la Colección Introducida – B. del Banco de germoplasma de cacao de la UNAS.

Código actual	Código anterior	Procedencia	UTO
BGC-28	EET-103	INIAP – Ecuador	UTO 1
BGC-29	GS-36	Estación de Grenada-Antillas	UTO 2
BGC-30	EET-19	INIAP – Ecuador	UTO 3
BGC-31	Catongo-4	Manizales - Colombia	UTO 4
BGC-32	EET-96	INIAP – Ecuador	UTO 5
BGC-33	EET-48	INIAP – Ecuador	UTO 6
BGC-34	EET-62	INIAP – Ecuador	UTO 7
BGC-35	Pandora-1	CEPLAC – Brasil	UTO 8
BGC-36	EET-233	INIAP – Ecuador	UTO 9
BGC-37	EET-95	INIAP – Ecuador	UTO 10
BGC-38	PA-167	Manizales - Colombia	UTO 11
BGC-39	Pandora-3	CEPLAC – Brasil	UTO 12
BGC-40	Rosario-9	Manizales - Colombia	UTO 13
BGC-41	ICS-98	Manizales - Colombia	UTO 14
BGC-42	TSH-565	Manizales - Colombia	UTO 15
BGC-43	PA-150	Manizales - Colombia	UTO 16
BGC-44	PA-310	Manizales - Colombia	UTO 17
BGC-45	SCA-6	Manizales - Colombia	UTO 18
BGC-46	NA-33	CEPLAC - Brasil	UTO 19
BGC-47	IMC-51	CEPLAC - Brasil	UTO 20
BGC-48	NA-727	CEPLAC - Brasil	UTO 21

*UTOS: Unidades Taxonómicas Operacionales

3.5. Análisis estadístico

Para la caracterización morfo-agronómica se utilizaron estadísticos de tendencia central (promedio) y de dispersión (desviación estándar y coeficiente de variación)

Para el análisis de conglomerados, los datos cualitativos evaluados se codificaron en una matriz básica de datos, y a partir de esta información previamente estandarizada, se analizó mediante las técnicas de

conglomerados. Para ello se uso el programa Minitab versión 12.1 (LÓPEZ DE CASTILLA y PORRAS, 2002).

3.6. Observaciones registradas

Se utilizaron 33 descriptores morfológicos, sus estados y codificación (16 cualitativos y 17 cuantitativos), seleccionados del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (ÍBPGR, 1981). A continuación se muestran dichos caracteres y las variables estudiadas:

a) Caracteres cualitativos.

- Antocianina en el pedúnculo floral (X₁).
- Antocianina en la lígula del pétalo (X₂).
- Antocianina en el filamento estaminal (X₃)
- Antocianina en la parte superior del ovario (X₄)
- Antocianina en la parte inferior del ovario (X₅)
- Compatibilidad genética (X₆)
- Forma del fruto(X₇)
- Constricción basal del fruto(X₈)
- Forma del ápice del fruto(X₉)
- Rugosidad de la superficie del fruto(X₁₀)
- Profundidad de los surcos primarios(X₁₁)

- Disposición de un par de lomos(X₁₂)
- Antocianina en los lomos del fruto inmaduro(X₁₃)
- Forma de la semilla en sección longitudinal(X₁₄)
- Forma de la semilla en sección transversal(X₁₅)
- Color de los cotiledones frescos(X₁₆)

b) Caracteres cuantitativos

- Longitud del sépalo (n=10) (X₁)
- Ancho del sépalo (n=10) (X₂)
- Longitud de la lígula del pétalo (n=10) (X₃)
- Ancho de la lígula del pétalo (n=10) (X₄)
- Longitud del ovario (n=10) (X₅)
- Ancho del ovario (n=10) (X₆)
- Longitud del estilo (n=10) (X₇)
- Número de óvulos por ovario (n=10) (X₈)
- Peso del fruto (n=10) (X₉)
- Longitud del fruto (n=10) (X₁₀)
- Diámetro del fruto (n=10) (X₁₁)
- Número de semillas por fruto (n=10) (X₁₂)
- Grosor de la cáscara de los frutos (n=10) (X₁₃)

- Peso fresco de semilla (n=30) (X14)
- Peso seco de semilla (n=30) (X15)
- Longitud de la semilla seca (n=10) (X16)
- Ancho de la semilla seca (n=10) (X17)

3.7. Determinación de las observaciones registradas

La determinación de las variables evaluadas se muestra a continuación:

3.7.1. Características cualitativas de la planta

3.7.1.1. Antocianina en el pedúnculo floral

Se evaluó visualmente con la ayuda de una lupa, mediante la siguiente escala:

1: verde.

2: verde con pigmentación rojiza.

3: rojizo.

3.7.1.2. Antocianina en la lígula del pétalo

Se evaluó la presencia o ausencia de pigmentos antociánicos en la superficie de la lígula, con la ayuda de una lupa, mediante la siguiente escala:

0: ausente.

1: presente

3.7.1.3. Antocianina en el filamento estaminal

Se evaluó la presencia o ausencia de pigmentos antociánicos en los filamentos, con la ayuda de una lupa, sobre la base de la siguiente escala:

0: ausente.

1: presente.

3.7.1.4. Antocianina en la parte superior del ovario

Con respecto a éste carácter, se evaluó la presencia o ausencia de pigmentos antociánicos en la parte superior del ovario, para lo cual se colectaron flores frescas, se utilizó la siguiente escala:

0: ausente.

1: presente.

3.7.1.5. Antocianina en la parte inferior del ovario

Se evaluó la presencia o ausencia de pigmentos antociánicos en la parte inferior del ovario, para lo cual se colectaron flores frescas, se utilizó la siguiente escala:

0: ausente.

1: presente.

3.7.1.6. Compatibilidad genética

Para este caso se procedió a aislar los botones florales que han completado su desarrollo, se esperó 24 horas para la apertura y se aplicó polen de una flor del mismo árbol mediante el frotamiento por repetidas veces. Para determinar la compatibilidad e incompatibilidad se utilizó un tamaño de muestra de $n=10$ flores. Así un clon es considerado compatible si cinco flores prenden y menor de cinco flores prendidas, se considera como incompatible.

La codificación de los estados de compatibilidad e incompatibilidad, se registraron según la siguiente escala:

0: autocompatible.

1: autoincompatible.

3.7.1.7. Forma del fruto

Se determinó según los diagramas que se muestran en la figura 1, usando la siguiente escala:

1: oblongo.

2: elíptico.

3: abovado.

4: esférico.

5: oblato.

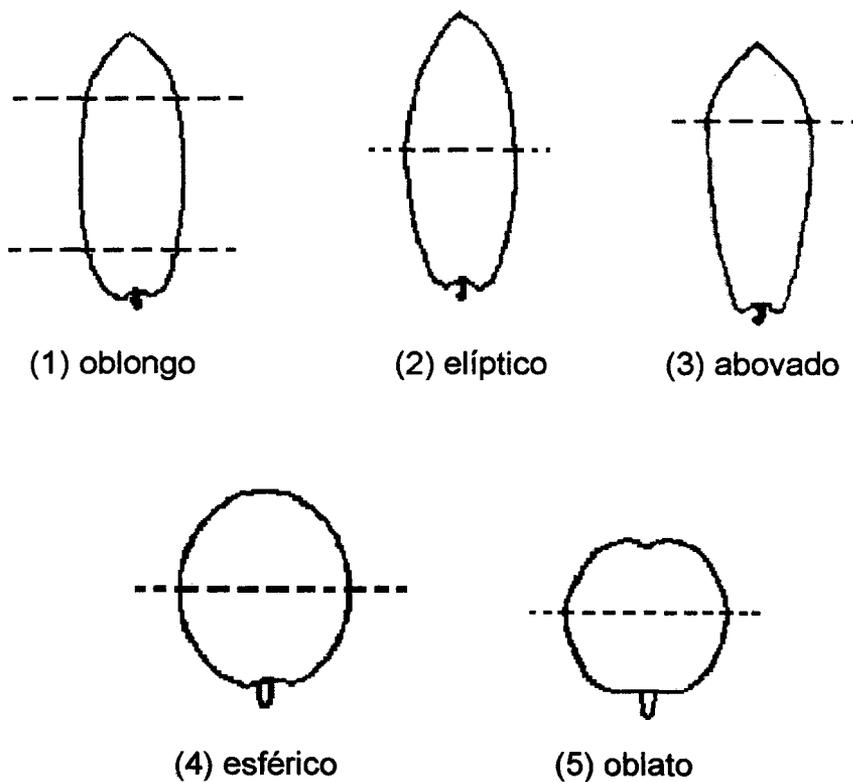


Figura 1. Forma del fruto

3.7.1.8. Constricción basal del fruto

Se refiere a la pronunciación de la hendidura que se encuentra o no presente alrededor de la base del fruto Figura 2, y se evaluó mediante la siguiente escala:

0: ausente.

1: ligera.

2: intermedia.

3: fuerte.

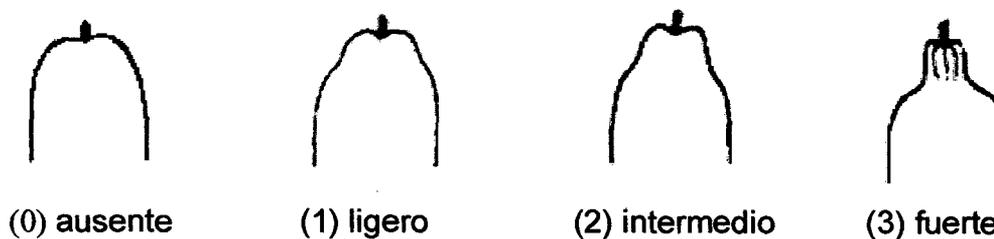


Figura 2. Constricción basal.

3.7.1.9. Forma del ápice del fruto

Se determinó por comparación con los diagramas mostrados en la Figura 3, usándose la siguiente escala:

1: atenuado.

