



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
ESCUELA DE POSGRADO

Evaluación y caracterización de selecciones clonales de cacao
(Theobroma cacao L.) del Programa de Mejoramiento del CATIE

por

José Ives Pérez Zuñiga

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

Magister Scientiae en Agricultura Ecológica

Turrialba, Costa Rica, 2009

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE, y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Agricultura Ecológica

FIRMANTES:

Wilbert Phillips, Ph.D.
Consejero Principal

Nelly Vásquez, Ph.D.
Miembro del Comité Consejero

Carlos Astorga, M.Sc.
Miembro del Comité Consejero

Luis Pocasangre, Ph.D.
Miembro del Comité Consejero

Silvio E. Bastidas, M.Sc.
Miembro del Comité Consejero

Glenn Gallowey, Ph.D.
Decano de la Escuela de Posgrado

José Ives Pérez Zuñiga
Candidato

DEDICATORIA

A mi hija Vivian Paola por ser ante todo la parte más importante de mi vida, de superación y el principal estímulo de lucha por ser cada día mejor.

A mi esposa Karol Yady por su cariño, comprensión e inmensa paciencia, quien ha sido apoyo incondicional para llevar a feliz término mis estudios.

A mis padres Alba Ligia Zuñiga y Victoriano Pérez, y a toda mi familia que en la distancia han estado siempre conmigo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien ha sido generoso conmigo y mi familia.

A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA por ser la institución que me dio la oportunidad y apoyo de desarrollarme profesionalmente.

Wilberth Phillips-Mora Ph.D., consejero principal, por su valiosa orientación y estímulo en el desarrollo del presente trabajo de tesis.

A los miembros del comité consejero Ph.D. Nelly Vásquez, M.Sc. Carlos Astorga, Ph.D. Luis Poca Sangre y M.Sc. Silvio Bastidas por su atención y revisión de este trabajo de investigación.

A mi hermana Alba Seneida, quien ha sido un gran apoyo desde Colombia.

Al personal del Programa de Mejoramiento Genético de Cacao del CATIE por su voluntad y ayuda brindada en cada una de las etapas de elaboración de esta investigación.

A cada una de las personas que me brindaron su colaboración, sus conocimientos y su amistad durante mi estadía en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

BIOGRAFÍA

José Ives Pérez Zuñiga es oriundo de El Tambo, Cauca, Colombia. Se graduó como Ingeniero Agrónomo en la Universidad de Nariño 1997. Ha ampliado su formación académica mediante la participación en diferentes actividades de capacitación relacionadas con la investigación agrícola y cultivos tropicales perennes.

En el campo profesional se desempeñó como asistente técnico en la Corporación para el Desarrollo Agroempresarial de Tumaco – CORDEAGROPAZ, trabajando con población afrodescendiente en Tumaco, Nariño, Colombia. Ha participado en proyectos de investigación en diferentes oportunidades con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA. Desde 2004 hasta la actualidad, es Investigador Profesional Asociado en CORPOICA donde comparte responsabilidades en proyectos de investigación, capacitación y extensión con productores agropecuarios, familias en zonas rurales, estudiantes y técnicos de diferentes áreas.

CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
BIOGRAFÍA.....	V
CONTENIDO	VI
RESUMEN	IX
SUMMARY.....	XI
ÍNDICE DE CUADROS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos del estudio	3
1.1.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.2 Hipótesis del estudio.....	4
2 MARCO CONCEPTUAL	6
2.1 Generalidades del cacao.....	6
2.1.1 <i>Importancia económica del cultivo</i>	6
2.1.2 <i>Biología y botánica del cacao</i>	7
2.1.3 <i>Taxonomía y razas cultivadas</i>	10
2.1.4 <i>Requerimientos ambientales</i>	12
2.1.5 <i>Manejo agronómico de la plantación</i>	13
2.1.6 <i>Manejo de la cosecha y post – cosecha</i>	14
2.1.7 <i>Factores modificantes calidad del cacao</i>	17
2.1.8 <i>Enfermedades del cacao</i>	19
2.2 Caracterización morfológica.....	25
2.3 Parámetros del rendimiento	27
2.3.1 <i>Número de frutos por árbol</i>	27

2.3.2	<i>Peso del fruto</i>	27
2.3.3	<i>Índice de fruto</i>	27
2.3.4	<i>Índice de semilla</i>	28
2.3.5	<i>Índice de rendimiento</i>	28
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1	Generalidades de la investigación.....	29
3.2	Material experimental.....	30
3.3	Caracterización morfo – fisiológica.....	32
3.3.1	<i>Evaluación y caracterización de los 160 clones</i>	33
3.3.2	<i>Selección de los 32 mejores clones</i>	42
3.4	Métodos estadísticos.....	45
3.4.1	<i>Variables cuantitativas</i>	46
3.4.2	<i>Variables cualitativas</i>	47
3.4.3	<i>Correlaciones</i>	47
4	RESULTADOS	48
4.1	Caracterización morfo-fisiológica de los 160 clones.....	48
4.1.1	<i>Evaluación variables cualitativas</i>	48
4.1.2	<i>Evaluación de variables cuantitativas</i>	57
4.1.3	<i>Evaluación de variables de producción</i>	64
4.2	Selección de los 32 mejores clones.....	85
4.3	Caracterización morfo-fisiológica de los 32 clones.....	90
4.3.1	<i>Evaluación de variables cuantitativas</i>	91
4.3.2	<i>Evaluación variables cualitativas</i>	94
4.4	Evaluación resistencia a <i>Phytophthora palmivora</i>	95
4.5	Correlaciones múltiples entre variables cuantitativas.....	99
4.6	Comparación de variables cuantitativas entre árbol progenitor y clones.	100
5	DISCUSIÓN	103
5.1	Caracterización morfo-fisiológica de los materiales	105
5.2	Parámetros de rendimiento	106
5.3	Resistencia a enfermedades	108
5.4	Comparación entre árboles individuales y clones.....	110
5.5	Clones promisorios	111
6	CONCLUSIONES	113

7	RECOMENDACIONES.....	116
8	BIBLIOGRAFIA	117
	ANEXOS	131

RESUMEN

Se caracterizaron y evaluaron 160 clones pertenecientes al Ensayo L12 que el Programa de Mejoramiento Genético del CATIE posee en la Finca La Lola, Limón, Costa Rica. La mayoría (78,2%) de los clones fueron obtenidos a partir de árboles seleccionados en ensayos de progenies del CATIE debido a su comportamiento sobresaliente en términos de producción y/o resistencia a moniliasis. Los clones restantes corresponden a clones internacionales y locales que actúan como testigos.

Los clones fueron caracterizados morfológicamente usando 5 características del fruto (forma del fruto, rugosidad, constricción basal, forma del ápice y color a tres edades). La mayoría de los clones presentaron frutos de color verde (74,8%); forma predominantemente amelonada (98%); rugosidad del mesocarpo intermedia (48%) o leve (36%); constricción basal entre escasa (58%) a intermedia (29%) y ápice agudo (50%). El color del fruto junto con la rugosidad, forma del fruto y la constricción basal permitieron identificar 80 árboles fuera de tipo pertenecientes a 27 clones. El largo del fruto varió entre 6 y 25,9 cm mientras que el diámetro fluctuó entre 4,5 y 17,5 cm. Las variables color, constricción basal, rugosidad del mesocarpo, largo, diámetro, relación largo/diámetro del fruto son adecuadas para caracterizar los clones. Por el contrario no se recomienda utilizar la forma del ápice ni el número de semillas debido a su fuerte variación dentro del mismo clon.

Se encontró diferencias significativas entre clones para las variables de producción evaluadas que fueron: producción acumulada de dos años e índice de rendimiento. El índice de fruto y semilla se determinó en dos épocas presentando valores más bajos en la Epoca 2. En esta época el 53% de los clones presentó un índice de fruto menor a 25 y un 87% obtuvo un índice de semilla superior a 1,0 g valores que se consideran aceptables. Por el contrario, en la Epoca 1 un 7% de los clones mostró índices de fruto menor de 25 y un 50% índices de semillas superiores a 1,0.

Con base en los registros de dos años de producción del Programa de Mejoramiento del CATIE, se determinó que 44 clones (34% de los 127 evaluados) presentaron una producción superior a 250 Kg/ha al segundo año de producción y 122 (77%) de los clones evaluados mostraron una incidencia natural de moniliasis menor al 16%. En general la fitóftora registró valores muy bajos durante los dos años evaluados con un promedio de incidencia natural del 1%.

Se seleccionaron como promisorios 32 clones (20%) de los 160 originales utilizando como criterios de selección la producción acumulada, la incidencia natural de monilia, el índice de rendimiento y el índice de semilla, dándole mayor énfasis a las dos primeras. Los clones seleccionados superan los 250 Kg/ha/año al segundo año de producción, una incidencia a moniliasis menor a 17,0%, e índices de rendimiento y semilla de 10,6 Kg/cm² y 1,3 g, respectivamente. Se determinó la reacción a *Phytophthora palmivora* de los clones seleccionadas usando inoculaciones artificiales, encontrándose que el 12,5% presentó reacción resistente (CATIE R-98) o moderadamente resistentes (CATIE R-17, CATIE R-18 y CATIE R-100).

Se determinó la correlación existente entre clones y los árboles individuales que les dieron origen encontrando correlaciones positivas y altamente significativas para las siguientes variables: relación largo/diámetro del fruto ($r = 0,84$), largo del fruto ($r = 0,77$), diámetro del fruto ($r = 0,65$), incidencia natural monilia ($r = 0,57$), índice de semilla ($r = 0,44$) e índice de fruto ($r = 0,35$).

Palabras clave: cacao, clones, caracterización, evaluación, selección, moniliasis, fitóftora, producción, índice de fruto, índice semilla, índice de rendimiento.

SUMMARY

One hundred and sixty clones belonging to the L12 test of the Genetic Improvement Program of CATIE, located in Finca La Lola, Limon, Costa Rica. The majority (78.2%) of clones were obtained from selected trees in CATIE progeny trials given its outstanding in terms of production and / or resistance to moniliasis. The remaining clones correspond to international and local clones who act as controls.

The clones were characterized morphologically using 5 fruit characteristics (fruit shape, rugosity, basal constriction, apex shape and color at three ages). Most clones had green fruits (74.8%), predominantly melon-shaped form (98%), rugosity of the middle mesocarp (48%) or mild (36%) between low basal constriction (58%) to intermediate (29%) and acute apex (50%). The color of the fruit along with the rugosity, shape of fruit and basal constriction helped identify 80 trees apart from the types belonging to 27 clones. The length of the fruit varied between 6 and 25.9 cm while the diameter ranged between 4.5 and 17.5 cm. The variables color, basal constriction, rugosity of the mesocarp, length, diameter, ratio length / fruit diameter are adequate to characterize the clones. On the contrary it is not recommended to use the shape of the apex nor the number of seeds due to its strong variation within the same clone.

Significant differences were found between clones for the production variables, which were: two-year cumulative production and yield efficiency. The fruit and seed rate was determined in two seasons, presenting lower values in the season 2. At this season 53% of the clones presented a rate lower than 25 fruit and 87% had a ratio greater than 1.0 g seed values that are considered acceptable. By contrast, in season 1, 7% of the clones showed lower rates of 25 fruit and 50% seed rates higher than 1.0.

Based on the records of two years of production from the Improvement Program of CATIE, it was determined that 44 clones (34% of the 127 tested) had a production capacity exceeding 250 kg/ha the second year of production and 122 (77%) of the clones tested showed a natural incidence of frosty pod rot less than 16%. In general the black pod registered very low values during the two years of evaluation with an average natural incidence of 1 %.

Thirty two clones were selected as promising (20 %), of the 160 original ones using as criteria of selection the accumulated production, the natural incident of monilia, the index of yield and the index of seed, giving major emphasis on the first two. The selected clones exceeded 250 Kg / Kg/ha/año Kg/ha/año at the second year of production, an incidence of moniliasis less than 17,0 %, and indices of yield and seed of 10,6 Kg/cm² and 1,3 g, respectively. The reaction to *Phytophthora palmivora* of the selected clones was determined using artificial inoculations, encountering that 12,5 % presented resistant reaction (CATIE R-98) or moderately resistant (CATIE R-17, CATIE R-18 and CATIE R-100).

The correlation between individual trees and clones was determined, demonstrating positive and highly significant correlations for the following variables: ratio of length/fruit diameter ($r = 0,84$), fruit length ($r = 0,77$), fruit diameter ($r = 0,65$), monilia natural incidence ($r = 0,57$), seed index ($r = 0,44$) and rate of fruit ($r = 0,35$).

Key words: cocoa, clone, characterization, evaluation, selection, selection index, frosty pod rot, black pod, yield, pod index, seed index, yield efficiency.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Procedencia y nombre de los clones incluidos en L12.	31
Cuadro 2. Caracterización de 160 clones: parámetros del fruto.	34
Cuadro 3. Características cualitativas de frutos de 159 clones de cacao incluidos en L12.	50
Cuadro 4. Caracterización de 160 clones de cacao: variables cualitativas del fruto.	55
Cuadro 5. Árboles fuera de tipo en L12 de acuerdo con sus variables cualitativas del fruto. ...	56
Cuadro 6. Características cuantitativas de frutos de 153 clones de cacao incluidos en L12. ...	58
Cuadro 7. Caracterización de 160 clones: análisis de varianza para variables de producción. 65	
Cuadro 8. Caracterización de 160 clones de cacao: variables de producción.	68
Cuadro 9. Caracterización 160 clones: prueba de medias variables producción.	75
Cuadro 10. Límites de selección obtenidos para la selección de los clones.	86
Cuadro 11. Índices de selección por variable obtenidos en cada clon.	87
Cuadro 12. Caracterización de 32 clones: análisis de varianza para variables cuantitativas del fruto.	90
Cuadro 13. Caracterización de 32 clones de cacao: frecuencias por variable.	91
Cuadro 14. Caracterización de 32 clones de cacao: variables registradas.	92
Cuadro 15. Caracterización de 32 clones: análisis de varianza para reacción a fitóptora.	96
Cuadro 16. Caracterización de 32 clones de cacao: resistencia a fitóptora.	97
Cuadro 17. Comparación de medias para variables de producción de clones versus árbol de origen.	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona primaria y secundaria de distribución del cacao.	6
Figura 2. Localización del origen de la clasificación botánica propuesta para el cacao.	11
Figura 3. Caracterización de 160 clones de cacao: escala colores.....	35
Figura 4. Caracterización de 160 clones de cacao: forma del fruto.....	35
Figura 5. Caracterización de 160 clones de cacao: forma del ápice.	36
Figura 6. Caracterización de 160 clones de cacao: forma constricción basal.....	36
Figura 7. Caracterización de 160 clones de cacao: categorías rugosidad.	37
Figura 8. Caracterización de 160 clones de cacao: determinación largo y diámetro.....	37
Figura 9. Caracterización de 160 clones de cacao: etapas beneficio semilla cacao.	40
Figura 10. Caracterización de 160 clones de cacao: medición perímetro del tallo.	41
Figura 11. Caracterización 32 clones: medida grosor cáscara.....	44
Figura 12. Comparación entre frutos verdaderos y fuera de tipo en el clon CATIE R-103.	57
Figura 13. Distribución de frecuencias para el largo del fruto.	63
Figura 14. Distribución de frecuencias para el diámetro del fruto.	63
Figura 15. Distribución de frecuencias para la relación largo/ancho del fruto.....	64
Figura 16. Distribución de frecuencias para el número de frutos sanos por año.....	66
Figura 17. Distribución de frecuencias para la incidencia natural de monilia con registros acumulados en dos años.....	67
Figura 18. Distribución de frecuencias para la incidencia natural de fitóptora de registros acumulados en dos años.....	81
Figura 19. Distribución de frecuencias para el índice de fruto en dos épocas.....	82
Figura 20. Distribución de frecuencias para el índice de semilla en dos épocas.....	82
Figura 21. Distribución de frecuencias para el diámetro del tallo.	83
Figura 22. Distribución de frecuencias de la producción acumulada de dos años en Kg/ha. ...	84
Figura 23. Distribución de frecuencias del índice de rendimiento.	85
Figura 24. Distribución de frecuencias del grosor de cáscara (cm).....	93
Figura 25. Distribución de frecuencias del número de semillas por fruto en los clones seleccionados.	94

Figura 26. Proporción (%) del color presente en la semilla de los clones seleccionados.....	95
Figura 27. Reacción de los 32 clones seleccionados a inoculación con fitóptora (Phythophthora palmivora).	96
Figura 28. Comparación variables de producción de clones versus árbol de origen: diagrama de dispersión de las correlaciones altamente significativas.....	101

1 INTRODUCCIÓN

Alrededor de 40 a 50 millones de personas dependen del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L). Se estima que el 90%-95% del cacao lo producen pequeños cacaocultores. Para Mesoamérica aproximadamente 80.000 pequeños agricultores con cerca de 100.000 hectáreas están involucrados en la producción del cultivo (Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC 2001, Phillips-Mora *et al.* 2006, ICCO 2007, ICCO 2008)

La mayor producción se concentra fuera de América Tropical su centro de origen, básicamente en África Occidental y el sudeste asiático. Según ICCO (2008), la producción de cacao para el periodo 2006/2007 alcanzó 3,4 millones de toneladas siendo África el principal productor con 2,4 millones de toneladas, seguido por Asia y Oceanía con 0,6 millones de toneladas y América con 0,4 millones de toneladas.

En América los principales países productores como Brasil, República Dominicana y Ecuador tienen rendimientos de 305 Kg/ha¹, 436 kg/ha y 270 Kg/ha por año respectivamente. Esta situación implica que muchos cacaocultores no obtienen ingresos aceptables. Se estima, que en la última década, los ingresos per cápita de la mayoría de las familias cacaocultoras han estado por debajo del umbral de pobreza oficial de las Naciones Unidas, fijado en 2 dólares per cápita diarios, debido a que en muchos cacaotales el rendimiento anual no llega ni siquiera a los 200 Kg/ha/año. Para el 2008 el consumo fue de 3,6 millones de toneladas con un aumento del 2,5% con respecto a la temporada anterior (Ventura *et al.* 2004, Carranza *et al.* 2008, ICCO 2008).

Esta demanda insatisfecha ha abierto nuevas oportunidades para la producción de cacao en América Tropical, gracias a mejores precios internacionales, lo que ha suscitado mayor apoyo externo e interno al cultivo. Igualmente hay una creciente demanda por cacaos diferenciados de alta calidad, con sello orgánico, mercado justo o denominación de origen (Arciniegas y Phillips 2006, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2006, Cherfas 2007).

¹ http://www.agrocadenas.gov.co/cacao/reportes/fao_09_0661_produccion.pdf

Para aprovechar estas oportunidades y mejorar el suministro de cacao a corto y mediano plazo es necesario renovar y aumentar la superficie plantada, con clones o híbridos que resuelvan los problemas del cultivo como son: incidencia de enfermedades, baja producción, incompatibilidad y materiales no adaptados y que respondan a las nuevas demandas de mercados dentro de un enfoque sostenible (Eskes 2000, Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC 2001, Lockwood 2003, Arciniegas y Phillips 2006).

Es conocido que existen muchos métodos para combatir las enfermedades, pero ninguno de ellos es tan eficiente y económico como el uso de variedades resistentes y de alta producción. Sin embargo, la naturaleza perenne del cacao ha hecho que se avance lentamente en la obtención de nuevos materiales y que además los cultivares que han sido desarrollados provengan de una estrecha base genética, lo que los hace altamente vulnerables a nuevas razas de plagas y enfermedades o perturbaciones ambientales (Brenes 1983, Ebert *et al.* 2007). Lockwood (2003) afirma que los clones son el medio más eficiente para explotar la variación genética y que en cacao son un paso clave para la domesticación del cultivo al cambiar el hábito de crecimiento ortotrópico a plagiotrópico, el cual facilita labores de cosecha y manejo de plagas y enfermedades

A nivel de Centro América el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA inició en 1963 en Turrialba un estudio básico sobre los caracteres útiles de la planta para diferenciar clones (Enriquez y Soria 1967). Posteriormente el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) con el apoyo de la World Cocoa Foundation inició un programa de mejoramiento genético en 1996 para la selección de material vegetal que responda a los principales limitantes bióticos de la producción de cacao en América Tropical. Dicho Programa se orientó hacia la obtención de materiales de alto rendimiento y resistentes a enfermedades con énfasis en moniliasis. Durante la última década se han establecido 17 ensayos de campo y cerca de 390 clones y 230 familias híbridas. Además hay 3 poblaciones segregantes bajo estudio. Esto ha permitido identificar materiales con resistencia a mazorca negra y moniliasis usando técnicas de inoculación artificial desarrolladas en la institución, que han sido transferidos a otros países latinoamericanos (Nicaragua, Honduras, México, Trinidad,

Ecuador, Perú y Brasil) y al *International Cocoa Quarantine Centre* en la Universidad de Reading, Inglaterra (Phillips-Mora 2006, Ebert *et al.* 2007).

A partir de los experimentos de familias híbridas más antiguas del Programa de Mejoramiento del CATIE establecidos entre 1996 – 1999 se seleccionaron los árboles que registraron la mayor producción y/o la menor incidencia de enfermedades. Dichos materiales fueron caracterizados/evaluados usando 30 parámetros cualitativos y cuantitativos (Arciniegas 2005, Arciniegas y Phillips 2006). Fueron asimismo multiplicados asexualmente y establecidos en sendos ensayos en Turrialba y la Finca La Lola, en la costa Atlántica de Costa Rica. El ensayo de La Lola denominado “Ensayo de 160 clones” o “L12” fue establecido en el 2005 e incluye además de las selecciones del CATIE, varios clones locales e internacionales. Tiene una importancia estratégica porque incluye los clones candidatos a ser liberados para uso de los agricultores en el mediano plazo.

La presente investigación se enmarca dentro de una cacaocultura sostenible, acordada por la Organización Internacional del Cacao (ICCO), la cual sugiere como una de las actividades para mejorar el bienestar de los pequeños cacaocultores la mejora de la productividad y la calidad del cacao mediante la selección, distribución y empleo de nuevas variedades de cacao con mejor capacidad de rendimiento, mayor resistencia a las plagas y patógenos y características de calidad superior (ICCO 2007, ICCO 2008).

1.1 Objetivos del estudio

1.1.1 Objetivo general

Caracterizar y evaluar 160 clones de cacao seleccionados por el Programa de Mejoramiento del CATIE utilizando descriptores morfo-fisiológicos y parámetros relacionados con el rendimiento y la calidad.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar morfológicamente cada uno de los clones y definir los descriptores más adecuados para distinguirlos y diferenciarlos entre si.
- Identificar y eliminar los árboles mezclados en L12 que no correspondan al tipo verdadero.
- Realizar fermentación y secado de muestras para determinar los índices de mazorca y de semilla de cada clon, las cuales servirán también para futuras evaluaciones de la calidad de estos materiales.
- Analizar los primeros dos años de producción e incidencia de enfermedades de los 160 clones y cuando proceda, comparar estos resultados con los obtenidos en forma anterior por el árbol progenitor antes de clonarlo.
- Identificar los 32 clones más promisorios en términos de producción y resistencia a enfermedades.
- Determinar si el grosor de la cáscara y número de semillas por fruto son descriptores adecuados para realizar una caracterización más rigurosa de los clones.
- Determinar la reacción a mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) de los 32 clones promisorios usando inoculaciones artificiales.

1.2 Hipótesis del estudio

- Es posible distinguir los genotipos utilizando los caracteres morfológicos propuestos.
- Es posible identificar y eliminar los árboles fuera de tipo usando caracteres morfológicos.
- Existen diferencias entre los genotipos evaluados con relación a su índice de semilla y mazorca que permite seleccionar los más valiosos desde el punto de vista agronómico.

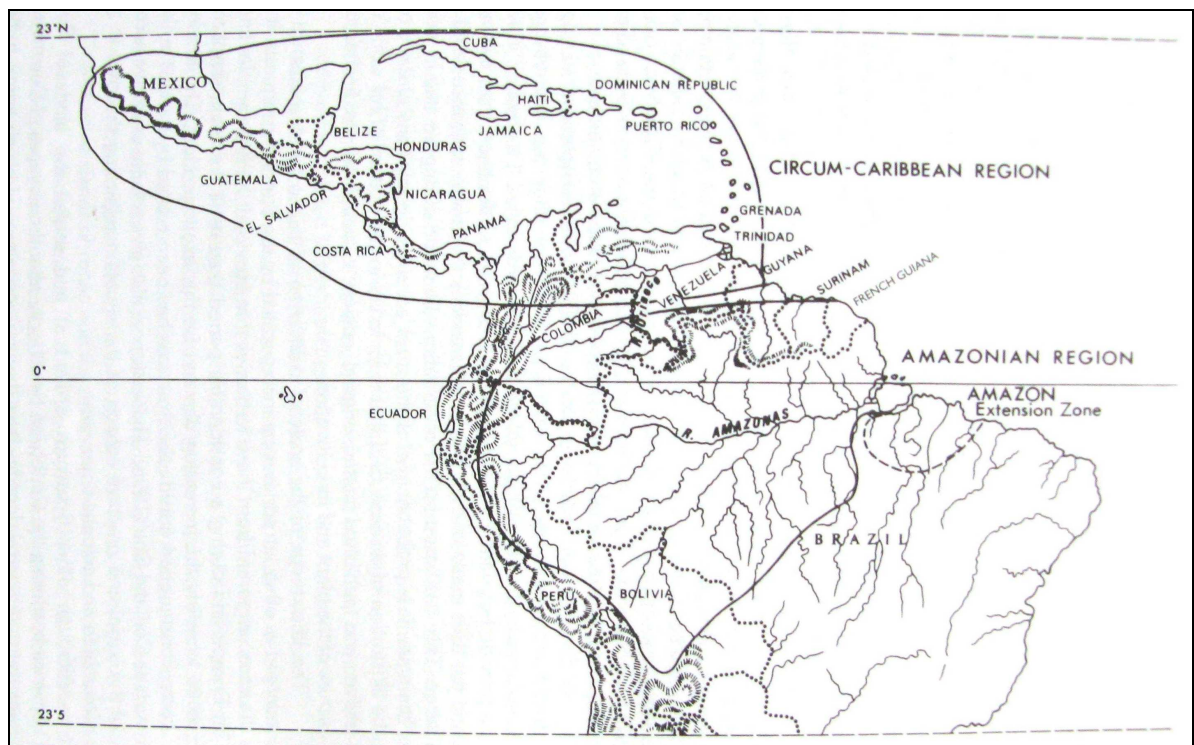
- Existen diferencias estadísticas entre clones para las variables de rendimiento y resistencia a enfermedades.
- Los parámetros propuestos permiten la selección de un grupo élite de 32 clones que constituirán los candidatos para las siguientes etapas del Programa de Mejoramiento.
- Hay diferencias estadísticas entre los 32 clones para los parámetros grosor de cáscara y número de semillas por fruto.
- Existen diferencias entre los 32 clones analizados a la reacción artificial a mazorca negra.
- Hay diferencias estadísticas para los mismos parámetros entre los clones y los árboles individuales que les dieron origen.

