

Genética y mejoramiento

Caracterización y análisis morfoagronómico de 74 genotipos de *Theobroma cacao* Lin. para mejorar la estructura clonal del cultivo en Cuba¹

Miguel Menéndez-Grenot,* Pablo Clapé-Borges,* Wilfredo Lambertt-Lobaina,* Miriam Rodríguez-Terrero* y Algimiro Nariño-Nariño*

Resumen

La caracterización y análisis de la variabilidad morfoagronómica de 74 genotipos de *Theobroma cacao* Lin. para mejorar la estructura clonal del cultivo en Cuba se realizó mediante los descriptores propuestos por Engels (1984) y Eskes et al. (2000), desde 1992 a 2005 en la Estación de Investigaciones de Cacao de Baracoa. Las variables se analizaron por estadísticas cuantitativas y multivariadas de componentes principales. Los caracteres cualitativos se transformaron a variables cuantitativas y se procesaron con el procedimiento rank (SAS versión 6.10). El dendograma presentó el 74 % de la varianza total e incluye las 11 variables estandarizadas, teniendo en cuenta la distancia euclidiana menores a 0,83. Se identificaron cinco grupos de los genotipos de la colección: el I constituido por el genotipo Catongo, el II y el III por 14 genotipos, el IV integrado por el clon UF-668 y el V formado por 44 genotipos. Atendiendo al porcentaje de grasa, rendimiento industrial y reacción a *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. en los grupos III y V se identificaron los genotipos de mayor interés.

Palabras clave: *Theobroma cacao* Lin., análisis de clúster, genotipos, variabilidad, descriptores.

Abstract

The characterization and analysis of the variability morfo agronomic of 74 genotypes of *Theobroma cacao* Lin., to improve the clonally structure of the cultivation in Cuba, was carried out by means of the describers proposed by Engels (1984) and Eskes et al. (2000), since 1992 to 2005 in the Investigations of Cocoa Station of Baracoa. The variables were analyzed by quantitative and multivariate's statistical of main components. The qualitative characters transformed to quantitative variables and were processed with the procedure rank (SAS version 6.10). The dendogram presented 74 % of the total variance and it includes the 11 standardized variables keeping in mind the distance smaller Euclidian at 0.83. Five groups of the collection genotypes were identified: I constituted by the Catongo genotype; II and III for 14 genotypes, the IV integrated by the clone UF-668 and V formed by 44 genotypes. Assisting to the fat percentage, industrial yield and reaction to *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. in the groups III and V the genotypes of more interest were identified.

Key words: *Theobroma cacao* Lin., cluster analysis, genotypes, variability, describers.

Recibido: 19-1-2013

Aprobado: 27-3-2014

* Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, eeafbaracoa@forestales.co.cu

Introducción

El área de domesticación y cultivo inicial corresponde a Mesoamérica, y su expansión ha sido tal que actualmente el cacao es cultivado en todos los países que disponen de tierras tropicales y húmedas, y se ha convertido en un cultivo de gran importancia económica y social, por lo que con la finalidad de incrementar la producción han sido desarrolladas diversas técnicas dentro de la que se destaca el uso de cultivares mejorados. El incremento de la productividad de la mayor parte de los cultivos mundiales es atributo del mejoramiento genético (Wilkinson, 2000). El cultivo de cacao no ha tenido el mismo comportamiento agronómico, con incrementos de alrededor de un 25 % en la última década, con unas 2407 t en 1989 se incrementó a 3003 en 1999 (Anon, 2000).

En Cuba el 100 % de las áreas con producción comercial se encuentra en la región oriental, con un promedio de producción en los últimos diez años de 35 310 q de cacao seco. Las áreas cacaoteras ascienden a más de 8755,2 ha, de ellas solo el 21 % rinden más de 100 q y garantizan el 58 % de la producción nacional, lo cual demuestra la existencia de una extensión de cacao bastante considerable que por su edad (más de cuarenta años) y otras causas tienen muy baja producción (205 kg/ha) y deben ser renovadas en forma escalonada, y así recuperar no solo la productividad, sino también la rentabilidad, para lo cual los clones e híbridos selectos y mejorados con su expresión de mayor precocidad y rendimiento, con base en su oportuno manejo, permitirá transformar el actual panorama de inseguridad de su uso intensivo en toda la región. Es por ello que la proyección del Ministerio de la Agricultura de alcanzar los 60 000 q de cacao en 2010 necesita el apoyo de un fuerte componente genético mejorado en la estructura clonal del cultivo en los últimos años (Márquez, 2002 comun. pers.).