2: agudo.

3: obtuso.

4: redondeado.

5: apezonado.

6: dentado.

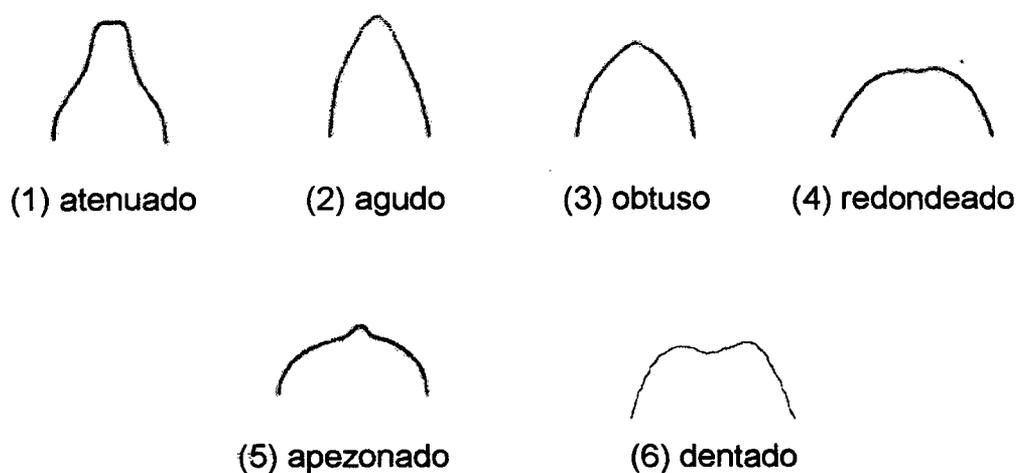


Figura 3. Forma del ápice del fruto.

3.7.1.10. Rugosidad de la superficie del fruto

Se evaluó la presencia o ausencia de protuberancias en la superficie del fruto, mediante la siguiente escala:

0: ausente.

3: ligero.

5: intermedio.

7: intenso.

3.7.1.11. Disposición de un par de lomos

Se evaluó la distancia que separa a un par de lomos, mediante la siguiente escala:

1: equidistante

2: pareados

3.7.1.12. Profundidad de los surcos primarios

Se evaluó utilizando la siguiente escala:

1: superficial.

2: intermedio.

3: profundo.

3.7.1.13. Antocianina en los lomos del fruto inmaduro

Se evaluó la presencia o ausencia de pigmentos antociánicos en la superficie de los frutos inmaduros, mediante la siguiente escala:

0: ausente.

1: presente.

3.7.1.14. Forma de la semilla en sección longitudinal

Se evaluó comparando con los diagramas mostrados en la Figura 4, usando la siguiente escala:

1: oblonga.

3: elíptica.

5: ovada.

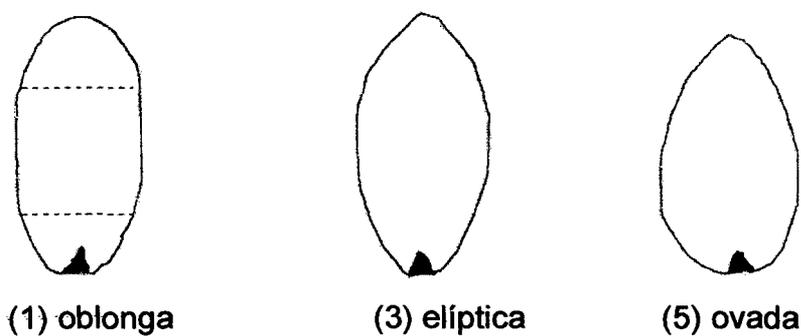


Figura 4. Forma de la semilla en sección longitudinal.

3.7.1.15. Forma de la semilla en sección transversal

Se evaluó mediante la siguiente escala y de acuerdo a los diagramas mostrados en la Figura 5.

1: aplanada.

3: intermedia

5: redondeada.

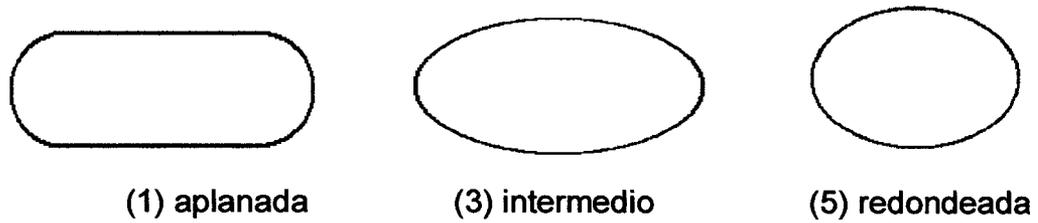


Figura 5. Forma de la semilla en sección transversal.

3.7.1.16. Color de los cotiledones frescos

Se determinó sacando las semillas frescas de los frutos y luego cortándolas por la mitad, mediante la siguiente escala:

1: blanco.

3: violeta.

5: morado.

3.7.2. Características cuantitativas de la planta

3.7.2.1. Longitud del sépalo (n=10)

Se midió (mm), con un vernier digital desde la base hasta el ápice.

3.7.2.2. Ancho del sépalo (n=10)

Este descriptor se determinó (mm) midiendo en el punto más ancho.

3.7.2.3. Longitud de la lígula del pétalo (n=10)

Se efectuaron medidas en milímetros, desde la base hasta el ápice, con la ayuda de un estereoscopio y un vernier digital.

3.7.2.4. Ancho de la lígula del pétalo (n=10)

Las medidas se registraron en milímetros, con la ayuda de un estereoscopio y un vernier digital en la parte más ancha.

3.7.2.5. Longitud del ovario (n=10)

Las medidas se registraron en milímetros, con ayuda de un estereoscopio y un vernier digital.

3.7.2.6. Ancho del ovario (n=10)

Se tomaron medidas en milímetros en la parte más ancha del ovario, con la ayuda de un estereoscopio.

3.7.2.7. Longitud del estilo (n=10)

Se registraron medidas en milímetros, con la ayuda de un estereoscopio, previamente fue separado del ovario.

3.7.2.8. Número de óvulos por ovario (n=4)

El conteo se realizó según el método sugerido por (ENRIQUEZ, *et al.*, 1987), observando al estereoscopio a un aumento de 10x.

3.7.2.9. Peso del fruto (n=10)

Se registraron medidas en gramos, con la ayuda de una balanza de precisión en el laboratorio de semillas.

3.7.2.10. Longitud del fruto (n=10)

Se registraron medidas en centímetros, con la ayuda de una regla graduada, desde la base hasta el ápice.

3.7.2.11. Diámetro del fruto (n=10)

Se tomaron medidas en centímetros, siendo la zona evaluada la parte más ancha.

3.7.2.12. Número de semillas por fruto (n=10)

Se determinó en base a las semillas que presentaron un tamaño uniforme para cada uno de los frutos de cada clon.

3.7.2.13. Grosor de la cáscara del fruto (n=10)

Se registraron en centímetros, haciendo uso de un vernier digital, midiendo en el surco de los frutos.

3.7.2.14. Peso fresco de la semilla (n=30)

Después de desmucilaginar las semillas, se determinó el peso de las semillas haciendo uso de una balanza digital (g.).

3.7.2.15. Peso seco de la semilla (n=30)

Se determinó haciendo uso de una balanza digital (g.), cuando las semillas tengan aproximadamente 10% de humedad después de secarlas a la estufa a 90°C por 12 horas.

3.7.2.16. Longitud de la semilla seca (n=10)

Se registraron medidas en centímetros, haciendo uso de un vernier.

3.7.2.17. Ancho de la semilla seca (n=10)

Se tomaron medidas en centímetros, en la parte más ancha de la semilla haciendo uso de un vernier.

3.8. Metodología.

Para la evaluación de caracteres cuantitativos, se hizo uso del tamaño de muestra recomendado por la lista de descriptores especificados para cacao según el IBPGR, 1981.

Con la información obtenida al final de la caracterización y evaluación preliminar, se hizo lo siguiente:

- Se determinaron los fenotipos más comunes en base a las frecuencias observadas en los estados del descriptor para todos los descriptores utilizados.
- Se agruparon las accesiones según sus características morfo-agronómicas.

- Se formaron grupos similares mediante análisis de conglomerados. Para ello se hará uso de Análisis Clúster.

La técnica de análisis o conglomerados, se elaboro a partir de la matriz básica de datos (MBD), utilizando el coeficiente de la distancia Euclidiana (DE), donde los coeficientes de distancia varían de cero a infinito, siendo cero la máxima similitud (CRISCI y LÓPEZ, 1983).

De una matriz de similitud entre OTUS, se construyeron fonogramas por la técnica de ligamiento promedio aritmético "no ponderado" UPGMA (unweighted pair-group method using arithmetic averages).

Para determinar los coeficientes de distancia Euclidiana (DE), se utilizó la siguiente fórmula:

$$DE = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (X_{ij} - Y_{ik})^2}{n}}$$

Donde:

X_{ij} = Valor del carácter i en la OTU j .

Y_{ik} = Valor del carácter i en la OTU k .

O = Máxima similitud.

∞ = Mínima similitud.

n = Número de caracteres.

IV. RESULTADOS

4.1. De los caracteres morfológicos

4.1.1. De las flores

En el Cuadro 2 se muestran los descriptores cualitativos de flores de 21 clones de cacao estudiados, observándose que con respecto al carácter antocianina en el pedúnculo floral, los clones EET-103, GS-36, EET-19, EET-96, EET-62, Pandora-1; Pandora-3, ICS-98 y TSH-565 mostraron pigmentación rojiza; mientras que los clones: Catongo-4, PA-167, SCA-6 y NA-727 mostraron el pedúnculo verde; y , los clones EET-48, EET-233, EET-95, Rosario-9, PA-150, PA-310, NA-33 y IMC-51 mostraron el pedúnculo con pigmentación rojiza. Los clones EET-103, GS-36, EET-19, EET-48, Pandora-1, PA-167, Pandora-3 y NA-727 presentaron antocianina en la lígula del pétalo, mientras que los clones Catongo-4, EET-96, EET-62, EET-233, EET-95, Rosario-9, ICS-98, TSH-565, PA-150, PA-310, SCA-6, NA-33 y IMC-51 no presentaron antocianina en lígula del pétalo.