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 Generalidades del cacao

2.1.1 Importancia económica del cultivo

El cacao es una planta autóctona del Nuevo Mundo, actualmente distribuida a lo largo de las regiones lluviosas de los trópicos, se desarrolla bien hasta los 20° de latitud en ambos hemisferios. Bartley (2005), describe la región Amazónica como la zona de distribución primaria del cacao y como zona secundaria de distribución del cacao la ubica en el área del Caribe que comprende los países de México, Centro América y el interior de la costa norte de Sur América (Figura 1)



Fuente: Bartley 2005

Figura 1. Zona primaria y secundaria de distribución del cacao.

En la actualidad, el cacao en grano es la materia prima para las industrias chocolatera, de cosméticos y farmacéutica. Los productos del cacao, al mismo tiempo que constituyen un placer al ingerirlos, también presentan un valor nutritivo, relacionado con la cantidad y el tipo de proteínas, carbohidratos, grasas, minerales y vitaminas que contiene. Igualmente es valorado por su contenido de flavonoides los cuales presentan una alta biodisponibilidad, lo que significa que pueden ser absorbidos por el organismo rápidamente (Posada *et al.* 2006).

2.1.2 Biología y botánica del cacao

El cacao es un árbol leñoso, fuerte, de porte relativamente bajo, es una planta alógama, de ciclo vegetativo perenne y diploide ($2n=20$). La conformación del sistema radical del cacao depende de la clase de propagación utilizada en su siembra. En una planta proveniente de semilla hay una raíz principal o pivotante, que alcanza hasta dos metros de longitud. En el caso de las plantas provenientes de propagación clonal no hay una sola raíz principal sino varias y su diámetro es mayor a 5 mm. Igualmente hay raíces laterales o raíces que se ramifican superficialmente y miden hasta cinco metros de largo, de las cuales el 78% se ubican entre los 0-20 cm de profundidad y tienen un diámetro entre 1 – 5 mm. Las raicillas alimentadoras proliferan cerca de la superficie en los primeros 5 cm de profundidad, en una masa compacta y su diámetro es menor a 1 mm, con una extensión de 1.200 metros por metro cuadrado en árboles de 11 años de edad (Brooks 1950, Falade 1977, Kummerow *et al.* 1981, Gama R. y Cadima Z. 1991, León 2000).

El efecto del sistema de propagación también se observa en el tallo. Cuando la planta se origina a partir de una semilla sexual presenta un tronco vertical que puede desarrollarse en forma muy variada dependiendo de las condiciones ambientales, pudiendo alcanzar los 20 m de altura. En general, cuando la planta alcanza 1,50 a 2 m de altura se abre dando origen a 3, 4 o 5 ramas distribuidas al mismo nivel formando la mesa, molinillo o verticilo. Las plantas de origen clonal obtenidas mediante injerto o estacas presentan una conformación diferente sin el predominio de un eje principal. En este caso el tallo usualmente se asemeja a una rama primaria porque normalmente los injertos se hacen a partir de yemas plagiotrópicas, consecuentemente la planta no crece verticalmente y no emite horqueta. Las hojas son de

superficie lisa y brillante por ambas caras, con colores variables que van desde morado hasta verde pálido, la longitud del peciolo varia en tamaño dependiendo si son ramas ortotrópicas (crecimiento vertical) o plagiotrópicas (crecimiento horizontal) siendo este mas largo en las primeras (Enriquez 1987, León 2000, Pinzón y Rojas 2008).

Una planta puede llegar a producir de 100.000 a 150.000 flores por año. La flor individual del cacao tiene un pedicelo largo y fino de 1 a 1,5 cm de longitud, se compone de cinco sépalos agudos y rosados, de seis a ocho mm de largo, pubescentes, que en la flor abierta se expanden formando ángulo recto con el peciolo. La corola consiste de cinco pétalos blancos de seis a ocho mm de largo. El centro de la flor lo ocupa el tubo estaminal, compuesto por cinco estambres fértiles, cortos y doblados hacia fuera, cada uno encerrado en la concha de un pétalo; y de cinco estaminodios internos, agudos y largos de posición erecta que rodean al gineceo. El ovario es súpero con cinco celdas y placentación central, con 30 a 50 rudimentos seminales. El estilo se abre arriba en cinco ramas estigmáticas algunas de las cuales permanecen con frecuencia soldadas. Adicionalmente, la estructura de la flor parece impedir la autopolinización, impidiendo la fecundación con su mismo polen pues las anteras recurvadas hacia afuera están rodeadas por las conchas de los pétalos y separadas del estigma por los estaminodios; por lo tanto es necesaria la presencia de polen de otra flor para la fecundación (León 2000).

El mecanismo de polinización del cacao presenta caracteres de mucho interés. La estructura de la flor no facilita la polinización por ninguno de los medios comunes, más bien la dificulta. El polen es demasiado pegajoso para que pueda intervenir el viento, tampoco la posición de las anteras se adapta a la condición de una planta anemófila, por lo que ciertos insectos como *Forcipomyia sp.* son los que se encargan de la fecundación. Las flores fecundadas pierden los pétalos, sépalos y estambres y el ovario inicia su crecimiento; muchos de los ovarios fecundados caen por diversas causas y sólo muy pocos llegan a la maduración (León 2000).

Debido a la frecuente autoincompatibilidad de un gran número de las flores del cacao, la cual puede ser parcial o total, menos del 5% de las mismas son fecundadas y llegan a dar fruto (León 2000). En muchas plantas la incompatibilidad ocurre en el estilo o estigma,

previniendo el desarrollo de los tubos polínicos, pero en cacao el mecanismo es diferente. Los tubos polínicos se desarrollan normalmente en todos los casos, pero cuando el material es incompatible, el gameto masculino no se fusiona con el femenino. Es por lo que se ha dicho que la incompatibilidad del cacao es del tipo esporofítica, donde la reacción de incompatibilidad es impartida al polen por la planta a la que éste pertenece (Compañía Nacional de Chocolates s.f.).

La incompatibilidad está gobernada por un locus simple al que se llama S, el cual tiene 5 alelos múltiples en el siguiente orden de importancia: $S1 > S2 = S3 > S4 > S5$ y uno recesivo Sf que determina la autofertilidad. El fenómeno de incompatibilidad ocurre dentro del saco embrionario y no a nivel del estilo. Se ha propuesto la existencia de dos loci simples dominante y recesivo A y B, con acción complementaria, los cuales están relacionados con la expresión de un precursor de incompatibilidad, el cual ha sido marcado por el alelo dominante S antes de la meiosis. La falla en la fecundación se debe a la presencia en el ovario polinizado de una proporción de óvulos donde no ha tenido lugar la fusión de las gametos masculinos y femeninos; la proporción de óvulos de no fusión está distribuida así: 25% de no fusión (relación de 1:3), 50% de no fusión (relación de 1:1) y 100% de no fusión (relación de 1:0) (Cordine *et al.* 1985).

Por lo anterior se dice que la asociación del citoplasma con gametos femeninos y masculinos contiene un precursor incompatible que ha sido marcado por el alelo dominante antes de la meiosis, la sola presencia del alelo dominante S resulta en no fusión en un 25%. En el caso de alelos independientes ($S2 = S3$), el precursor lleva ambas marcas específicas y el encuentro de alelos similares resulta en no fusión en un 50%. La ocurrencia de 100% de no fusión presume la existencia de un genotipo que es homocigota para un alelo S. Para el caso de autocompatibilidad con independencia de alelos S, se tiene la hipótesis de que cuando uno o ambos de los loci simple A y B, con acción complementaria son homocigotos recesivos (aa ó bb ó ambos aa y bb), el precursor no puede marcar la existencia de alelos S en el genotipo, dándose el caso de auto-compatibilidad con independencia de alelos S (Williams 1965).

Los frutos de cacao maduran entre 5 y 6 meses después de la polinización. Poseen un mesocarpo de textura lisa o arrugada que se divide en cinco carpelos interiormente. Los

frutos son de tamaño y forma muy variable, generalmente son una baya de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro. Tienen forma elíptica y son de diversos colores al madurar (rojo, amarillo, morado y café); contienen entre 20 y 40 semillas que están cubiertas de una pulpa mucilaginoso de color blanco, cuyos cotiledones pueden ser de color blanco y/o violetas. Las semillas una vez secas alcanzan pesos entre 0,8 y 1,5 gr cada una (Mejía y Arguello 2000).

2.1.3 Taxonomía y razas cultivadas

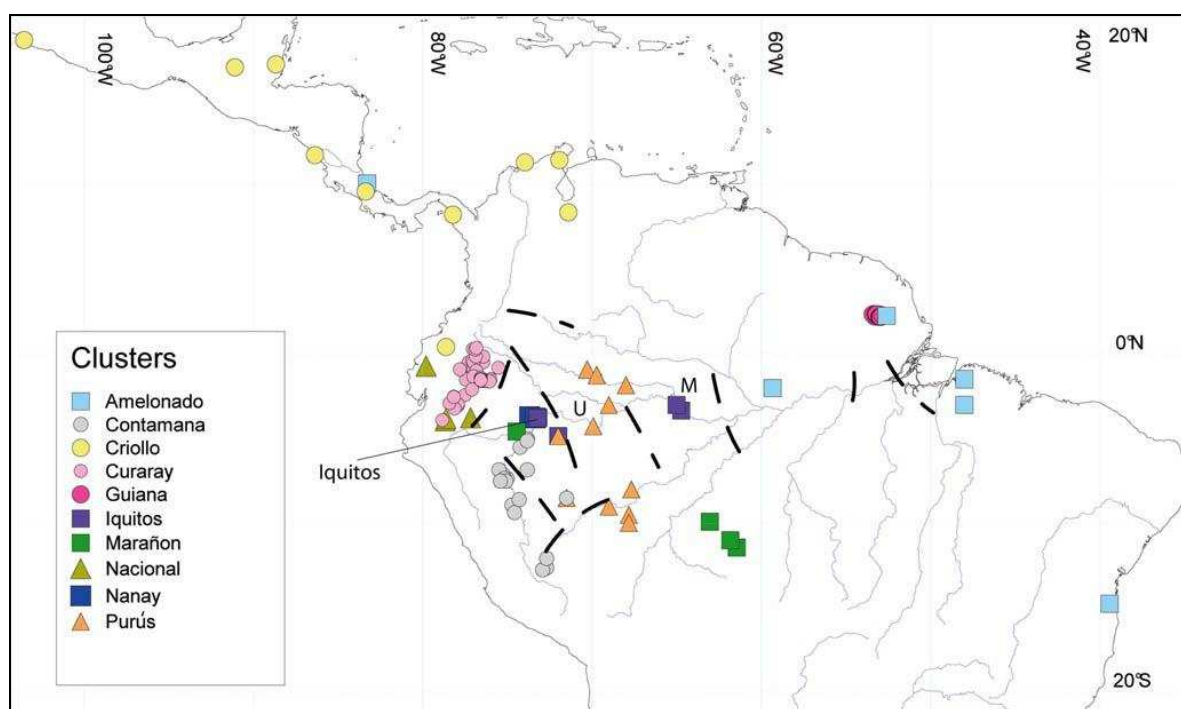
Theobroma cacao pertenece al orden Malvales y a la familia Malvaceae (USDA - ARS 2007). Desde el punto de vista botánico el cacao (*Theobroma cacao L.*) tradicionalmente se clasificado como:

a) **Cacao Criollo**: los Criollos (palabra que significa nativo pero de ascendencia extranjera), se originaron también en Sudamérica, pero fueron domesticados en México y Centro América y son conocidos también como híbridos de cacao dulce. Son plantas de poco vigor y bajo rendimiento, destacándose la alta calidad de sus semillas. Este tipo de cacao posee un cotiledón de color entre marfil pardusco y castaño muy claro, con un olor de cacao dulce unido a un aroma delicado característico. Ejemplos de cacao “Criollo” son algunos tipos de cacao cultivados en Venezuela, en el Caribe y Papúa-Nueva Guinea. Se cultivan principalmente en América Central, México, Colombia y parte de Venezuela, son más susceptibles a enfermedades.

b) **Cacao Forastero**: su centro de origen es la parte alta de la cuenca del Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá, se caracteriza por ser de mayor tolerancia a las enfermedades que el cacao Criollo, sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados, pequeños de color morado y sabor amargo; dentro de esta raza se destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta. La variedad Nacional originaria de Ecuador se caracteriza por ser un cacao fino y de gran aroma y también pertenece a este grupo. Representa aproximadamente un 85% de la producción mundial, proveniente de los países de África Occidental y Brasil.

c) **Cacao Trinitario**: es más resistente y productivo que el cacao “Criollo” pero de inferior calidad. Es el resultado del cruce entre el cacao “Forastero” y el “Criollo”. Es producido en Granada, Jamaica, Trinidad y Tobago, Colombia, Venezuela y América Central. Este grupo aparentemente se originó cuando un genotipo criollo se cruzó naturalmente con un genotipo amelonado del Brasil. Por esta razón, estos materiales presentan características morfológicas y genéticas de ambas razas. Ocupan del 10 al 15% de la producción mundial. Presentan granos de tamaño mediano a grande y cotiledones de color castaño (Enriquez 1966, Soria 1966, Arciniegas 2005, Bartley 2005).

Motamayor *et al.* (2008), utilizando marcadores moleculares (106 microsatelites) sobre 1.241 accesiones para determinar la diversidad genética del cacao, proponen una nueva clasificación del germoplasma de cacao en 10 grupos así: Marañón, Curaray, Criollo, Iquitos, Nanay, Contamana, Amelonado, Purús, Nacional y Guiana, en reemplazo de los 3 grupos que se conocían (Figura 2)



Fuente: Motamayor *et al.* (2008)

Figura 2. Localización del origen de la clasificación botánica propuesta para el cacao.

2.1.4 Requerimientos ambientales

El cacao es un cultivo que se adapta a una gran variedad de condiciones agroclimáticas. Los factores más importantes para su desarrollo son la temperatura y la lluvia, y le siguen en importancia el viento, la luz, la radiación solar y la humedad relativa. Las condiciones más adecuadas son: temperatura media anual de 21 °C. Temperaturas extremas muy altas y bajas pueden provocar alteraciones fisiológicas en el árbol. Los requerimientos en precipitación oscilan entre 1.500 y 2.500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1.200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos (Enríquez 1987).

Los vientos fuertes y continuos pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras es preciso el empleo de barreras cortavientos para que el cacao no sufra daños. Los cortavientos suelen estar formados por distintas especies arbóreas frutales o madereras, que se disponen alrededor de los árboles de cacao (Sánchez y Dubon 1994). Respecto a los niveles de radiación solar, Mejía (2006) menciona que si esta es superior a 250 cal. cm⁻² día (calorías por centímetros cuadrado por día), causan pérdidas hasta del 23% si solo se protege en forma lateral el cultivo con sistemas de barreras. Esta pérdida disminuye a sólo el 2,6% de pérdidas cuando el cultivo se protege del viento y contra la radiación solar mediante sombras, esto debido a que el cacao es una especie típica de penumbra.

En relación a los suelos, el cacao requiere que estos sean muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcillosos, con buen drenaje y topografía regular. Se puede decir que el cacao es una planta que prospera en una amplia diversidad de tipos de suelo. Usualmente las plantaciones están localizadas en suelos que varían desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas y limos, con pH que oscilan entre 4 y 7 (FUNDACITE 1998).

2.1.5 Manejo agronómico de la plantación

Además de considerar los factores edafo-climáticos para el desarrollo del cacao, se deben seguir una serie de etapas básicas que garanticen plantaciones de alto rendimiento (Pinzón y Rojas 2008).

a) Primera Etapa: Se refiere a la instalación del cultivo y comprende actividades como: selección y preparación del terreno, trazado, ahoyado, siembra de cultivos de ciclo corto que pueden ser: guandul (*Canajus cajanun*), patilla (*Citrillus vulgaris*), zapallo o ahuyama (*Cucurbita máxima*), melón (*Cucumis melo*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea mayz*), Habichuela (*Phaseolus sp*), tomate (*Lycopersicum esculatum* Mill), yuca (*Manihot sculenta*), banano o plátano (*Musa sp.*) y pimentón (*Capsicum anuum*) y siembra de sombrío permanente, Es básico el establecimiento de los diferentes tipos de sombra: sombra inicial, temporal y permanente, algunas de las especies de sombra permanente más empleadas son: poró (*Erytrina poeppigiana*), madre del cacao (*Gliricidia sepium*), terminalia (*Terminalia ivorensis*), hule (*Hevea brasiliensis*), laurel (*Cordia allidora*) y algunos frutales como el aguacate (*Persea americana*), zapote (*Pouteria sapota*) y rambután (*Nephelium lappaceum*), entre otros; se realiza durante esta etapa la instalación de viveros para la producción de plántulas de cacao, la siembra de cultivo de cacao en campo, injertación en sitio definitivo, manejo de malezas, riegos, drenajes en las etapas recientes al transplante y cosecha del cultivo de ciclo corto. (Somarriba *et al.* 1996, Pinzón y Rojas 2008).

b) Segunda etapa: Comprende actividades desde que el cultivo queda instalado hasta que inicia su producción. Estas prácticas de manejo incluyen: (1) El combate de malezas, la cual depende de la intensidad de luz que exista en el cacaotal, cultivo anterior y sustrato; (2) El aporque se realiza con el fin de ayudar a un mejor anclaje de los árboles después de dos años de sembrada la planta y (3) La fertilización varía de acuerdo a las condiciones de suelo y que a su vez depende de la etapa fenológica del cultivo. Otra práctica fundamental son las podas periódicas, las cuales permiten modificar la conformación del árbol y a su vez facilita el control de plagas y enfermedades. La práctica consiste en eliminar todos los chupones y ramas innecesarias, así como también las partes enfermas y muertas del árbol. Se considera una labor cultural de gran importancia por su efecto directo sobre el crecimiento y producción de las

plantaciones. Cuando esta práctica no se realiza los árboles alcanzan un gran desarrollo (10-20 m), con abundantes chupones y ramas con crecimientos en diferentes. Al iniciar esta etapa desaparece el cultivo de ciclo corto (Arciniegas 2005, Pinzón y Rojas 2008).

c) Tercera etapa: Son actividades propias del sostenimiento y manejo del cultivo en producción. En esta se ejecutan labores de poda, control de plagas, enfermedades y malezas, fertilización y finalmente la cosecha y beneficio del grano (Arciniegas 2005, Pinzón y Rojas 2008).

d) Cuarta etapa: dado que las plantaciones viejas de cacao (más de 30 años) declinan en su producción, requieren de una rehabilitación para reponer en forma total todas las plantas de cacao. Aunque el rendimiento de la plantación está influenciado por factores intrínsecos de la planta, éstos pueden ser modificados por el ambiente; por lo tanto el propósito es rejuvenecerlas e incrementar su productividad. Un programa de rehabilitación debe hacer énfasis en la corrección de todos los factores que afecten negativamente el rendimiento y es condición obligatoria bajarle altura a los árboles y disminuir su copa (Arciniegas 2005, Palencia *et al.* 2006).

2.1.6 Manejo de la cosecha y post – cosecha

Para las industrias procesadoras, el cacao de calidad es aquel que después de un beneficiado adecuado, desarrolla plenamente el sabor y aroma característicos del chocolate al ser tostado y procesado. Además para las fábricas también es de importancia el tamaño del grano o almendra, el contenido de grasa y el porcentaje de cascarilla. Aunque estos factores están fuera del control del productor, en los cultivos ya establecidos, pueden ser definidos en el momento de seleccionar el material de propagación (FEDECACAO 2004).

2.1.6.1 Beneficio del cacao

En el cultivo de cacao el beneficio constituye una parte fundamental y decisiva para obtener buena calidad del grano, y permitir su correcta comercialización en el mercado nacional e internacional. Con un beneficio adecuado se desarrollan en la almendra los

principios fundamentales del sabor, el aroma y la calidad, lo que determina en gran medida su condición de finos y aromáticos, es decir la calidad del producto final (Arciniegas 2005). Este se puede definir como la serie de operaciones sucesivas que comienzan con la cosecha y apertura de las mazorcas maduras para la obtención de los granos (desgrane), continúa con la fermentación, secado y limpieza, terminando con la selección, clasificación y almacenamiento del grano (Rodríguez de Sindoni 2006).

a) Recolección: solo se debe cosechar frutos maduros, las mazorcas verdes no se deben recolectar porque el grano sin madurez origina un producto de sabor amargo, mayor astringencia y acidez debido a que las sustancias azucaradas que cubren el grano aun no se encuentran en óptimas condiciones para el desarrollo de los procesos bioquímicos que se llevan a cabo durante la fermentación. Generalmente la madurez de la mazorca se aprecia por el cambio de color, así las verdes (inmaduras) se tornan amarillas al madurar, las rojas (inmaduras) cambian a anaranjadas o a un color próximo al anaranjado o al bermejo. En donde el cambio de pigmentación no es aparente, como el clon ICS-95, golpean ligeramente las mazorcas, al estar maduras emiten un sonido hueco ya que los granos y la pulpa están desprendidos de las paredes. Otra forma es raspando la superficie, si aparece un color amarillo está maduro. La cosecha se realiza con cuchillos, machetes y el instrumento conocido como "desgarretadera" (Rodríguez de Sindoni 2006, Pinzón y Rojas 2008).

b) Partida y desgrane de las mazorcas: después de la recolección de las mazorcas, se amontonan, separándose las que pueden estar enfermas y las que no hayan alcanzado el grado de madurez requerido. Al partir las mazorcas es de gran importancia evitar causar daños mecánicos a las almendras, pues quedarán predispuestas al ataque de hongos e insectos, y los granos que lleguen al final del proceso, presentarán un aspecto defectuoso que alterará la calidad del producto. Esta labor se puede realizar con herramientas como: machete corto, un mazo de madera, partidor de lámina sin filo y en algunos casos con máquinas (Arciniegas 2005, Pinzón y Rojas 2008). El tiempo entre la cosecha y el desgrane de las mazorcas altera las propiedades químicas de los granos (Fariñas *et al.* 2000, Torres *et al.* 2004). La extracción de las semillas de la cáscara se denomina desgranada y se hace deslizando los dedos de la mano a lo largo de la placenta o vena central de la mazorca, evitando extraerla para no

mezclarla con los granos de cacao, pues constituye una impureza que perjudica la calidad del producto (Arciniegas 2005, Pinzón y Rojas 2008).

c) Fermentación: Paso fundamental que comprende la eliminación de la baba o mucílago del cacao y la formación, dentro de la almendra, de las sustancias precursoras del sabor y aroma del chocolate. Durante el proceso una adecuada aireación es un requisito fundamental para que esta sea satisfactoria, la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad causan la muerte del embrión. En Brasil se reporta un ensayo utilizando levaduras (*Kluyveromyces marxianus*) para mejorar este proceso. La duración del sistema de fermentación depende de la variedad, y por ejemplo no debe ser mayor de tres días para los cacaos "Criollos" y de ocho días para los cacaos "Forasteros" (Paredes *et al.* 2004, Arciniegas 2005, Leal *et al.* 2008, Pinzón y Rojas 2008).

d) Secado: proceso durante el cual las almendras disminuyen el contenido de agua, la acidez y la astringencia características importantes de calidad. Se busca que la almendra alcance humedades cercanas al 7% (FEDECACAO 2004, Arciniegas 2005). En un ensayo de mezclas de cacaos tipos criollo y forastero, donde se evaluó la superficie secado, sin remover y removiendo los granos cada 1 y 0,5 h por 4 d, se observó que el color no varió al modificar las condiciones del secado, en cambio los granos partidos aumentaron al incrementar la rugosidad del piso y la remoción; en tanto que los porcentajes de cáscara y de granos múltiples disminuyeron al remover con mayor frecuencia. De igual manera se observó que las características químicas no fueron afectadas por la textura del piso, ni por la frecuencia de remoción utilizadas en el secado al sol de los granos de cacao (Ortíz de Bertorelli *et al.* 2004).

e) Clasificación: se realiza una vez terminado el proceso de beneficio y consiste en tomar una muestra de cacao al azar y se cortan los granos longitudinalmente por la mitad, con el fin de exponer la máxima superficie de los cotiledones, el número de granos para la muestra varía con las normas de cada país. Según FUNDER (2007), los estándares contra los cuales se mide el cacao en el mundo son los de Ghana, en el cual se clasifican sobre la base de la cuenta de los granos defectuosos en la prueba de corte. Los granos defectuosos no deben exceder los siguientes límites:

Grado I

- Granos mohosos, máximo 3%;
- Granos pizarrosos, máximo 3%;
- Granos planos, germinados o dañados por insectos, máximo en total 3%.

Grado II

- Granos mohoso, máximo 4%;
- Granos pizarrosos, máximo 8%;
- Granos planos, germinados o dañados por insectos, máximo 6% en total.

En cuanto a los parámetros de calidad del cacao se pueden contemplar de dos tipos: (1) Las características físicas como tamaño, peso, grosor de cáscara, color, contenido de grasa y (2) Las características organolépticas de las almendras que están otorgadas por el sabor, el cual está determinado por el gusto y el aroma, y estos aspectos dependen de los efectos combinados del genotipo, de los factores edafo-climáticos, del manejo agronómico recibido en la plantación y de la tecnología post-cosecha utilizada (Cros 2000, Sukha *et al.* 2002).

2.1.7 Factores modificantes calidad del cacao

De acuerdo a Reyes *et al.* (1999), existen cinco factores que determinan la calidad de la almendra de cacao: (1) el genotipo; (2) el clima; (3) los suelos donde se cultiva; (4) el manejo agronómico y fitosanitario que se ofrezca a la plantación y (5) la tecnología que se emplee para el beneficio.

