

## **CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DEL CACAO NACIONAL DE ECUADOR**



# CARACTERIZACION FENOTIPICA DEL CACAO NACIONAL DE ECUADOR

Ing. James Quiroz V. \*

Dr. Jorge Soria V. \*\*

## I. INTRODUCCION

A partir de 1890 con la introducción de un cacao tipo Trinitario conocido como Venezolano, que se popularizó por su mayor productividad y tolerancia a enfermedades, se inició la sustitución parcial de la variedad local por la importada y por híbridos naturales entre ésta y la variedad nacional. Hasta principios del siglo, el cacao cultivado y exportado por el Ecuador provenía de la variedad "Nacional", fuente de los granos de aroma, conocida en el mercado internacional como "Arriba".

Este proceso de sustitución de cacaotales se aceleró a partir de la segunda época de este siglo, con la aparición de las enfermedades Escoba de bruja (*Crinipellis perniciososa*) y Monilia (*Moniliophthora roreri*) a partir de la segunda década de este siglo.

El uso de semillas seleccionadas para las nuevas plantaciones por parte de los agricultores, ha dado origen a una actual población predominante de cacao híbrido Nacional por Trinitario y la casi desaparición de la variedad que dió al Ecuador un mercado especial por su aroma y sabor exclusivo.

El país ha reconocido la necesidad de mantener su mercado de cacao fino, por lo cual se ha considerado prioritario conservar, mejorar y multiplicar, germoplasma de cacao Nacional.

Por estos antecedentes, se consideró necesario realizar estudios de una caracterización fenológica e izoenzimática de la variedad "Nacional", lo cual permitirá, identificar, preservar y propagar este material tan importante por su calidad y aroma.

La identificación, selección y colección de individuos que representen la variedad Nacional permitirá dar el apoyo necesario para seleccionar genotipos adecuados para utilizarlos en programas de mejoramiento.

Contando en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, con una colección de materiales de origen "Nacional" y la existencia, en varias localidades del Litoral ecuatoriano, de plantaciones con árboles muy viejos (80-100 años) de la variedad original, se planificó el presente trabajo que tuvo como objetivos:

- a) Caracterizar y describir fenotípicamente la variedad "Nacional".
- b) Estudiar las posibles relaciones fitogenéticas de las poblaciones de Nacional orientadas a seleccionar árboles promisorios para uso en mejoramiento.

---

\* Asistente Técnico Programa Cacao, Casilla No. 24, Quevedo—Ecuador.

\*\* Director Técnico de la Fundación IDEA, Casilla No. 854, Quito—Ecuador.

## II. REVISION DE LITERATURA

### a) El Cacao Nacional

Los primeros estudios sobre la descripción morfológica del cacao Nacional fueron hechos por Fowler (1952), quien describe las características del árbol, de los frutos y las semillas.

Cheesman (1944) y Soria (1966, 1970), concuerdan que el cacao Nacional se ubica dentro del grupo de los Forasteros Amazónicos, basados en su aparente relación taxonómica con los cacaos nativos del sistema fluvial del alto Amazonas que bordea los Andes, con mazorcas amelonadas, grandes, con ligero estrangulamiento en el cuello, semillas gruesas y cotiledón claro.

Nosti (1953), indica que el cacao cultivado predominante en Ecuador conocido como "Arriba" forma una especie de transición a los criollos, ya que su drupa es grande y está más profundamente surcada, es rugosa y en la base ligeramente estrangulada, grano más redondo y de planta vigorosa pero susceptible a *Crinipellis pernicioso* (Escoba de Bruja) y *Monilia rozeri* (Monilia).

Por otro lado, Enríquez (1990, 1992) menciona que entre los países que aún cultivan con éxito cacao tipo "Criollo" en América está Ecuador (variedad Nacional o Arriba) indicando además que el tipo de mazorca, forma de semilla, color, tiempo de fermentación de un día, calidad y aroma especial, no son similares a los Forasteros.

### b) Caracterización de Cultivares

La poca información detallada respecto a la variedad Nacional conlleva a la necesidad de describir las características que lo identifican y sus relaciones entre poblaciones de la misma variedad y con otras variedades.

Enríquez y Soria (1967), y Engels (1981), estudiaron las características útiles de la flor para utilizarlas como descriptores y encontraron diferencias marcadas entre cultivares que provienen de poblaciones diferentes, determinando la importancia de este órgano para la diferenciación de materiales genéticos.

Al caracterizar clones de las series SIC y SIAL de Brasil, Castro y Bartley (1983), constataron que la flor poseía características peculiares entre las que se destacaban el largo y ancho del ovario que servía para diferenciar clones entre sí.

Ostendorf (1957) y, Soria y Enríquez (1966), al estudiar la variabilidad de las características de las mazorcas, identificaron las características descriptivas más importantes.

Enríquez (1966) y, Soria y Enríquez (1967), al estudiar algunas características cuantitativas de la mazorca, entre ellos el largo y el ancho (diámetro), determinaron que el tamaño de muestra apropiado para la descripción era de 37 y 20 mazorcas, respectivamente y 18 para la relación largo/ancho. Indicaron además que estos caracteres son válidos para definir cultivares, puesto que es una expresión indirecta de la forma general de la mazorca que con una calificación adicional del cuello, la punta y una estimación del color se tiene una descripción adecuada de la

mazorca, estableciendo las diferenciaciones entre Angoleta, Cundeamor, Amelonado y Calabacillo.