En cuanto a la presencia de antocianina en le filamento estaminal solamente los clones EET-103, EET-19, EET-96, EET-48, EET-62, Pandora-1,

Cuadro 2. Descriptores cualitativos de flores de 21 clones de la Colección introducida – B, del Banco de germoplasma de cacao de la UNAS-Tingo María.

CLON	APF	APP	AFE	APSO	APIO	CG
EET-103	Rojizo	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Autoincompatible
GS-36	Rojizo	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Autoincompatible
EET-19	Rojizo	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Autocompatible
Catongo-4	Verde	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Autocompatible
EET-96	Rojizo	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Autocompatible
EET-48	Verde con pigmentación	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Autoincompatible
EET-62	Rojizo	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Autoincompatible
Pandora-1	Rojizo	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Autocompatible
EET-233	Verde con pigmentación	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Autoincompatible
EET-95	Verde con pigmentación	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Autocompatible
PA-167	Verde	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Autoincompatible
Pandora-3	Rojizo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Autoincompatible
Rosario-9	Verde con pigmentación	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Autoincompatible
ICS-98	Rojizo	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Autocompatible
TSH-565	Rojizo	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Autoincompatible
PA-150	Verde con pigmentación	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Autoincompatible
PA-310	Verde con pigmentación	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Autoincompatible
SCA-6	Verde	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Autoincompatible
NA-33	Verde con pigmentación	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Autoincompatible
IMC-51	Verde con pigmentación	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Autoincompatible
NA-727	Verde	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Autoincompatible

APF= Antocianina en el pedúnculo floral

APP=Antocianina en el pedúnculo del pétalo

AFE=Antocianina en el filamento estaminal

APSO= Antocianina en la parte superior del ovario

APIO=Antocianina en la parte inferior del ovario

CG= Compatibilidad genética

EET-233, EET-95, PA-150, PA-310, NA-33 y IMC-51 presentaron antocianina; y el resto de clones no; mientras que los clones GS-36, Rosario-9, ICS-98 y TSH-565 fueron los únicos que presentaron antocianina en la parte superior del ovario; en tanto que el clon ICS-98 fue el único que presentó antocianina en la parte inferior del ovario.

Con respecto a la compatibilidad genética, los clones EET-19, Catongo-4, EET-96, Pandora-1, EET-95 y ICS-98, resultaron autocompatibles, mientras que los clones EET-103, GS-36, EET-96, EET-62, EET-233, PA-167, Pandora-3, Rosario-9, TSH-565, PA-150, PA-310, SCA-6, NA-33, IMC-51 y NA-727 resultaron ser autoincompatibles.

En el Cuadro 3 se dan a conocer los valores de la media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad de descriptores de flores de 21 clones de la colección Introducida-B de cacao; en donde se observa una pequeña variabilidad en cuanto a longitud y ancho del pétalo, donde solo el clon EET-62 tiene mayor longitud con respecto a los demás clones. Y con respecto a la longitud y ancho de pétalo, estilo y ovario, no se presentó variabilidad fenotípica significativa.

Con respecto al número de óvulos por ovario los clones EET-62 e IMC-51 fueron los que presentaron mayor número de óvulos (69 y 57 en promedio respectivamente) y, el que presentó menor número de óvulos por ovario, fue el clon PA-310, con 37.

Cuadro 3. Media (\bar{x}), desviación estándar (s) y coeficiente de variabilidad (cv) de descriptores cuantitativos de flores de 21 clones de la Colección Introdúcida – B de cacao del Banco de germoplasma de cacao de la UNAS- Tingo María.

Clon	Sépalos (mm)						Pétalos(mm)						Ovario(mm)						Estilo(mm)			óvulos/ovario		
	Longitud			Ancho			Longitud			Ancho			Longitud			Ancho			Longitud			Nº		
	\bar{X}	s	CV	\bar{X}	s	CV	\bar{X}	s	CV	\bar{X}	s	CV	\bar{X}	s	CV	\bar{X}	s	CV	\bar{X}	s	CV	\bar{X}	s	CV
EET-103	8.26	0.22	2.66	2.60	0.17	6.54	8.06	0.24	2.98	3.01	0.12	3.99	1.40	0.20	14.29	0.96	0.07	7.29	2.45	0.15	6.12	43	0.54	1.26
GS-36	8.96	0.33	3.68	2.78	0.18	6.47	8.95	0.32	3.58	3.59	0.14	3.90	1.45	0.15	10.34	1.15	0.23	20.00	2.20	0.40	18.18	42	3.07	7.31
EET-19	9.24	0.23	2.49	2.64	0.11	4.17	7.64	0.51	6.68	3.64	0.22	6.04	1.45	0.15	10.34	1.00	0.00	0.00	2.35	0.23	9.79	42	2.57	6.12
Catongo-4	8.26	0.40	4.84	2.89	0.19	6.57	7.99	0.29	3.63	2.98	0.12	4.03	1.80	0.24	13.33	1.15	0.23	20.00	2.10	0.20	9.52	48	0.66	1.38
EET-96	10.03	0.22	2.19	2.82	0.10	3.55	7.85	0.25	3.18	3.10	0.17	5.48	1.60	0.20	12.50	1.15	0.23	20.00	2.90	0.20	6.90	46	2.66	5.78
EET-48	9.51	0.18	1.89	2.72	0.06	2.21	8.37	0.17	2.03	2.96	0.19	6.42	1.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.90	0.20	6.90	47	1.83	3.89
EET-62	10.23	0.65	6.35	2.63	0.18	6.84	7.77	0.12	1.54	3.32	0.12	3.61	1.90	0.20	10.53	1.36	0.20	14.71	2.30	0.24	10.43	69	3.69	5.35
Pandora-1	8.79	0.22	2.50	2.65	0.19	7.17	7.61	0.38	4.99	3.43	0.14	4.08	2.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.90	0.20	6.90	54	4.67	8.65
EET-233	9.65	0.22	2.28	2.70	0.12	4.44	7.94	0.32	4.03	3.29	0.19	5.78	1.10	0.20	18.18	1.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	56	2.73	4.88
EET-95	9.75	0.19	1.95	2.59	0.11	4.25	7.65	0.34	4.44	2.97	0.09	3.03	1.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	47	0.83	1.77
PA-167	7.91	0.26	3.29	2.33	0.13	5.58	7.33	0.30	4.09	2.59	0.24	9.27	1.75	0.25	14.29	1.00	0.00	0.00	2.65	0.23	8.68	48	2.76	5.75
Pandora-3	7.73	0.47	6.08	2.58	0.10	3.88	7.20	0.68	9.44	3.13	0.22	7.03	1.90	0.20	10.53	1.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	47	2.53	5.38
Rosario-9	9.50	0.24	2.53	2.69	0.15	5.58	8.49	0.30	3.53	3.27	0.23	7.03	2.15	0.23	10.70	1.00	0.00	0.00	1.75	0.25	14.29	43	1.17	2.72
ICS-98	8.78	0.15	1.71	2.70	0.13	4.81	8.50	0.38	4.47	3.13	0.18	5.75	1.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.85	0.23	12.43	44	1.96	4.45
TSH-565	10.00	0.19	1.90	2.57	0.20	7.78	7.40	0.40	5.41	3.46	0.23	6.65	1.85	0.23	12.43	1.00	0.00	0.00	2.10	0.20	9.52	52	1.00	1.92
PA-150	7.87	0.24	3.05	2.70	0.14	5.19	7.80	0.33	4.23	2.70	0.45	16.67	1.75	0.25	14.29	1.10	0.20	18.18	2.15	0.23	10.70	48	3.67	7.65
PA-310	6.81	0.29	4.26	2.12	0.20	9.43	7.10	0.12	1.69	2.91	0.09	3.09	1.50	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	37	0.70	1.89
SCA-6	8.33	0.36	4.32	2.30	0.53	23.04	6.31	0.13	2.06	2.69	0.26	9.67	1.35	0.23	17.04	1.00	0.00	0.00	2.10	0.20	9.52	45	0.92	2.04
NA-33	9.07	0.59	6.50	2.84	0.13	4.58	6.97	0.20	2.87	2.67	0.28	10.49	2.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	49	2.98	6.08
IMC-51	8.48	0.28	3.30	2.55	0.17	6.67	6.90	0.37	5.36	2.65	0.13	4.91	1.60	0.20	12.50	1.00	0.00	0.00	2.10	0.20	9.52	57	4.21	7.39
NA-727	8.54	0.26	3.04	2.63	0.16	6.08	7.51	0.31	4.13	3.34	0.27	8.08	1.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	47	1.66	3.53

\bar{x} : promedio. s: desviación estándar. cv: coeficiente de variabilidad

4.1.2. De los frutos

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de los descriptores cualitativos de diferentes características de los frutos y semillas de los 21 clones estudiados. Observándose que; en cuanto a la forma de fruto, todos presentaron la forma elíptica, excepto el clon EET-233 y Catongo-4, los cuales presentaron frutos de forma abovado y esférico respectivamente.

Según la constricción basal del fruto, la mayoría de clones presentó una constricción ligera, a excepción de los clones EET-233, PA-167, Rosario-9, PA-150 y PA-310 que presentaron constricción basal intermedia; y el único clon que no presentó constricción basal (ausente) fue el clon Catongo-4.