2.1.7.1 Influencia del genotipo

Cros (2000), reporta que la aplicación de un mismo protocolo de preparación de los cacaos permitió evidenciar destacables diferencias aromáticas entre las variedades Forastero, Trinitario y las variedades híbridas. Al comparar dos clones por su contenidos de fenoles y

antocianinas, Niemenak *et al.* (2006) encontraron que el contenido total de estos compuestos dependían del genotipo, tanto en grano fresco como fermentado. Sin embargo, la formación de ácidos libres no dependen del genotipo (Tagro *et al.* 2008). Igualmente el contenido de grasa es un rasgo probablemente independiente del genotipo, pero la selección para aumentar el tamaño del grano podría conducir a la selección de genotipos de alto rendimiento en grasa (Toxopeous 1995, Khan *et al.* 2008). Contrario a lo sugerido por Sukha *et al.* (2002), quien menciona que el genotipo influye sobre el contenido de grasa la cual puede variar entre un 48 y 60%.

El peso de la almendra el cual depende del tamaño de la semilla y el porcentaje de testa, son características que pueden ser influenciados por el genotipo cultivado (Sukha *et al.* 2002). El sabor, es igualmente afectado por el tipo de material sembrado, aunque también depende de la tecnología postcosecha que se utilice, como lo demostró Clapperton *et al.* (1994) al utilizar la prefermentación, que consiste en almacenar los frutos durante varios días después de cosechados (cinco a diez días), originando dentro de éste una serie de procesos bioquímicos, algunos de los cuales permiten mejorar el sabor de las almendras luego que éstas sufren el proceso de fermentación.

2.1.7.2 Influencia de condiciones edafo – climaticas

Reyes *et al.* (1999) menciona que el clon Ocumare 61, presentó variación en el índice de semilla siendo éste menor cuando se sembró en una región seca comparado con el índice obtenido en una región húmeda. Temperaturas altas durante el período de formación de los frutos, causa maduración prematura y las semillas formadas serán más pequeñas, esto afecta también el contenido de manteca en la almendra y su punto de fusión, el cual está relacionado con la proporción de ácidos grasos saturados e insaturados, siendo esta relación mayor en temporadas cálidas, obteniéndose por lo tanto mantecas duras con punto de fusión alto. A nivel mundial, se ha demostrado que la fertilidad del suelo puede tener influencia sobre el tamaño de la semilla, donde los suelos fértiles producen semillas de mayor tamaño que las producidas en suelos pobres.

2.1.8 Enfermedades del cacao

En el cultivo de cacao son reconocidos cerca de 21 problemas fitosanitarios (plagas y enfermedades), de los cuales 8 son causados por enfermedades que pueden o no estar presentes en todas las regiones cacaoteras de América (USAID 2007). En África, Laimer (2006), reporta un virus denominado CSSV (cacao swollen shoot virus) el cual, está causando reducciones del 50% durante el primer año de infección, seguido de la muerte del árbol. Buddenhagen (1977) clasifica las enfermedades del cacao de la siguiente manera:

a) Enfermedades genuinas: Aquellas que guardan una asociación con el sitio de origen del cacao, debido a que han coevolucionado con el hospedero y por tanto tienen un alto nivel de especialización. Ejemplo: la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa* Aime & Phillips-Mora) y la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par.).

b) Enfermedades no necesariamente asociadas al cacao o a su sitio de origen: se presentan de manera esporádica y pueden atacar diferentes órganos de la planta tales como frutos (*Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Trachysphaera fructigena*, *Thielaviopsis paradoxa*) o el sistema radicular o las ramas (*Fusarium roseum*; *Verticillium dahliae*, *Ceratocystis cacaofunesta*, *Rosellinia pepo*, *Armillaria mellea*, *Ganoderma philippii*, *Mycoleptodiscus terrestris* y *Corticium salmonicolor*).

c) Enfermedades comunes: se presentan frecuentemente en la mayoría de los países productores de cacao. Son notorias a escala global causando pérdidas significativas a través de las infecciones de frutos. Un ejemplo típico son las enfermedades causadas por el género *Phytophthora*: *P. capsici*, *P. citrophthora*, *P. magakarya* y *P. palmivora*. Las dos enfermedades más importantes del cacao en Centro América son la mazorca negra y la moniliasis.

2.1.8.1 La mazorca negra o fitóptora

La mazorca negra del cacao es causada por el hongo *Phytophthora* spp. Esta enfermedad es endémica de las áreas cacaoteras y a nivel mundial limita seriamente la

producción, ocasionando pérdidas hasta de un 30%, pudiendo llegar al 80% en algunos países de América y África Central (Opeke y Gorenz, 1974, Enríquez, 2004; McMahon et al., 2006; Gonzáles y Ventura, 2007; Paulin et al., 2008). En el Salvador, Guatemala y México se ha informado de dos especies asociadas con esta enfermedad: *P. palmivora* que es la más generalizada y *P. capsici* (Gregory y Maddison 1981). En Venezuela se han reportado cinco especies con diferente grado de patogenicidad estas son: *P. palmivora*; *P. parasitica*; *P. syringae*; *P. megasperma* y *P. capsici* como lo reporta Parra y Subero (2000). En Nigeria Adedeji *et al.* (2008) reportan estudios donde se mencionan pérdidas hasta del 100% en cacao causadas por *P. megakarya*.

2.1.8.1.1 Sintomatología

Se caracteriza por presentar una mancha de color chocolate, de forma casi circular, que rápidamente se extiende por toda la superficie hasta cubrir la mazorca en 7 o 10 días. La mancha presenta características similares a las causadas por moniliasis pero con bordes bien definidos. Las mazorcas afectadas son blandas y menos pesadas que las mazorcas normales o las atacadas por moniliasis, el daño es de apariencia acuosa (Arciniegas 2005, Pinzón y Rojas 2008). Es posible apreciar los signos del hongo los cuales son evidentes porque se ve un micelio blanco poco compacto y superficial, que aparece a las 2 o 3 semanas después de la primera mancha (Gregory 1972). Las almendras que se infectan resultan inservibles y en un plazo de 10 a 15 días la mazorca está totalmente podrida (Arciniegas 2005, Pinzón y Rojas 2008).

Fitóptora (*Phytophthora spp.*) también ataca la raíz y el tallo, en los cuales se presentan necrosamientos, invadiendo todo el órgano, pudiendo llegar a ocasionar la muerte del árbol. En plántulas de vivero también se suele presentar cuando los ambientes son muy húmedos, se presenta como una muerte descendente secando tanto las hojas como el tallo, dando una apariencia inicial de quemazón (Arciniegas 2005, Pinzón y Rojas 2008).

2.1.8.1.2 Control de la enfermedad

Para el manejo de *Phytophthora* spp. hay varias alternativas, Phillips y Keane (1993) mencionan evaluaciones realizadas por varios autores utilizando Metalaxyl a nivel de vivero y campo, dando buenos resultados para el control de diversas especies; pero igualmente es documentado por estos autores una investigación donde ha sido demostrado en laboratorio, la generación de resistencia a este producto en la especie *P. capsisi*, lo cual justifica la utilización de este fungicida con otras medidas de control. Otra alternativa es la biológica como la utilización de hongos antagonistas. Adedeji *et al.* (2008) a nivel de laboratorio evaluaron diferentes cepas de *Trichoderma* contra *P. megakaria* obteniendo reducciones hasta de un 95% del patógeno. También existen medidas culturales las cuales buscan crear condiciones adversas para el patógeno y disminuir la fuente de inóculo. Entre ellas se tienen: realizar podas tanto de formación como de saneamiento, eliminación las mazorcas enfermas, reducción de la cantidad de sombra, recolección de mazorcas maduras cada 8 a 15 días, tumba de mazorcas negras durante la cosecha, tratamiento de los montones de cáscaras con caldo bordelés, aspersión de fungicidas cúpricos orgánicos y la adopción de una filosofía de cambiar los materiales sembrados por materiales resistentes (Arciniegas 2005, USAID 2007, Pinzón y Rojas 2008).

2.1.8.1.3 Resistencia genética

Varios trabajos de investigación se han llevado a cabo en busca de cultivares que presenten resistencia a *Phytophthora* spp., en Costa Rica. Arciniegas (2005) en una investigación desarrollada en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), encontró que de 98 materiales de cacao evaluados el 54% mostró una reacción a mazorca negra (*P. palmivora*) entre resistentes y moderadamente resistentes y concluyó que es una característica heredable, lo que concuerda con Iwaro *et al.* (2006). En esta misma institución, Phillips-Mora y Galindo (1989) encontraron como cultivares resistentes: Pound-7, Catie-1000, CC-256, EET-59, EET-64, TSHN-812, SPA-5, SPA-11, SPA-17, UF-703, CC-124, EET-48, ICS-44, EET-250, CC-42, CC-38, CC-71, CC-232 y UF-602, en un trabajo de investigación donde se evaluaban métodos de inoculación de *P. palmivora*. En Brasil, Pinto *et al.* (2007), reportan como clones de alta resistencia horizontal y estable a *Phytophthora* spp.

los materiales CAS 1 y CEPEC 13. En Camerun, Djoegoue *et al.* (2006) mencionan que progenies provenientes de clones ICS (ICS 84 y ICS 95) son los más promisorios para encontrar resistencia contra *P. megakarya*.

Sin embargo, Arciniegas (2005), cita varios autores donde se mencionan reacciones distintas de un mismo clon a *Phytophthora*, debido a la existencia de mutación en el patógeno, la zona donde estén los cultivares establecidos y el método con el cual se evaluó la reacción, y cita un estudio realizado en campo bajo condiciones naturales hechos por Enriquez y Salazar (1987) que demuestran que el Catongo es resistente, en tanto que Rodríguez (1983) encontró que era susceptible al evaluar su reacción artificialmente. Mientras que Luz *et al.* (2006), afirma que si un clon muestra resistencia a una especie de *Phytophthora*, podría ser resistente a otras especies del patógeno.

2.1.8.1.4 Método de inoculación

Se han probado diversos métodos para inocular artificialmente *Phytophthora*, inoculado mazorcas desprendidas o sin desprenderse del árbol (Lawrence 1983, Enriquez y Salazar 1987) o utilizando otras partes de la planta para realizar inoculaciones como semillas, tallos, hojas y plántulas de polinización abierta. Nyassé *et al.* (2006) hace referencia a un protocolo para la evaluación temprana de resistencia a enfermedades probado sobre discos de hojas y validado para la selección de las familias más resistentes y comenta que podría tener un uso potencial en la mejora genética para mazorca negra. Este consiste en tomar discos de la hoja con un diámetro de 1,5 cm colocando una gotita de una suspensión de 3×10^5 zoosporas de *Phytophthora* spp. por mililitro en el centro de cada disco de hoja y recomienda utilizar 40 discos por clon. Sin embargo Iwaro *et al.* (1997), concluyó que no existía correlación entre la penetración del hongo vía foliar y la que se presenta en la mazorca. Igualmente hay varios factores que pueden afectar esta prueba como lo es: tiempo de inoculado, edad de la hoja, número de discos, tamaño del disco (Thévenin *et al.* 2004). Kebe *et al.* (2006), concluyó que la prueba utilizando discos de hojas se puede recomendar para detección temprana de resistencia, mientras que la prueba sobre la mazorca se recomienda para la detección de la resistencia en árboles adultos. El inoculó más empleado ha sido la suspensión de zoosporas, pero también se ha empleado micelio, esporangios o fragmentos de mazorcas enfermas y se ha

aplicado de diferentes formas: inyectándolas, sumergiendo los frutos en ellas y con menos frecuencia se ha empleado la absorción del inóculo en papeles filtro y motas de algodón al ser colocadas sobre el fruto. En CATIE, se utiliza el método de disco de papel de 0,5 cm de diámetro impregnada con suspensión de zoosporas previamente agitada, estos son colocados en el ecuador de las mazorcas evaluando la incidencia y la severidad a los seis días después de la inoculación (Phillips-Mora y Galindo 1989, Arciniegas 2005).

2.1.8.2 La moniliasis

Causada por el hongo *Moniliophthora roreri* y limitada a todas las especies de los géneros *Theobroma* y *Herrania* (Phillips-Mora *et al.* 2007). Según Phillips (2003), se encuentra distribuida en América Tropical, y su origen se sitúa en Colombia. Es uno de los principales factores limitantes en esta región. Causa pérdidas altamente significativas, hasta del 70% o más de la cosecha, si no se controla adecuadamente.

2.1.8.2.1 Sintomatología

En frutos jóvenes de menos de tres meses, se producen deformaciones, gibas o abultamientos seguidos por la aparición de manchas negras que cubren finalmente todo el fruto. En mazorcas de más de tres meses, se presentan los puntos de apariencia aceitosa (oscuros brillantes), en ocasiones con un halo amarillento que da la apariencia de una falsa madurez (madurez prematura). Estos síntomas se incrementan hasta aparecer la mancha de color chocolate y luego de ello, una semana más para la aparición de un polvillo (conidias) blanco que va tornándose gris. Los síntomas generalmente se presentan a nivel externo, donde ocasionan necrosis, deformación y pudrición. En mazorcas de 60 a 80 días de edad, es posible apreciar tejido interno necrosado (Parra y Sánchez 2005, Pinzón y Rojas 2008).

2.1.8.2.2 Control de la enfermedad

La moniliasis requiere de un manejo permanente y sistemático a través de todo el año (Pinzón y Rojas 2008). El control químico sólo se recomienda en las plantaciones con alta productividad, mayor de 800 kilogramos de cacao seco al año y como complemento al control

cultural. Hasta la fecha, no se ha encontrado que el control químico sea superior al control cultural en aquellas plantaciones con rendimientos bajos (Parra y Sánchez 2005). El control cultural consiste en la regulación de sombra que permita un mayor paso de luz y una mayor aireación para reducir la humedad ambiente, realizar podas periódicas, cosechar los frutos maduros, revisión semanal para retirar los frutos enfermos, evitar el encharcamiento del cultivo y eliminar los frutos afectados enterrándolos, tratando de no diseminar las esporas del hongo por la plantación (Arciniegas 2005, Parra y Sánchez 2005, Pinzón y Rojas 2008). A nivel biológico se considera que *Trichoderma harzianum* puede ser un hongo antagonista factible de incorporar en planes de manejo integrado de la enfermedad (USAID 2007). Krauss y Soberanis (2001), reportan trabajos de control biológico aplicando antagonistas (*Clonostachys rosea* y *Trichoderma* spp) donde señalan menor incidencia de moniliasis y escoba de bruja 14,6% y 24,9% respectivamente.

2.1.8.2.3 Resistencia genética

González y Vidal (1992), reportan al sexto año de evaluación los híbridos PA-169 x UF-296, UF-296 x PA-169, SIAL-407 x PA-169 y SIAL-407 x UF 296, así como los clones PA-169, CC-266 y UF-296 como resistentes. Estudios realizados por Phillips (2003), indican resistencia a monilia en los clones de cacao ICS-95 y SCC-61 en Colombia y del clon UF-273 en Costa Rica. USAID (2007) menciona que como parte de las medidas para el manejo de la enfermedad se siembren los híbridos TSH 565 X IMC67, TSA 644 X ICS 6 Y IMC67 X EET 62. Arciniegas (2005) concluyó que los genotipos que muestran una menor incidencia a la enfermedad tienen como progenitores al UF-273, UF-712, EET-75 y PA-169, mientras que genotipos que tienen algunos de los siguientes progenitores son más susceptibles Pound-7 y CCN-51.

2.1.8.2.4 Métodos de inoculación

Arévalo *et al.* (2005), propone inoculaciones a partir de savia del floema en tallo y frutos de cacao, el cual serviría de medio líquido para la germinación de esporas, pero que aun es necesario ajustar la técnica. Sánchez (1982) concluye en su evaluación que inoculación de frutos de 60 días mediante atomización de conidios es un método efectivo que lleva a altos

porcentajes de infección en cultivares muy susceptibles. Phillips-Mora y Galindo (1989), recomiendan realizar inoculaciones directamente al árbol, mientras que Evans (1981) indica que se pueden realizar en diferentes órganos de la planta tales como semillas y plántulas pre-germinadas.

2.2 Caracterización morfológica

La variabilidad almacenada en el genoma de una especie, producto de su adaptación al medio donde se encuentra, puede ser agrupada en dos grandes clases: (1) la que se expresa en características visibles y que conforman el fenotipo, y (2) la que no se expresa en características visibles y que en general se refiere a los procesos o productos internos de la planta y que están siendo identificados mediante técnicas de biología molecular (Hidalgo 2003).

Es así que la caracterización se define como la descripción de la variación que existe en una colección de germoplasma y que permite diferenciar a las accesiones de una especie (Abadie y Berreta 2001). En relación con el fenotipo, los caracteres que lo conforman corresponden en su gran mayoría a la descripción morfológica de la planta y su arquitectura, estos caracteres se denominan descriptores, los cuales deben reunir las siguientes características: (1) ser fácilmente observables; (2) tener alta acción discriminante y baja influencia ambiental, lo que permite registrar la información en los sitios de colecta; (3) ser uniformes ya que la uniformidad de los descriptores es un parámetro indispensable porque esto hace que la caracterización tenga un valor universal (Abadie y Berreta 2001, Pinzón y Rojas 2008). Hidalgo (2003) menciona los siguientes tipos de descriptores morfológicos:

Botánicos-taxonómicos: corresponden a los caracteres morfológicos que describen e identifican la especie y son comunes a todos los individuos de esa especie. En su gran mayoría estos caracteres tienen una alta heredabilidad y presentan poca variabilidad, aunque en las especies cultivadas con frecuencia se pueden encontrar unos pocos que muestran diferentes grados de variabilidad, especialmente en aquellos de interés particular para el hombre como son el tipo y la forma de la hoja, la forma del fruto y la descripción de la flor.

Morfoagronómicos: caracteres morfológicos que son relevantes en la utilización de las especies cultivadas. Pueden ser de tipo cualitativo o cuantitativo, e incluyen algunos de los caracteres botánicos-taxonómicos más otros que no necesariamente identifican la especie, pero que son importantes desde el punto de vista de necesidades agronómicas, de mejoramiento genético, y de mercadeo y consumo. A manera de ejemplos de estos caracteres se puede mencionar la forma de las hojas; pigmentaciones en raíz, tallo, hojas y flores; color, forma y brillo en semillas; tamaño, forma y color de frutos; arquitectura de planta expresada en hábito de crecimiento y tipos de ramificación. En su gran mayoría, estos descriptores tienen aceptable heredabilidad local pero son afectados por cambios ambientales.

Evaluativos: porción de la variabilidad que sólo se expresa como respuesta a estímulos ambientales bióticos (plagas y enfermedades) o abióticos (estrés por temperatura, agua, nutrientes). En general, la respuesta se expresa en características de tipo cualitativo.

Dentro del género *Theobroma* existen diversas instituciones que han propuesto listas de descriptores morfológicos para la identificación y evaluación del germoplasma de cacao. Por ejemplo el (IBPGR 1980) ha seleccionado 65 descriptores, en tanto que Phillips y Enriquez (1988), propusieron una lista corta de 26 descriptores morfológicos (1 para hoja, 5 para flores y 20 para frutos), el CIRAD emplea 24 descriptores para la caracterización (1 para hoja, 8 para flores y 15 para fruto). En 1995 fueron adoptados por el CRU (Cocoa Research Unit) 23 descriptores (1 para hoja, 7 para flores, 14 para frutos y 1 agronómico) como lo reporta Bekele y Buttler (2000).

En cacao los órganos más importantes para ser utilizados en la descripción morfológica son la flor y el fruto, por ser menos influenciados por el ambiente, le siguen en importancia las hojas, tronco, ramas, raíces (Enríquez 1991). En el fruto la relación largo/diámetro es una buena característica para diferenciar clones (Enríquez 1966). López (1984) determinó que el número de óvulos por ovario, el peso seco de la almendra y el ancho de la semilla son caracteres altamente heredables mientras que el número y peso fresco de las semillas por fruto son de baja heredabilidad. Ramírez (1987) concluye que todas las características de la mazorca, excepto el grosor de la cáscara son altamente heredables, lo que concuerda con lo encontrado por Arciniegas (2005).

2.3 Parámetros del rendimiento

Los programas de mejoramiento genético usualmente enfocan su investigación hacia la selección de los materiales en cuanto a su rendimiento, número de frutos producidos por árbol, número de semillas y peso seco de las mismas por mazorca (Soria 1966, Jacob y Atanda 1975).

2.3.1 Número de frutos por árbol

Hay controversia sobre la utilidad de este parámetro para estimar la producción. Algunos opinan que no es un buen estimador del rendimiento debido a que es dependiente del genotipo. Mientras que otros mencionan que existe una pequeña correlación entre el peso de la semilla y el número de mazorcas presentes en el árbol (Esquivel y Soria 1967). Lainez (1991), concluyó que los árboles autocompatibles tuvieron un mayor número de mazorcas y un mejor rendimiento en peso seco que los autoincompatibles.

2.3.2 Peso del fruto

Arciniegas (2005), concluyó que existe baja correlación entre el peso de la mazorca y el número de semillas, sugiriendo que el peso del fruto se encuentra más influenciado por el aumento en el peso de las semillas, que por el número de estas en el fruto. Igualmente encontró que no existe correlación entre esta variable y la producción, por lo que no se debe considerar como un buen parámetro para definirla. Ramírez (1987), dice que el peso de la mazorca se halla influenciado por el espesor de la cáscara. Sin embargo, Niemenak *et al.* (2006) menciona que el peso de la mazorca tiene una correlación directa con el peso y número de semillas presentes en el fruto.

2.3.3 Índice de fruto

Se define como el número de frutos necesarios para obtener un kilogramo de cacao seco y fermentado. El número de frutos necesarios para determinar el índice es de 20 (IPGRI

2000). De acuerdo con Soria (1966) el índice de fruto está influenciado por factores genéticos, ambientales, la edad de la planta. Ramírez (1987) dice que éste depende en mayor grado del peso húmedo de la semilla que del número de ellas. Sin embargo, este índice es importante puesto que los agricultores prefieren un índice bajo, lo cual va a implicar menos mazorcas que romper para obtener una mejor cosecha (Tahi *et al.* 2007).

2.3.4 Índice de semilla

Está definido como el peso promedio en gramos de 100 semillas secas y fermentadas (IPGRI 2000). Es común que se descarten los materiales que registren un peso inferior a 1,1 g. Existe una alta variabilidad entre genotipos con relación a este índice, por ejemplo, los cacaos de tipo Trinitario presentan un índice de semilla bajo con relación a los cacaos de tipo forastero. En algunos casos se ha informado que la semilla proveniente de los frutos que son de forma amelonada presentan un rango de variación de 0,9 a 1,3 gr (Soria 1966, Jacob y Atanda 1975).

2.3.5 Índice de rendimiento

El índice de rendimiento o eficiencia productiva (Kg/cm^2), se determina por medio del cociente resultante entre el acumulado de la producción de cacao seco y fermentado en un tiempo definido y la sección del tronco al cuadrado tomado a 15 cm encima de la unión del injerto. Es un método útil para evaluar el vigor de las plantas debido a que bajo similares condiciones de manejo y ambientales este índice va a depender del componente genético. La selección de variedades con alto índice de rendimiento, permiten plantar a mayor densidad y manejar más fácilmente las copas, igualmente árboles más pequeños también facilitan el control de problemas fitosanitarios y disminuir la competencia entre plantas, una posible causa de la declinación de los rendimientos en las plantaciones adultas con doseles superpuestos (IPGRI 2000, Efron *et al.* 2003, Eskes y Lachenaud 2004, Lachenaud *et al.* 2005).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Generalidades de la investigación

Los clones incluidos en este estudio pertenecen a un ensayo de campo del Programa de Mejoramiento de Cacao del CATIE (PMC) denominado “Experimento de 160 clones” o “L12”, el cual está establecido en la Finca Experimental “La Lola”. Esta finca pertenece al CATIE y está ubicada en Bataan, Provincia de Limón, Costa Rica entre los 10° 06’ de latitud Norte y 83° 23’ de longitud Oeste. Se encuentra a una altitud de 40 m.s.n.m. y posee una temperatura anual promedio de 25° C, humedad relativa de 91%, con una precipitación mensual promedio de 224 mm y radiación solar de 17,2 MJ/m² promedio mes (CATIE 2008).

La investigación se realizó entre los meses de noviembre 2008 a septiembre de 2009, llevando a cabo actividades tanto en la finca La Lola como en las instalaciones del CATIE, ubicadas en la Provincia de Cartago, Cantón de Turrialba entre los 91° 52’ de latitud Norte y 83° 38’ de longitud Oeste. Turrialba está a 602 m.s.n.m. y posee una temperatura anual promedio de 22° C, humedad relativa de 87,7%, precipitación mensual promedio de 224,2 mm y radiación solar de 18,8 horas (CATIE 2008). El trabajo de investigación se desarrolló en dos etapas así:

1. **Caracterización y evaluación de los 160 clones:** se desarrolló entre los meses de noviembre del 2008 y enero del 2009 y entre julio y agosto del 2009. En esta etapa se registraron características de los clones como: diámetro del tronco y color del fruto, los cuales fueron tomados *in situ* en la finca La Lola. Características morfológicas del fruto, el peso fresco de la semilla, los índices de fruto y semilla se registraron en la finca La Montaña del CATIE. Esta información se complementó con los datos de número de frutos sanos/árbol e incidencia natural de enfermedades (moniliasis y fitóptora) de dos años colectada mensualmente por el PMC, entre mayo de 2007 a abril del 2009. Solo se incluyó los datos de los árboles plantados antes del 31 de marzo del 2007 y que fueron corroborados que correspondían morfológicamente al tipo original del clon.

2. **Caracterización y evaluación de los 32 mejores clones:** se seleccionaron con base en su producción, resistencia a moniliasis, índice del rendimiento e índice de semilla. A los clones seleccionados, se les registró el grosor de cáscara del fruto, el número de semillas por fruto, el color de los cotiledones y la resistencia a *Phytophthora palmivora* usando inoculaciones artificiales (durante los meses agosto y septiembre 2009).