Posteriormente, Engels, Bartley y Enríquez (1980) encontraron que el tamaño de muestra para las características del largo y diámetro del fruto son: 40 y 20 mazorcas en su orden. Por otro lado, la International Board For Plant Genetic Resources (IBPGR 1981) recomienda 35 frutos como el tamaño de muestra adecuado, además este tamaño puede ser utilizado para evaluar el peso de la mazorca entera. Las diferencias en tamaño de muestra reportados para estos caracteres es insignificante. Informan además que el espesor de la cáscara de la mazorca también es un buen carácter descriptivo, pero para utilizarlo hay que tener material homogéneo de una madurez muy parecida, ya que mientras más madura está tiende a disminuir. El color del fruto inmaduro, la forma y rugosidad son características útiles como diferenciadores, pero con el color hay que tener precaución, ya que es un carácter influenciado por la exposición a la luz.

Soria y Enríquez (1966) y Enríquez, Quiroz y López (1987), encontraron que algunas características de la mazorca y semillas dentro de los cultivares tienen una gran variabilidad, aunque el grupo de cultivares sea pequeño. Enríquez (1966), Enríquez y Soria (1968) señalan que las mejores características cuantitativas para caracterizar un cultivar en lo referente a las semillas son: ancho, largo, espesor, peso húmedo sin testa, peso seco sin testa, porcentaje de testa y pulpa, añadiéndole otros como forma y color.

López y Enríquez (1987), determinaron que el largo, ancho, grosor y peso seco de las almendras son características altamente heredables y gobernadas por genes dominantes y epistáticos. De acuerdo con Enríquez (1966) y Soria y Enríquez (1967), las características de la hoja a tomar en consideración son: relación largo/ancho, ángulo basal, ángulo apical y además determinan que la segunda hoja de la rama es la mejor para el muestreo. Posteriormente al tratar de describir la hoja Castro y Bartley (1983), indican que la hoja presenta pequeña variación en sus dimensiones mencionando que los clones son semejantes en cuanto a forma de limbo.

### III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se lo efectuó entre enero 1992 a febrero 1993.

#### A. LOCALIZACION Y MATERIALES

Los clones y árboles utilizados para este estudio provienen de: 1) 25 clones EET de origen Nacional, de la Colección de germoplasma del Programa de Cacao de la EETP instalada a partir de 1962 en el sector de Loma-long (Cuadro 1); 14 árboles (BCH) en la hacienda Balao Chico (Provincia del Guayas) y 16 árboles (SA) en la finca de Sebastián Arteaga (Provincia de Manabí). Se usaron además, 7 clones denominados "controles", 4 tipos venezolanos amarillos (EET-42; EET-43; EET-117 y EET-233) con características parecidas al Nacional), dos amazónicos IMC-67, Silecia; y un trinitario ICS-95 Cuadro 1), en total fueron estudiados 62 clones de origen Nacional.

La selección de los árboles de cacao Nacional en las fincas comerciales se hizo bajo los siguientes criterios:

CUADRO 1. CLONES DE ORIGEN NACIONAL UTILIZADOS PARA LA DESCRIPCION FENOLOGICA; EET-PICHILINGUE, 1992.

CLON	DENOMINACION ORIGINAL	VARIEDAD
EET-19	Tenguel-15	Nacional x Venez. Amar.
EET-20	Casa Vines-1	Nacional
EET-40	Sta. Rosa-13	Nacional x Venez. Amar.
EET-42*	Sta. Rosa-15	Venezolano Amarillo
EET-43*	Sta. Rosa-16	Venezolano Amarillo
EET-46	Sta. Rosa-26	Nacional
EET-48	Sta. Rosa-34	Nacional x Venez. Amar.
EET-53	Sta. Rosa-42	Nacional
EET-58	San Javie-5	Nacional
EET-59	San Javie-6	Nacional
EET-60	San Javie-7	Nacional
EET-62	Porvenir-7	Nacional x Venez. Amar.
EET-66	Porvenir-21	Nacional x Venez. Amar.
EET-73	San Antonio-2	Nacional
EET-76	Sta. Rosa-7	Nacional
EET-95	Tenguel-33	Nacional x Desconocido
EET-96	Porvenir-10	Nacional x Desconocido
EET-103	Tenguel-25	Nacional x Desconocido
EET-111*	ICS-95	Trinidad
EET-116*	IMC-67	Forastero amazónico
EET-117*	Tenguel 7	Venezolano Amarillo
EET-141	Sta. Lucía	Nacional
EET-153	San Francisco-3	Nacional
EET-161	Curiquingue-1	Nacional x Venez. Amar.
EET-162	Curiquingue-2	Nacional x Venez. Amar.
EET-167	Eloísa-1	Nacional
EET-173	Sta. Clara-1	Nacional
EET-187	Sta. Teresita-53	Nacional
EET-221	Tenguel-4	Nacional
EET-233*	Hiler-1	Venezolano amarillo
EET-235	San Miguel-22	Nacional x Venez. Amar.
Bahía (Brasil)	Mutación (albina)	
EET-332*	Silecia-1	Forastero amazónico

\* Clones controles

- 1) Identificación de plantaciones viejas (80–100 años) en poblaciones puras de cacao Nacional.
- 2) Selección de árboles vigorosos con indicaciones de alta producción y con menor incidencia de Escoba y Monilia.

La metodología y secuencia utilizada para las observaciones y descripciones de flores, frutos, semillas y hojas fueron las recomendadas por el CATIE, (Soria y Enríquez, 1981) y la IBPGR. (1981) para clones y árboles de cacao. El tamaño de la muestra aplicada a cada variable fue la utilizada en los catálogos anteriormente mencionados, representándose a (n) para el número de muestras.

Los datos de las diferentes características se evaluaron bajo el método de análisis conocido como "Cluster" que permite agrupar individuos por sus semejanzas generalizadas, así como mostrar las diferencias entre individuos y grupos.