En cuanto al carácter forma de ápice, el clon EET-233 presentó el ápice redondeado, los clones PA-167 y PA-150 tuvieron ápice atenuado y los clones GS-36, EET-19, EET-62, Rosario-9, ICS-98 y SCA-6 presentaron el ápice agudo. Los demás clones presentaron ápice obtuso. También se pudo observar que los clones EET-103, GS-36, EET-19, EET-48, PA-167, Pandora-3, Rosario-9, ICS-98, TSH-565, PA-150, NA-33, IMC-51 y NA-727 presentaron una rugosidad intermedia; los clones EET-96, EE-62, Pandora-1, EET-233, EET-95, PA-310 y SCA-6, presentaron una rugosidad ligera y el clon Catongo-4, fue el único clon que no presentó rugosidad.

Cuadro 4. Descriptores cualitativos de frutos y semillas de 21 clones de la Colección Introducida-B de cacao del Banco de germoplasma de cacao de la UNAS.

CLON	FOF	CBF	FAF	RSF	DPL	PSP	ALFI	FSSL	FSST	CCF
EET-103	Elíptico	Ligera	Obtuso	Intermedio	Pareados	Intermedio	Ausente	Elíptica	Intermedia	Morado
GS-36	Elíptico	Ligera	Agudo	Intermedio	Pareados	Intermedio	Presente	Ovada	Redondeada	Violeta
EET-19	Elíptico	Ligera	Agudo	Intermedio	Pareados	Intermedio	Ausente	Ovada	Intermedia	Violeta
Catongo-4	Esférico	Ausente	Obtuso	Ausente	Pareados	Superficial	Ausente	Irregular	Aplanada	Blanco
EET-96	Elíptico	Ligera	Obtuso	Ligero	Pareados	Intermedio	Presente	Ovada	Intermedia	Morado
EET-48	Elíptico	Ligera	Obtuso	Intermedio	Pareados	Intermedio	Ausente	Ovada	Intermedia	Morado
EET-62	Elíptico	Ligera	Agudo	Ligero	Pareados	Intermedio	Presente	Ovada	Intermedia	Morado
Pandora-1	Elíptico	Ligera	Obtuso	Ligero	Pareados	Intermedio	Presente	Ovada	Intermedia	Violeta
EET-233	Abovado	Intermedia	Redondeado	Ligero	Pareados	Intermedio	Presente	Ovada	Aplanada	Morado
EET-95	Elíptico	Ligera	Obtuso	Ligero	Pareados	Intermedio	Ausente	Ovada	Intermedia	Morado
PA-167	Elíptico	Intermedia	Atenuado	Intermedio	Pareados	Intermedio	Presente	Elíptica	Intermedia	Morado
Pandora-3	Elíptico	Ligera	Obtuso	Intermedio	Pareados	Intermedio	Presente	Elíptica	Redondeada	Violeta
Rosario-9	Elíptico	Intermedia	Agudo	Intermedio	Pareados	Intermedio	Presente	Elíptica	Redondeada	Morado
ICS-98	Elíptico	Ligera	Agudo	Intermedio	Pareados	Intermedio	Presente	Elíptica	Intermedia	Morado
TSH-565	Elíptico	Ligera	Obtuso	Intermedio	Pareados	Intermedio	Presente	Elíptica	Intermedia	Violeta
PA-150	Elíptico	Intermedia	Atenuado	Intermedio	Pareados	Intermedio	Presente	Elíptica	Intermedia	Morado
PA-310	Elíptico	Intermedia	Obtuso	Ligero	Pareados	Intermedio	Ausente	Elíptica	Intermedia	Morado
SCA-6	Elíptico	Ligera	Agudo	Ligero	Equidistante	Intermedio	Ausente	Elíptica	Intermedia	Morado
NA-33	Elíptico	Ligera	Obtuso	Intermedio	Pareados	Intermedio	Ausente	Elíptica	Aplanada	Morado
IMC-51	Elíptico	Ligera	Obtuso	Intermedio	Pareados	Intermedio	Ausente	Elíptica	Aplanada	Violeta
NA-727	Elíptico	Ligera	Obtuso	Intermedio	Pareados	Intermedio	Ausente	Elíptica	Redondeada	Violeta

FOF= Forma del fruto

CBF= Constricción basal del fruto

FAF= Forma del ápice del fruto

RSF= Rugosidad de la superficie del fruto

DPL= Disposición de un par de lomos

PSP= Profundidad de surcos primarios

ALFI= Antocianina en los lomos del fruto inmaduro

FSSL= Forma de semilla en sección longitudinal

FSST= Forma de semilla en sección transversal

CCF= Color de cotiledones frescos.

En cuanto a la disposición de un par de lomos, todos los clones presentaron lomos pareados a excepción del clon SCA-6 que mostró lomos equidistantes; en cuanto a la profundidad de surcos primarios, los clones presentaron profundidad intermedia, con excepción del clon Catongo-4 que mostro surcos superficiales. Con respecto a la presencia de antocianina en los lomos del fruto inmaduro, los clones EET-103, EET-19, Catongo-4, EET-48, EET-95, PA-310, SCA-6, NA-33, IMC-51 y NA-727 no presentaron antocianina, y los clones GS-36, EET-96, EET-62, Pandora-1, EET-233, PA-167, Pandora-3, Rosario-9, ICS-98, TSH-565 y PA-150 presentaron antocianina.

En el Cuadro 5 se muestran los resultados de los descriptores cuantitativos. En cuanto al peso del fruto el clon Rosario-9 presento el máximo peso (786.11 g.), y el clon NA-33 presento el menor peso (437.10 g.). Con respecto a la longitud del fruto, los clones TSH-565 e ICS-98 alcanzaron su máxima longitud con 21.16 y 20.04 cm. respectivamente, mientras que el clon Catongo-4 alcanzó su mínimo longitud con 13.92 cm. Todos los demás clones presentaron valores dentro de este rango.

Con respecto al diámetro de fruto, el clon EET-96 alcanzó el máximo valor con 9.66 cm., mientras que el clon NA-33 presentó el mínimo valor con 7.22.cm.

Cuadro 5. Media (\bar{x}), desviación estándar (s) y coeficiente de variabilidad (cv) de descriptores cuantitativos de frutos de 21 clones de la colección introducida – B de cacao del Banco de germoplasma de cacao de la UNAS.

CLON	Peso (g)			Longitud (g)			Diámetro(cm)			Nº semillas			Grosor de cascara(mm)		
	\bar{x}	s	cv	\bar{x}	s	cv	\bar{x}	s	cv	\bar{x}	s	cv	\bar{x}	s	cv
EET-103	610.15	78.88	12.93	18.22	1.05	5.76	9.06	0.69	7.62	37.00	2.73	7.38	9.14	0.92	10.07
GS-36	582.08	141.18	24.25	19.42	2.34	12.05	8.29	0.94	11.34	36.00	4.18	11.61	11.23	2.30	20.48
EET-19	595.17	204.48	34.36	17.04	3.17	18.60	8.69	1.42	16.34	37.00	4.20	11.35	11.25	2.29	20.36
Catongo-4	505.02	80.50	15.94	13.92	1.34	9.63	9.40	1.00	10.64	41.00	3.94	9.61	12.36	0.76	6.15
EET-96	624.61	182.44	29.21	17.99	1.54	8.56	9.66	0.94	9.73	37.00	4.03	10.89	12.20	0.70	5.74
EET-48	509.34	101.53	19.93	18.12	1.81	9.99	9.02	0.75	8.31	43.00	3.69	8.58	11.03	0.83	7.52
EET-62	649.40	165.62	25.50	18.28	2.23	12.20	9.41	0.84	8.93	38.00	5.77	15.18	13.26	0.51	3.85
Pandora-1	625.04	146.91	23.50	18.81	1.81	9.62	7.88	0.55	6.98	38.00	2.72	7.16	9.08	0.44	4.85
EET-233	590.42	160.43	27.17	17.25	1.21	7.01	8.86	0.85	9.59	41.00	4.65	11.34	11.94	0.60	5.03
EET-95	538.71	152.32	28.27	17.60	2.35	13.35	8.62	0.98	11.37	44.00	4.25	9.66	11.57	0.35	3.03
PA-167	549.55	100.65	18.31	17.79	1.25	7.03	8.80	0.99	11.25	40.00	4.75	11.88	9.59	0.22	2.29
Pandora-3	509.46	174.59	34.27	16.62	3.27	19.68	8.29	1.60	19.30	39.00	6.70	17.18	11.09	1.33	11.99
Rosario-9	786.11	190.48	24.23	18.83	1.90	10.09	8.82	1.25	14.17	42.00	1.62	3.86	12.60	0.28	2.22
ICS-98	539.76	90.22	16.71	20.04	1.23	6.14	8.06	0.52	6.45	37.00	2.86	7.73	10.63	0.82	7.71
TSH-565	614.56	74.39	12.10	21.16	1.42	6.71	8.58	0.54	6.29	46.00	2.91	6.33	8.27	0.64	7.74
PA-150	533.72	102.11	19.13	18.58	2.25	12.11	8.25	0.73	8.85	44.00	3.10	7.05	9.74	0.73	7.49
PA-310	485.43	72.71	14.98	17.66	1.38	7.81	8.35	0.48	5.75	39.00	3.75	9.62	9.81	1.24	12.64
SCA-6	440.26	67.84	15.41	16.11	1.96	12.17	7.93	0.79	9.96	38.00	4.44	11.68	9.04	0.52	5.75
NA-33	437.10	141.98	32.48	14.54	1.44	9.90	7.22	0.82	11.36	42.00	4.53	10.79	8.00	0.54	6.75
IMC-51	445.35	54.51	12.24	16.80	0.74	4.40	8.36	0.44	5.26	51.00	7.63	14.96	11.12	0.87	7.82
NA-727	496.22	130.16	26.23	16.17	2.77	17.13	7.77	1.07	13.77	44.00	2.83	6.43	11.47	1.06	9.24

\bar{x} : promedio s: desviación estándar cv: coeficiente de variabilidad

En cuanto al número de semillas por fruto, el clon IMC-51 presentó el máximo valor con 51 semillas en promedio, y el clon GS-36 presentó un mínimo valor de 36 semillas. Finalmente, con respecto al carácter de grosor de cascara, el clon EET-62 resultó con mayor valor con 13.26 mm., mientras que el clon NA-33 presentó el mínimo valor con 8.00 mm.