Tradicionalmente el concepto de *calidad* en cacao ha sido utilizado para referirse a características de aroma y sabor en la semilla, y que se reflejan en la calidad del chocolate elaborado; sin embargo, existe otro concepto denominado *calidad comercial* de la semilla, que es utilizado para expresar las características físicas, tales como el tamaño y forma de la semilla, el contenido de testa, la sanidad y el porcen-

taje de humedad que son importantes en el momento de comercialización del producto y por tanto en la evaluación y la selección de cultivares. En el presente trabajo el concepto de *calidad de la semilla* se refiere a esto último (Lemus y col., 2002).

En una revisión de la información disponible acerca de la variabilidad y genética de las principales características del cacao (Díaz y Resende, 2002), señalan que la mayoría de estas tienen un amplio rango de variabilidad, y asumen que el tamaño, el peso y la producción de frutos y semillas aparentan ser de naturaleza cuantitativa; sin embargo, la información sobre sus mecanismos de herencia es muy escasa.

Como resultado de programas de investigación desarrollados en diversas estaciones experimentales del mundo, actualmente existe una cantidad considerable de germoplasmas seleccionados que incluyen clones e híbridos que han mostrado buena producción y resistencia a algunas enfermedades (Martínez y col., 2002); sin embargo, estos cultivares han sido obtenidos mediante trabajos de selección de tipo práctico, dándoseles poca atención a los mecanismos genéticos que se encuentran involucrados en la transformación de las características de producción y calidad de la semilla de los padres a sus descendencias (López, 1984, citado por Menéndez y col., 2002). Por tal motivo este trabajo se realizó con el objetivo de caracterizar y analizar una colección de 74 clones de cacao para ser introducidos a la práctica productiva en las condiciones de Cuba.

Materiales y métodos

Los experimentos se realizaron en la finca la Fidelina, de la Estación de Investigaciones de Cacao de Baracoa, a 28 msnm, en la provincia de Guantánamo. Los estudios de campo se efectuaron sobre un suelo fluvisol (Hernández, 1999) durante el período comprendido entre marzo de 1992 y diciembre de 2005. Las labores culturales y fitosanitarias se realizaron según Instrucciones Técnicas para el Cultivo y Cosecha del Café y Cacao (1987).

Durante el segundo semestre de 1991 se seleccionaron en campo 74 accesiones de cacao (*Theobroma cacao* Lin.) de la colección central cubana (Tabla 1). Las parcelas de campo la conformaban 10 plantas ubicadas en dos hileras a una distancia de 3 m x 3 m y bajo sombra permanente de Júpiter (*Gliricidia sepium* Jacq. Kunth ex Walp.).