## **B. CARACTERISTICAS EVALUADAS**

### **1. FLOR**

- a. Largo del sépalo (Ls). Distancia (mm) que va desde el ápice hasta el punto de unión con el receptáculo, n= 10.
- b. Ancho del sépalo (As). Distancia (mm) entre los bordes laterales en la parte más ancha, n = 20.
- c. Largo de la lígula (pétalo). Distancia (mm) desde el punto de inserción del ribete de la cogulla hasta el ápice; n = 15.
- d. Ancho de la lígula–pétalo (Al). Registrado (mm) en la parte más ancha, n = 15.
- e. Largo del Estaminoide (LE). Distancia (mm) desde el ápice, hasta la altura de encuentro con la columna estaminal, n = 6.
- f. Color de estaminoide. Se clasificaron en bien pigmentado, mediana y no pigmentado.
- g. Largo del ovario (Lo). Se midió la distancia (mm) que hay entre el punto de soldadura con el receptáculo hasta el punto de inserción del estilo (es un punto bien marcado ya que el ovario es piloso, en cambio el estilo es glabro), n = 10.
- h. Diámetro del Ovario (Do). Se consideró la mayor distancia (mm) encontrada desde los bordes del ovario, n = 10.
- i. Largo del Estilo (Le). Se tomó la distancia (mm) desde el ápice hasta el punto de inserción con el ovario, n = 10.

- j. Número de óvulos por ovario. Se procedió a contar los óvulos lóculos x lóculos del ovario y luego se los sumó,  $n = 5$ .

Para determinar la forma del sépalo y la lígula de los materiales a estudiarse se calculó la relación largo/ancho de los mismos.

## 2. HOJA

Se tomaron hojas de ramas plagiotrópicas que ocupen la segunda, tercera y cuarta posición a partir del ápice, considerando los siguientes datos a evaluar:

- a. Forma de la hoja.- De los brotes plagiotrópicos maduros se colectaron 30 hojas, en las cuales se tomaron los siguientes datos:
- b. Largo (L) (cm). La distancia desde el ápice hasta el punto de inserción del peciolo en la base del limbo,  $n = 15$ .
- c. Ancho (A) (cm). Se consideró la distancia entre las tangentes trazadas en ambos bordes laterales de la hoja paralela a la línea del largo (L),  $n = 30$ .
- d. Relación largo-ancho (L/A),  $n = 15$ .
- e. Largo desde la base hasta el punto más ancho del Limbo (LBA) (cm).
- f. Se clasificó la forma de la hoja de acuerdo a la relación L/LBA para lo cual se utilizó el siguiente cuadro:

$L/LBA \geq 2$  = óvalada

$L/LBA - 2$  = elíptica

$L/LBA < 2$  = oblonga

- g. Angulo basal: Base de la hoja,  $n = 15$ .

Se expresó en grados, refiriéndose al ángulo formado por las tangentes trazadas en los bordes del limbo y el punto de inserción del peciolo. Se clasificaron según su mayor o menor abertura.

Angulo  $90^\circ$  = aguda

Angulo  $90^\circ$  = obtusa

## 3. FRUTO

En las muestras indicadas se observaron los colores de mazorcas inmaduras y maduras. Se consideró también la forma y rugosidad de las mismas.

a.	Largo del fruto (cm)	n = 40	
b.	Diámetro del fruto (cm)	n = 20	
c.	Peso del fruto entero (g)	n = 40	
d.	Peso de la cáscara (g)	n = 20	
e.	Espesor de la cáscara Lomo (mm)	n = 40	
f.	Espesor del surco (mm)	n = 40	
g.	Número de semillas por fruto, ración semillas con desarrollo normal).	n = 20	(tomándose en conside-)

#### 4. SEMILLAS

En 20 frutos por clon o árbol seleccionado al azar, se tomó una muestra de 5 semillas con desarrollo normal por fruto donde se evaluó:

- Peso de semillas con pulpa y testa (g) n = 5
- Peso de semillas húmedas sin pulpa y testa (g) n = 5
- Peso de la pulpa y testa (g) se lo obtuvo de la diferencia obtenida entre (a) y (b)
- Peso de almendras secas se utilizó n = 5, obtenidas después del secado en la estufa a 60°C por 24 horas.
- Largo de almendra (mm)
- Ancho de almendra (mm)
- Espesor de almendra (mm)
- Forma de la semilla, se consideró la región del embrión y aspecto de la almendra.

#### IV. RESULTADOS

Mediante el análisis de "cluster" se establecieron 9 grupos de genotipos Gráfico 1. El primer grupo está conformado por 10 materiales Nacionales identificados como Balaos Chicos (BCH) y 2 Sebastián Arteaga (SA). El segundo grupo lo conforman 14 Nacionales, Sebastián Arteaga (SA) de Chone-Manabí, más EET-187 y EET-233, (híbridos Nacional x Venezolanos Amarillos). El tercer grupo lo conforman dos genotipos BCH. El cuarto grupo lo conforman 22 clones EET (Nacionales y Nacionales x Venezolanos Amarillos). El grupo 5 lo conforman EET-153 (Nacional), EET-43 (Venezolano) y EET-20 (Nacional). El grupo 6 conformado por EET-116 (IMC-67) = amazónico) y EET-40 (Nacional x Venezolano Amarillo). En el grupo 7 se encuentra solo el BCH-13 (Nacional). El grupo 8 con EET-19 (Nacional x Venezolano Amarillo) y EET-332 (Silecia 1 = Amazónico). El grupo 9 está conformado por EET-111 (ICS-95 = Trinitario).