4.1.3. De las semillas

En los Cuadros 4, 5 y 6 se muestran los descriptores cualitativos y cuantitativos de semillas de los 21 clones de cacao estudiados. Con relación a la forma de la semilla en sección longitudinal (FSSL), se observó que los clones EET-103, PA-167, Pandora-3, Rosario-9, ICS-98, THS-565, PA-150, PA-310, SCA-6, NA-33, IMC-51 y NA-727 presentaron la forma elíptica, mientras que los clones GS-36, EET-96, EET-48, EET-62, Pandora-1 y EET-233 presentaron la forma ovada y el clon Catongo-4 fue el único que presentó una forma irregular (similar a una forma fusiforme). En cuanto a la forma de semillas en sección transversal, los clones GS-36, Pandora-3, Rosario-9 y NA-727 presentaron semillas de forma redondeada; los clones Catongo-4, EET-233, NA-33 y IMC-51 presentaron semillas de forma aplanada, y los demás clones presentaron semillas de forma intermedia en sección transversal.

Referido al carácter color de cotiledones frescos, el clon Catongo-4 fue el único que presentó cotiledón blanco; los clones GS-36, EET-19, Pandora-1,

Pandora-3, TSH-565, IMC-51 y NA-727 presentaron cotiledones de color violeta y el resto de clones presentaron cotiledones de color morado.

El tamaño de la semillas en cuanto a la longitud, el clon EET-19 obtuvo el máximo valor con 31.83mm., y el clon IMC-51 presentó el mínimo valor con 20.29 mm, y el clon que resultó con mayor peso seco de semillas fue el EET-19 con 2.13 g. En tanto que el clon IMC-51 presentó el menor peso de semillas secas con 0.84g, y el mayor índice de mazorca lo obtuvo el clon EET-19.

Cuadro 6. Media (\bar{x}), desviación estándar (s) y coeficiente de variabilidad (cv) de descriptores cuantitativos de semillas de 21 clones de la Colección Introducida – B del Banco de germoplasma de cacao de la UNAS.

CLON	PFS	PSS*	L (mm)	A(mm)	IM
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	
EET-103	2.81	1.64	29.08	13.90	16,5
GS-36	2.17	1.29	25.83	13.99	21,5
EET-19	3.71	2.13	31.83	18.29	12,7
Catongo-4	2.25	1.22	27.49	13.08	20,3
EET-96	2.66	1.57	28.26	14.81	16,9
EET-48	2.47	1.44	27.58	14.31	17,0
EET-62	3.21	1.81	29.66	16.07	14,5
Pandora-1	2.38	1.41	30.46	14.60	16,9
EET-233	1.89	1.22	25.44	14.31	20,3
EET-95	1.75	1.06	24.89	12.74	21,4
PA-167	2.10	1.33	26.02	12.99	18,8
Pandora-3	2.64	1.46	27.78	14.58	17,6
Rosario-9	2.87	1.70	22.87	11.47	14,0
ICS-98	1.85	0.95	23.14	12.15	28,5
TSH-565	2.65	1.41	27.27	13.16	15,4
PA-150	1.86	1.26	26.75	12.12	18,0
PA-310	2.04	1.33	24.82	13.10	19,3
SCA-6	1.29	0.88	21.46	11.38	29,9
NA-33	1.77	1.24	22.08	12.07	19,2
IMC-51	1.25	0.84	20.29	10.94	23,3
NA-727	1.73	1.01	23.00	12.03	22,5
Promedio	2.25	1.34	26.00	13.43	
Desav. Est.	0.60	0.31	3.01	1.69	
Cv	26.70	23.10	11.90	12.60	

PSF=Peso de semilla fresco PSS=Peso de semilla seca L: longitud A: ancho IM: índice de mazorca

4.2. Del análisis de conglomerados

En la Figura 6, se muestra los caracteres morfológicos cualitativos que exhiben los clones agrupados por su semejanza en cinco conglomerados principales, a una distancia taxonómica arbitraria de 17.63, según el método de ligamiento promedio.

El Grupo I esta formado únicamente por el clon Catongo-4. Este clon no presenta antocianina en ningún verticilo floral, con forma de fruto esférico, constricción basal ausente, ápice obtuso, sin rugosidad en la superficie del fruto, con surcos primarios superficiales; las semillas en sección longitudinal de forma fusiforme y aplanada en sección transversal, con cotiledones frescos de color blanco. Este clon pertenece al grupo de los Forasteros del Bajo Amazonas.

El Grupo II, también incluye solamente al clon ICS-98. Este clon presenta antocianina en el pedúnculo floral y en la parte superior e inferior del ovario; ausencia de antocianina en el filamento estaminal y lígula del pétalo, con forma de fruto elíptico, constricción basal ligera, ápice agudo, rugosidad intermedia; con las semillas en sección longitudinal de forma elíptica y en sección transversal de forma intermedia, con cotiledones frescos de color morado. Este clon pertenece al grupo de los Trinitarios.

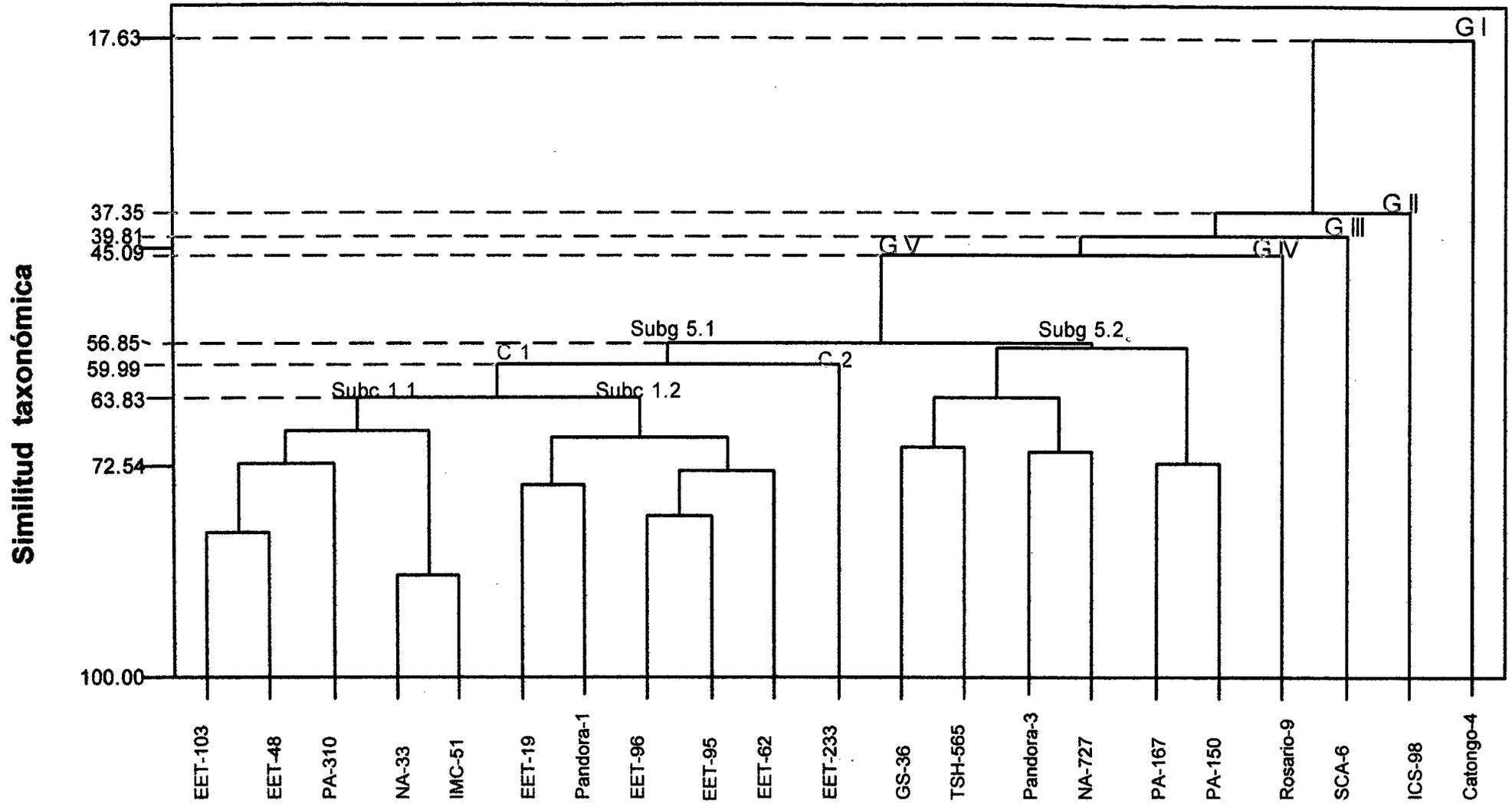


Figura 6. Dendrograma de caracteres cualitativos de 21 clones de la Colección introducida-B de cacao del Banco de germoplasma de cacao de la UNAS.

En el Grupo III solamente está incluido el clon SCA-6. Este clon no presenta antocianina en ningún órgano floral, con forma de fruto elíptico, de constricción basal ligera, ápice agudo, con ligera rugosidad en la superficie del fruto, con disposición de lomos equidistantes, de semillas en forma longitudinal elíptica e intermedia en sección transversal, con cotiledones frescos de color morado. Este clon pertenece al grupo de los Forasteros del Alto Amazonas.

El Grupo IV, también está formado únicamente por el clon Rosario-9. Este clon presenta el pedúnculo floral verde con pigmentación, antocianina en la parte superior del ovario; sin presencia de antocianina en la lígula del pétalo y en el filamento estaminal, autoincompatible; forma de fruto elíptico, constricción basal intermedia, ápice agudo, rugosidad intermedia, con las semillas en sección longitudinal de forma elíptica y redondeada en sección transversal, con cotiledones frescos de color morados. Este clon es un trinitario que fue introducido de Manizales, Colombia.