Tabla 1. Germoplasma de trabajo de cacao evaluado y caracterizado

| <i>Genotipos</i> | <i>Procedencia</i> | <i>Genotipos</i> | <i>Procedencia</i> | <i>Genotipos</i> | <i>Procedencia</i> |
|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| UF-12 | Costa Rica | EICB-109 | Cuba | EICB-106 | Cuba |
| UF-29 | Costa Rica | EICB-108 | Cuba | EICB-30 | Cuba |
| UF-221 | Costa Rica | EET-95 | Ecuador | EICB-37 | Cuba |
| UF-296 | Costa Rica | EET-64 | Ecuador | EET-162 | Ecuador |
| UF-613 | Costa Rica | EET-62 | Ecuador | EICB-146 | Cuba |
| UF-650 | Costa Rica | EET-399 | Ecuador | EICB-86 | Cuba |
| UF-654 | Costa Rica | ICS-95 | Trinidad | EICB-180 | Cuba |
| UF-667 | Costa Rica | EET-96 | Ecuador | Catongo | Brasil |
| UF-668 | Costa Rica | ICS-8 | Trinidad | EET-48 | Ecuador |
| UF-676 | Costa Rica | ICS-6 | Trinidad | EICB-126 | México |
| UF-677 | Costa Rica | EET-400 | Ecuador | EICB-190 | Cuba |
| Pound-7 | Perú | EICB-91 | Cuba | EICB-36 | Cuba |
| IMC-67 | Perú | EICB-85 | Cuba | EICB-127 | Cuba |
| Pound-12 | Perú | EICB-114 | Cuba | EICB-90 | Cuba |
| EICB-89 | Cuba | GS-46 | Granada | ICS-16 | Trinidad |
| Matina | Costa Rica | GS-57 | Granada | EICB-290 | Cuba |
| SCA-6 | Ecuador | GS-67 | Granada | EICB-289 | Cuba |
| SCA-12 | Ecuador | GS-36 | Granada | EICB-288 | Cuba |
| EICB-151 | Cuba | GS-29 | Granada | EICB-283 | Cuba |
| EICB-150 | Cuba | EICB-107 | Cuba | EICB-282 | Cuba |
| EICB-121 | México | EICB-124 | Cuba | EICB-281 | Cuba |
| EICB-186 | Cuba | EICB-125 | Cuba | EICB-280 | Cuba |
| EICB-88 | Cuba | EICB-84 | Cuba | EICB-279 | Cuba |
| EICB-181 | Cuba | EICB-113 | Cuba | EICB-277 | Cuba |
| EICB-189 | Cuba | SPA-9 | Colombia | | |

La caracterización de la colección de trabajo se realizó según los descriptores propuestos por Engels (1981), a los cuales se les adicionó otro relacionado con la evaluación de caracteres de calidad según Eskes y col. (2000).

Las variables que se midieron sobre la colección en estudio fueron las siguientes:

Índice de mazorcas (g): Es el número de mazorcas de un clon dado que se necesita para obtener 1 kg de cacao seco.

$$\text{Índice de mazorca} = \frac{\text{Número de semillas por mazorcas} \times \text{Peso seco de una semilla}}{1000}$$

Índice de semilla (g): Es el peso seco promedio (g) de la semilla de un clon, pesado en 10 mazorcas y 15 semillas de cada una.

Número máximo de semillas: Es el número más alto de semilla por mazorcas a partir de la observación de 40 mazorcas por clon. Existe una alta correlación entre los valores de este descriptor y el número de óvulos por ovarios.

Descriptores de la semilla

Número de semillas por mazorcas: Es el promedio de semillas de 40 mazorcas por clon.

Peso húmedo (g): El promedio del peso de la semilla fresca y el coeficiente de variación. Se calculan basándose en 15 semillas de cada una de las 10 mazorcas seleccionadas por clon.

Peso seco: Las mismas semillas tomadas para la determinación del peso húmedo se secan en un horno durante 1,5 h a una temperatura de 130 °C, luego se enfría en un desecador y se pesa en una balanza analítica.

Longitud de la semilla (mm): Se mide la longitud máxima de cada semilla en cada una de las 20 mazorcas seleccionadas con un pie de rey.

Ancho de la semilla (mm): Se mide la anchura máxima de cinco semillas en cada una de las 20 mazorcas seleccionadas con un pie de rey.

Espesor de la semilla (mm): Se mide el grosor máximo de cinco semillas en cada una de las 20 mazorcas seleccionadas con un pie de rey.

Color de cotiledones: Se determina el color de cinco semillas en cada una de la 20 mazorcas seleccionadas.

Se usan las siguientes categorías: blanco, blanco grisáceo, morado intermedio, morado intenso.

Descriptores de la mazorca

Longitud del fruto (mm): Se mide la longitud de 35 frutos con un pie de rey.

Ancho del fruto (mm): Se miden 35 frutos con un pie de rey.

Peso del fruto (g): Se calcula del promedio del peso de 35 frutos cosechados por clon.

Grosor por el lomo (mm): Las 35 mazorcas se seccionan transversalmente y se miden por el lomo con el pie de rey. Se calcula el promedio.