Los promedios de las características de la flor en los 9 grupos del dendrograma, se exponen en el Cuadro 2.

DISTANCIA PROMEDIO ENTRE CLUSTERS

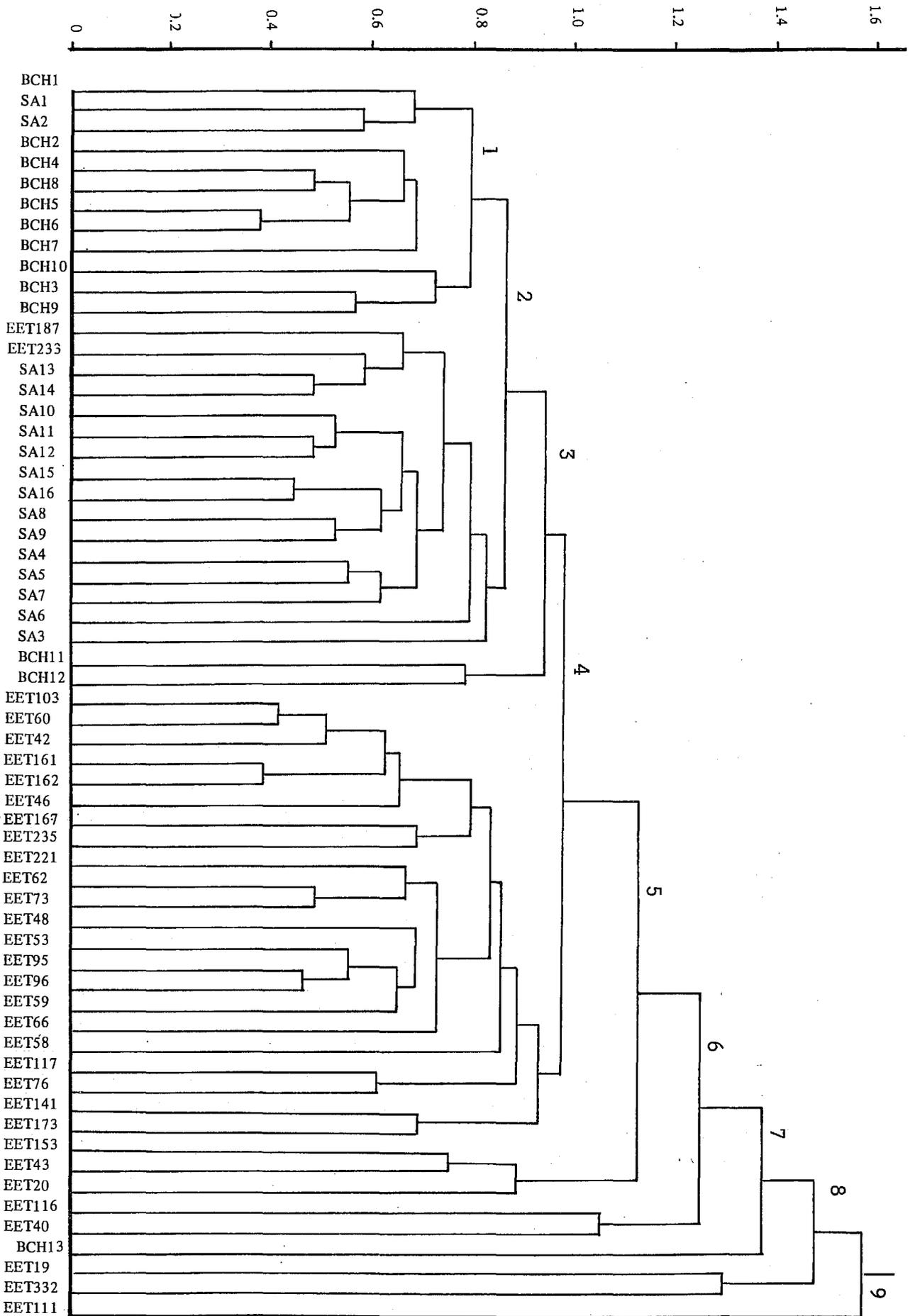


GRAFICO 1.

DENDOGRAMA DEL ANALISIS DE CONGLOMERADOS DE CACAO NACIONAL DE LAS COLECCIONES DE PICHILINGUE Y OTRAS POBLACIONES. Pichilingue 1992.

CUADRO 2. PROMEDIOS (X) DE CARACTERISTICAS DE LA FLOR ENCONTRADO EN LOS 9 GRUPOS DEL ANALISIS DE CLOUSTER. PICHILINGUE, 1992.