En cambio, en Grupo V, está formado por 17 clones (UTOS), que a la vez se subdivide en dos grupos: el subgrupo 5.1 con 11 clones (UTOS), y el subgrupo 5.2 con 6 clones (UTOS). Asimismo, el grupo 5.1 se subdivide a la vez en 2 conjuntos; C1 y C2. El primer conjunto (C1) se divide en dos subconjuntos: subconjunto 1.1 y el subconjunto 1.2. El primer subconjunto (subc.1.1), está formado por 5 clones: EET-103, EET-48, PA-310, NA-33 e IMC-51, los cuales presentan antocianina en el pedúnculo floral (rojizo) y en el filamento estaminal, son autoincompatibles, con forma de fruto elíptico, ápice

obtuso, sin antocianina en los lomos del fruto inmaduro, con forma de semilla en sección longitudinal elíptica a excepción del EET-48 que tienen la forma ovada. El segundo subconjunto (subc.1.2) esta formado por 5 clones: EET-19, Pandora-1, EET-96, EET-95 y EET-62. Estos clones no presentan antocianina en la lígula del pétalo a excepción del clon EET-19, con profundidad de surcos primarios intermedio; con las semillas en sección longitudinal de forma ovada y en sección transversal de forma intermedia. En el subconjunto 1.1, los clones EET-103, EET-48, son de procedencia ecuatoriana y los clones PA-310, NA-33, IMC-51, proceden de Perú. En cambio para el caso del subconjunto 1.2 todos los clones son de procedencia ecuatoriana

El segundo conjunto (C2) esta formado por una UTO aislada, el clon EET-233. Este clon presenta forma de fruto ovada, con ápice redondeado, con un similitud taxonómica de 59.99 aproximadamente. Este clon es de un grupo genético desconocida, aunque se indica que proviene de Venezuela.

El subgrupo 5.2 esta formado por 6 clones: GS-36, TSH-565, Pandora-3, NA-727, PA-167 y PA-150; que se encuentran a una distancia arbitraria de 70.97 aproximadamente. Estos clones no presentan antocianina en la parte inferior del ovario, son autoincompatibles, con forma de fruto elíptico, con rugosidad intermedia y disposición de un par de lomos pareado, con profundidad de surcos intermedio; presentan antocianina en los lomos del fruto inmaduro.

V. DISCUSIÓN

5.1. De los caracteres morfológicos

5.1.1. De los caracteres cualitativos

Con respecto a los descriptores cualitativos de flores se observa que el carácter antocianina en el pedúnculo floral, varía desde rojizo, rojizo con pigmentación a verde. Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por ENRÍQUEZ y SORIA, 1967 quienes reportan que el color del pedúnculo floral para el clone SCA-6 es de color verde, así mismo para los demás caracteres referidos a flores para el caso de los clones nacionales (EET) los resultados coinciden con lo reportado por el CATIE en el "Catálogo Internacional de Cacao" a excepción del clon EET-233 esto debido a que este clon es proveniente de Venezuela y al ser introducido a Ecuador se le dio la denominación de EET, citado por IBPGR, 1981.

Para el caso de los clones que son de Perú, que son denominados criollos de nuestro país, mayormente presentan de poco a ninguna pigmentación; que es coincidente con los resultados obtenidos en el estudio; por otro lado los clones trinitarios que de manera general se reporta que presentan pigmentación de poco a bien pigmentado (ANECACAO, 2006)

Con respecto al carácter antocianina en el filamento estaminal, más del 50% de los clones presentaron antocianina lo cual indicaría que estos clones

se encuentran compartiendo genes similares, la presencia de antocianina en el filamento estaminal puede ser debido a que estos clones provienen de un cruce con clones criollo o en todo caso forastero, tal como lo reporta ANECACAO, 2006

En tanto que el carácter antocianina en la parte superior e inferior del ovario, los clones que presentan este carácter fueron el clon GS-36, Rosario-9 y TSH-565, esto debido a que son clones trinitarios, o que provienen del cruce con algún trinitario, y se puede asumir que estos clones a pesar de ser de diferente procedencia geográfica, se encuentran compartiendo genes en común. De igual manera para el clon ICS-98 que según las características que presenta nos indica que es un clon trinitario. Y con respecto a los demás clones que no presentaron antocianina, se puede asumir que estos clones tienen genes en común y que probablemente procederían de un cruce con Criollo.

En cuanto al descriptor fisiológico de compatibilidad e incompatibilidad, observamos que todos los clones compatibles no mostraron ser completamente autocompatibles, como por ejemplo, el clon EET-19, Catongo-4, EET-96, Pandora-1, EET-95 e ICS-98; en cuanto a los clones autoincompatibles tan solo muestran de 20 a 40% de compatibilidad.

En cuanto a la forma de fruto, de los clones estudiados la mayoría resultaron ser de forma elíptica, a excepción de 2 clones (EET-233 y Catongo-4). Esto se debe a que por ejemplo con respecto a los clones EET que son

denominados nacionales procedentes de la costa de Ecuador, estos se encuentran compartiendo genes iguales que provengan de ancestros muy cercanos, con respecto al clon Pandora 1 y 3 a pesar de ser de procedencia geográfica diferente, también se encuentran compartiendo genes con los clones nacionales que salen a la vista con este carácter. De igual manera los clones PA, NA e IMC y los clones trinitarios (TSH e ICS) presentan esta similitud, de lo cual se puede suponer que compartan genes similares. Con excepción de los clones EET-233 y Catongo-4 que presentaron forma abovada y esférica respectivamente, nos hace suponer su procedencia geográfica y genética, ya que el clon EET-233 proviene de Venezuela y su descendencia genética es muy distinta a los otros EET, y para el caso del clon Catongo-4 esto se explicaría debido a su procedencia genética ya que es un clon mutante.

Con respecto a la constricción basal solamente el clon Catongo-4 no presento este carácter; los demás clones presentaron constricción basal de ligera a intermedia. Estas características son propias de los clones forasteros amazónicos y los clones trinitarios generalmente van desde ligero a fuerte; pero en los clones estudiados se mostró un grado de ligero a intermedio.

Referido a la forma del ápice del fruto se observa una amplia variabilidad que van desde ápices redondeados, agudos, obtusos y atenuados, siendo los más notorios el tipo de ápice obtuso. Esto se debe a las distintas procedencias geográficas y a que pertenecen a distintos grupos que por ende son de procedencia genética distinta.

Con relación a la rugosidad de la superficie del fruto, se observó una variación desde ligero a intermedio, ya que se trata de un carácter típico de los trinitarios y criollos. Con excepción del clon Catongo-4 que no mostró rugosidad. En cuanto a la disposición de un par de lomos no se mostró variabilidad en los clones teniendo los lomos pareados a excepción del clon SCA-6 que mostró lomos equidistantes, y la profundidad de surcos fue intermedia en todos los clones a excepción del clon Catongo-4 que mostró surcos superficiales, esto se debe a la procedencia genética del clon.

Con respecto a la forma de semilla en sección longitudinal, se observa las formas típicas en cacao (elíptica y ovada); a excepción del clon Catongo-4 que presenta la forma irregular muy semejante a la fusiforme y fusiforme tanto en los clones forastero y trinitarios a excepción del clon que es de procedencia criollo, pero que no tiene las características de un criollo debido a que genéticamente fue obtenido de una mutación, teniendo así el clon Castongo-4 la forma fusiforme. Para el carácter forma de semilla en sección transversal, presentaron las formas intermedia y aplanada mayormente, según Palma y Villalobos mencionan que el carácter aplanado de las semillas de cacao parece estar relacionado en cierto grado con el porcentaje de haploidia que ocurre en baja frecuencia.

5.1.2. De los caracteres cuantitativos

Con relación a lo caracteres cuantitativos presentados en el cuadro 3, se aprecia que existen diferencias entre longitud del sépalo, existiendo clones con sépalos grandes (>10 mm) tales como el EET-96, EET-62 y TSH-565; y los demás clones con sépalos medianos (7-9.9 mm). Estas diferencias son atribuibles a la naturaleza genética de cada clon en interacción con el medio ambiente. Con respecto al ancho de sépalos, longitud y ancho de pétalos, longitud y ancho de ovario y longitud de estilo existe cierta variabilidad entre los clones en estudio, se puede atribuir a razones no genéticas, como la edad de la planta estado nutricional época de observación instrumentos de medición y el efecto ambiental.

En lo que se refiere al número de óvulos por ovario se encontró valores muy cercanos a los encontrados en Costa Rica. Más del 50% de los clones serían calificados como regulares a altos ya que superan a los 45 óvulos por ovario, teniendo al clon EET-62 con 68 óvulos por ovario en promedio. Pound (1932), indica que el número de óvulos por ovario es un carácter muy estable y altamente heredable, Los clones con valores altos en éste carácter los haría deseables como progenitores para programas de mejoramiento por su alto potencial de rendimiento.

Para el carácter peso de fruto existen diferencias entre los clones en estudio esto debido a la influencia del medio ambiente y otros factores ya

mencionados anteriormente. En cuanto a la longitud del fruto los clones ICS-98 y TSH-565 fueron de tamaño grande (>20 cm), encontrándose los demás clones en un rango considerable que va desde 14.5cm hasta 21.16 cm, y únicamente el clon Catongo-4 fue de tamaño pequeño (<15 cm). Este carácter es dependiente de la constitución genética de cada clon y de su interacción con el medio ambiente. En cuanto al diámetro esta diferencia no fue tan pronunciada. Con respecto al grosor de cáscara se mostró una variabilidad genética moderada estando sus coeficientes de variabilidad entre bueno. La calificación en cuanto al grosor de cáscara fue de delgada a ligera estando de 8.00-13.26 mm en los diferentes clones evaluados. El mayor o menor espesor de cáscara es atribuible a su constitución genética en estrecha interacción con el medio ambiente ya que se trata de características cuantitativas de herencia poligénica.