3.2 Material experimental

Los 160 clones incluidos en L12 provienen en su gran mayoría (78,2%) de árboles individuales sobresalientes, seleccionados de cinco ensayos de familias híbridas, dos de ellos establecidos en Turrialba (T3 y T4) y los otros tres en La Lola (L3, L4 y L5). Dichos árboles fueron seleccionados y multiplicados vegetativamente por el Programa de Mejoramiento del CATIE debido a su comportamiento notable en términos de producción y/o resistencia a moniliasis. L12 incluye también 35 clones internacionales o locales que actúan como testigos (Cuadro 1).

L12 fue sembrado en los meses de junio y julio de 2005, en un diseño completamente aleatorizado, estableciendo 25 árboles por clon a una distancia de 2,5 x 2,5 m en triángulo para un total de 4.000 árboles o unidades experimentales (Anexo 1). La sombra utilizada corresponde a banano (*Musa* sp), sembrado a 5 x 5 m y madero negro (*Gliricidia sepium*) a 7,5 x 7,5 m. El ensayo cubre un área total de 4 hectáreas.

Cuadro 1. Procedencia y nombre de los clones incluidos en L12.

Procedencia	Clones						
Ensayo L3 38 clones (23,8%)	CATIE R-3	CATIE R-4	CATIE R-5	CATIE R-6	CATIE R-105	CATIE R-106	CATIE R-107
	CATIE R-108	CATIE R-109	CATIE R-110	CATIE R-111	CATIE R-112	CATIE R-113	CATIE R-114
	CATIE R-115	CATIE R-116	CATIE R-117	CATIE R-118	CATIE R-119	CATIE R-120	CATIE R-121
	CATIE R-122	CATIE R-123	CATIE R-124	CATIE R-125	CATIE R-126	CATIE R-127	CATIE R-128
	CATIE R-129	CATIE R-130	CATIE R-131	CATIE R-132	CATIE R-133	CATIE R-134	CATIE R-135
	CATIE R-136	CATIE R-137	CATIE R-138				
Ensayo L4 52 clones (32,5%)	CATIE R-8	CATIE R-9	CATIE R-10	CATIE R-11	CATIE R-12	CATIE R-13	CATIE R-14
	CATIE R-15	CATIE R-17	CATIE R-18	CATIE R-19	CATIE R-20	CATIE R-21	CATIE R-22
	CATIE R-23	CATIE R-24	CATIE R-25	CATIE R-26	CATIE R-27	CATIE R-28	CATIE R-29
	CATIE R-30	CATIE R-31	CATIE R-32	CATIE R-33	CATIE R-34	CATIE R-35	CATIE R-36
	CATIE R-37	CATIE R-38	CATIE R-39	CATIE R-40	CATIE R-41	CATIE R-42	CATIE R-43
	CATIE R-44	CATIE R-47	CATIE R-48	CATIE R-49	CATIE R-50	CATIE R-52	CATIE R-54
	CATIE R-56	CATIE R-57	CATIE R-58	CATIE R-60	CATIE R-61	CATIE R-62	CATIE R-63
	CATIE R-64	CATIE R-65	CATIE R-66				
Ensayo L5 18 clones (11,3%)	CATIE R-68	CATIE R-70	CATIE R-71	CATIE R-72	CATIE R-73	CATIE R-74	CATIE R-75
	CATIE R-76	CATIE R-77	CATIE R-78	CATIE R-79	CATIE R-80	CATIE R-81	CATIE R-82
	CATIE R-83	CATIE R-85	CATIE R-86	CATIE R-87			
Ensayo L6 10 clones (6,2%)	CC-137	CCN-51	EET-183	ICS-43red	ICS-95 T1	PA-169	PMCT-58
	POUND-7	UF-273 T1	UF-712				
Ensayo T3 1 clon (0,6%)	CATIE R-7						
Ensayo T4 16 clones (10,0%)	CATIE R-89	CATIE R-90	CATIE R-91	CATIE R-92	CATIE R-93	CATIE R-94	CATIE R-95
	CATIE R-96	CATIE R-97	CATIE R-98	CATIE R-99	CATIE R-100	CATIE R-101	CATIE R-102
	CATIE R-103	CATIE R-104					
Colección del CATIE 25 clones (15,6%)	CAP-34	Carmelo 2	Caucasia-34	Caucasia-37	Caucasia-39	Caucasia-43	Caucasia-47
	EET-233	EET-605	EET-610	FHIA-FCS-A2	GU-128 N	HY-2714184	NAL-1 A13
	NAL-1 A14	NAL-2 A26	NAL-2 A27	PA-107	PA-120	PMCT-46	Porcelana-3
	SC-24	SNK-12	UF-12	Yucatán			

3.3 Caracterización morfo – fisiológica

Durante los dos períodos de mayor cosecha en La Lola (Noviembre – Enero y Julio – Agosto), se colectaron todos los frutos maduros disponibles cosechando en cada periodo alrededor de 700 a 800 árboles por semana hasta completar el recorrido de los 4.000 árboles que componen el ensayo L12. Los frutos se rotularon con un lápiz y se transportaron en sacos a Turrialba el mismo día de la cosecha. En cada cosecha se evaluaron un máximo de 14 frutos por clon los cuales se seleccionaron al azar después de haber mezclado dentro de un saco el total de frutos obtenidos por clon de los diferentes árboles. Una vez seleccionados los frutos estos eran comparados con fotografías de frutos provenientes de los árboles originales de donde provenía cada clon, con el fin de descartar frutos que no correspondían al tipo original.

Se evaluaron diferentes parámetros morfo-fisiológicos relacionados con el fruto y la semilla (ver sección siguiente), poniendo particular énfasis en aquellos con importancia agronómica y que permiten distinguir a unos clones de otros. Se tomaron como base los descriptores cuantitativos y cualitativos de la lista de descriptores morfológicos del IPGRI (2000). El color del fruto se determinó *in situ* en la finca La Lola, para ello se realizó un recorrido por todos los árboles del ensayo registrando el color predominante en cada árbol a frutos con edades de 5, 4 y 2 meses, generándose un único registro por árbol y por edad del fruto.

Los instrumentos y materiales empleados para la toma de datos fueron: Vernier ó Pie de Rey, balanza de precisión (± 1 gr por cada 2 kg), regla graduada, etiquetas y formulario de datos para la caracterización morfo-fisiológica.

3.3.1 Evaluación y caracterización de los 160 clones

De los 160 clones que conforman L12 se evaluaron 153 clones (95,6%). Para algunos clones no se contó con una cantidad suficiente de frutos para efectuar la caracterización morfológica, pero los datos también se registraron.

3.3.1.1 Parámetros del fruto

Los descriptores utilizados en esta investigación para caracterizar el fruto se mencionan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Caracterización de 160 clones: parámetros del fruto.

Descriptor morfológico	Descripción	Valor	Criterio
Color (Figura 3)	Se determinó en frutos de 2, 4 y 5 meses	1	Rojo
		2	Rojo – base verde
		3	Verde – tonalidades rojas
		4	Verde
Forma del fruto (Figura 4)	De acuerdo a Engels (1981)	1	Angoleta
		2	Amelonado
		3	Cundeamor
		4	Calabacillo
Forma del ápice (Figura 5)	De acuerdo a Engels (1981)	1	Puntiagudo
		2	Agudo
		3	Obtuso
		4	Redondeado
		5	Atenuado
		6	Caudado
		7	Pezón
		8	Dentado
Constricción basal (Figura 6)	De acuerdo a Engels (1981)	1	Ausente
		2	Escaso
		3	Intermedio
		4	Bien marcado
		5	Muy ancho
Rugosidad mesocarpo (Figura 7)	Escala sugerida IPGRI (2000)	1	Lisa o ausente
		2	Leve
		3	Intermedia
		4	Levemente áspero
		5	Áspero
Largo fruto (cm)	Se tomó midiendo la distancia entre los dos extremos del fruto sin considerar el pedúnculo (Figura 8)		
Diámetro fruto (cm)	Se tomó midiendo la parte intermedia del fruto (Figura 8)		

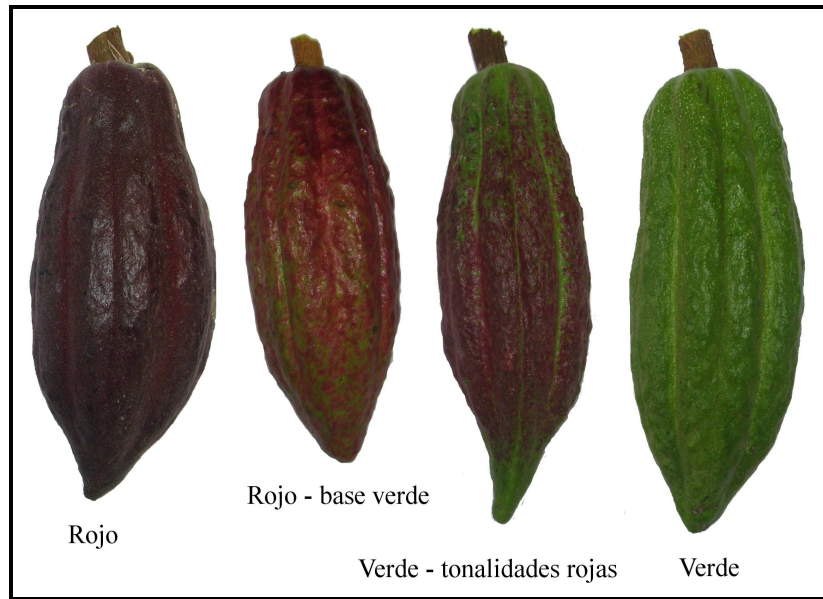


Figura 3. Caracterización de 160 clones de cacao: escala colores.

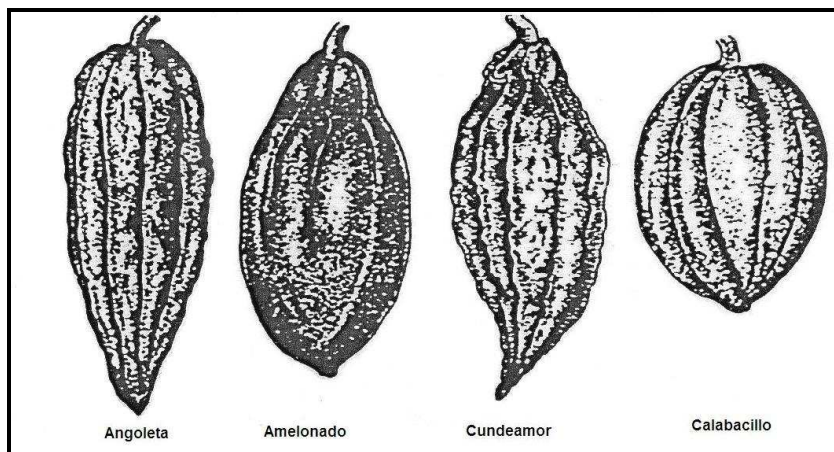


Figura 4. Caracterización de 160 clones de cacao: forma del fruto.

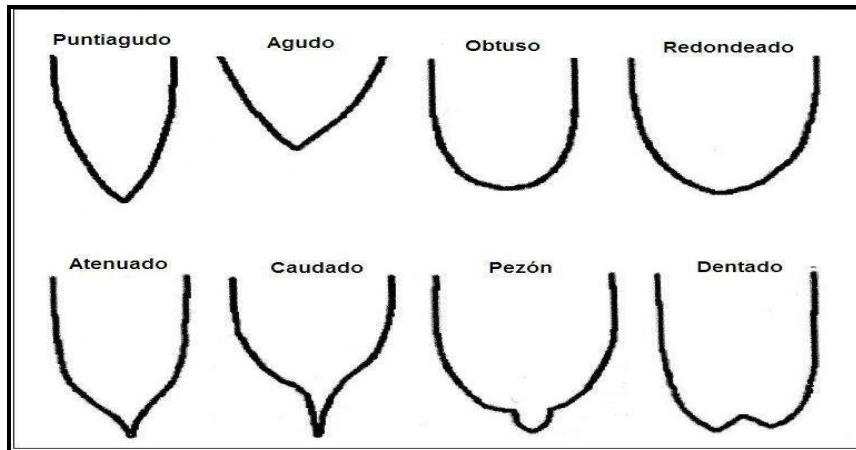


Figura 5. Caracterización de 160 clones de cacao: forma del ápice.

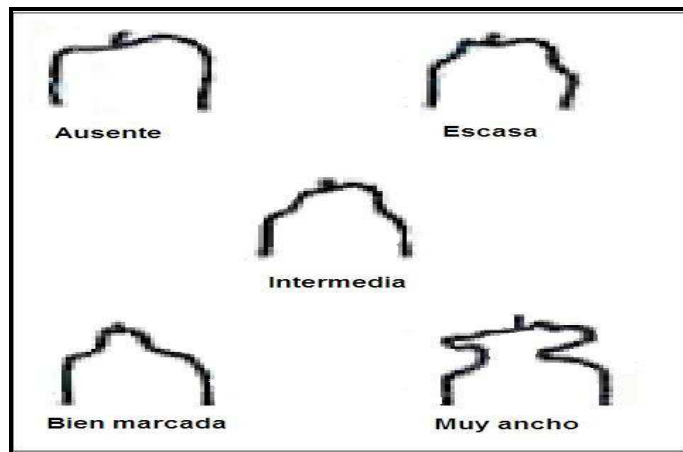


Figura 6. Caracterización de 160 clones de cacao: forma constricción basal.

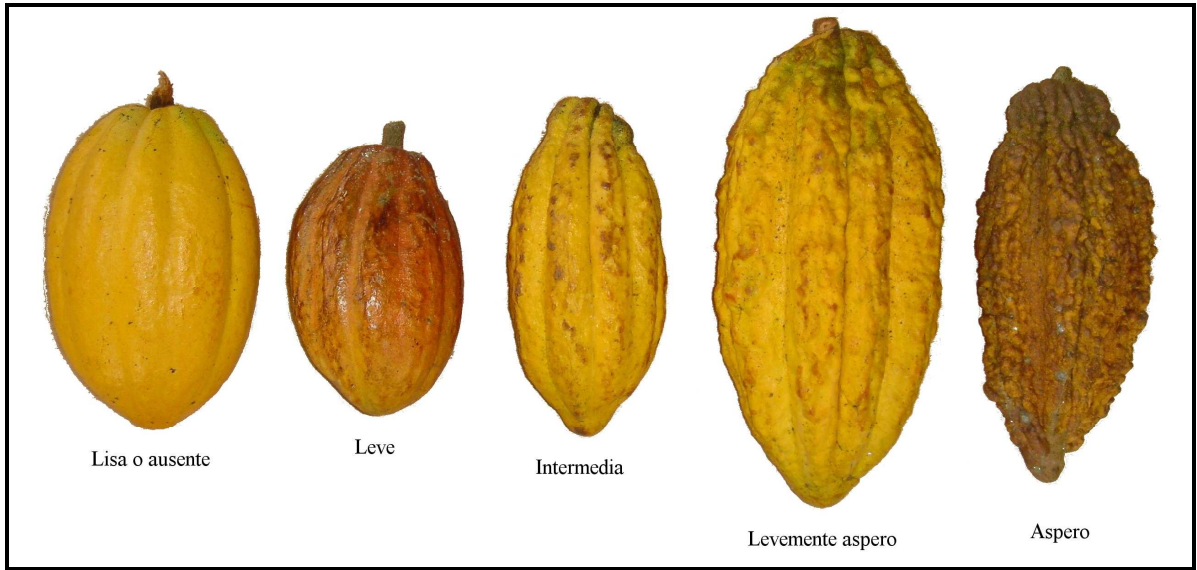


Figura 7. Caracterización de 160 clones de cacao: categorías rugosidad.

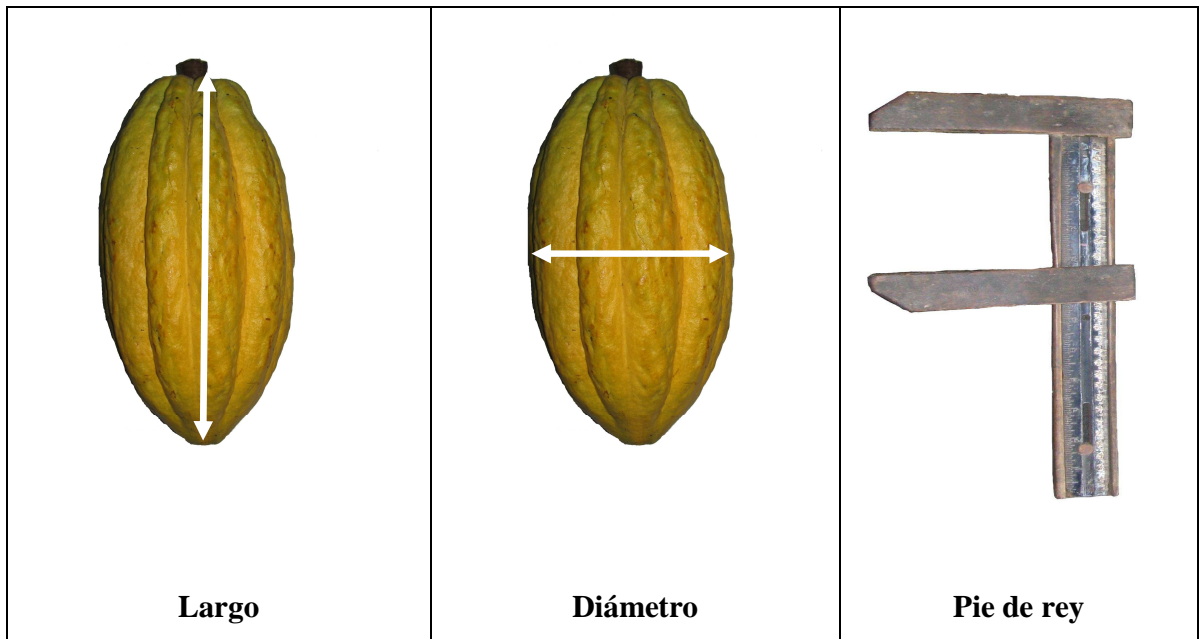


Figura 8. Caracterización de 160 clones de cacao: determinación largo y diámetro.

3.3.1.2 Parámetros del rendimiento

A los frutos maduros usados en la caracterización morfológica se les extrajo y pesó las semillas sanas con su mucílago (peso húmedo) evitando incluir la placenta y cualquier otra materia extraña. Luego se beneficiaron para determinar los índices de fruto y semilla de cada clon. Para esto se siguió el procedimiento que se indica a continuación.

a. Fermentación de las muestras

Este proceso se realizó en la finca la Montaña del CATIE. Cada muestra por clon se colocó en una bolsa de cedazo plástico de 31,5 cm x 21,5 cm dentro de la cual se introdujo también una etiqueta plástica marcada con lápiz de grafito indicando fecha, clon y cantidad de frutos por muestra, luego se cerró con un cordón. Para la fermentación se usó el método de cajas en escalera, que consiste en fermentar la masa dentro de una caja de madera de 80 x 60 x 40 cm de largo, ancho y alto respectivamente, con pequeños orificios en el fondo del cajón para que escurrieran los líquidos liberados en el proceso. En todos los casos el proceso de fermentación duró 5 días, el cual se inició en la medida de las posibilidades a la misma hora (11:00 a.m.). El primer día se llenó cada caja de la siguiente forma: primero se colocaron 20 kg de masa constituida por semillas y mucílago de genotipos no identificados. Luego se colocó tres capas de 10 cm de bolsas conteniendo las muestras, alternadas por 10 kg de masa, excepto por la última capa que fue de 20 kg. Esto implicó que se colocaron en cada caja aproximadamente 100 kg de cacao: 60 kg de masa de fermentación y aproximadamente 40 kg de muestras en bolsas. Las cajas fueron cubiertas por hojas de plátano (*Musa AAB*) y sacos de yute o fique. El contenido de cada caja se removió a las 24, 72 y 96 horas, movilizándolo todo su contenido a una caja inferior en el fermentador (Figura 9).

b. Secado de las muestras

Concluida la fermentación, se extrajeron de las bolsas las semillas y se colocaron, en forma separada dentro de un secador solar, ubicado en la finca la Montaña (Figura 9). El propósito del secado es que los granos alcancen una humedad del 7,5%. Durante el proceso las semillas fueron movidas todos los días hasta el quinto día. Al finalizar este periodo si las semillas no habían alcanzado la humedad requerida se terminó su proceso de secado en una

cámara de secado de aire caliente en el Banco de Semillas del CATIE, luego se corroboró que el contenido de humedad fuera el deseado mediante un medidor de humedad para semillas (Figura 9). Posteriormente se colocaron en bolsas plásticas adecuadamente rotuladas.

c. Determinación de los índices de fruto y semilla

Para determinar el índice de semilla se pesó 100 semillas secas por clon por muestra, o cantidades menores cuando no se conto con suficientes. El índice de semilla comprende el peso promedio de las semillas. El índice de fruto que indica el número de frutos necesarios para obtener un kilogramo de almendras fermentadas y secas se determinó a partir del peso total de las semillas secas obtenidas de los frutos colectados por clon en cada fecha de cosecha utilizandó la siguiente formula:

$$IF = \frac{1000g * NF}{Pts(g)}$$

donde:

IF = índide de fruto

NF = número de frutos colectados

Pts = peso total semillas

3.3.1.3 Evaluación de la producción e incidencia natural de las enfermedades monilia (*Moniliophthora roreri*) y fitoptora (*Phytophthora palmivora*)

Para la estimación de estos parámetros se utilizó los registros de producción del Programa de Mejoramiento del CATIE correspondiente a dos años de producción. Se descartaron aquellos árboles sembrados después del 31 de marzo de 2007 y determinados como fuera de tipo. Para la estimación de la producción para cada clon se consideró 1.100 árboles por hectárea, el número de frutos sanos/árbol y el índice de fruto de la época dos (para 127 clones) por considerarse que hubo menor error experimental en la obtención del parámetro; sin embargo, esto causó que no fueran considerados para la evaluación de la

producción 24 clones respecto a la época 1 (151 clones) debido a que de estos no se obtuvieron frutos. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$P = \frac{NF * 1100}{IF}$$

donde:

P = producción acumulada dos años en Kg/ha

NF = promedio número de frutos/árbol acumulados dos años

IF = índice de fruto época 2





Empaque material desgranado	Fementación
	
Secado: secador solar	Secado: cámara de aire caliente
	

Figura 9. Caracterización de 160 clones de cacao: etapas beneficio semilla cacao.

3.3.1.4 Determinación del índice de rendimiento

Este índice se obtuvo a partir del cociente entre el promedio de la producción acumulada (dos años) estimada por árbol y la sección del tronco en cm^2 calculada a partir del perímetro al cuarto año de vida (segundo año de producción). Dicho perímetro fue tomado a 15 cm sobre la unión del injerto con el patrón (Figura 10) (IPGRI 2000, Efron *et al.* 2003, Eskes y Lachenaud 2004, Lachenaud *et al.* 2005). La fórmula fue la siguiente:

$$ST = D^2 * 0,7854$$

$$IER = PA/ST$$

donde:

ST = sección del tronco en cm^2

D = diámetro calculado a partir de la circunferencia tomada a 15 cm sobre la unión del injerto

IER = índice de rendimiento

PA = producción acumulada



Figura 10. Caracterización de 160 clones de cacao: medición perímetro del tallo.

3.3.2 Selección de los 32 mejores clones

El método utilizado es el propuesto por Soria (1966), el cual requiere establecer límites de selección por carácter o parámetro de interés. En esta investigación se utilizaron como parámetros de selección la producción acumulada de dos años, la incidencia natural de monilia acumulada de dos años, el índice de eficiencia del rendimiento y el índice de semilla.

3.3.2.1 Límites de selección

La obtención de los límites de selección se realizó mediante un análisis de componentes de la varianza utilizando modelos lineales mixtos para obtener el error mínimo de muestreo o error estándar con el software InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2009) en los parámetros producción acumulada (Kg/ha), incidencia natural de monilia e índice del rendimiento.

Obtenido el error mínimo de muestreo se procedió a fijar los índices o valores para calificar el parámetro, dando un valor de 2 a los clones cuyo promedio rinda 2 veces este error mas la media general de los clones en el ensayo, un valor de 1 a los clones cuya media este entre la media general y el valor 2 y 0 a los clones cuya media sea menor a la media general. Para el parámetro índice de semilla, se dio un valor o índice de 2 a los clones cuya media sea superior a 1,1 gramos, un índice de 1 a los clones con media que este entre 1 y 1,1 gramos y 0 a todo clon cuya media sea inferior a 1. Para dar mayor énfasis a los parámetros producción e incidencia natural de monilia en la selección de los clones se múltiplo el índice obtenido por 5 y 3 respectivamente y por 1 para las demás variables (criterio del mejorador), lo cual significa que un 50% de la selección de los clones depende de su buen comportamiento en producción, un 30% a la incidencia de natural de monilia y un 20% debido a las variables índice de rendimiento e índice de semilla (10% cada una). Luego se sumaron los índices por clon y se seleccionaron los 32 clones que obtuvieron los mayores puntajes.

La formula aplicada es la siguiente:

$$\text{Índice 2} = X + 2*(EM)$$

Índice 1 = Entre X y valor 2

Índice 0 = < X

donde:

X = media general de los clones

EM = Error mínimo de muestreo

3.3.2.2 Evaluación y caracterización de los 32 clones seleccionados

Seleccionados los 32 mejores clones, se procedió a cosechar 20 frutos por clon, obtenidos al azar de los 25 árboles. Se cosecharon un máximo de 2 frutos por árbol. Los frutos fueron transportados a Turrialba el mismo día de la cosecha siguiendo el procedimiento indicado para la caracterización de los 160 (Acápite 3.3).

3.3.2.2.1 Parámetros del fruto

En la Finca La Montaña Turrialba, los frutos fueron partidos en dos con un chuchillo afilado y se midió el grosor de la cáscara en la base del surco (Figura 11), luego se extrajeron las semillas y se contaron, separando en cada fruto por clon una muestra de cinco semillas que fueron mezcladas, tomando un máximo de 20 semillas las cuales se partieron longitudinalmente para registrar el color del cotiledón. El criterio de evaluación fue: 1 = Violeta; 2 = Violeta claro; 3 = Crema.