Grosor por el surco (mm): Las 35 mazorcas se seccionan transversalmente y se miden por el surco con el pie de rey. Se calcula el promedio.

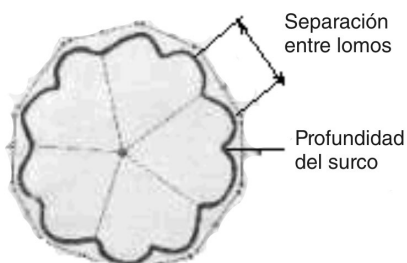
Antocianina en el lomo del fruto verde: Es la intensidad de la antocianina en los lomos de los frutos inmaduros. Se expresa como: 0: ausente, 3: ligero, 5: intermedio, 7: intenso.

Antocianina en el surco del fruto verde: Es la intensidad de la antocianina en los surcos de los frutos inmaduros. Se expresa como: 0: ausente, 3: ligero, 5: intermedio, 7: intenso.

Antocianina en el lomo del fruto maduro: Es la intensidad de la antocianina en los lomos de los frutos maduros. Se expresa como: 0: ausente, 3: ligero, 5: intermedio, 7: intenso.

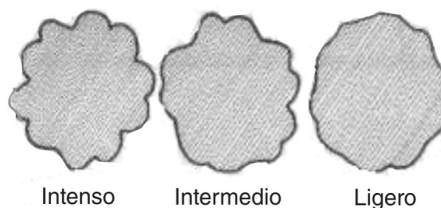
Antocianina en el surco del fruto maduro: Es la intensidad de la antocianina en los surcos de los frutos maduros. Se expresa como: 0: ausente, 3: ligero, 5: intermedio, 7: intenso.

Separación entre lomos: Distancia que existe en un par de lomos primarios consecutivos.

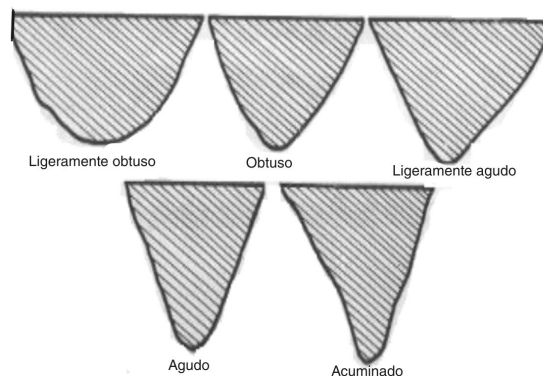


Profundidad de los surcos primarios. Se expresa como: 3: superficial, 5: intermedio, 7: profundo.

Rugosidad de la superficie del fruto: Se refiere a la aparición de protuberancias sobre la superficie del fruto.

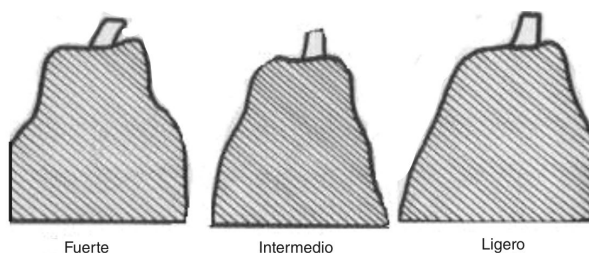


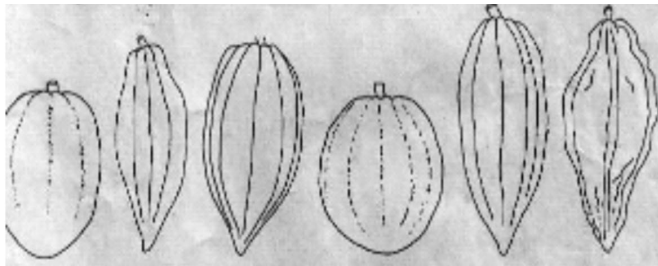
Se expresa como: 0: ausente, 1: ligero, 2: intermedio, 3: intenso.



Forma apical del fruto: Se expresa como: 0: redondo, 1: ligeramente obtuso, 3: obtuso, 5: ligeramente agudo, 7: puntiagudo, 9: acuminado.