Con relación al número de semillas por fruto fue notoria la variabilidad entre y dentro de los clones estudiados. Este comportamiento es frecuente, debido a que este carácter es fuertemente afectado por el medio ambiente y por la eficiencia de los polinizadores naturales, el cual trae consigo una alta variabilidad y menos confiable cuando se usa muestras pequeñas comparando con el número de óvulos por ovario que si es un carácter muy estable y que si puede ser usado como un criterio de selección en lugar del número de semillas para mejorar el rendimiento.

Respecto al tamaño y peso de la semilla los clones EET-19, EET-62 y Rosario-9 resultarían ser promisorios como progenitores para programas de

hibridación ya que este carácter es altamente heredable (89%). Con respecto a los valores de longitud y ancho de semilla en todos los clones se presentaron valores muy cercanos.

5.2. Del análisis de conglomerados

Del análisis de conglomerados de 16 caracteres morfológicos cualitativos de 21 clones (UTOS) de la Colección Introducida-B, los discrimino en dos grupos: Grupo I Y Grupo II, a un nivel de similitud taxonómica de 17.63 aproximadamente.

El Grupo I, esta formado por el clon Catongo-4 (UTO-4). Es un clon mutante del grupo forastero del bajo amazonas, cuyo gen además de impedir la síntesis de pigmento en el cotiledón, también evita la formación de pigmentos en los demás verticilos florales (efecto pleiotrópico), sus características morfológicas no coinciden con otros clones forasteros, ni mucho menos con otros de origen genético híbrido o de progenie desconocida. Este grupo aislado se debe fundamentalmente al origen proceso evolutivo sui generis. Esto se corrobora por los caracteres morfológicos para el clon CATONGO, que reporta GARCIA, 2007. Además, posee poca similitud taxonómica (aprox. 17.63), que lo separa de los demás clones.

El Grupo II esta formado por el clon ICS-98 (UTO-14), Es un clon híbrido perteneciente al grupo de los clones Trinitarios, proveniente de

Manizales – Colombia, pero su origen geográfico es de Trinidad, se encuentra aislado de los otros clones trinitarios como el TSH y GS, teniendo una similitud taxonómica de 37.35 aproximadamente Grupo III, esta formado por el clon SCA-6 (UTO-18). Este clon pertenece al grupo de los Forasteros del Alto Amazonas, fue colectado en una hacienda del Ucayali (Perú). Se encuentra aislado de los demás clones que pertenecen al grupo Nacional, Trinitarios; a pesar que pertenece al grupo Forastero amazónico en la que se encuentran los IMC, NA, PA, teniendo una similitud taxonómica con el resto de clones de 39.81 aproximadamente.

El Grupo IV esta formado por el clon Rosario-9 (UTO-13). Este clon pertenece probablemente al grupo de cacao criollo, procedente de Centro América-México, fue introducido de Manizales- Colombia, teniendo una similitud de 45.09 aprox. Al no encontrarse taxonómicamente muy lejos de clon SCA-6, podría suponerse que sería un clon derivado de algún progenitor forastero amazónico que heredó algunos genes de este clon. Por otro lado, el clon Rosario-9, tiene una baja similitud con respecto a los demás clones estudiados.

El Grupo V, esta formado por los clones: IMC-51, NA-33, PA-310, EET-48 y EET-103 que son de distinta procedencia. Para el caso de los clones IMC-51 y NA-33, que fueron colectados en lugares cercanos geográficamente, de la amazonia peruana (rió Nanay-Iquitos), muestran una similitud taxonómica de 90.0 aproximadamente. Esta mayor similitud se podría atribuir a que estos dos

clones compartan muchos genes comunes procedentes de ancestros muy relacionados genéticamente y que estarían expresando un alto grado de heredabilidad. Esta hipótesis sería análoga a los clones EET-48 y EET-103 que están formando parte del conglomerado; mientras que el clon PA-310, que fue colectado en la cuenca del río Parinari, tiene una similitud menor a los clones anteriores con 70.54 aproximadamente, lo cual nos indicaría que este clon a pesar de ser un Forastero del Alto Amazonas, por su procedencia geográfica y su proceso evolutivo, posee otros genes disímiles a los clones NA e IMC; no obstante, compartirían algunos genes similares con respecto a los clones ecuatorianos teniendo entre ellos una similitud de 81.56 aproximadamente.

AYALA y KIGER (1984), sostiene que la especiación geográfica de las poblaciones vegetales en un proceso de separación gradual por el agua (curso de un río), una vez establecida esta nueva población separada geográficamente, empiezan a adaptarse a las condiciones locales y, por tanto se diferencian genéticamente. También en este grupo encontramos en un conglomerado a los clones: EET-62, EET-95 y EET-96, con una similitud de 74 aproximadamente, se podría afirmar que entre estos clones habría una fuerte relación genética, pues pertenecen al mismo grupo taxonómico (Nacional, de sabor arriba), Si bien el clon EET-95 procede de Tenguel y el EET-96 procede de el Porvenir, son dos zonas cercanas de la misma provincia de Bolívar, (ANECACAO, 2006), es posible que estos clones sean hermanos completos o que tienen algún progenitor en común. Además, se puede afirmar que estos

clones han seguido rutas evolutivas distintas y sujetos a efectos ambientales no muy distintos.

Por otro lado, observamos que el clon EET-233, se encuentra aislado del resto de clones de este grupo, lo que se podría atribuir a que este clon, si bien tiene la denominación EET, no pertenece al grupo germoplásmicos nacional, de sabor arriba, puesto que proviene de Venezuela y se desconoce sus progenitores. Es probable que provenga del cruce de un Forastero con un Trinitario y que debido a la actividad antropica y a través del tiempo prolongado de la progenie de este árbol seleccionado, pudo haberse recombinado a través del flujo génico, dando un valor de similitud taxonómica de 59.99 aproximadamente, que explicaría sus diferencias fenotípicas.

Igualmente en el conglomerado formado por los clones: PA-150, PA-167, NA-727, Pandora-3, TSH-565 y GS-36, son clones de distinta procedencia; mientras que para los dos primeros clones (PA-150, PA-167) que provienen de las riberas del río Parinari-Perú, se puede asumir que estos clones se encuentren compartiendo ancestros comunes y sean hermanos completos ya que muestran características muy semejantes (similitud taxonómica de 73 aprox.). Para el caso de los clones NA-727 y Pandora-3, a pesar de que son de distinta procedencia, estos dos clones se encuentran compartiendo características comunes, teniendo una similitud taxonómica de 72.54 aproximadamente. También se da el caso de que los clones TSH-565 y GS-36, que se muestran muy similares fenotípicamente, se debe a que son clones con

origen genético en las Antillas (Trinidad y Grenada, respectivamente). Estos clones al compartir algunos genes en común nos inducirían a pensar que tendrían algún progenitor común o relacionado genéticamente a alguno de los progenitores que dieron origen a estos clones.

SANCHEZ - MONGE, (1971), indican que los cambios adaptativos dan lugar a una mayor diversidad y complejidad en la morfología y fisiología de los organismos y también en las interacciones entre las poblaciones y ambiente. Agrega también, que los cambios evolutivos se dan como pequeñas alteraciones en tamaño, forma, etc., más que por la sustitución de alelos con efectos morfofisiológicos grandes.

VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Las características morfológicas cualitativas de la colección introducida – B, muestran una baja a moderada variación fenotípica.
- Las características morfológicas cuantitativas de la colección introducida – B, muestran una moderada a alta variación fenotípica.
- El análisis de conglomerados para los caracteres cualitativos determinó la existencia de cinco grupos taxonómicos o conglomerados (I-V) y dos subconglomerados. Los clones Catongo-4, ICS-98, SCA-6 y Rosario-9; están muy separados entre sí y con el resto de los clones estudiados.
- En el análisis de conglomerados también se determinó la existencia de de dos subgrupos en el grupo V. Encontrándose a los clones EET-10, EET-48, PA-150, NA-33, IMC-51, Pandora-1, EET-96, EET-95, EET-62, EET-233, GS-36, TSH-565, Pandora-3, NA-727 y PA-167, muy similares entre si, compartiendo un grado de similitud mayor de 60 , pero a su vez estos clones se encuentran separados de los clones que conforman los cuatro primeros conglomerados únicos.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar estudios taxonómicos utilizando marcadores moleculares para una mejor evaluación de la diversidad genética para todas las colecciones del Banco de Germoplasma de Cacao-UNAS.

Documentar en una base de datos computarizada los caracteres morfológicos (cualitativos y cuantitativos) de la colección Introducida- B y, de las otras colecciones.

Con fines de mejoramiento genético se recomienda realizar evaluaciones agroindustriales de la colección introducida-B del Banco de germoplasma de cacao de la UNAS.

VIII. RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar y evaluar el germoplasma de cacao de la colección Introducida-B, así como, determinar las relaciones de similitud fenotípica a través del análisis de conglomerados, se realizó el siguiente estudio en el Banco de germoplasma de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en Tingo María. El material genético estuvo constituido por 21 clones y fueron estudiados 16 caracteres cualitativos y 17 caracteres cuantitativos utilizándose descriptores estándar del IBPGR, tanto para flores, mazorcas y semillas. Los datos obtenidos se procesaron utilizando estadísticos de tendencia central y de dispersión y el análisis de conglomerados.