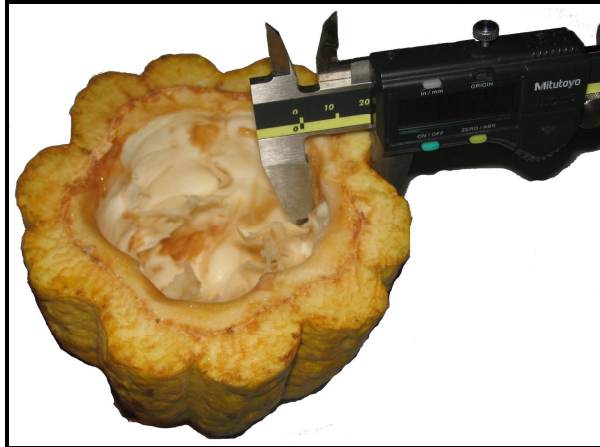


Figura 11. Caracterización 32 clones: medida grosor cáscara.

3.3.2.2.2 Resistencia a fitóptora

Para la evaluación de la reacción a la enfermedad de mazorca negra se seleccionaron al azar árboles dentro los 25 de cada clon seleccionado como promisoro en L12. A estos árboles se les cosechó dos frutos de cinco meses de edad sanos, hasta completar un máximo de 10 frutos, estos fueron envueltos en papel periódico, agrupados por clon, rotulando el empaque y transportados al CATIE hasta un cuarto adecuado para esta labor, donde se procedió a su inoculación.

Preparación del inóculo: El inóculo se preparó en el laboratorio de Fitopatología del CATIE, a partir de micelio del hongo (cepa C-14 procedente de Cabiria) que se sembró en erlenmeyers de 125 ml que contenían 10 ml del medio de cultivo compuesto por Agar (1,8 g), V8 (20 g) y CaCO_3 (0,3 gr). Los erlenmeyers se colocaron en una cámara a 25° C por un periodo de 10 a 15 días. La suspensión de zoosporas se elaboró siguiendo la metodología de Phillips y Galindo (1989). Para esto, a cada erlenmeyer se le adiciona 15 ml de agua destilada a 10° C. Para favorecer la liberación de las zoosporas, los enlenmeyer se conservaron durante 30 minutos en una cámara oscura a 5° C y luego se trasladaron a una cámara de incubación a 25° C por un lapso igual de tiempo. El inóculo se calibrará a 1.6×10^5 zoosporas ml^{-1} con ayuda de un hematocímetro y microscopio de luz.

Preparación de los frutos para su inoculación y evaluación: las mazorcas evaluadas fueron cortadas al nivel del pedúnculo y colocadas dentro de bolsas plásticas debidamente identificadas por clon y transportadas al Laboratorio de Fitopatología del CATIE, donde al día siguiente se procedió a su inoculación. Para la inoculación se colocó dos discos de papel Wathman No.2 (0,5 cm de diámetro) previamente sumergido en la suspensión de esporas, en dos puntos ubicados en lados opuestos del ecuador del fruto. Posteriormente los frutos inoculados se introdujeron en bolsas de polietileno transparente a las cuales se le colocó una toalla de papel húmedo con agua destilada a razón de 30 ml por bolsa que actuará como cámara húmeda.

Variable de medición: a los diez días después de la inoculación se determinó la incidencia y la severidad de la enfermedad. La incidencia se calculó dividiendo los frutos infectados entre el total de frutos inoculados. La severidad se determinó midiendo el diámetro promedio de la lesión en dos sentidos perpendiculares. Para el cálculo de severidad se sumó las longitudes obtenidas y se dividió entre dos. En cada repetición se utilizaron como testigos un clon resistente (Pound-7) y otro susceptible (CC-137). Para definir la severidad de la enfermedad y el comportamiento de cada uno de los materiales se usó una escala que está en función del diámetro promedio de la lesión en centímetros así: 0 – 2 = Resistente; 2 – 4 = Moderadamente resistente; 4 – 6 = Moderadamente susceptible; > 6 = Susceptible.

3.4 Métodos estadísticos

L12 está sembrado bajo un diseño experimental completamente aleatorizado con 25 árboles (repeticiones) por clon. Los análisis de varianza para la producción Kg/ha, incidencia natura enfermedad e índice del rendimiento fueron realizados usando dicho diseño. En el caso de variables morfológicas como largo y diámetro de fruto, grosor de cascara y número de semillas las repeticiones fueron cada uno de los frutos cosechados por clon.

3.4.1 Variables cuantitativas

3.4.1.1 Evaluación y caracterización 160 clones

Para las variables del fruto (largo y diámetro) se determinaron mediante análisis estadísticos: la media, el valor mínimo y máximo, la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV). Igual metodología se utilizó para describir las variables generadas como relación largo/diámetro del fruto, incidencia natural de enfermedades (porcentaje de monilia y fitóptora) y parámetros de producción (índices de semilla, de fruto y rendimiento). Además para las variables antes mencionadas se elaboraron diagramas de distribución de frecuencias.

La producción (kg/ha) se analizó por año y por el total acumulado para los dos años (Bartley 1970) mediante un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de rango múltiple de Tukey para comparar los promedios por clon. Las repeticiones correspondieron a la cantidad de árboles sembrados por clon, sin embargo, el número varió entre 1 a 25 debido a: muerte de árboles, descarte por ser árboles que no corresponden al tipo original y árboles sembrados después del 31 de marzo de 2007 (resiembras). El modelo utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde Y_{ij} = es la j – ésima observación del i – ésimo tratamiento; μ = es la media general de las observaciones; τ_i = efecto del i – ésimo tratamiento (clon) y ε_{ij} = variable aleatoria normal independientemente distribuida con esperanza 0 y varianza δ^2 . Debido a la cantidad de ceros presentes en los datos lo que causó que no fuera posible cumplir los supuestos de la ANOVA se recurrió a la transformación de los datos mediante transformación por rangos.

3.4.1.2 Evaluación y caracterización de 32 clones seleccionados

La selección de los 32 mejores clones se efectuó mediante el método de índices de selección (Soria 1996). Para ello se calcularon los límites de selección en las variables

producción e incidencia natural de enfermedades mediante un análisis de componentes de la varianza, para obtener el error mínimo de muestreo (componente de varianza), utilizando para su estimación la metodología de modelos lineales mixtos con el programa Infostat (Di Rienzo *et al.* 2009).

Las variables grosor de cáscara y número de semillas fue analizada mediante análisis de varianza, la media, valor mínimo y máximo, la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV), los cuales permiten estimar y describir el comportamiento de los clones seleccionados frente este carácter. Igualmente será elaborado un diagrama de distribución de frecuencias.

Para la evaluación de la resistencia a fitóptora se realizó un análisis de varianza, se elaboró una tabla y un diagrama de distribución de frecuencias agrupando los clones de acuerdo a la escala de valoración de la severidad de la enfermedad (resistente, moderadamente resistente, moderadamente susceptible y susceptible).

3.4.2 Variables cualitativas

Para las variables del fruto (color de la mazorca, forma de la mazorca, forma del ápice, constricción basal, rugosidad) y de semilla (color del cotiledón), que se evalúan en la primera y segunda etapa de la investigación respectivamente, se elaboraron tablas y diagramas de distribución de frecuencias.

3.4.3 Correlaciones

Se compararon los resultados obtenidos en esta investigación (usando mas árboles por clon) con los reportados por Arciniegas (2005) correspondientes al árbol individual de donde se obtuvo el clon respectivo. Para esto se determinó la correlación mediante el coeficiente de correlación de Pearson entre ambos set de datos para todas aquellas variables y genotipos que tenían información disponible.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterización morfo-fisiológica de los 160 clones

Un total de 153 clones que corresponde al 96,8% de los 160 incluidos en L12 fueron caracterizados usando 5 variables cualitativas y 3 variables cuantitativas del fruto. Para ello se utilizaron los frutos maduros obtenidos en las dos épocas más importantes de cosecha: noviembre – enero y julio – agosto. De los clones cosechados 44 (29%) no alcanzaron la cantidad mínima de frutos (20 frutos) para su caracterización, sin embargo, los resultados también fueron registrados. Los siguientes siete clones fueron excluidos de la caracterización morfo-fisiológica debido a que no produjeron frutos en las épocas mencionadas: CATIE R-126, CATIE R-129, UF-12, PMCT-46, PA-120, CARMELO 2 y YUCATAN).

El color del fruto se determinó *in situ* observando frutos de 2, 4 y 5 meses de edad. Se evaluó el parámetro para 159 clones, no encontrándose frutos en los árboles del clon CATIE R-129.

4.1.1 Evaluación variables cualitativas

Las variables cualitativas de fruto evaluadas fueron: forma de la mazorca, constricción basal, rugosidad del mesocarpo, forma del ápice y color a tres edades. En el Cuadro 3 se resumen las características más representativas de cada clon y en el Cuadro 4 se indica la frecuencia con que se presentó cada categoría. Se observa que la mayoría de los clones presentan forma amelonada (98%), la constricción basal entre escasa (58%) e intermedia (29%); la rugosidad del mesocarpo intermedia (48%) o leve (36%), y la forma del ápice aguda (48%), atenuada (26%) o con forma de pezón (14%).

El color predominante por clon se observa en el Cuadro 3 y la frecuencia en que se presentaron los colores respecto al total de clones evaluados se aprecia en el Cuadro 4, destacándose que en las tres edades el color predominante fue el verde con un 74,8% en las edades de 5 y 4 meses y de 86,8% en la edad de 2 meses.

Los descriptores que menor variación tuvieron dentro de un mismo clon fueron la forma de la mazorca y la constricción basal, mientras que el descriptor con mayor variación dentro de cada clon fue la forma del ápice (Anexo 2). Es así que el clon CATIE R-91 presentó 3 formas diferentes y 52 clones presentaron dos formas para este descriptor. Sin embargo, esta variabilidad se presentó incluso en frutos provenientes de un mismo árbol por lo que factores externos que afecten el desarrollo del fruto pueden incidir en la expresión de esta característica.

Un total de 52 clones presentaron algún tipo de variación para el color del fruto, ya que se encontraban árboles con frutos de un solo color y otros con tonalidad de un segundo color (rojo – verde o verde – rojo) en un mismo clon, sin embargo, el color predominante correspondía al color del árbol original. En varios clones se encontraban árboles con frutos de dos colores a los 2 meses de edad y a medida que se desarrollaban tendían a un solo color, aunque en otros árboles esta mezcla de colores permanecía hasta la edad de 5 meses (Anexo 3).

4.1.1.1 Árboles fuera de tipo

Mediante la caracterización cualitativa especialmente con el color del fruto se logró identificar 27 clones que presentaban árboles que no corresponden al tipo original (Cuadro 5), siendo el clon CATIE R-31 el que mayor árboles fuera de tipo presentó con un total de 22 que corresponden al 88% del total de árboles de este clon en el ensayo (Figura 12).

Cuadro 3. Características cualitativas de frutos de 159 clones de cacao incluidos en L12.

Clon	No. Frutos ^{3/}	Forma fruto ^{4/}	Const. basal ^{5/}	Rugos. mesoc. ^{6/}	Forma ápice ^{7/}	No. Árboles ^{8/}	Color fruto ^{9/} (Edad meses)		
							5	4	2
CATIE R-3 ^{1/}	22	2	3	2	2	15	1	1	1
CATIE R-4 ^{2/}	44	2	3	2	5	22	4	4	4
CATIE R-5 ^{2/}	34	2	2	2	2	13	1	1	1
CATIE R-6 ^{2/}	43	2	2	2	2	21	4	4	4
CATIE R-7	30	2	1	4	2	23	4	4	4
CATIE R-8 ^{1/}	9	2	2	2	2	6	1	1	1
CATIE R-9	19	2	2	2	5	19	1	1	1
CATIE R-10 ^{2/}	29	2	1	2	6	15	4	4	4
CATIE R-11	55	2	3	2	7	21	1	1	1
CATIE R-12	43	2	2	3	2	16	1	1	1
CATIE R-13	33	2	2	3	2	20	4	4	4
CATIE R-14	18	2	2	2	5	16	4	4	4
CATIE R-15 ²	64	2	2	3	5	22	4	4	4
CATIE R-17 ^{2/}	46	2	2	2	2	23	1	1	1
CATIE R-18	39	2	2	2	5	22	4	4	4
CATIE R-19	48	2	3	2	2	20	4	4	4
CATIE R-20	66	2	3	2	2	23	4	4	4
CATIE R-21	25	2	3	2	5	20	4	4	4
CATIE R-22	38	2	2	2	2	24	1	1	1
CATIE R-23	34	2	4	3	5	25	1	1	1
CATIE R-24 ^{2/}	47	2	2	2	7	22	4	4	4
CATIE R-25 ^{2/}	21	2	2	3	2	6	2	2	2
CATIE R-26	12	2	2	3	2	18	4	4	4

^{1/}Caracterización adicional Anexo 2

^{2/}Caracterización adicional Anexo 3

^{3/}Cantidad de frutos utilizados para la caracterización

^{4/}Forma del fruto: 1= angoleta, 2= amelonado, 3= cundeamor y 4= calabacillo

^{5/}Constricción basal: 1 = ausente; 2 = escaso; 3 = intermedio; 4 = bien marcado; 5 = muy ancho

^{6/}Rugosidad mesocarpo: 1 = lisa o ausente; 2 = leve; 3 = intermedio; 4 = levemente áspero y 5 = áspero

^{7/}Forma del ápice: 1 = puntiagudo; 2 = agudo; 3 = obtuso; 4 = redondeado; 5 = atenuado; 6 = caudado; 7 = pezón y 8 = dentado

^{8/}Árboles con frutos utilizados para caracterización del fruto por color

^{9/}Color del fruto: 1 = rojo; 2 = rojo – verde; 3 = verde – rojo; 4 = verde

Cuadro 3 *continuación*

Clon	No. Frutos ^{3/}	Forma fruto	Const. basal	Rugos. mesoc.	Forma ápice	No. Árboles	Color fruto (Edad meses)		
							5	4	2
CATIE R-27	41	2	2	3	2	20	4	4	4
CATIE R-28	62	2	3	4	2	24	4	4	4
CATIE R-29	28	2	2	3	2	19	4	4	4
CATIE R-30	35	2	3	3	2	14	4	4	4
CATIE R-31	3	2	1	3	2	3	4	4	4
CATIE R-32 ^{1/}	30	2	3	3	2	22	4	4	4
CATIE R-33 ^{2/}	33	2	2	2	2	22	1	1	1
CATIE R-34 ^{2/}	17	2	2	3	2	18	4	4	4
CATIE R-35	38	2	3	3	2	18	4	4	4
CATIE R-36	51	2	3	3	2	22	1	1	1
CATIE R-37 ^{1/}	14	2	1	2	4	17	4	4	4
CATIE R-38 ^{2/}	23	2	2	4	2	18	4	4	4
CATIE R-39 ^{1/}	10	2	2	3	2	17	4	4	4
CATIE R-40	12	2	2	3	2	18	4	4	4
CATIE R-41 ^{1/}	44	2	2	3	2	24	4	4	4
CATIE R-42 ^{1/}	32	2	2	4	5	18	4	4	4
CATIE R-43 ^{2/}	31	2	2	3	2	14	1	1	1
CATIE R-44 ^{1/}	36	2	2	3	5	23	4	4	4
CATIE R-47 ^{1/, 2/}	38	2	3	4	5	22	4	4	4
CATIE R-48 ^{2/}	16	2	2	3	2	11	1	1	1
CATIE R-49 ^{1/}	49	2	2	4	5	24	4	4	4
CATIE R-50 ^{1/}	46	2	3	3	2	23	1	1	1
CATIE R-52 ^{2/}	30	2	2	3	2	22	4	4	4
CATIE R-54	34	2	2	4	8	18	1	1	1
CATIE R-56	16	2	1	3	4	11	1	1	1
CATIE R-57 ^{2/}	13	2	1	2	2	23	4	4	4
CATIE R-58 ^{1/}	47	2	2	2	2	22	1	1	1
CATIE R-60 ^{1/}	36	2	2	3	5	18	4	4	4
CATIE R-61 ^{2/}	9	3	2	4	5	12	4	4	4
CATIE R-62	7	2	1	3	2	15	4	4	4
CATIE R-63 ^{1/}	3	2	1	2	2	16	4	4	4
CATIE R-64 ^{1/}	23	2	2	3	5	9	1	1	1
CATIE R-65 ^{1/, 2/}	21	2	1	2	2	19	4	4	4
CATIE R-66 ^{1/}	9	2	2	3	5	16	4	4	4
CATIE R-68 ^{2/}	28	2	2	4	5	16	1	1	1
CATIE R-70	64	2	3	3	5	22	1	1	1

Cuadro 3 continuación

Clon	No. Frutos ^{3/}	Forma fruto	Const. basal	Rugos. mesoc.	Forma ápice	No. Árboles	Color fruto (Edad meses)		
							5	4	2
CATIE R-71 ^{1/}	16	2	3	4	2	23	4	4	4
CATIE R-72 ^{1/, 2/}	32	2	2	3	5	16	4	4	4
CATIE R-73 ^{1/}	48	2	2	2	5	25	4	4	4
CATIE R-74 ^{1/}	48	2	3	4	5	23	4	4	4
CATIE R-75 ^{1/, 2/}	41	2	3	3	5	17	4	4	4
CATIE R-76 ^{1/}	42	2	3	4	5	25	4	4	4
CATIE R-77 ^{1/}	23	2	2	3	7	25	4	4	4
CATIE R-78 ^{1/}	28	2	2	3	5	25	4	4	4
CATIE R-79 ^{1/, 2/}	31	2	3	3	7	18	4	4	4
CATIE R-80 ^{1/, 2/}	12	2	2	3	2	17	4	4	4
CATIE R-81 ^{1/}	39	2	2	2	2	23	4	4	4
CATIE R-82	24	2	2	2	2	19	4	4	4
CATIE R-83	38	2	2	2	2	24	4	4	4
CATIE R-85	27	2	3	2	2	20	4	4	4
CATIE R-86 ^{1/}	14	2	2	3	2	17	1	1	1
CATIE R-87	14	2	2	2	5	16	1	1	1
CATIE R-89 ^{1/}	37	2	1	2	6	24	1	1	1
CATIE R-90 ^{1/}	63	2	1	4	2	21	4	4	4
CATIE R-91 ^{1/}	65	2	2	3	7	22	1	1	1
CATIE R-92 ^{1/, 2/}	46	2	2	4	2	23	4	4	4
CATIE R-93 ^{1/, 2/}	52	2	2	3	7	22	1	1	1
CATIE R-94	39	2	3	3	5	16	1	1	1
CATIE R-95 ^{2/}	46	2	2	3	2	22	4	4	4
CATIE R-96 ^{1/, 2/}	41	2	2	3	7	21	1	1	1
CATIE R-97 ^{1/}	44	2	1	3	7	18	1	1	1
CATIE R-98 ^{1/}	50	2	2	4	5	22	4	4	4
CATIE R-99 ^{1/}	26	2	1	2	2	24	4	4	4
CATIE R-100 ^{2/}	35	2	2	3	7	18	1	1	1
CATIE R-101 ^{1/}	16	2	3	2	2	16	4	4	4
CATIE R-102 ^{2/}	42	2	2	3	7	21	1	1	1
CATIE R-103 ^{1/}	31	2	2	3	5	18	1	1	1
CATIE R-104	55	2	2	2	7	21	1	1	1
CATIE R-105 ^{1/}	18	2	3	3	2	12	1	1	1
CATIE R-106 ^{1/, 2/}	8	2	2	2	1	6	1	1	1
CATIE R-107	14	3	3	3	1	16	4	4	4
CATIE R-108	37	2	2	3	2	14	1	1	1

Cuadro 3 continuación

Clon	No. Frutos ^{3/}	Forma fruto	Const. basal	Rugos. mesoc.	Forma ápice	No. Árboles	Color fruto (Edad meses)		
							5	4	2
CATIE R-109 ^{1/, 2/}	30	2	2	2	5	11	4	4	4
CATIE R-110	36	2	2	2	2	20	1	1	1
CATIE R-111 ^{1/}	27	2	3	3	2	22	1	1	1
CATIE R-112 ^{1/}	14	2	2	3	5	16	1	1	1
CATIE R-113	33	2	1	3	4	17	4	4	4
CATIE R-114 ^{1/, 2/}	26	2	2	3	7	21	1	1	1
CATIE R-115 ^{1/, 2/}	35	2	3	4	2	17	4	4	4
CATIE R-116 ^{1/, 2/}	24	2	2	2	2	16	1	1	1
CATIE R-117 ^{1/, 2/}	19	2	2	2	2	17	4	4	4
CATIE R-118	25	2	1	2	2	17	1	1	1
CATIE R-119 ^{1/}	20	2	4	2	5	15	1	1	1
CATIE R-120 ^{1/}	22	2	3	3	5	19	1	1	1
CATIE R-121	43	2	2	2	2	21	1	1	1
CATIE R-122	34	2	2	2	2	20	1	1	1
CATIE R-123 ^{2/}	48	2	3	4	5	23	1	1	1
CATIE R-124 ^{2/}	31	2	2	2	2	17	4	4	4
CATIE R-125 ^{2/}	46	2	3	3	2	20	1	1	1
CATIE R-126	-	-	-	-	-	1	4	4	4
CATIE R-127	1	2	2	4	2	2	4	4	4
CATIE R-128 ^{2/}	14	2	3	2	5	15	4	4	4
CATIE R-130 ^{2/}	41	2	2	3	2	21	4	4	4
CATIE R-131	33	2	2	4	5	19	4	4	4
CATIE R-132 ^{2/}	2	2	2	4	2	7	4	4	4
CATIE R-133 ^{2/}	36	2	3	2	6	22	4	4	4
CATIE R-134 ^{2/}	32	2	2	3	2	17	4	4	4
CATIE R-135	43	2	2	2	6	19	1	1	1
CATIE R-136	43	2	3	2	2	17	4	4	4
CATIE R-137	23	2	3	3	2	14	4	4	4
CATIE R-138 ^{2/}	52	2	3	2	2	19	4	4	4
CC-137	23	2	2	2	2	12	4	4	4
CCN-51 ^{2/}	27	2	3	4	2	20	1	1	1
EET-183	21	2	3	3	2	11	4	4	4
UF-12	-	-	-	-	-	6	4	4	4
ICS-43 Red	6	2	2	3	1	13	1	1	1
ICS-95 T1	2	3	2	3	1	9	1	1	1
PA-169 ^{2/}	5	2	2	3	2	15	4	4	4

Cuadro 3 continuación

Clon	No. Frutos ^{3/}	Forma fruto	Const. basal	Rugos. mesoc.	Forma ápice	No. Árboles	Color fruto (Edad meses)		
							5	4	2
PMCT-58 ^{2/}	32	2	2	2	2	20	1	1	1
POUND-7-Lola	22	2	2	3	2	20	4	4	4
UF-273 T1	18	2	2	3	7	15	1	1	1
UF-712	4	2	2	2	2	7	4	4	4
GU-128 N ^{1/}	13	2	2	3	2	16	4	4	4
HY-2714184 ^{1/}	19	2	3	3	5	15	4	4	4
NAL-1A 13	18	2	1	2	2	17	1	1	1
NAL-1A 14	4	2	1	3	2	3	1	1	1
NAL-2A 26	46	2	2	2	5	25	1	1	1
NAL-2A 27 ^{2/}	22	2	2	3	2	17	4	4	4
PMCT-46	-	-	-	-	-	1	4	4	4
PORCELANA-32	2	2	1	3	2	10	4	4	4
SC-24	4	2	2	2	2	3	4	4	4
SNK-122	3	2	2	3	2	3	1	1	1
PA-107	5	2	3	5	5	8	4	4	4
PA-120	-	-	-	-	-	1	4	4	4
EET-233	2	2	2	2	5	3	4	4	4
EET-605	15	2	2	3	5	15	4	4	4
EET-6102	3	2	2	4	1	10	4	4	4
CAUCASIA-34 ^{1/}	20	2	2	3	5	19	4	4	4
CAUCASIA-37	21	2	3	4	5	19	4	4	4
CAUCASIA-39 ^{2/}	27	2	2	3	5	21	4	4	4
CAUCASIA-43	35	2	3	4	5	20	4	4	4
CAUCASIA-47 ^{2/}	33	2	2	3	2	20	4	4	4
CAP-34	1	2	3	3	5	11	1	1	1
FHIA-FCS-A2 ^{2/}	10	2	1	3	2	9	1	1	1
YUCATAN	-	-	-	-	-	2	4	4	4
CARMELO-2	-	-	-	-	-	6	4	4	4

Cuadro 4. Caracterización de 160 clones de cacao: variables cualitativas del fruto.

Descriptor	Categoría	Porcentaje	
Forma de la mazorca	Angoleta	0,0	
	Amelonado	99,4	
	Cundeamor	0,1	
	Calabacillo	0,5	
Constricción basal	Ausente	9,1	
	Escasa	58,3	
	Intermedio	31,4	
	Bien marcado	1,2	
	Muy ancho	0,0	
Rugosidad del mesocarpo	Lisa	0,0	
	Leve	36,1	
	Intermedio	46,1	
	Levemente áspero	17,7	
	Áspero	0,1	
Forma del ápice	Puntiagudo	0,7	
	Agudo	50,0	
	Obtuso	0,0	
	Redondeado	1,9	
	Atenuado	29,2	
	Caudado	3,0	
	Pezón	14,1	
	Dentado	1,0	
Color	5 meses	Rojo	44,0
		Rojo – base verde	10,7
		Verde – tonalidades rojas	22,6
		Verde	74,8
	4 meses	Rojo	46,5
		Rojo – base verde	11,9
		Verde – tonalidades rojas	23,3
		Verde	74,8
	2 meses	Rojo	49,0
		Rojo – base verde	10,0
		Verde – tonalidades rojas	18,2
		Verde	86,8

Cuadro 5. Árboles fuera de tipo en L12 de acuerdo con sus variables cualitativas del fruto.