Constricción basal: Representa la constricción o cuello de botella de la parte basal del fruto maduro. Se expresa como: 0: ausente, 3: ligero, 5: intermedio, 7: fuerte.





Amelonado Cundeamor Angoleña Calabacillo Criollo Pentágono

Forma del fruto: Se clasifican como: 0: amelonado, 1: cundeamor, 2: angoleña, 3: calabacillo, 4: criollo, 5: pentágono.

Descripción de la flor

Los datos se toman al azar de 10 flores recién abiertas en cada uno de los seis árboles. Las que están directamente expuestas al sol no se escogen. Todas las mediciones de los órganos de la flor se realizan con lupa o estereoscopio.

Longitud del estilo (mm): Se calcula a partir de dos flores de cada árbol.

Longitud del ovario (mm): Se calcula a partir de cuatro flores de cada árbol.

Anchura del ovario (mm): Se calcula a partir de cuatro flores de cada árbol.

Longitud del sépalo (mm): Se calcula a partir de dos flores de cada árbol.

Anchura del sépalo (mm): Se calcula a partir de dos flores de cada árbol.

Intensidad de la antocianina en la lígula: La intensidad de la pigmentación en la parte superior de la lígula se observa por lo menos en cinco árboles, y se clasifica por: 0: ausente, 1: ligero, 2: intermedio, 3: intenso.



Descriptores de la compatibilidad

Compatibilidad: Se clasifican en autocompatible o autoincompatible. Se realizaron 20 polinizaciones por cada genotipo y 20 cruzamientos con los marcadores genéticos UF-613, IMC-67, SCA-6 y SCA-12. El método de polinización empleado fue artificial controlada aislada (Ardí, 1962).



Descriptores sobre la resistencia a *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl.

Resistencia: Para la clasificación de la resistencia se empleó el siguiente criterio (Phillips y Galindo, 1989):

Resistente $DL = 0-2$ cm

Moderadamente resistente $DL = 2,1-4$ cm

Moderadamente susceptible $DL = 4,1-6$ cm

Susceptible $DL > 6$ cm

donde:

DL : Diámetro de la lesión $(X + Y)/2 =$ Severidad

X: Largo de la neurosis en cm

Y: Ancho de la neurosis en cm



Descriptores físico-químicos de la calidad

Se tomaron muestras de 2 kg de cacao húmedo de cada genotipo, los que se fermentaron y secaron para determinar el rendimiento industrial y la calidad.

Rendimiento: Se determinó por la fórmula siguiente:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso de cacao comercial}}{\text{Peso de cacao fresco}} \times 100$$

Después de realizada la prueba del cuarteo como norman las Instrucciones Técnicas para el Beneficio del Café y el Cacao (1987), se procedió a realizar las siguientes evaluaciones:

Peso de 100 granos: Con una precisión de 0,01 g como norman las Instrucciones Técnicas para el Beneficio del Café y el Cacao (1987).

Porcentaje de testa: Según metodología de Enríquez y col. (1993).

Para la realización de los análisis químicos se trituraron 50 g de cacao por cultivar hasta una granulometría promedio de 500 µm y se determinó:

pH: Según metodología de Barel (1995).

Acidez del grano: Según metodología de Barel (1995). Se expresa en mililitro de NaOH 0,1 N/Gr de cacao seco.

Índice de fermentación: Según metodología de Cross y col. (1982), es la relación flavonoide/antocianina.

Porcentaje de grasa: Según metodología de la ICCO (2003).

Diseño experimental y análisis estadístico

Se aplicó un diseño de bloque al azar a los datos de todas las variables, se analizaron por estadísticas simples con promedio de variables cuantitativa y multivariados de componentes principales.

Los caracteres cualitativos se transformaron a variables cuantitativas mediante rangos sugeridos por Eskridge (1995) y se procesaron con el procedimiento *rank* (SAS versión 6.10).