Grupo	Freq. 1/	Largo	Ancho	Relac.	Largo	Ancho	Relac.	Largo	Largo	Largo	Ancho	No. Ovu.	Pigmentación del Sépalo			Filamento Estaminal			Estaminoide 2/			Pedúnculo		
		Sep.	Sep.	L/A	Lig.	Lig.	L/A	Estam.	Estil.	Ovario	Ovario		Ovario	Pig.	M. Pig.	No. Pig.	Pig.	M. Pig.	No. Pig.	Pig.	Pig.	M. Pig.	No. Pig.	
1	12	8,20	2,08	3,96	5,70	2,26	2,55	5,64	2,95	1,39	1,17	1,19	49,45	0,0	0,0	100,0	61,25	38,75	0,0	100	8,75	52,50	43,75	
2	16	7,81	2,07	3,66	5,39	2,39	2,27	5,45	2,85	1,45	1,26	1,15	48,58	0,0	0,0	100,0	67,50	32,50	0,0	100	50,63	34,68	14,68	
3	2	8,57	2,08	4,03	5,70	2,24	2,57	2,27	2,98	1,48	1,15	1,29	54,60	0,0	0,0	100,0	22,50	77,50	0,0	100	60,00	25,00	15,00	
4	25	8,42	2,27	3,70	6,54	2,82	2,39	6,10	2,79	1,53	1,26	1,21	51,16	0,0	7,2	92,8	39,80	40,40	11,80	100	41,40	41,00	17,60	
5	3	8,27	2,26	3,66	5,36	2,42	2,24	5,90	2,36	1,53	1,23	1,24	50,33	0,0	98,33	1,67	66,67	0,0	33,33	100	88,33	11,66	0,00	
6	2	8,33	2,65	3,19	5,66	2,91	1,95	6,80	2,65	1,88	1,37	1,37	59,00	0,0	50,0	50,0	0,0	95,00	5,00	100	80,00	15,00	5,00	
7	1	7,82	1,62	5,27	6,09	1,97	3,12	6,18	3,22	1,52	1,19	1,27	50,60	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00	0,00	100	0,00	20,00	80,00	
8	2	8,59	2,38	3,58	5,41	2,32	2,39	5,64	2,33	1,34	1,14	1,17	43,80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00	100	0,00	20,00	80,00	
9	1	8,71	2,50	3,46	7,20	2,27	3,18	7,27	2,13	1,60	1,00	1,6	45,80	20,0	65,0	15,0	0,0	0,0	100,00	100	100,00	0,00	0,00	
	X	8,22	2,19	3,75	5,95	2,53	2,4	5,84	2,80	1,49	1,23	1,28	50,37	0,31	10,00	89,69	47,73	38,13	11,02	100,0	40,55	37,27	23,13	
	C.V.	7,07	6,59	6,37	6,57	8,26	10,78	8,19	9,64	7,74	5,89	5,25	0,0	138,31	15,42	38,91	104,51	191,64	0,0	98,09	99,40	137,47		

1/ Número de clones y árboles presentes en cada grupo.

2/ Todos los estaminoideos mostraron pigmentación.

Respecto a las características cuantitativas largo (L) y la relación L/A y ancho (A) del sépalo y la ligula, largo del estaminoide, del estilo y del ovario así como del número de óvulos por ovario, en general, hay una reducida variabilidad (C.V.) como se aprecia en el Cuadro 2. Cabe destacar que el grupo de Nacionales SA tienen sépalos y ligulas más pequeñas que el resto; igualmente los grupos de materiales Nacionales 1 y 2 tienen ovarios más redondos (Relación L/A menor) que el resto, con excepción del grupo 8 (EET-19 y EET-332). Los grupos Nacionales 1, 2, 3 y 7 presentan estilos más largos que los demás materiales (Cuadro 2).

Los promedios de las características cualitativas, pigmentación del sépalo y filamento del estambre, registran mayor variabilidad (C.V.).

Los sépalos de los grupos nacionales más puros (1, 2, 3 y 4) no muestran pigmentación, mientras que los grupos de otros orígenes, que incluyen híbridos Nacional x Venezolano tienen pigmentación rojiza debido al contenido de antocianina. La pigmentación rojo-rosada del pedicelo del estambre es exclusiva solo en los grupos Nacionales o sus híbridos y esta ausente en los otros genotipos. La pigmentación del pedúnculo de la flor está presente con menor o mayor intensidad en todos los grupos, siendo más intenso en el material EET-111 (ICS-95).

Los datos promedios obtenidos en las diferentes características de la mazorca se aprecian en el Cuadro 3. En lo referente a peso-entero del fruto no existen diferencias entre los grupos BCH, SA y EET que registraron 563,6; 542,6 y 569,2 g, respectivamente. Así como también en lo referente al espesor del lomo y surco. En cuanto al número de semillas por fruto los EET poseen un promedio de 40,92 semillas, los BCH tienen 34,35 y los SA 33,82 semillas. El grupo 6 posee el mayor número de semillas con un promedio de 45,7 y está conformado por los materiales EET-116 (IMC-67) y EET-40, además poseen el mayor peso de cáscara (641,2 g).

El menor peso de fruto lo tiene el grupo 5 (EET-153, EET-42 y EET-20) con 387,5 gramos. En el espesor de la cáscara tanto en el lomo como en el surco, el grupo 5 es menor a los demás grupos con 1,25 y 0,81 centímetros.

Entre las características cuantitativas excepto del espesor de la cáscara, en el surco existe poca variabilidad (C.V.), como se presenta en el Cuadro 3.

Los promedios de las características de las semillas en cada uno de los nueve grupos, se presentan en el Cuadro 4, donde se observa una alta variabilidad (C.V.) en los pesos húmedos y secos, así como en la coloración del cotiledón. Los mayores pesos húmedos se registraron en el grupo 8 (10,6 g), seguido por los grupos 3, 7, 6, 9 y 4 en su orden, que oscilan entre 9,5 a 8,6 g, mientras que los menores pesos húmedos los muestran los grupos 1, 2 y 5.

Se determinó que los pesos secos guardan estrecha relación con los pesos húmedos (Cuadro 4), excepto del grupo 4 (clones EET de origen Nacional).

En lo referente a largo y ancho de las semillas, se encontró poca variabilidad aunque en la relación largo/ancho (L/A), que refleja la forma relativa, los grupos nacionales puros (1, 2, 3 y 7) tienen los menores índices, es decir una forma más redonda. Esto tiene soporte en los datos de espesor, donde los grupos nacionales resultaron igual o superiores (0,92; 0,93; 0,99 y 0,97 cm) a los grupos de semillas más grandes.

CUADRO 3.