CLON	No. Árboles	% ^{1/}	Color del fruto ^{2/}
CATIE R-31	22	88	1
CATIE R-64	11	44	4
CATIE R-8	8	32	4
CATIE R-12	6	24	4
CATIE R-25	3	12	4
CATIE R-68	3	12	4
CATIE – R109	3	12	1
CATIE R-5	2	8	4
CATIE R-14	2	8	1
CATIE R-43	2	8	4
CATIE R-94	2	8	4
CATIE R-19	1	4	1
CATIE R-22	1	4	4
CATIE R-26	1	4	1
CATIE R-42	1	4	1
CATIE R-72	1	4	1
CATIE R-82	1	4	1
CATIE R-102	1	4	4
CATIE R-103	1	4	4
CATIE R-105	1	4	4
CATIE R-106	1	4	4
CATIE R-112	1	4	4
CATIE R-119	1	4	4
CATIE R-120	1	4	4
CATIE R-126	1	4	4
CATIE R-135	1	4	4
SNK – 12	1	4	4

^{1/} Porcentaje en relación al número de árboles plantados por clon (25 árboles)

^{2/} Color del fruto: 1 = rojo; 2 = rojo – verde; 3 = verde – rojo; 4 = verde

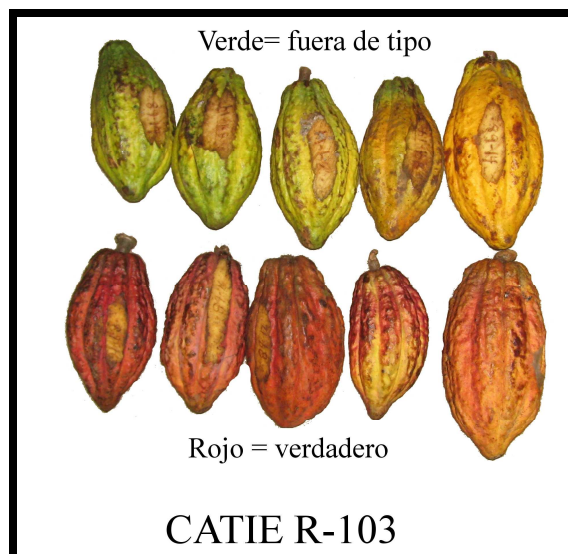


Figura 12. Comparación entre frutos verdaderos y fuera de tipo en el clon CATIE R-103.

4.1.2 Evaluación de variables cuantitativas

Dos variables cuantitativas fueron registradas para los frutos: largo, diámetro y se calculó la relación largo entre diámetro. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 6, donde se incluye estadísticos como la media, la desviación estándar, el coeficiente de variación y los valores máximos y mínimos.

4.1.2.1 Largo del fruto

El rango para este descriptor varió entre 20,8 cm (CATIE R-61) y 11,8 cm (NAL 1A 14) presentando un promedio general para este parámetro de 15,8 cm (Cuadro 6).

En la Figura 13, se observa que del total de clones evaluados (153) el 55% presentan un largo de fruto que esta entre 13,9 cm y 16,7 cm que corresponde a la clase 3 y 4.

Cuadro 6. Características cuantitativas de frutos de 153 clones de cacao incluidos en L12.

Clon	No. Frutos ^{1/}	Largo fruto (cm)	Diámetro (cm)	Relación ^{2/} L/D
CATIE R-3	26	14,8	7,9	1,9
CATIE R-4	53	16,7	8,0	2,1
CATIE R-5	41	15,9	9,0	1,8
CATIE R-6	65	16,3	8,2	2,0
CATIE R-7	49	15,8	9,2	1,7
CATIE R-8	17	14,4	7,4	2,0
CATIE R-9	19	14,5	7,3	2,0
CATIE R-10	31	13,1	7,4	1,8
CATIE R-11	55	13,0	7,1	1,8
CATIE R-12	42	14,6	7,8	1,9
CATIE R-13	33	12,8	8,1	1,6
CATIE R-14	17	15,2	8,5	1,8
CATIE R-15	83	16,3	8,5	1,9
CATIE R-17	74	15,3	8,2	1,9
CATIE R-18	39	15,0	8,7	1,7
CATIE R-19	53	16,1	9,1	1,8
CATIE R-20	78	16,5	7,9	2,1
CATIE R-21	25	15,5	8,3	1,9
CATIE R-22	49	14,0	8,8	1,6
CATIE R-23	66	17,0	8,0	2,2
CATIE R-24	48	12,7	7,5	1,7
CATIE R-25	24	12,8	8,3	1,5
CATIE R-26	12	16,5	9,3	1,8
CATIE R-27	56	16,0	8,4	1,9
CATIE R-28	79	16,9	8,5	2,0
CATIE R-29	43	14,2	8,2	1,8
CATIE R-30	31	14,7	8,0	1,8

^{1/} Cantidad de frutos utilizados para la caracterización

^{2/} Relación largo/diámetro del fruto

Cuadro 6 continuación

Clon	No. Frutos	Largo fruto (cm)	Diámetro (cm)	Relación
CATIE R-31	3	12,7	7,5	1,7
CATIE R-32	66	16,7	9,2	1,8
CATIE R-33	50	14,9	8,6	1,7
CATIE R-34	37	16,6	9,1	1,8
CATIE R-35	38	14,6	8,0	1,8
CATIE R-36	48	14,5	8,0	1,8
CATIE R-37	24	14,3	8,9	1,6
CATIE R-38	23	19,0	9,9	1,9
CATIE R-39	18	14,6	8,2	1,8
CATIE R-40	15	18,0	9,0	2,0
CATIE R-41	58	17,4	9,2	1,9
CATIE R-42	36	18,2	8,7	2,1
CATIE R-43	33	16,1	7,8	2,1
CATIE R-44	46	18,1	7,7	2,4
CATIE R-47	55	18,0	7,5	2,4
CATIE R-48	15	16,6	8,8	1,9
CATIE R-49	52	19,4	8,3	2,4
CATIE R-50	51	15,1	7,8	2,0
CATIE R-52	32	15,9	7,9	2,0
CATIE R-54	34	14,3	7,9	1,8
CATIE R-56	10	11,6	7,3	1,6
CATIE R-57	18	13,7	8,3	1,7
CATIE R-58	77	13,2	7,7	1,7
CATIE R-60	50	14,9	7,1	2,1
CATIE R-61	9	20,8	8,3	2,5
CATIE R-62	10	16,4	9,5	1,7
CATIE R-63	4	12,4	6,8	1,8
CATIE R-64	27	15,7	7,0	2,3
CATIE R-65	29	17,2	8,4	2,1
CATIE R-66	14	15,5	7,1	2,2
CATIE R-68	28	20,0	8,2	2,4
CATIE R-70	67	16,3	8,2	2,0
CATIE R-71	24	14,9	7,5	2,0
CATIE R-72	20	18,7	8,4	2,2
CATIE R-73	58	14,5	7,6	1,9
CATIE R-74	65	19,4	7,8	2,5
CATIE R-75	59	15,2	7,0	2,2

Cuadro 6 continuación

Clon	No. Frutos	Largo fruto (cm)	Diámetro (cm)	Relación
CATIE R-76	71	17,8	8,3	2,2
CATIE R-77	40	16,7	8,0	2,1
CATIE R-78	58	16,6	8,3	2,0
CATIE R-79	54	16,6	8,0	2,1
CATIE R-80	16	17,0	7,9	2,2
CATIE R-81	54	14,3	8,4	1,7
CATIE R-82	27	14,0	8,7	1,6
CATIE R-83	38	14,8	8,0	1,9
CATIE R-85	27	14,6	7,8	1,9
CATIE R-86	23	15,5	8,8	1,8
CATIE R-87	14	16,6	8,5	1,9
CATIE R-89	47	14,6	8,2	1,8
CATIE R-90	85	15,7	8,3	1,9
CATIE R-91	99	15,2	7,8	2,0
CATIE R-92	75	16,9	8,6	2,0
CATIE R-93	79	17,6	8,5	2,1
CATIE R-94	40	17,1	8,3	2,1
CATIE R-95	49	16,0	8,7	1,9
CATIE R-96	55	14,4	7,2	2,0
CATIE R-97	54	13,5	7,7	1,8
CATIE R-98	61	17,8	8,6	2,1
CATIE R-99	64	15,6	8,1	1,9
CATIE R-100	36	17,0	8,4	2,0
CATIE R-101	28	16,1	7,8	2,1
CATIE R-102	64	17,4	8,4	2,1
CATIE R-103	50	14,1	7,5	1,9
CATIE R-104	76	14,8	7,7	2,0
CATIE R-105	22	14,9	8,7	1,7
CATIE R-106	13	14,7	7,0	2,1
CATIE R-107	14	18,1	7,0	2,6
CATIE R-108	38	14,6	8,5	1,7
CATIE R-109	35	16,3	8,1	2,0
CATIE R-110	38	12,6	7,4	1,7
CATIE R-111	55	16,6	8,9	1,9
CATIE R-112	21	16,1	8,5	1,9
CATIE R-113	34	13,1	8,5	1,5

Cuadro 6 continuación

Clon	No. Frutos	Largo fruto (cm)	Diámetro (cm)	Relación
CATIE R-114	57	15,2	7,9	1,9
CATIE R-115	41	16,3	8,2	2,0
CATIE R-116	30	15,5	8,2	1,9
CATIE R-117	26	14,3	7,8	1,8
CATIE R-118	25	12,6	7,9	1,6
CATIE R-119	24	17,5	8,1	2,2
CATIE R-120	35	16,0	7,4	2,2
CATIE R-121	60	14,7	7,9	1,9
CATIE R-122	36	13,6	7,6	1,8
CATIE R-123	69	18,4	8,0	2,3
CATIE R-124	31	12,6	7,4	1,7
CATIE R-125	46	15,3	7,8	2,0
CATIE R-127	1	17,0	9,5	1,8
CATIE R-128	26	15,2	7,6	2,0
CATIE R-130	71	15,8	8,4	1,9
CATIE R-131	33	14,3	7,5	1,9
CATIE R-132	3	15,0	7,7	2,0
CATIE R-133	61	15,3	8,2	1,9
CATIE R-134	35	15,7	8,7	1,8
CATIE R-135	57	13,8	7,5	1,8
CATIE R-136	43	13,5	7,5	1,8
CATIE R-137	33	17,6	7,6	2,3
CATIE R-138	57	16,1	8,2	2,0
CC-137	26	13,6	7,6	1,8
CCN-51	27	19,8	8,5	2,3
EET-183	24	14,6	7,3	2,0
ICS-43 Red	3	17,2	7,5	2,3
ICS-95 T1	2	18,0	7,3	2,5
PA-169	15	15,1	7,4	2,1
PMCT-58	47	14,0	8,4	1,7
POUND-7 Lola	30	16,6	8,1	2,1
UF-273 T1	20	13,9	7,8	1,8
UF-712	5	16,3	9,7	1,7
GU-128 N	14	13,4	7,7	1,7
HY-2714184	24	18,4	7,9	2,3
NAL-1A 13	20	14,8	8,9	1,7

Cuadro 6 continuación

Clon	No. Frutos	Largo fruto (cm)	Diámetro (cm)	Relación
NAL-1A 14	4	11,2	6,9	1,6
NAL-2A 26	52	17,9	9,0	2,0
NAL-2A 27	23	14,7	8,7	1,7
PORCELANA-3	4	17,1	8,1	2,1
SC-24	6	15,5	8,0	1,9
SNK-12	3	18,3	9,0	2,1
PA-107	5	20,2	7,9	2,6
EET-233	1	17,0	9,0	1,9
EET-605	13	13,5	8,0	1,7
EET-610	5	18,5	7,1	2,6
CAUCASIA-34	30	18,3	9,1	2,0
CAUCASIA-37	37	18,4	8,2	2,3
CAUCASIA-39	33	18,0	8,6	2,1
CAUCASIA-43	36	18,4	8,3	2,2
CAUCASIA-47	36	18,0	9,2	2,0
CAP-34	1	18,5	8,5	2,2
FHIA-FCS-A2	11	15,2	7,7	2,0
Media		15,8	8,1	2,0
Mínimo		6,0	4,5	0,8
Máximo		25,9	17,5	3,6
Desviación estándar		2,7	1,2	0,3
Coefficiente de variación		17,2	14,7	14,1

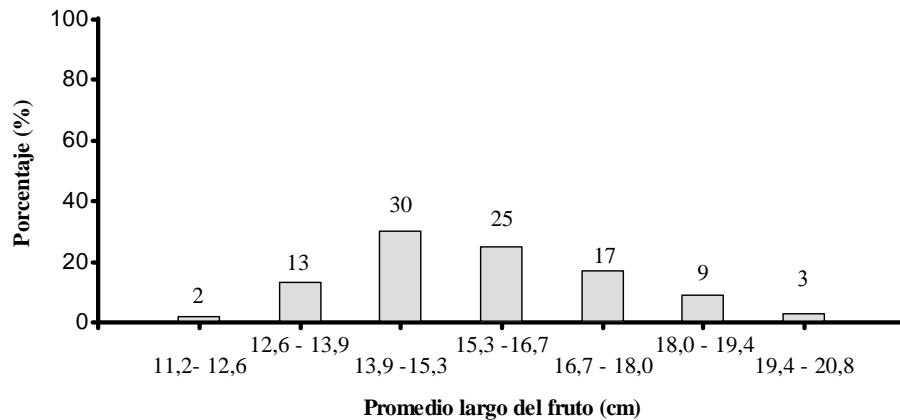


Figura 13. Distribución de frecuencias para el largo del fruto.

4.1.2.2 Diámetro del fruto

El diámetro del fruto estuvo entre 6,8 cm (CATIE R-63) y 9,9 cm (CATIE R-38) presentando un promedio general para este parámetro de 8,1 cm (Cuadro 6). El clon con el mayor valor proviene del cruce UF-712 x Tree-81 seguido por el clon UF-712.

El grafico de distribución de frecuencias (Figura 14) muestra que del total de clones evaluados (153) el 55% presentan un diámetro que esta entre 7,6 cm y 8,5 cm que corresponde a la clase 3 y 4.

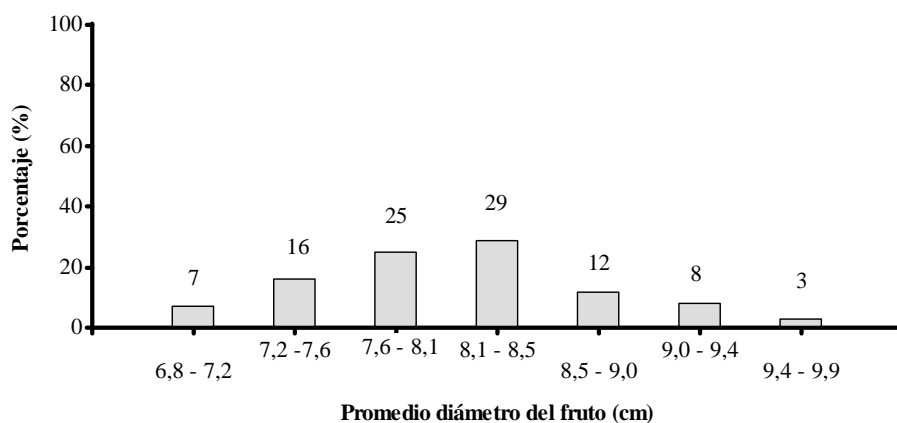


Figura 14. Distribución de frecuencias para el diámetro del fruto.

4.1.2.3 Relación largo / diámetro del fruto

Este parámetro presentó una variación entre 1,5 (CATIE R-25) y 2,6 (PA-107, CATIE R-107 y EET-610) presentando un promedio general de 2,01 (Cuadro 6). En la Figura 15, se observa que la relación largo/diámetro estuvo agrupada mayormente en las clases 2, 3 y 4 que en conjunto agrupan el 74% de los clones evaluados (153), con rangos de 1,7 a 1,8; 1,8 a 2,0 y de 2,0 a 2,1 respectivamente.

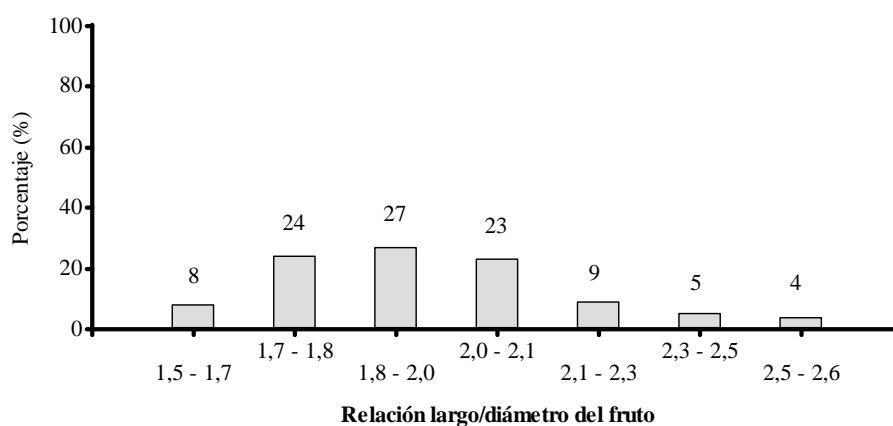


Figura 15. Distribución de frecuencias para la relación largo/ancho del fruto.

4.1.3 Evaluación de variables de producción

Los parámetros de producción usados para la evaluación de los clones fueron: índices de producción (fruto y semilla), porcentaje de frutos enfermos por Monilia (*Moniliophthora roreri*), porcentaje de frutos enfermos con mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), estimación de la producción en kg/ha separado y acumulado para dos años e índice de rendimiento.

En la Época 1 se contó con frutos de una mayor cantidad de clones que en la Época 2 (151 y 127, respectivamente) para estimar el índice de mazorca e índice de semilla; El porcentaje de moniliasis y mazorca negra se calcularon para el total de clones en estudio (160) y la producción e índice de eficiencia para 127 clones (79,4% del total de clones a evaluar).

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 8, donde se incluye estadísticos como la media, la desviación estándar, el coeficiente de variación y los valores máximos y mínimos.

El análisis de varianza permitió identificar diferencias altamente significativas ($p = 0,01$) para las variables, incidencia natural de monilia, producción acumulada dos años (Kg/ha) e índice de rendimiento mientras que para la incidencia natural de fitoptora (%) no se evidenciaron diferencias (Cuadro 7).

Cuadro 7. Caracterización de 160 clones: análisis de varianza para variables de producción.

Fuente Variación	Incidencia Monilia (%)			Incidencia Fitóptora (%)		
	gl ^{1/}	CM ^{2/}	Signific. ^{3/}	gl	CM	Significancia
Clon	159	1663096,14	**	159	147849,53	n.s.
Error	2.778	563399,87		2.772	121999,35	

Fuente Variación	Producción (Kg/ha)			Índice eficiencia rendimiento		
	gl	CM	Significancia	gl	CM	Significancia
Clon	126	6562358,65	**	126	6487288,18	**
Error	2.946	535717,76		2.945	538335,05	

^{1/} Grados de libertad

^{2/} Cuadrado medio

^{3/} Significancia: ** = altamente sinfcativo; * = significativo; n.s. = no significativo

4.1.3.1 Número de frutos sanos por árbol /año

En el Cuadro 8 se puede observar que para el primer año de cosecha (tercer año de siembra), 116 clones equivalentes al 72,5% de los 160 clones en estudio produjeron frutos.. Para el segundo año de producción 148 clones produjeron frutos lo cual equivale al 92,5% del total de clones. En el año 1 la mayor cantidad de frutos sanos los obtuvieron los clones CATIE R-92, CATIE R-91 y CATIE R-99 provenientes del cruce POUND-7 x UF-273. En el

segundo año de producción la mayor cantidad de mazorcas la presentó el clon CATIE R-92, seguido por el clon CATIE R-70 (ARF-22 x UF-273).

En la Figura 16 correspondiente a la distribución de frecuencias se observa que la mayoría de clones (70%) que iniciaron producción en el primer año presentaban menos de 2 frutos por árbol, para el segundo año el 79% de los clones presentaban más de 3 frutos por árbol año.

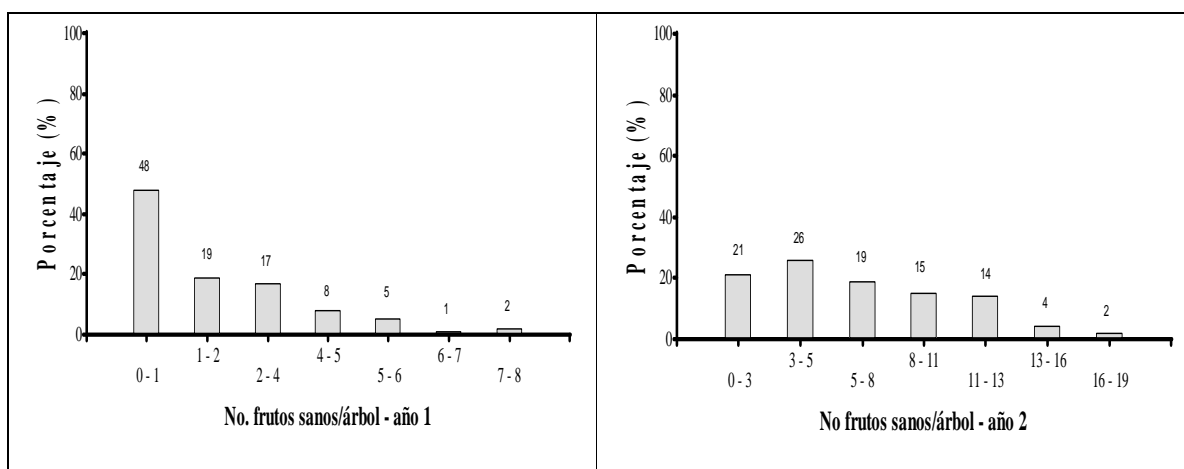


Figura 16. Distribución de frecuencias para el número de frutos sanos por año.

4.1.3.2 Incidencia natural de monilia (%)

En el Cuadro 8, se presenta la incidencia natural de monilia (%) discriminada por año y el promedio de los dos años, observándose similar promedio en los dos años evaluados (12,2%). Estadísticamente se observó diferencias entre los clones para la incidencia con datos acumulados de dos años, la mayor incidencia la mostró el clon CARMELO-2 con 57,1% y la menor los clones PMCT-46, EET-183, CATIE R-129 (UF-273 x Pa-169), CATIE R-127 (UF-273 x Pa-169) con incidencias menores al 1% (Cuadro 9). En la Figura 17 correspondiente a la distribución de frecuencias para los datos acumulados se observa que el 77% de los clones evaluados (159) presentan incidencia menor al 16,3% que corresponde a la clase 1 y 2.

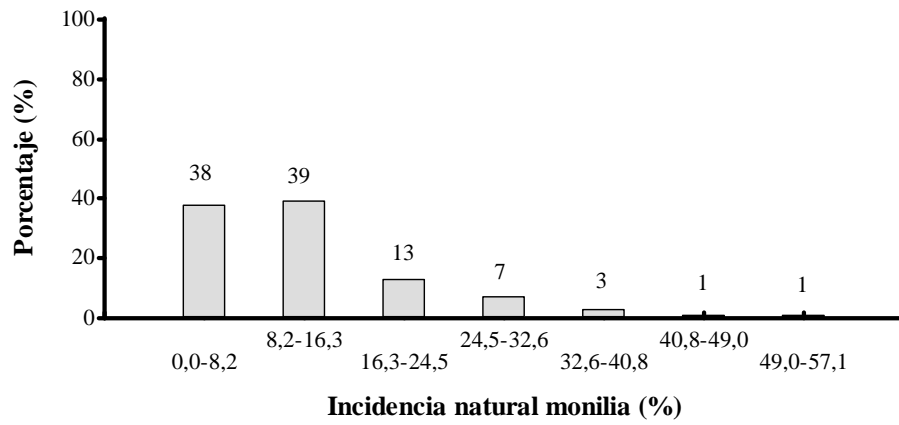


Figura 17. Distribución de frecuencias para la incidencia natural de monilia con registros acumulados en dos años.

Cuadro 8. Caracterización de 160 clones de cacao: variables de producción.

Clon	Datos Programa Mejoramiento Genético						Datos Investigación						Producción ^{11/} (Kg/ha/año)		
	No. frutos sanos/árbol			Monilia ^{4/} (%)			Fito. ^{5/}	Índice Fruto ^{6/}		Índice semilla ^{9/}		Diam. ^{10/}	Año 1 ^{1/}	Año 2 ^{2/}	X
	Año 1 ^{1/}	Año 2 ^{2/}	X ^{3/}	Año1 ^{1/}	Año 2 ^{2/}	X	(%)	Época 1 ^{7/}	Época 2 ^{8/}	Época 1 ^{7/}	Época 2 ^{8/}				
CATIE R-3	1	3	2	11,5	22,5	17,0	0,0	45	34	0,7	1,1	7,1	30	90	60
CATIE R-4	3	14	8	4,1	3,5	3,8	1,3	27	26	1,1	1,2	7,5	119	582	350
CATIE R-5	1	7	4	0,0	3,2	1,6	0,0	28	18	1,2	1,3	7,3	77	429	253
CATIE R-6	2	11	7	2,0	3,1	2,6	0,0	36	25	1,0	1,2	8,2	83	492	288
CATIE R-7	4	12	8	10,5	8,0	9,3	2,7	34	25	1,2	1,2	7,9	177	506	341
CATIE R-8	1	1	1	5,3	7,4	6,3	0,0	34	-	1,0	-	-	-	-	-
CATIE R-9	4	7	5	12,7	22,1	17,4	0,0	141	200	0,6	0,4	6,9	20	36	28
CATIE R-10	1	3	2	5,9	5,3	5,6	0,0	217	34	0,5	1,1	7,4	22	97	60
CATIE R-11	2	10	6	4,2	11,5	7,8	0,9	79	39	0,6	0,8	7	52	292	172
CATIE R-12	2	9	6	13,2	4,9	9,1	0,0	41	24	1,0	1,0	5,9	113	427	270
CATIE R-13	1	12	6	15,2	5,9	10,5	1,5	40	19	0,9	1,3	7,4	68	672	370
CATIE R-14	1	5	3	19,2	7,1	13,2	0,0	36	-	0,9	-	-	-	-	-

^{1/} Datos correspondientes al primer año de registros proporcionado por el Programa de Mejoramiento Genético de cacao

^{2/} Datos correspondientes al segundo año de registros proporcionado por el Programa de Mejoramiento Genético de cacao

^{3/} Corresponde al promedio de los dos años.

^{4/} Incidencia natural de monilia calculada a partir de los registros de dos años proporcionados por el Programa de Mejoramiento Genético de cacao

^{5/} Incidencia natural de fitóptora calculada a partir de los registros de dos años proporcionados por el Programa de Mejoramiento Genético de cacao

^{6/} Frutos necesarios para obtener un kilogramo de cacao fermentado y seco

^{7/} Época uno en el desarrollo de la investigación

^{8/} Época dos en el desarrollo de la investigación

^{9/} Peso promedio de una semilla después de fermentar y secar, en cada fecha de muestreo

^{10/} Diámetro del tallo calculado a partir de la circunferencia medida a 15 cm sobre el injerto en cada árbol por clon.