El análisis de componentes principales contribuyó a la selección de aquellos componentes cuyos valores característicos fue superior a uno, donde a partir de estos componentes y sus vectores asociados se seleccionaron las variables más sobresalientes por sus altos coeficientes. A partir de estos se agruparon los individuos a partir del análisis

Resultados y discusión

El dendograma (*Fig. 1*) representa el 74 % de la varianza total. En él se incluye las once variables estandarizadas, teniendo en cuenta la distancia euclidiana menor a 0,83 µ. Se identificarán de este modo cinco agrupamientos de los genotipos de la colección de trabajo (*Tabla 2*).

Tabla 2. Resumen de caracteres cualitativos y cualitativos por grupos

| Nombre | CG | IM | PS | SM | LS (mm) | AS (mm) | PM (g) | GL | GS | RI | % | SC | CC | RP |
|-----------|----|----|-----|----|------------|------------|-----------|------|------|------|------|----|----|-----------|
| Grupo I | 1 | 17 | 1,4 | 42 | 23,8 | 14,6 | 465,0 | 9,5 | 5,9 | 37,4 | 54,8 | AC | VC | MR |
| Grupo II | 14 | 25 | 1,2 | 37 | 23,3 | 13,2 | 505,2 | 14,8 | 10,7 | 36,8 | 50,9 | AC | V | 70 % MR-R |
| Grupo III | 14 | 28 | 1,1 | 33 | 22,9 | 12,8 | 451,9 | 16,1 | 13,8 | 38,8 | 50,8 | AI | VC | 57 % MR-R |
| Grupo IV | 1 | 14 | 2,2 | 33 | 25,6 | 17,8 | 706,0 | 17,7 | 14,3 | 38,7 | 51,2 | AI | VC | S |
| Grupo V | 44 | 27 | 1,2 | 35 | 23,2 | 13,2 | 555,6 | 15,3 | 11,9 | 37,2 | 51,2 | AI | V | 59 % MR-R |

CG: Cantidad de genotipo; IM: Índice de mazorca; PS: Peso semilla; SM: semillas/mazorcas; LS: Longitud de la semilla; AS: Ancho de la semilla; PM: Peso mazorcas; GL: Grosor del lomo; GS: Grosor del surco; RI: Rendimiento industrial; %: Porcentaje de grasa; SC: Sistema compatibilidad; AI: Autoincompatible; AC: Autocompatible; CC: Color cotiledón; RP: Resistente a *P palmivora*; R: Resistente; S: Susceptible; V: Violeta; C: Claro.

El grupo I, constituido por el genotipo Catongo con una distancia 1,175, es genéticamente el más lejano en relación con los demás grupos. Se caracteriza por presentar un índice de mazorcas de 17, el cual es considerado alto, con índice de semilla de 1,37 g, peso de cacao pulpa 238 g, muy próximo a la media de la población, con mazorcas pequeñas y bajo peso de cáscara ligeramente gruesa, con semillas de color violeta claro, con el 52,4 % de grasa, autoincompatible y moderadamente resistente a *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl.

El grupo II, constituido por 14 genotipos, presentó una distancia taxonómica entre sí, el que se caracteriza por mostrar un índice de mazorcas de 25, con 37 semillas promedio por mazorcas, y las semillas violetas con un peso medio de 1,17 g y un porcentaje de grasa de 50,9. Su rendimiento industrial fue de los más bajo entre los grupos con el 36,8 %. Está conformado por árboles autocompatibles, los cuales son en más de un 70 % de moderadamente resistentes a resistentes a *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl.

El grupo III está formado por 14 genotipos y una distancia 0,78 U entre sí. En este grupo se encuentran plantas autoincompatibles con semillas de color violeta claro, con peso de 1,11 g y en número de 33 por mazorcas. Los frutos son generalmente pequeños y de bajo peso, con cáscara gruesa, en el se ubicaron los genotipos de mayor rendimiento industrial, pero un bajo porcentaje de grasa; posee una proporción equitativa de genotipos resistentes y susceptibles a *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl.