## CARACTERISTICAS DE LOS FRUTOS DE CACAO NACIONAL EET-PICHILINGUE, 1992.

Grupo	Freq. 1/	Peso entero	Largo cm	Diámetro cm	Relación L/A	Espesor de cáscara lomo cm surco cm		No. semilla	Peso cáscara
1	12	563,46	16,14	9,21	1,74	1,33	1,01	34,35	456,73
2	16	542,57	16,13	8,87	1,82	1,31	0,92	33,82	429,62
3	2	695,90	18,15	9,90	1,83	1,45	1,05	34,90	566,50
4	25	569,22	16,54	8,97	1,82	1,37	0,93	40,92	430,01
5	3	387,50	15,00	8,28	1,81	1,25	0,81	38,97	341,26
6	2	780,55	19,50	10,05	1,94	1,56	0,99	45,70	641,20
7	1	531,30	14,20	9,20	1,54	1,30	0,90	32,60	419,50
8	2	743,55	18,30	10,15	1,80	1,61	0,97	30,15	595,55
9	1	691,00	22,90	8,80	2,60	1,50	1,00	37,00	604,400
	X	570,53	16,68	9,06	1,88	1,36	0,95	37,25	449,36
	C.V.	15,90	5,62	5,51	15,49	12,47	19,88	8,98	17,19

1/ Número de clones y árboles presentes en cada grupo.

CUADRO 4. CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS DE SEMILLAS DE CACAO NACIONAL MEDIANTE EL ANALISIS DE CLOUSTER. EET-PICHILINGUE, 1992.

Grupo	Freq. 1/	Peso semilla húmeda	Peso pulpa + testa	Largo semilla cm	Ancho semilla cm	Relación L/A	Espesor semilla	Peso seco semilla	Porcentaje Antocianina		
									Blanca	Roja claro	Roja oscuro
1	12	7,91	6,02	2,13	1,32	1,61	0,92	4,82	0,0	84,10	15,90
2	16	7,98	6,92	2,18	1,32	1,65	0,93	4,98	0,0	95,63	4,37
3	2	9,50	6,25	2,25	1,30	1,73	0,99	5,60	0,0	92,50	7,50
4	25	8,62	6,17	2,32	1,33	1,74	0,79	6,06	0,0	41,52	58,48
5	3	6,47	5,10	2,07	1,24	1,66	0,72	4,43	0,0	65,00	35,00
6	2	9,06	8,30	2,36	1,30	1,81	0,89	5,71	0,0	51,00	49,00
7	1	9,40	4,30	2,20	1,40	1,57	0,97	6,20	0,0	82,00	18,00
8	2	10,60	13,75	2,65	1,40	1,89	0,95	7,85	27,5	66,00	6,50
9	1	9,0	8,60	2,70	1,30	2,07	0,96	6,20	0,0	79,00	21,00
	X	8,35	6,59	2,25	1,32	1,75	0,87	5,52	0,86	68,00	31,14
	C.V.	14,39	21,07	5,61	5,65	8,95	8,01	15,03	77,66	35,39	77,04

1/ Número de clones y árboles presentes en cada grupo.

El grupo 4 de los clones EET (Nacionales y Nacionales x Venezolanos) tienen semillas más alargadas y menos gruesas ( $L/A = 1,74$ ; espesor 0,79 cm) que los materiales Nacionales puros. Los grupos Nacionales puros (1, 2, 3 y 7) mostraron menor número de semillas (34,35; 33,82; 34,9 y 32,60, respectivamente) que los otros grupos, a excepción del grupo 8.

Los grupos Nacionales puros (1, 2, 3 y 7) presentaron los mayores porcentajes de semillas de color rojo claro (84,10; 95,63; 92,5 y 82, respectivamente) y menores coloraciones de rojo oscuro que los otros grupos. El grupo 4 de clones EET mostró un 41,5% de rojo claro y 58,5% de rojo oscuro, que es en proporción más cercana a los otros grupos, incluidos los clones no Nacionales. Solo en el grupo 8 (EET-19 y EET-332) aparecieron semillas blancas en un 28 por ciento.

Los datos de las características cuantitativas de las hojas para los 9 grupos se presentan en el Cuadro 5. Hay en general poca variabilidad entre grupos (C.V.) en todas las características estudiadas. Sin embargo se observa que los árboles del grupo 1 (BCH) tienen las hojas más largas (32,5 cm), más anchas (10,1 cm) y con mayor ángulo basal ( $132,3^\circ$ ) que los restantes. En cambio el grupo 2 (SA) tuvo las hojas más pequeñas ( $L = 27$  cm,  $A = 8,8$ ) y el menor ángulo basal ( $106,4^\circ$ ).

Los clones EET del grupo 4 tuvieron el menor índice de relación  $L/A$ , que indicaría la presencia de hojas más ovaladas, y también ángulos basales ( $131^\circ$ ) y apicales ( $64^\circ$ ) mayores que los otros grupos.

CUADRO 5. CARACTERÍSTICAS DE LAS HOJAS DE CACAO NACIONAL MEDIANTE EL ANALISIS DE CLOUSTER. EET-PICHILINGUE, 1992.

Grupo	Freq. 1/	Largo hoja	Ancho hoja	Relación L/A	Largo parte ancha (LPA)	Relación L/LPA	Angulo basal foliar	Angulo ápice foliar
1	12	32,52	10,09	3,02	17,12	1,81	132,29	56,75
2	16	27,08	8,80	3,01	14,09	1,85	106,44	57,25
3	2	28,65	9,39	3,21	14,15	2,11	127,50	48,50
4	25	28,12	9,92	2,76	14,68	1,92	130,70	63,80
5	3	27,87	8,94	3,01	14,95	1,87	124,23	58,33
6	2	31,10	9,91	3,04	15,38	2,03	142,45	52,00
7	1	28,50	8,83	3,39	14,30	2,00	116,00	50,00
8	2	26,10	9,42	2,87	14,10	1,94	117,10	53,50
9	1	26,32	10,54	2,63	14,25	1,86	137,00	66,00
	$\bar{X}$	28,7	9,59	2,92	14,98	1,89	124,34	59,23
	C.V.	7,56	6,66	4,87	9,21	3,57	9,77	6,86

1/ Número de clones y árboles presentes en cada grupo.