^{11/} Variable estimada registro de dos años proporcionados por el Programa de Mejoramiento Genético de cacao y el índice de fruto de la segunda época obtenido en esta investigación.

Cuadro 8 continuación

Clon	Datos Programa Mejoramiento Genético						Datos Investigación						Producción (Kg/ha/año)		
	No. frutos sanos/árbol			Monilia (%)			Fito. (%)	Índice Fruto		Índice semilla		Diam.	Año 1	Año 2	X
	Año 1	Año 2	X	Año1	Año 2	X		Época 1	Época 2	Época 1	Época 2				
CATIE R-15	4	10	7	10,2	6,5	8,3	0,8	31	24	0,9	1,2	7	176	440	308
CATIE R-17	3	16	9	3,5	3,7	3,6	1,4	35	39	0,9	1,2	7,3	94	443	269
CATIE R-18	1	11	6	6,7	6,3	6,5	0,7	30	22	1,0	1,2	7	59	557	308
CATIE R-19	0	4	2	0,0	14,8	7,4	0,0	27	19	1,1	1,3	7,3	17	252	135
CATIE R-20	2	9	5	11,4	8,5	9,9	0,7	28	20	1,0	1,1	7,5	88	461	274
CATIE R-21	1	4	3	6,5	15,2	10,8	0,0	54	21	1,1	1,5	7,2	65	211	138
CATIE R-22	5	8	6	4,2	7,4	5,8	0,3	37	18	1,0	1,4	6,6	283	492	387
CATIE R-23	5	12	8	6,5	9,0	7,7	0,5	31	24	1,3	1,5	6,2	210	553	382
CATIE R-24	1	10	5	8,3	8,6	8,5	4,3	42	27	0,8	0,8	6,6	37	399	218
CATIE R-25	1	6	4	22,2	10,7	16,4	2,1	131	25	0,9	1,0	6,5	59	283	171
CATIE R-26	1	3	2	9,1	17,6	13,3	1,1	19	21	1,3	1,1	5,8	48	144	96
CATIE R-27	6	13	9	9,0	11,5	10,3	7,1	38	30	1,0	1,3	7,5	219	483	351
CATIE R-28	4	13	8	14,8	17,8	16,3	1,0	27	18	1,1	1,3	6,8	256	753	504
CATIE R-29	1	5	3	12,5	11,5	12,0	4,6	44	20	1,0	1,4	6,6	61	271	166
CATIE R-30	2	5	3	12,1	22,7	17,4	0,5	41	25	1,0	1,2	7,3	95	212	154
CATIE R-31	6	16	11	0,0	2,0	1,0	0,0	39	-	0,8	-	-	-	-	-
CATIE R-32	2	11	7	4,7	8,1	6,4	4,5	29	21	1,1	1,2	6,7	126	587	357
CATIE R-33	4	8	6	9,5	8,9	9,2	0,2	35	29	1,0	1,0	6,6	154	309	231
CATIE R-34	1	8	4	5,4	2,9	4,2	3,9	27	18	1,3	1,5	7,5	87	467	277
CATIE R-35	2	9	5	4,9	11,8	8,3	4,1	33	-	0,9	-	-	-	-	-
CATIE R-36	4	11	7	3,3	7,5	5,4	0,8	43	29	0,9	1,0	7,3	135	422	278
CATIE R-37	0	6	3	16,7	6,3	11,5	0,1	33	21	1,0	1,0	8,5	21	311	166
CATIE R-38	1	4	3	14,7	8,0	11,4	0,0	23	15	1,6	1,6	7,4	92	291	192
CATIE R-39	1	2	2	23,8	15,7	19,8	0,0	33	21	0,9	1,0	7,2	34	124	79
CATIE R-40	0	4	2	31,3	13,8	22,5	5,4	22	11	1,3	1,9	7,3	44	408	226
CATIE R-41	1	8	5	8,1	11,5	9,8	4,5	28	15	1,3	1,5	8,4	98	584	341
CATIE R-42	0	5	3	75,0	29,2	52,1	0,0	24	16	1,3	1,4	6,8	25	342	184

Cuadro 8 continuación

Clon	Datos Programa Mejoramiento Genético							Datos Investigación					Producción/ (Kg/ha/año)		
	No. frutos sanos/árbol			Monilia (%)			Fito. (%)	Índice Fruto		Índice semilla		Diam.	Año 1	Año 2	X
	Año 1	Año 2	X	Año1	Año 2	X		Época 1	Época 2	Época 1	Época 2				
CATIE R-43	2	7	5	23,0	27,7	25,3	0,5	27	25	1,1	1,0	6,4	94	310	202
CATIE R-44	1	7	4	0,0	17,0	8,5	0,9	45	36	0,8	0,7	7,4	23	208	116
CATIE R-47	3	7	5	12,4	15,8	14,1	0,8	51	27	1,1	1,3	7,5	130	302	216
CATIE R-48	0	1	0,46	0,0	13,6	6,8	0,0	22	25	1,4	1,3	6,6	7	33	20
CATIE R-49	1	6	4	40,7	20,5	30,6	3,1	24	23	1,1	1,2	8,1	33	306	169
CATIE R-50	3	8	5	18,8	14,2	16,5	2,4	52	35	0,8	0,9	6,8	85	262	173
CATIE R-52	2	8	5	17,0	19,2	18,1	0,6	35	20	1,1	1,4	7,2	102	426	264
CATIE R-54	0	4	2	0,0	33,8	16,9	0,9	34	-	0,8	-	-	-	-	-
CATIE R-56	0	6	3	16,7	12,4	14,6	1,4	39	-	0,9	-	-	-	-	-
CATIE R-57	5	11	8	6,3	4,8	5,6	3,4	59	44	1,0	1,1	6,4	133	275	204
CATIE R-58	3	13	8	1,5	3,1	2,3	0,2	47	19	1,0	1,4	7,1	154	756	455
CATIE R-60	1	11	6	6,3	4,7	5,5	2,3	39	34	1,0	1,2	6,6	20	346	183
CATIE R-61	1	2	1	0,0	2,0	1,0	0,0	30	21	0,9	1,1	6,5	46	110	78
CATIE R-62	0	1	1	0,0	29,3	14,6	0,0	31	27	0,8	1,0	7,4	9	53	31
CATIE R-63	0	1	1	100,0	20,9	60,5	0,0	50	-	0,7	-	-	-	-	-
CATIE R-64	1	4	3	17,6	10,9	14,3	0,0	48	-	0,7	-	-	-	-	-
CATIE R-65	1	5	3	29,4	28,2	28,8	0,9	43	20	1,1	1,4	8,1	56	292	174
CATIE R-66	2	4	3	15,5	6,4	10,9	0,0	38	-	0,8	-	-	-	-	-
CATIE R-68	2	6	4	12,2	10,7	11,5	0,0	24	21	1,1	1,1	6,4	109	316	213
CATIE R-70	4	17	10	1,1	3,0	2,1	4,0	42	30	0,9	0,9	7,5	134	620	377
CATIE R-71	5	13	9	17,6	25,2	21,4	0,7	43	24	1,1	1,3	7,6	229	593	411
CATIE R-72	2	3	3	3,7	27,3	15,5	1,3	22	31	1,3	1,2	7,5	78	117	98
CATIE R-73	1	14	8	15,9	5,0	10,5	0,0	50	31	1,0	1,2	7,4	53	490	272
CATIE R-74	3	9	6	19,2	13,9	16,6	0,0	31	29	1,0	1,1	8,4	96	357	226
CATIE R-75	1	8	4	30,4	10,0	20,2	0,0	56	35	0,8	0,9	7,8	20	262	141
CATIE R-76	2	8	5	17,4	10,0	13,7	0,4	33	27	0,9	1,1	8,1	93	322	208

Cuadro 8 continuación

Clon	Datos Programa Mejoramiento Genético						Datos Investigación						Producción (Kg/ha/año)		
	No. frutos sanos/árbol			Monilia (%)			Fito. (%)	Índice Fruto		Índice semilla		Diam.	Año 1	Año 2	X
	Año 1	Año 2	X	Año1	Año 2	X		Época 1	Época 2	Época 1	Época 2				
CATIE R-77	1	7	4	6,3	6,6	6,4	0,0	25	23	1,0	1,2	7,6	29	353	191
CATIE R-78	2	11	6	19,0	6,0	12,5	0,0	35	27	1,0	1,2	7,2	77	440	259
CATIE R-79	2	6	4	19,6	14,0	16,8	0,0	38	31	0,9	0,9	6,9	63	225	144
CATIE R-80	1	3	2	3,6	6,9	5,3	0,7	41	33	0,8	0,9	6,4	36	89	63
CATIE R-81	4	12	8	10,0	7,1	8,5	1,3	46	22	0,9	1,2	7	182	616	399
CATIE R-82	2	5	4	13,2	9,4	11,3	2,0	34	-	0,9	-	-	-	-	-
CATIE R-83	3	8	6	8,8	11,3	10,0	2,1	33	25	0,8	1,0	7,7	131	376	253
CATIE R-85	2	6	4	2,1	9,0	5,5	1,6	30	26	0,9	1,1	6,8	76	236	156
CATIE R-86	3	2	2	7,0	19,4	13,2	1,3	34	23	1,3	1,2	5,5	126	89	108
CATIE R-87	0	3	2	14,3	7,5	10,9	0,0	38	-	1,0	-	-	-	-	-
CATIE R-89	3	11	7	9,5	2,5	6,0	0,0	30	24	0,7	1,2	7,3	123	501	312
CATIE R-90	2	11	6	8,7	8,1	8,4	0,7	36	25	0,9	1,0	7,2	75	501	288
CATIE R-91	8	13	10	4,7	5,4	5,0	0,5	35	21	0,9	1,2	7,3	432	662	547
CATIE R-92	8	19	14	3,2	5,2	4,2	0,8	27	21	1,0	1,1	8,3	440	1001	721
CATIE R-93	5	15	10	11,4	14,3	12,8	0,1	21	24	1,2	1,3	8	219	685	452
CATIE R-94	1	5	3	18,8	10,2	14,5	0,0	35	22	1,0	1,2	6,2	28	266	147
CATIE R-95	3	14	8	7,4	19,0	13,2	4,0	26	23	1,0	1,1	8,2	122	669	395
CATIE R-96	6	11	8	4,0	11,0	7,5	0,2	43	32	0,9	1,4	6,4	199	374	286
CATIE R-97	2	8	5	9,1	8,9	9,0	0,0	35	27	1,0	0,9	6,7	64	312	188
CATIE R-98	4	13	8	13,0	8,8	10,9	0,0	27	18	1,0	1,2	7,6	231	787	509
CATIE R-99	8	16	12	9,4	12,3	10,8	3,6	35	27	0,9	1,1	7,3	330	665	497
CATIE R-100	2	11	6	17,9	5,4	11,7	0,0	30	22	0,9	1,2	7,3	101	533	317
CATIE R-101	0	6	3	0,0	12,4	6,2	0,4	32	13	1,0	1,5	6,6	39	460	250
CATIE R-102	3	9	6	7,5	10,9	9,2	0,6	29	22	1,0	1,2	6,9	153	448	301
CATIE R-103	4	10	7	3,4	4,7	4,1	0,6	39	67	1,0	1,5	7,4	58	165	111
CATIE R-104	2	13	8	7,7	6,7	7,2	0,4	39	20	0,9	1,2	7,8	133	733	433

Cuadro 8 continuación

Clon	Datos Programa Mejoramiento Genético						Datos Investigación						Producción ^{11/} (Kg/ha/año)		
	No. frutos sanos/árbol			Monilia ^{4/} (%)			Fito. ^{5/} (%)	Índice Fruto ^{6/}		Índice semilla ^{9/}		Diam. ^{10/}	Año 1 ^{1/}	Año 2 ^{2/}	X
	Año 1 ^{1/}	Año 2 ^{2/}	X ^{3/}	Año1 ^{1/}	Año 2 ^{2/}	X		Época 1 ^{7/}	Época 2 ^{8/}	Época 1 ^{7/}	Época 2 ^{8/}				
CATIE R-105	0	2	1	0,0	8,1	4,0	0,0	59	30	0,8	1,1	6,2	8	87	48
CATIE R-106	0	4	2	25,0	3,9	14,5	0,0	46	-	0,9	-	-	-	-	-
CATIE R-107	0	3	1	9,1	25,3	17,2	0,5	38	53	1,2	0,8	8	8	53	31
CATIE R-108	1	5	3	8,3	10,1	9,2	2,3	34	28	0,9	1,1	7,1	51	176	114
CATIE R-109	3	11	7	4,7	8,1	6,4	0,3	32	-	1,1	-	-	-	-	-
CATIE R-110	3	6	5	1,2	5,4	3,3	0,0	52	45	0,6	0,7	7,4	81	157	119
CATIE R-111	1	5	3	0,0	7,5	3,8	4,7	37	25	0,9	1,2	8	37	217	127
CATIE R-112	0	3	2	23,1	16,2	19,6	1,3	34	27	1,0	1,1	6,9	17	139	78
CATIE R-113	1	8	5	12,5	11,3	11,9	0,0	40	75	0,8	0,7	7,7	17	114	66
CATIE R-114	3	10	6	2,7	6,5	4,6	0,9	38	36	0,9	1,0	7,3	86	295	190
CATIE R-115	0	6	3	35,7	10,6	23,2	1,8	33	26	0,9	1,1	7,9	15	263	139
CATIE R-116	1	6	4	12,0	4,2	8,1	0,0	42	48	0,8	1,0	7,6	20	145	83
CATIE R-117	2	6	4	1,9	9,3	5,6	0,6	94	20	0,8	1,0	6,2	116	335	225
CATIE R-118	2	4	3	19,3	9,6	14,4	0,0	77	23	0,8	1,1	6,4	93	210	151
CATIE R-119	1	4	3	6,7	6,1	6,4	3,7	38	-	1,2	-	-	-	-	-
CATIE R-120	3	7	5	13,5	16,2	14,9	0,0	60	30	0,9	1,3	6,1	97	244	171
CATIE R-121	6	15	10	4,0	5,9	5,0	0,3	62	31	0,9	1,2	8,6	203	512	358
CATIE R-122	5	9	7	17,6	11,4	14,5	3,6	44	33	0,8	1,0	6,6	163	301	232
CATIE R-123	6	13	10	23,1	15,5	19,3	1,3	40	19	1,0	1,3	6,9	320	774	547
CATIE R-124	3	11	7	4,8	10,3	7,5	0,0	49	43	0,7	0,9	6,8	81	273	177
CATIE R-125	4	7	6	10,5	5,4	7,9	2,0	33	28	0,9	1,0	6,7	174	294	234
CATIE R-126	0	0	0	-	33,3	33,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
CATIE R-127	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	31	-	1,0	-	-	-	-	-
CATIE R-128	1	5	3	6,9	6,8	6,9	1,1	34	27	1,1	1,0	7,4	45	205	125
CATIE R-129	0	0	0	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
CATIE R-130	2	9	5	6,5	5,0	5,8	0,0	38	31	1,0	1,2	7,1	62	328	195

Cuadro 8 continuación

Clon	Datos Programa Mejoramiento Genético						Datos Investigación						Producción (Kg/ha/año)		
	No. frutos sanos/árbol			Monilia (%)			Fito. (%)	Índice Fruto		Índice semilla		Diam.	Año 1	Año 2	X
	Año 1	Año 2	X	Año1	Año 2	X		Época 1	Época 2	Época 1	Época 2				
CATIE R-131	3	10	7	5,3	3,0	4,2	0,6	43	-	1,1	-	-	-	-	-
CATIE R-132	0	1	0	50,0	22,2	36,1	0,0	-	39	-	0,9	3,3	1	18	10
CATIE R-133	3	11	7	1,4	8,2	4,8	0,7	35	24	0,9	1,2	7,5	136	490	313
CATIE R-134	1	5	3	0,0	6,0	3,0	0,0	27	29	1,1	1,0	6,8	25	196	111
CATIE R-135	5	9	7	7,5	6,4	6,9	0,0	52	27	0,8	1,0	6,5	207	371	289
CATIE R-136	3	6	5	4,9	2,6	3,8	0,0	46	-	0,9	-	-	-	-	-
CATIE R-137	1	3	2	8,0	9,0	8,5	0,0	38	29	0,9	1,1	7,8	37	129	83
CATIE R-138	2	5	4	11,3	11,5	11,4	0,0	28	22	1,0	1,1	7,2	93	260	176
CC-137	1	4	2	25,9	5,9	15,9	0,0	29	-	1,0	-	-	-	-	-
CCN-51	1	4	3	19,0	34,5	26,8	6,5	26	18	1,2	1,9	7,2	44	265	155
EET-183	1	3	2	3,6	1,2	2,4	4,4	38	32	0,9	1,1	7,2	37	108	72
UF-12	0	0	0	-	20,0	20,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
ICS-43 Red	0	1	1	0,0	52,1	26,0	2,9	44	-	0,9	-	-	-	-	-
ICS-95 T1	0	0	0	0,0	35,7	17,9	3,6	44	-	0,9	-	-	-	-	-
PA-169	1	5	3	8,8	4,7	6,8	0,0	42	37	0,9	1,1	8,3	37	145	91
PMCT-58	3	12	7	11,6	11,7	11,7	2,8	35	22	0,7	1,1	6,9	169	587	378
POUND-7 Lola	2	5	4	34,5	30,8	32,6	3,4	31	19	0,9	1,3	7,7	140	306	223
UF-273 T1	2	9	6	4,3	5,7	5,0	2,2	58	-	0,9	-	-	-	-	-
UF-712	0	1	1	0,0	10,3	5,1	0,0	31	23	1,2	1,2	6,3	4	66	35
GU-128 N	2	4	3	2,4	21,3	11,9	3,2	30	37	1,1	1,0	7,3	50	130	90
HY-2714184	0	2	1	0,0	3,6	1,8	0,0	37	21	0,8	1,1	5,8	19	117	68
NAL-1A 13	1	4	2	5,0	12,0	8,5	2,7	39	29	1,1	1,1	5,7	32	138	85
NAL-1A 14	0	0	0	14,3	0,0	7,1	0,0	56	-	1,0	-	-	-	-	-
NAL-2A 26	1	4	2	13,6	11,9	12,8	1,4	29	23	1,1	1,3	5,9	38	188	113
NAL-2A 27	1	5	3	11,1	17,3	14,2	1,3	54	27	1,0	1,2	7,5	30	200	115
PMCT-46	0	0	0	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-

Cuadro 8 continuación

Clon	Datos Programa Mejoramiento Genético						Datos Investigación					Producción (Kg/ha/año)			
	No. frutos sanos/árbol			Monilia (%)			Fito. (%)	Índice Fruto		Índice semilla		Diam.	Año 1	Año 2	X
	Año 1	Año 2	X	Año1	Año 2	X		Época 1	Época 2	Época 1	Época 2				
PORCELANA-3	0	1	0	-	28,0	28,0	4,2	54	-	1,0	-	-	-	-	-
SC-24	0	1	0	0,0	8,7	4,4	0,0	38	23	1,1	1,0	5,5	4	41	23
SNK-12	0	0	0	33,3	0,0	16,7	0,0	33	14	1,1	1,8	7,3	13	23	18
PA-107	0	0	0	-	14,3	14,3	0,0	38	36	0,8	0,8	5,1	0	7	4
PA-120	0	0	0	50,0	0,0	25,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
EET-233	0	1	0	-	4,3	4,4	0,0	-	23	-	1,0	5	0	43	22
EET-605	0	2	1	50,0	23,1	36,5	1,5	53	30	0,9	1,1	5,1	3	76	39
EET-610	0	1	1	0,0	10,8	5,4	0,0	49	-	0,8	-	-	-	-	-
CAUCASIA-34	0	3	2	0,0	6,5	3,3	4,8	28	26	0,9	1,1	6,9	9	133	71
CAUCASIA-37	0	8	4	33,3	4,7	19,0	0,0	27	32	0,9	0,9	7,2	6	256	131
CAUCASIA-39	0	4	2	0,0	10,6	5,3	0,6	25	22	1,0	1,0	6,8	2	212	107
CAUCASIA-43	0	7	3	50,0	8,6	29,3	0,5	40	23	0,9	1,1	7,1	4	330	167
CAUCASIA-47	0	4	2	-	2,8	2,8	1,3	29	22	1,0	1,0	7	0	213	106
CAP-34	0	1	0	0,0	38,5	19,2	1,7	34	-	1,0	-	-	-	-	-
FHIA-FCS-A2	0	1	1	33,3	30,8	32,1	7,1	40	-	1,0	-	-	-	-	-
YUCATAN	0	0	0	-	40,0	40,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
CARMELO-2	0	0	0	0,0	84,6	42,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Media	2	7	4	12,2	12,2	12,2	1,2	40	27	1,0	1,2	7,1	90	328	209
Mínimo	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	12	11	0,2	0,4	1,9	0	0	0
Máximo	51	55	55	100,0	100,0	100,0	100,0	500	200	2,1	2,0	11,7	2.710	2.825	2.825
Desviación estándar	4,1	7,8	6,7	14,1	10,7	12,4	6,7	31,1	14,6	0,2	0,2	1,3	193,0	366	315,9
Coefficiente variación	224,2	117,6	157,9	115,3	87,9	101,9	536,9	77,4	54,5	23,1	19,5	18,7	215,8	111,6	151,4

Cuadro 9. Caracterización 160 clones: prueba de medias variables producción.

INCIDENCIA NATURAL MONILIA (%)					PRODUCCIÓN ACUMULADA DOS AÑOS (Kg/ha)					ÍNDICE DE RENDIMIENTO ^{1/}				
PMCT-46	0,0	±	0,0	A	PA-107	7	±	3,2	A	PA-107	0,2	±	0,1	A
CATIE R-127	0,0	±	0,0	A	CATIE R-132	19	±	6,8	AB	SNK-12	0,7	±	0,3	AB
CATIE R-129	0,0	±	0,0	A	SNK-12	37	±	17,3	ABC	CATIE R-48	0,7	±	0,3	ABC
CATIE R-61	1,5	±	1,5	AB	CATIE R-48	40	±	17,5	ABCD	CATIE R-107	0,6	±	0,2	ABCD
EET-183	1,0	±	0,7	AB	EET-233	43	±	20,6	ABCD	CATIE R-62	0,8	±	0,3	ABCDE
CATIE R-5	1,6	±	1,2	ABC	SC-24	45	±	18,6	ABCDE	EET-233	1,3	±	0,7	ABCDEF
HY-2714184	2,5	±	2,5	ABC	CATIE R-62	62	±	26,1	ABCDEF	SC-24	1,3	±	0,5	ABCDEFG
EET-233	1,6	±	1,6	ABCD	CATIE R-107	61	±	23,4	ABCDEFG	CATIE R-9	0,8	±	0,2	ABCDEFGH
CAUCASIA-34	4,4	±	3,1	ABCDE	CATIE R-9	57	±	13,0	ABCDEFGH	CATIE R-132	1,7	±	0,9	ABCDEFGH
CAUCASIA-47	2,5	±	1,4	ABCDE	EET-605	79	±	25,9	ABCDEFGH	CATIE R-113	1,4	±	0,4	ABCDEFGHI
CATIE R-106	3,7	±	2,9	ABCDEF	UF-712	70	±	15,0	ABCDEFGHI	CATIE R-10	1,6	±	0,5	ABCDEFGHIJ
CATIE R-31	1,0	±	1,0	ABCDEF	CATIE R-105	95	±	26,8	ABCDEFGHIJ	UF-712	1,5	±	0,3	ABCDEFGHIJK
CATIE R-6	2,0	±	0,8	ABCDEFG	HY-2714184	136	±	48,6	ABCDEFGHIJ	CATIE R-105	1,6	±	0,4	ABCDEFGHIJKL
CATIE R-89	2,3	±	0,8	ABCDEFG	CATIE R-10	119	±	36,8	ABCDEFGHIJK	CATIE R-3	1,8	±	0,4	ABCDEFGHIJKL
CATIE R-136	4,5	±	2,8	ABCDEFG	CATIE R-113	131	±	38,6	ABCDEFGHIJKL	EET-605	2,1	±	0,6	ABCDEFGHIJKLM
CATIE R-105	3,8	±	2,2	ABCDEFG	CATIE R-3	120	±	28,5	ABCDEFGHIJKLM	CATIE R-137	2,0	±	0,5	ABCDEFGHIJKLM
NAL-1A14	14,3	±	14,3	ABCDEFG	CATIE R-80	125	±	32,4	ABCDEFGHIJKLM	HY-2714184	3,0	±	1,0	ABCDEFGHIJKLMNO
CATIE R-111	5,3	±	2,8	ABCDEFGH	CATIE R-61	156	±	40,3	ABCDEFGHIJKLMNO	CATIE R-116	1,9	±	0,4	ABCDEFGHIJKLMNO
CATIE R-128	6,7	±	3,3	ABCDEFGH	EET-183	145	±	34,2	ABCDEFGHIJKLMNO	CATIE R-39	2,1	±	0,5	ABCDEFGHIJKLMNO
CATIE R-80	6,1	±	4,0	ABCDEFGH	CATIE R-39	157	±	47,7	ABCDEFGHIJKLMNOP	PA-169	2,0	±	0,4	ABCDEFGHIJKLMNOP
CATIE R-58	3,7	±	1,7	ABCDEFGH	CATIE R-137	166	±	39,4	ABCDEFGHIJKLMNOPQ	CATIE R-80	2,3	±	0,6	ABCDEFGHIJKLMNOPQ
CATIE R-134	6,4	±	3,1	ABCDEFGHI	CATIE R-112	156	±	33,6	ABCDEFGHIJKLMNOPQR	EET-183	2,7	±	0,7	ABCDEFGHIJKLMNOPQR
UF-712	10,4	±	6,8	ABCDEFGHI	CAUCASIA-34	142	±	22,2	ABCDEFGHIJKLMNOPQR	CATIE R-112	2,3	±	0,5	ABCDEFGHIJKLMNOPQRS
CAUCASIA-39	5,6	±	2,9	ABCDEFGHI	CATIE R-26	191	±	58,8	ABCDEFGHIJKLMNOPQR	CATIE R-61	2,9	±	0,9	ABCDEFGHIJKLMNOPQRS
PA-107	16,7	±	16,7	ABCDEFGHI	CATIE R-116	166	±	40,0	ABCDEFGHIJKLMNOPQR	CAUCASIA-34	2,4	±	0,5	ABCDEFGHIJKLMNOPQRST