La caracterización morfológica mostró variación fenotípica de baja a moderada mientras que los caracteres cuantitativos, fueron relativamente altos. Los clones promisorios que tuvieron superiores peso secos de semilla, e inferiores índices de mazorca fueron: EET-19 (13.7), Rosario-9 (14.0), EET-62 (14.5) y TSH-565 (15.4). Los resultados del análisis de conglomerado mostraron la existencia de cinco grupos conglomerados (del I al V) y dos subconglomerados. Los clones Catongo-4, ICS-98, SCA-6 y Rosario-9, están muy separados entre sí y con los clones restantes. Dentro de los dos subgrupos del grupo V, existen tres conglomerados que forman el clon NA-33 con IMC-51; EET-48 con EET-103; y, EET-95 con EET-96, los cuales se encuentran compartiendo un mayor grado de similitud (80% aprox.) con respecto a los demás clones.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ALCAZAR, F. 1988. Evaluación de 120 accesiones de germoplasma de maní (*Arachis hypogea* L.) del programa de Leguminosas y Oleaginosas de la UNALM en la Costa Central de Perú. Tesis Ing. Agrónomo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Lima-Perú. 78 p.
2. ANECACAO, 2006. Manual del cultivo de cacao. Guayaquil-Ecuador. 2-3, 13-14 p.
3. INTERNATIONAL BOARD PLAN GENETIC RESOURCES, 1981. Genetic resources of cocoa. IBPGR working group on genetics of cocoa. IBPGR secretariat. Rome, Italy, 25 p.
4. BARTRA, R. T. E. 1993. "Caracterización botánico-agronómico ex situ de clones de Cacao (*Theobroma cacao* L.) colectados en la cuenca del rio Huallaga. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María-Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 50-55 p.
5. BENITO, S. J. A. 1991. Tecnificación del cacao en la amazonia peruana. Fundación para el desarrollo de la amazonia peruana (FUNDEAGRO). Lima, Perú. 156 p.

6. CACAO-SIAN, 2000. Cacao. *en línea* (www.cacao.sian.info.ve/memorias).
26/06/2006.
7. CRISCI, J.V. y F. LOPEZ. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington D.C., OEA. Monografía No. 26. Serie de Biología, 110 p.
8. DE CASTRO, G. T. C. DE; B. G. D. BARTLEY, G. 1983. Caracterizado dos recursos genéticos de cacaueiro. holha, fruto e semente de selecciones de Bahía dos series SIC e SIAL. *Theobroma* (B) 13 (3): 263-273.
9. DELGADO DE LA FLOR, F. y SANCHEZ H, 1981. Genética Avanzada. Perú, C. P. I. A. La Molina. Cap. 17.p 12
10. ENGELS, M. M.; D. B. BARTLEY G. y ENRIQUEZ. 1980. Cacao descriptors, their stats and modus operandi, Turrialba (CR). 30 (2): Pp. 209-218.
11. ENRIQUEZ, G.A. y J. SORIA. 1967. Selección y estudio de los caracteres útiles de la flor para la identificación y descripción de cultivares de cacao. *Cacao* (Costa Rica) 12, Pp: 8-16

12. ENRIQUEZ, G.A; S. QUIROZ y O. LOPEZ. 1987. Caracterización y relación fitogenética de frutos y almendras de cacao de cultivares de la colección de Turrialba, Costa Rica. Anales de la 10ª Conferencia Internacional de Investigación en Cacao.25p.
13. ESKES, A. B. 1999. Working procedures and recording sheets for the CFC/CCO/IPGRI Project.21p.
14. GARCIA, C. L. F. 2000. Recursos genéticos y mejoramiento de cacao. Contradrogas. Lima – Perú. 18p.
15. GUERRERO, C. J. 2005. “Estudio taxonómico intra específico de 48 genotipos de Cacao (*Theobroma cacao* L.) de la Colección Ucayali-Urubamba” de la UNAS en la Selva Central de Perú. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María-Perú. 75-76 p.
16. GONDAR NORES, J. E. 2000. Análisis Clúster. *en línea* (www.Estadistico.com./crets.html). 20/07/2006.
17. HUAMAN, C. y ARBIZU, C. 1981. Principios y métodos taxonómicos de curso internacional: Colección, evaluación y utilización de recursos genéticos. UNA, La Molina, Lima, Perú. 64p.

18. INTERNATIONAL BOARD PLANT GENETIC RESOURCES, 1981.
Genetic resources of cocoa. IBPGR working group on genetics of cocoa. IBPGR secretariat. Rome, Italy, 25 p.
19. LACHENAUD, Ph. 1997. Genetic/Taxonomic structuring of the *Theobroma cacao* L species - fresh hypothesis. In: *INGENIC Newsletter* 3, Pp:10-11
20. LENNIS, J.; A. ALVARADO y R. VERA. 1991. Clasificación morfológica de 23 cultivares de *Manihot esculenta* Crantz. del subtrópico húmedo boliviano. *Turrialba*, vol. 41, No. 2. Pp:258-265
21. LEON, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales IICA, San José, Costa Rica, Pp 375-384.
22. LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. IIC. San José, Costa Rica. 445p.
23. LOPEZ DE CASTILLA, C., y PORRAS CERRON, J. C. 2002. Análisis multivariado con Minitab. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. Pp. 35-41.

24. PIÑAN R. A., 1993 Caracterización botánico agronómico exsitu de 12 clones Internacionales de Cacao. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú. Pp.50-100.
25. SANCHES – MONGE, y PARELLADA. 1971. Diccionario de genética. Ed. Revolucionaria. Instituto Cubano del libro. La Habana-Cuba.165p.
26. SNEATH, P. H. A. y SOKAL, R. R. 1973. Numerical taxonomy: the principle and practice of numerical classification, freeman, San Francisco. USA, 573p.
27. SORIA, J. V. 1987. Informes sobre los hallazgos de plantas de cacao silvestres en la amazonia y cacao criollo en Latinoamérica y México. I foro Intern. Cacao. FUPAD. San José. Costa Rica. Pp. 1-10.
28. UNCTAD, 2003. Informes de mercados sobre los productos básicos. *en línea*, (www.unctad.org/infocomm/espanol/cacao/mercado.htm). 19/06/2006.
29. VAN HALL, CX. J. 1932. Cacao. 2ª Ed. Macmillan, London. United Kingdon.42 p.
30. WOOD, G. A. R. 1982. Cacao. ED. Continental. S.A. México, 363p.

X. ANEXO

Cuadro 7. Compatibilidad genética.

CLON	Nº flores polinizadas	Flores prendidas			%Prendimiento	Compatibilidad
		3º DIA	10º DIA	14º DIA		
EET-103	10	3	3	3	30	AI
GS-36	10	5	3	3	30	AI
EET-19	10	6	6	6	60	AC
CATONGO-4	10	5	5	5	50	AC
EET-96	10	6	6	5	50	AC
EET-48	10	5	4	3	30	AI
EET-62a	10	2	2	2	20	AI
PANDORA-1	10	5	5	5	50	AC
EET-233	10	6	5	3	30	AI
EET-95	10	6	6	6	60	AC
PA-167	10	3	3	2	20	AI
PANDORA-3	10	4	2	2	20	AI
EET-62b	10	4	3	3	30	AI
ROSARIO	10	6	5	5	50	AC
ICS-98	10	4	4	4	40	AI
TSH-565	10	2	2	2	20	AI
PA-150	10	4	3	3	30	AI
PA-310	10	4	4	3	30	AI
SCA-6	10	6	4	3	30	AI
NA-33	10	5	4	2	20	AI
IMC-51	10	4	4	3	30	AI
NA-727	10	4	3	2	20	AI

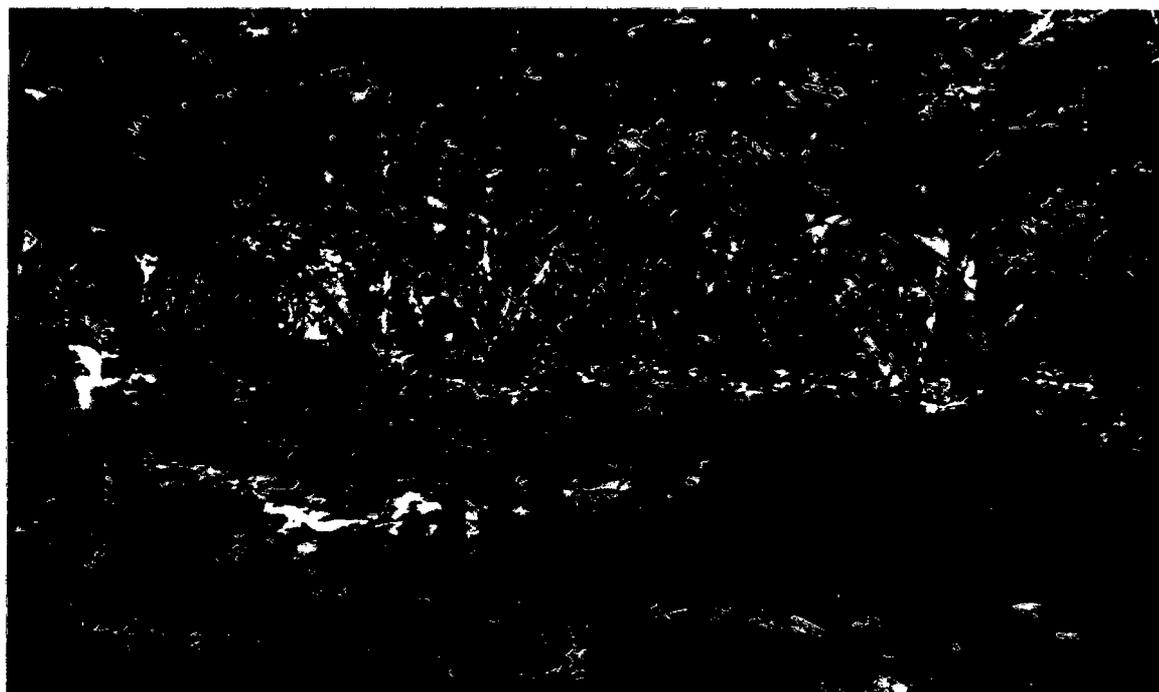


Figura 7. Parcela de evaluación



Figura 8. Evaluación de frutos en el laboratorio de semillas



Figura 9. Polinización manual controlada para determinar la compatibilidad genética