Se comprobó mediante el estudio, la existencia de algunas características diferenciales registradas en forma cualitativa en las poblaciones viejas de material Nacional puro. Entre estas se indican el fácil desprendimiento de la mazorca madura con una leve presión hacia arriba, en la punta del fruto y la suavidad de la cáscara al corte del machete. Otra observación importante en la finca de Sebastián Arteaga (Chone—Manabí), fue la alta frecuencia (40—45%) de poliembrionia al poner a germinar las semillas de esa localidad. También se observó frutos con depresiones en el centro, que una vez abiertos correspondía a la presencia de semillas vanas.

## V. DISCUSION

El análisis por el método de "Cluster" permite agrupar a individuos por grados de semejanzas y diferencias en la expresión de sus características fenotípicas.

En el presente estudio de caracterización fenotípica del cacao "Nacional", en los nueve grupos del dendrograma registran diferentes grados de relación, siendo los más semejantes entre sí (índices entre 0,8 a 1,0) los cuatro primeros grupos y más alejados tanto inter como intragrupal (índices de 1 a 1,6) los cinco grupos restantes. Cabe también resaltar que estos cinco últimos grupos están integrados por pocos clones o árboles, mientras que los grupos uno, dos y cuatro, integrados por genotipos Nacionales, están formados por un mayor número de árboles o clones, situación que refleja mayor uniformidad de características diferenciales de los grupos restantes.

De los cuatro primeros grupos más relacionados fenotípicamente, los tres primeros (1, 2 y 3) están integrados por genotipos Nacionales puros provenientes de plantaciones viejas, supuestamente de la variedad original, mientras que el grupo 4 lo integran 11 clones Nacionales puros, 11 híbridos de Nacional x Venezolano Amarillo y 2 materiales Venezolanos. El grupo 4 forma parte de la colección de cacaos Nacionales ubicados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue que fueron seleccionados a fines de los años 40 basados en características de "Nacional" y en base a la productividad y los mayores tamaños de frutos y semillas.

En los 5 grupos restantes, con excepción de los grupos 9 (EET-111 = ICS-95 Trinitario) y 7 clon EET-116 (IMC-67, Amazónico) fueron clasificados en la EET-Pichilingue como Nacionales o híbridos con Nacional.

La separación de los 9 grupos de cacaos de tipo nacional de los grupos pertenecientes a plantaciones de la variedad pura (grupos 1, 2, 3), indicaría que dentro de la variedad pura existe un cierto grado de variabilidad en algunos caracteres, fenotípicos entre estos la pigmentación de partes de la flor y la semilla, así como de tamaños y formas de frutos y semillas.

El método de análisis de "cluster" permitió agrupar los clones en grupos, basándose en los diferentes grados de interrelaciones y semejanzas, así como separarlos a sus diferencias fenotípicas, aún tratándose de poblaciones originales de la misma variedad Nacional. Los grupos 1, 2, 3 y 7 resultaron supuestamente puros, mientras que los otros grupos tienen mezcla de nacionales puros e híbridos de este con Venezolanos amarillos y mezclas de dos clones amazónicos amarillos (EET-132 y EET-116). El clon diferente y sin características del Nacional resultó el ICS-95 (EET-111) que conforma el grupo 9.

Las características fenotípicas distintivas que presentan los genotipos nacionales son, la pigmentación rojo—rosada en el filamento o pedúnculo del estambre, la falta de pigmentación en los sépalos, la coloración verde en los frutos, la forma amelonada, más esférica y con una ligera estrangulación en la base; la cáscara con una rugosidad media, más delgada y más suave para corte de las semillas, la forma redondeada y predominantemente de color rojo claro y el menor número de óvulos y semillas en los cacaos Nacionales puros (grupos 1, 2 y 3). Las características coinciden con las descripciones de Fowler (1952) y Soria (1966) que destacaron la presencia del color rojo—rosado del pedicelo del estambre como distintivo particular de la variedad Nacional. Fowler (1952) indicaron además que los agricultores que cosechaban el cacao Nacional lo hacían sin dificultad en árboles de hasta 12 m de altura, esta característica y el fácil corte de la cáscara de los frutos parece estar relacionada con la presencia de haces vasculares poco lignificadas en el pedúnculo así como una menor lignificación del tejido central de la cáscara. Esta última característica coincide a la descripción de los frutos de la variedad "Criollo" de México y Centro América: — En base a esto Enríquez (1992) y Nosti (1953) sugieren que puede haber una relación fitogenética más estrecha entre los criollos y la variedad Nacional.

La frecuencia de poliembrionía de 40—45<sup>o</sup>/o observada en las semillas de frutos provenientes de Chone—Manabí es más alta que la reportada en cacaos cultivados en Africa por Dublin (1972) quien encontró un promedio de 1,55 x 10 para amelonados, trinitarios, altoamazónicos e híbridos amazónicos.

## VI. CONCLUSIONES

En base a la información de este estudio se concluye que la variedad de cacao Nacional tiene características fenológicas diferenciales de las flores, frutos y semillas, además de su sabor y aroma característicos mundialmente reconocidos por las industrias internacionales.