El grupo IV, integrado por el clon UF-668 con una distancia de 0,93 U, está caracterizado por ser una planta autoincompatible, productora de semillas de cotiledones violeta claro con un peso promedio de 2,21 g, el más alto del ensayo, con 33 como media por mazorcas, peso de gran tamaño (26,6 cm de largo por 17,8 cm de ancho), las cuales permiten tener frutos grandes con peso promedio de 706 g y un índice de mazorcas de 14; posee además un rasgo desfavorable, que es el elevado grosor de la cáscara por el lomo, y el surco del fruto es susceptible a *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl.

El grupo V, formado por 44 genotipos con distancia euclidiana de 0,80 U presenta genotipos autoincompatibles con semillas de cotiledones violeta, con 1,18 g de peso seco, 35 semillas promedio por mazorcas, 51,2 % de grasa y alrededor del 60 % de los genotipos clasifica-

ron en resistente y moderadamente resistente a *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl.

Conclusiones

- A medida que aumenta el índice de mazorca disminuye el peso del cacao pulpa, el índice de semilla, longitud y ancho de una semilla y el peso del fruto.
- La relación con el porcentaje de grasa es del tipo causal.
- El color blanco, violeta claro o violeta de los cotiledones tiene que ver con el porcentaje de grasa, lo que incide en el rendimiento industrial de los genotipos.
- Atendiendo al porcentaje de grasa, rendimiento industrial y reacción a *P. palmivora* en los grupos III y V, se identificaron los cultivares de mayor interés.

Bibliografía

- Anon: ICCO. Quartely Bolletin of Cocoa Statistics, 26 (4), 1999/2000.
- Díaz, L. A. S. y M. D. V. Resende: Estimation of genetic parameters and prediction of breeding values by mixed model in the cacao improvement. In *International Cocoa Research Conference, 13, Proceedings. Cocoa Producers' Alliance*, Lagos, 2002.
- Engels, J. M. M.: Genetic resources of cocoa. Catalogue of CATIE Collection, *Technical Bulletin No. 7*, Turrialba, Costa Rica, CATIE. *Plan Genetic Resources Unit*, 1981.
- Eskes, A. B.; Engels, S. M. and R. A. Lass: Working procedures for cocoa germplasm evolution and selection proceeding of the CEG/ICCO/IPRGI proyect workshop, 1-6 february 1998, Montpellier France. International Plant Genetic Resources Institute. Roma. Italy, 2000.
- ICCO. Internacional Cocoa Organization: Boletín trimestral de estadísticas del cacao. Vol. XXX. No. 1 y 2, 2003.
- Lemus, M.; Grnziani de Forenao, L.; Oriz de Bertanelli, L y A. Trujillo de Leal: Efecto del mezclado de cacao tipo criolla y forastero de localidades de Ciemboto sobre algunas características físicas, *Agronomía Tropical*. 52 (1): 45-58, 2002.
- Martínez, F. S.: *Informe de la misión técnica a la CEPLAC en la República de Brasil*, Minag, ECICC, Santiago de Cuba, 1993.
- Martínez, F. S.; Gutiérrez, M.; Verdecia, M. y F. Sánchez: Comportamiento de mezcla clonal híbrida en plantaciones comerciales de cacao en la ladera no-

oriental de Farallón Colorado, *Café Cacao* 3(1): 83-85, 2002.

Menéndez, M.; Lambertt, W.; Columbié, Ángel; Matos, Gelasio; Oliveros, A.; Rodríguez, M. y E. Sánchez: Selección de clones de *Theobroma cacao* Lin. con alto potencial productivo y de calidad industrial, *Café Cacao* 3 (1): 64-66, 2002.

MINAG: *Instrucciones técnicas para el cultivo del café y el cacao*, Dirección Nacional de Café y Cacao, La Habana, 2012.

MINAG: *Instrucciones técnicas para la cosecha y el beneficio del café y cacao*, CIDA, La Habana, 1987.

Risterucci, A. M., Grivet, L., N'Goran, J. A. K., Pieretti, I., Flament, M. H. y C. Lanaud: A high-density linkage map of *Theobroma cacao*, *Theoretical and Applied Genetics* 101: 948-955, 2000.

Wilkinson, M. S.: The application and constructs of new technologies in plant breeding. 12-24, *Proceeding of the International Workshop in new technologies and cocoa breeding kate kinabalu*, Sabad, 2000.