- El color del filamento estaminal (Rojo—rosado) es exclusiva de los grupos nacionales o sus híbridos.

## VII. BIBLIOGRAFIA CITADA

**ARAGUNDI J, SUAREZ C. y SOLORZANO G** 1987. Evidencia de resistencia a la moniliasis y escoba de bruja del cacao en el clon EET-233. *In* Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. (10a., 1987 Sto. Domingo) 1988 (Proceedings). Logos, Nigeria, Cocoa Producer's Alliance. p. 479-483.

**CASTRO G., C.T. y BARTLEY, B.G.D.** 1983. Caracterizacáo dos recursos genéticos do cacauero. 1. Folha, fruto e semente de selecoes da Bahía das series SIC e SIAL. *Revista Cerealia e Cerealia* (Brasil) 13(3): 263-273.

**CHAMAN E.E** 1944, Notes on the nomenclature, classification and possible relationship of cacao populations. *Tropical Agriculture* (Trinidad) 21: 144-159.

**DUBLIN, P.** 1972. Polienbryonic et haploidie chez *Theobroma cacao*. *Café, Cacao, The* (France) 26(4): 295-311.

**ENRIQUEZ G. A.;** 1966. Selección y estudio de los caracteres de la flor, las hojas, la mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. 97 p.

-----, y **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(1): 8-16.

-----; and **SORIA V.**, 1968 J. The variability of certain bean characteristics of cacao, (*Theobroma cacao* L.). *Euphytica* 17 (1968): 114-120.

-----; **QUIROZ, S. y LOPEZ, O** 1987. Caracterización y relación fitogenética de frutos y almendras de cacao de cultivares de la colección de Turrialba, Costa Rica. *In* Conferencia Internacional de Investigación en cacao (10a., 1987, Sto. Domingo) Actas. Logos, Nigeria. Cocoa Producer's Alliance. p 593-598.

**ENRIQUEZ, A.G.** 1990. Contribución del material genético de cacao y el ambiente a la calidad y el sabor del chocolate s.n.t. 13 p. (Mimeografiado).

-----, 1992. Characteristics of cacao "Nacional" of Ecuador. Paper presented on the International Workshop on Conservation, Characterization and Utilization of Cacao Genetic Resources in the 21st. Century CRU Trinidad and Tobago. 10 p.

**ENGELS, J.M.M.; BARTLEY, B.G.D. y ENRIQUEZ, G.A.** 1980. Cacao descriptors, their states and modus operandi. *Turrialba* (Costa Rica) 30 ( ): 209-218.

-----; **BARTLEY, B. G. D. and ENRIQUEZ C., G. A.** 1981. Genetic resources of cacao: a catalogue of the CATIE. Collection Turrialba, Costa Rica, CATIE Technical Bulletin No. 7. 196 p.

- FOWLER, R.** 1952. Características de cacao Nacional, Turrialba (Costa Rica) 2(4 ): 161–166.
- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES.** Genetic resources of cocoa Rome, 1981, (IBPGR, No. APG: IBPGR/80/156). 25 p.
- LANAUD, C.** 1987. Origine genetique des plantes a phenotype maternel issues de croisement intra on interespecificques, des feves plates on the graines polyembryones chez *Theobroma cacao* L. Café, Cacao, The, 31 (1): 3–4.
- LOPEZ, O. y ENRIQUEZ, G.A.** 1987. Herencia del peso seco y de la forma de la semilla de cacao. *In* Conferencia Internacional de Investigación en cacao. (10a., 1987, Santo Domingo) 1988. Actas, Logos, Nigeria. Cocoa Producer's Alliance. Cocoa Producer's Alliance. p. 691-694.
- NO I, N.J.** 1953. Cacao, Café y Té. Barcelona, España, Salvat. p. 1–374.
- OSTENDORF, F.W.** 1957. Identifying characters of cacao clones. *In* Conferencia Interamericana de Cacao, (6, 1956 Salvador, Bahía) 1957. Bahía Brasil, Instituto de Cacau da Bahía, p. 89–110.
- PHILIPS, W. y ENRIQUEZ, G.A.** 1988. Catálogo de cultivares de cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Boletín Técnico No. 18. p. 7–10.
- SORIA, V., J.** 1966. Principales variedades de cacao cultivadas en América Tropical Turrialba (Costa Rica) 16(3): 261–266.
- , 1970. The presente status and perspectives for cacao cultivars in Latin America. *In*: Proceeding of the Tropical Region of the american Society for Horticultural Science. Vol. 14. Miami, Florida, p. 53–65.
- , y **ENRIQUEZ, G. A.** 1981. International Cacao Cultivar Catalogue. Turrialba, Costa Rica, Tropical Agricultural Research and Training Center. Technical Bulletin No. 6. p. 12–16.
- , y **ENRIQUEZ, G.** 1967. A study of certain leaf characteristics of cacao (*theobroma cacao* L.). Tropical Agriculture (Trinidad) 44(2): 117–123.
- , y **ENRIQUEZ, G.** 1967. Catálogo de Cultivares de Cacao. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 547 p.

EL INIAP ES LA ENTIDAD OFICIAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA AGROPECUARIA, CUYA MISION ES GENERAR Y ADAPTAR TECNOLOGIAS APROPIADAS ENCAMINADAS AL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD, PROPICIANDO LA PRODUCCION CON SENTIDO ECONOMICO Y LA SOSTENIBILIDAD DE LOS RECURSOS NATURALES.

**PRODUCCION:**

SECC. DE COMUNICACION DEL INIAP

Casilla 17-01-340 - Quito - Ecuador

Boletín Técnico No. 74

Julio-1994

AdeR.