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), prueba de Tuckey

^{1/} Variable calculada a partir de la producción acumulada (Kg/ha) dividido entre la sección transversal del tronco (cm²)

Cuadro 9 continuación

INCIDENCIA NATURAL MONILIA (%)				PRODUCCIÓN ACUMULADA DOS AÑOS (Kg/ha)				ÍNDICE DE RENDIMIENTO						
CATIE R-34	7.0	±	4.2	ABCDEFGH	NAL-1A13	170	±	37.9	ABCDEFGHIJKLMN	CATIE R-72	2.7	±	0.7	ABCDEFGHIJKLMN
CATIE R-37	5.8	±	2.7	ABCDEFGH	PA-169	182	±	36.2	ABCDEFGHIJKLMN	GU-128N	2.6	±	0.5	ABCDEFGHIJKLMN
CATIE R-10	9.2	±	6.7	ABCDEFGH	CATIE R-72	195	±	49.4	ABCDEFGHIJKLMN	CATIE R-111	2.7	±	0.5	ABCDEFGHIJKLMN
CATIE R-116	4.2	±	1.6	ABCDEFGH	GU-128N	180	±	34.2	ABCDEFGHIJKLMN	NAL-2A27	3.0	±	0.5	ABCDEFGHIJKLMN
CATIE R-131	4.3	±	1.9	ABCDEFGH	CATIE R-86	215	±	45.6	BCDEFGHIJKLMN	CATIE R-108	3.3	±	0.7	ABCDEFGHIJKLMN
CATIE R-17	2.9	±	0.8	ABCDEFGH	CATIE R-108	227	±	44.5	BCDEFGHIJKLMN	CATIE R-75	3.8	±	0.9	ABCDEFGHIJKLMN
EET-610	7.5	±	5.3	ABCDEFGH	CAUCASIA-47	213	±	43.8	BCDEFGHIJKLMN	CATIE R-26	4.2	±	1.2	ABCDEFGHIJKLMN
CATIE R-110	4.1	±	1.4	ABCDEFGH	NAL-2A26	226	±	48.5	BCDEFGHIJKLMN	CAUCASIA-47	3.2	±	0.6	ABCDEFGHIJKLMN
SC-24	14.8	±	11.3	ABCDEFGH	CAUCASIA-39	214	±	40.2	BCDEFGHIJKLMN	CATIE R-44	3.2	±	0.6	ABCDEFGHIJKLMN
UF-273T1	5.8	±	2.6	ABCDEFGH	CATIE R-44	231	±	43.6	BCDEFGHIJKLMN	CATIE R-115	3.3	±	0.6	ABCDEFGHIJKLMN
CATIE R-119	5.3	±	2.3	ABCDEFGH	CATIE R-75	283	±	72.7	BCDEFGHIJKLMN	CATIE R-110	3.2	±	0.5	BCDEFGHIJKLMN
CAUCASIA-37	5.7	±	2.2	ABCDEFGH	NAL-2A27	230	±	42.8	BCDEFGHIJKLMN	CATIE R-37	3.8	±	1.1	BCDEFGHIJKLMN
CATIE R-4	3.6	±	1.2	ABCDEFGH	CATIE R-134	221	±	35.0	CDEFGHIJKLMN	CATIE R-128	3.5	±	0.8	BCDEFGHIJKLMN
CATIE R-72	9.0	±	4.0	ABCDEFGH	CATIE R-128	250	±	56.9	CDEFGHIJKLMN	CATIE R-103	3.1	±	0.4	BCDEFGHIJKLMN
CATIE R-102	5.2	±	2.0	ABCDEFGH	CATIE R-110	237	±	42.1	CDEFGHIJKLMN	NAL-1A13	3.6	±	0.7	BCDEFGHIJKLMN
CC-137	9.9	±	5.7	ABCDEFGH	CATIE R-21	276	±	64.4	DEFGHIJKLMN	CATIE R-134	3.5	±	0.5	BCDEFGHIJKLMN
CATIE R-70	3.6	±	1.2	ABCDEFGH	CATIE R-103	223	±	33.3	DEFGHIJKLMN	CAUCASIA-39	3.7	±	0.7	BCDEFGHIJKLMN
CATIE R-125	4.5	±	1.4	ABCDEFGH	CATIE R-111	254	±	46.5	DEFGHIJKLMN	CATIE R-21	4.7	±	1.2	BCDEFGHIJKLMN
CATIE R-77	6.7	±	2.5	ABCDEFGH	CATIE R-94	294	±	63.4	DEFGHIJKLMN	CATIE R-19	4.0	±	0.8	CDEFGHIJKLMN
CATIE R-87	10.7	±	6.0	ABCDEFGH	CATIE R-79	288	±	65.3	DEFGHIJKLMN	CATIE R-79	4.7	±	1.2	CDEFGHIJKLMN
CATIE R-114	5.7	±	2.1	ABCDEFGH	CATIE R-115	278	±	51.3	EFGHIJKLMN	CAUCASIA-37	3.6	±	0.4	DEFGHIJKLMN
CATIE R-18	6.0	±	2.0	ABCDEFGH	CATIE R-19	269	±	49.8	FGHIJKLMN	CATIE R-49	4.2	±	0.9	DEFGHIJKLMN
CATIE R-135	5.1	±	1.7	ABCDEFGH	CATIE R-29	333	±	73.2	FGHIJKLMN	CATIE R-30	4.3	±	0.8	EFGHIJKLMN
CATIE R-60	5.7	±	2.3	ABCDEFGH	CAUCASIA-37	262	±	37.7	GHIJKLMN	CATIE R-94	5.1	±	1.1	FGHIJKLMN
CATIE R-103	5.8	±	2.2	ABCDEFGH	CCN-51	309	±	67.7	GHIJKLMN	CATIE R-76	4.6	±	0.9	FGHIJKLMN
PA-169	5.2	±	1.7	ABCDEFGH	CATIE R-37	332	±	84.3	GHIJKLMN	CCN-51	4.6	±	1.0	FGHIJKLMN
CATIE R-39	10.3	±	4.5	ABCDEFGH	CATIE R-30	307	±	55.8	GHIJKLMN	CATIE R-97	5.9	±	1.4	GHIJKLMN
CATIE R-91	5.9	±	2.3	ABCDEFGH	CATIE R-97	376	±	88.0	GHIJKLMN	CATIE R-65	5.2	±	1.2	GHIJKLMN

Cuadro 9 continuación

INCIDENCIA NATURAL MONILIA (%)					PRODUCCIÓN ACUMULADA DOS AÑOS (Kg/ha)					ÍNDICE DE RENDIMIENTO				
CATIE R-121	4,4	±	1,1	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-118	303	±	53,9	HJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefgh	CATIE R-138	4,9	±	0,9	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij
CATIE R-22	5,7	±	1,9	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-49	339	±	69,6	HJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghi	NAL-2A26	5,0	±	1,0	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij
CATIE R-8	7,9	±	6,5	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-60	367	±	79,5	HJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghi	CATIE R-38	5,0	±	1,0	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij
CATIE R-30	14,6	±	6,4	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-42	368	±	75,5	HJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij	CATIE R-114	4,9	±	0,9	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij
CATIE R-25	10,8	±	5,7	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-138	353	±	71,3	HJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij	CATIE R-86	6,0	±	1,4	HJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij
CATIE R-133	8,7	±	4,2	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-38	383	±	83,5	HJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij	CATIE R-29	6,5	±	1,5	HJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij
CATIE R-117	8,8	±	3,4	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-11	344	±	59,6	HJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij	CATIE R-11	5,2	±	0,9	IJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij
CATIE R-86	9,9	±	3,9	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-57	408	±	85,8	HJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij	CATIE R-77	5,1	±	0,8	IJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk
ICS-95T1	18,6	±	12,4	ABCDEFGHIJKL	CAUCASIA-43	333	±	50,7	HJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij	CATIE R-42	6,3	±	1,3	IJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk
CATIE R-90	7,5	±	2,5	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-85	312	±	43,1	IJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij	CATIE R-74	4,9	±	0,7	IJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk
CATIE R-7	7,6	±	2,7	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-114	381	±	82,1	IJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij	CAUCASIA-43	5,2	±	0,8	IJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk
CATIE R-29	7,8	±	2,7	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-65	347	±	56,9	JKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghij	CATIE R-60	6,3	±	1,3	IJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk
CATIE R-56	9,0	±	4,1	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-120	341	±	54,5	JKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk	CATIE R-57	6,3	±	1,3	IJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk
CATIE R-33	8,1	±	2,7	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-50	346	±	51,4	JKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk	CATIE R-118	6,2	±	1,3	IJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk
CATIE R-137	10,3	±	4,2	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-43	404	±	80,2	JKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk	CATIE R-130	5,6	±	1,0	IJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk
CATIE R-109	8,2	±	3,4	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-76	415	±	91,3	JKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk	CATIE R-5	7,0	±	1,7	JKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk
CATIE R-38	11,3	±	5,2	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-130	390	±	73,3	JKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk	CATIE R-40	6,5	±	1,2	KLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk
CATIE R-13	7,0	±	2,5	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-77	382	±	71,0	JKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk	CATIE R-85	5,4	±	0,7	KLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijk
CATIE R-32	7,3	±	2,4	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-5	506	±	113,0	KLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijkl	POUND-7 Lola	5,9	±	1,0	LMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijkl
CATIE R-92	4,9	±	1,2	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-124	354	±	41,1	KLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijkl	CATIE R-47	6,0	±	1,0	MNOPQRSTUVWXYZabcdefghijkl
CATIE R-36	6,0	±	1,7	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-101	499	±	96,8	KLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijkl	CATIE R-43	6,7	±	1,2	MNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklm
CATIE R-124	9,4	±	3,1	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-40	452	±	78,8	LMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijkl	CATIE R-50	6,2	±	0,9	MNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklm
CATIE R-57	6,7	±	2,3	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-78	517	±	105,5	MNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklm	CATIE R-78	6,7	±	1,1	MNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklm
CATIE R-118	10,7	±	3,5	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-68	425	±	68,9	NOPQRSTUVWXYZabcdefghijklm	CATIE R-6	6,6	±	1,1	MNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklm
CATIE R-130	8,5	±	2,7	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-24	436	±	73,2	NOPQRSTUVWXYZabcdefghijklm	CATIE R-124	5,8	±	0,6	NOPQRSTUVWXYZabcdefghijklm
CATIE R-97	8,1	±	3,0	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-125	468	±	81,8	NOPQRSTUVWXYZabcdefghijklm	CATIE R-52	8,2	±	1,6	NOPQRSTUVWXYZabcdefghijklmn
CATIE R-85	13,0	±	4,8	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-47	432	±	64,0	OPQRSTUVWXYZabcdefghijklm	CATIE R-83	6,6	±	1,0	OPQRSTUVWXYZabcdefghijklmno
CATIE R-14	7,4	±	2,9	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-52	528	±	99,7	OPQRSTUVWXYZabcdefghijklm	CATIE R-20	7,9	±	1,6	OPQRSTUVWXYZabcdefghijklmno
CATIE R-3	17,9	±	7,3	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-122	464	±	82,7	OPQRSTUVWXYZabcdefghijklm	CATIE R-101	9,0	±	1,7	OPQRSTUVWXYZabcdefghijklmno

Cuadro 9 continuación

INCIDENCIA NATURAL MONILIA (%)				PRODUCCIÓN ACUMULADA DOS AÑOS (Kg/ha)				ÍNDICE DE RENDIMIENTO						
CATIE R-73	8,1	±	2,5	ABCDEFGHIJKL	POUND-7 Lola	446	±	67,9	OPQRSTUVWXYZABCDEFGHIJKL	CATIE R-120	6,7	±	1,1	PQRSTUVWXYZABCDEFGHIJKLmno
CATIE R-81	8,9	±	3,1	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-74	452	±	65,3	PQRSTUVWXYZABCDEFGHIJKL	CATIE R-125	7,8	±	1,4	QRSTUVWXYZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-122	10,0	±	3,3	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-117	451	±	67,0	QRSTUVWXYZABCDEFGHIJKL	CATIE R-41	7,1	±	1,0	RSTUVWXYZABCDEFGHIJKLmnop
NAL-1A13	14,7	±	5,8	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-20	549	±	100,1	QRSTUVWXYZABCDEFGHIJKL	CATIE R-121	7,3	±	1,1	RSTUVWXYZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-15	6,4	±	1,5	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-83	506	±	83,0	QRSTUVWXYZABCDEFGHIJKL	CATIE R-24	7,7	±	1,2	RSTUVWXYZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-26	15,3	±	7,2	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-6	576	±	109,8	RSTUVWXYZABCDEFGHIJKL	CATIE R-122	7,7	±	1,3	STUVWXYZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-115	16,5	±	6,7	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-33	463	±	63,4	RSTUVWXYZABCDEFGHIJKL	CATIE R-13	9,9	±	2,1	TUVWXYZABCDEFGHIJKLmnop
CAUCASIA-43	9,1	±	2,7	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-12	540	±	112,7	STUVWXYZABCDEFGHIJKL	CATIE R-68	8,4	±	1,5	TUVWXYZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-82	8,2	±	2,3	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-135	578	±	105,6	STUVWXYZABCDEFGHIJKL	CATIE R-73	7,6	±	1,0	UVWXYZABCDEFGHIJKLmnop
YUCATAN	22,2	±	22,2	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-13	740	±	161,2	STUVWXYZABCDEFGHIJKL	CATIE R-36	8,4	±	1,2	VWXYZABCDEFGHIJKLmnop
NAL-2A27	10,8	±	3,8	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-73	544	±	84,3	TUVWXYZABCDEFGHIJKL	CATIE R-34	7,8	±	0,9	VWXYZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-68	9,5	±	3,2	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-36	557	±	81,1	UVWXYZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-17	7,5	±	0,9	VWXYZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-104	9,2	±	3,3	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-17	538	±	63,1	VWXYZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-70	10,5	±	1,9	WXYZABCDEFGHIJKLmnop
UF-12	33,3	±	33,3	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-34	554	±	64,7	VWXYZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-33	8,2	±	1,2	WXYZABCDEFGHIJKLmnop
PA-120	33,3	±	33,3	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-41	682	±	108,4	VWXYZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-100	9,3	±	1,6	WXYZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-126	33,3	±	33,3	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-100	634	±	108,5	VWXYZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-95	9,9	±	1,9	WXYZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-48	15,6	±	8,1	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-102	601	±	82,4	WXYZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-89	9,1	±	1,4	WXYZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-94	8,9	±	2,8	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-70	754	±	135,0	WXYZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-135	10,4	±	1,8	XYZABCDEFGHIJKLmnop
SNK-12	14,0	±	9,8	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-121	715	±	119,5	WXYZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-104	10,6	±	1,9	XYZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-108	12,2	±	5,5	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-90	575	±	71,4	WXYZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-7	8,8	±	1,2	YZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-112	19,6	±	7,2	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-89	623	±	87,2	WXYZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-90	8,8	±	1,2	YZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-35	13,8	±	5,5	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-25	730	±	121,2	XYZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-27	9,7	±	1,4	ZABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-19	18,8	±	6,3	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-15	616	±	79,4	XYZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-133	9,2	±	1,2	ABCDEFGHIJKLmnop
CATIE R-12	10,8	±	3,6	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-96	573	±	64,7	YZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-117	9,9	±	1,7	bcdefghijklmnop
CATIE R-100	8,4	±	2,2	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-27	703	±	110,4	YZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-102	9,7	±	1,5	bcdefghijklmnop
NAL-2A26	18,7	±	6,9	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-133	626	±	79,5	YZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-15	9,4	±	1,1	cdefghijklmnop
CATIE R-78	10,8	±	3,3	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-18	615	±	73,8	ZABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-18	9,5	±	1,1	cdefghijklmnop
CATIE R-23	10,6	±	3,0	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-104	867	±	164,2	ABCDEFGHIJKLmn	CATIE R-4	9,4	±	1,0	defghijklmnop
CATIE R-96	8,3	±	1,8	ABCDEFGHIJKL	PMCT-58	756	±	102,9	bcdefghijklmn	CATIE R-71	11,1	±	1,6	efghijklmnop

Cuadro 9 continuación

INCIDENCIA NATURAL MONILIA (%)				PRODUCCIÓN ACUMULADA DOS AÑOS (Kg/ha)				ÍNDICE DE RENDIMIENTO						
CATIE R-63	15,3	±	6,8	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-22	774	±	138,8	cdefghijklmn	PMCT-58	11,9	±	1,7	efghijklmnop
CATIE R-20	12,7	±	3,6	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-81	797	±	130,2	defghijklmn	CATIE R-25	13,7	±	2,4	efghijklmnop
CATIE R-138	17,6	±	5,7	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-7	683	±	81,8	efghijklmn	CATIE R-12	11,7	±	2,2	efghijklmnop
CATIE R-11	10,0	±	2,6	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-58	909	±	155,9	efghijklmn	CATIE R-58	13,8	±	2,4	efghijklmnop
CATIE R-66	14,9	±	4,9	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-4	701	±	85,5	fghijklmn	CATIE R-81	11,9	±	1,8	ghijklmnop
CATIE R-44	11,7	±	3,0	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-95	791	±	113,6	ghijklmn	CATIE R-98	14,1	±	2,4	hijklmnop
CATIE R-101	13,4	±	4,0	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-71	822	±	113,4	hijklmn	CATIE R-93	11,0	±	1,2	ijklmnop
CATIE R-75	11,3	±	2,9	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-32	713	±	85,3	hijklmn	CATIE R-22	13,1	±	2,0	ijklmnop
CATIE R-24	17,5	±	6,0	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-23	763	±	97,5	hijklmn	CATIE R-91	15,5	±	2,5	ijklmnop
CATIE R-47	12,3	±	3,0	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-91	1094	±	181,9	ijklmn	CATIE R-96	10,9	±	1,1	ijklmnop
CATIE R-64	12,5	±	3,8	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-98	1018	±	137,4	jklmn	CATIE R-32	12,1	±	1,3	klmnop
CATIE R-120	12,8	±	3,3	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-93	904	±	95,1	Klmn	CATIE R-23	14,9	±	1,7	lmnop
CATIE R-76	14,2	±	3,4	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-123	1094	±	139,9	lmn	CATIE R-99	14,8	±	1,7	mno
CATIE R-52	17,1	±	4,8	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-28	1009	±	136,1	lmn	CATIE R-123	18,0	±	2,0	nop
CATIE R-41	11,1	±	2,3	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-99	994	±	112,3	mn	CATIE R-28	17,4	±	2,4	op
CATIE R-83	11,4	±	2,2	ABCDEFGHIJKL	CATIE R-92	1441	±	174,7	n	CATIE R-92	17,6	±	3,2	p
FHIA-FCS-A2	25,0	±	8,7	ABCDEFGHIJKL										
CATIE R-21	15,3	±	3,8	ABCDEFGHIJKL										
CATIE R-40	15,7	±	3,7	ABCDEFGHIJKL										
PORCELANA-3	32,1	±	15,6	ABCDEFGHIJKL										
CATIE R-99	12,2	±	3,4	ABCDEFGHIJKL										
CATIE R-98	14,6	±	4,9	ABCDEFGHIJKL										
CATIE R-132	30,8	±	12,8	ABCDEFGHIJKL										
CATIE R-79	17,7	±	4,6	ABCDEFGHIJKL										
GU-128N	15,8	±	3,6	ABCDEFGHIJKL										
CATIE R-50	12,6	±	2,8	ABCDEFGHIJKL										
CATIE R-27	11,1	±	2,1	ABCDEFGHIJKL										
PMCT-58	12,0	±	2,6	ABCDEFGHIJKL										
CAP-34	39,7	±	12,8	BCDEFGHIJKL										
CATIE R-9	17,9	±	4,1	BCDEFGHIJKL										
CATIE R-93	11,5	±	1,9	BCDEFGHIJKL										
CATIE R-113	19,9	±	7,0	BCDEFGHIJKL										
CATIE R-62	28,3	±	13,7	BCDEFGHIJKL										
EET-605	31,0	±	9,1	BCDEFGHIJKL										
CATIE R-74	15,7	±	3,0	BCDEFGHIJKL										
CATIE R-49	23,6	±	6,1	CDEFGHIJKL										
ICS-43Red	44,3	±	13,4	CDEFGHIJKL										
CATIE R-107	28,3	±	9,8	CDEFGHIJKL										
CATIE R-28	16,9	±	2,8	DEFGHIJKL										

Cuadro 9 *continuación*

INCIDENCIA NATURAL MONILIA (%)				PRODUCCIÓN ACUMULADA DOS AÑOS (Kg/ha)				ÍNDICE DE RENDIMIENTO					
CATIE R-43	21,0	±	4,3	EFGHIJKL									
CARMELO-2	57,1	±	20,2	EFGHIJKL									
CATIE R-65	26,8	±	6,0	FGHIJKL									
CCN-51	27,3	±	5,3	FGHIJKL									
CATIE R-123	17,0	±	2,7	GHIJKL									
CATIE R-95	18,0	±	2,8	HIJKL									
CATIE R-71	21,9	±	3,6	IJKL									
CATIE R-54	32,0	±	6,0	JKL									
CATIE R-42	31,3	±	5,0	KL									
POUND-7													
Lola	30,3	±	4,4	L									

4.1.3.3 Incidencia natural de fitóptora (%)

La variación encontrada para este parámetro fue baja y varió entre 7,1% (CATIE R-27 y FHIA-FCS-A2) y 0% para 67 clones de los 159 evaluados (Cuadro 8). El promedio fue de 1,2%. En la Figura 18 que corresponde a la distribución de frecuencias para este parámetro se observa que 92% de los clones evaluados presenta una incidencia menor al 4,1%.

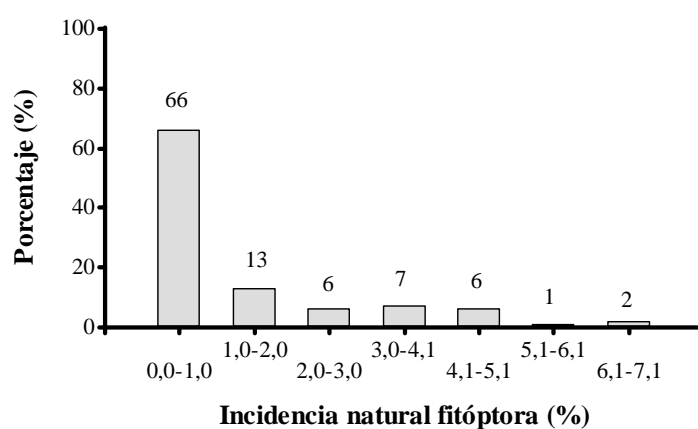


Figura 18. Distribución de frecuencias para la incidencia natural de fitóptora de registros acumulados en dos años.

4.1.3.4 Índice de fruto

En el Cuadro 8 se observa que este índice varió entre las dos épocas evaluadas presentando la época 2 un mejor comportamiento que la Época 1 con medias de 40 y 27 respectivamente de frutos necesarios para obtener un kilogramo de cacao seco y fermentado. En la época 1 el clon CATIE R-26 presentó el mejor índice (19) y en la época 2 correspondió al clon CATIE R-40 con un índice de 11. La distribución de frecuencias para esta variable permitió apreciar que de los 151 clones evaluados en la época 1 el 7% (11 clones) presenta un índice de fruto menor a 25 el cual es tomado como valor máximo en la selección de materiales, mientras que en la época 2 de los 127 clones evaluados el 46% (59 clones) están por debajo de este valor (Figura 19).

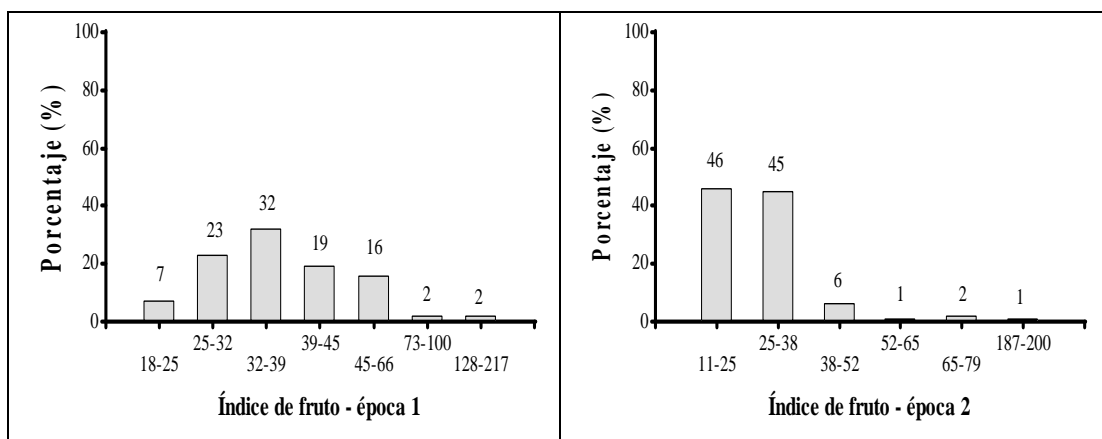


Figura 19. Distribución de frecuencias para el índice de fruto en dos épocas.

4.1.3.5 Índice de semilla

El índice de semillas varió entre las dos épocas evaluadas (Cuadro 8) presentando la Época 2 un mejor promedio que la Época 1 con medias de 1,2 g y 1,0 g respectivamente. En la Época 1 el clon CATIE R-38 presentó el mejor índice 1,6 y en la Época 2 correspondió al clon CATIE R-40 con 1,9 gramos. En la Figura 20 se puede apreciar que en la Época 1 el 50% (76 clones) de los clones evaluados obtuvieron un índice mayor 1,0 que es el mínimo considerado en normas de calidad mientras que en la Época 2 lo presentaron 97 clones equivalente al 76% de los materiales evaluados en esta época.

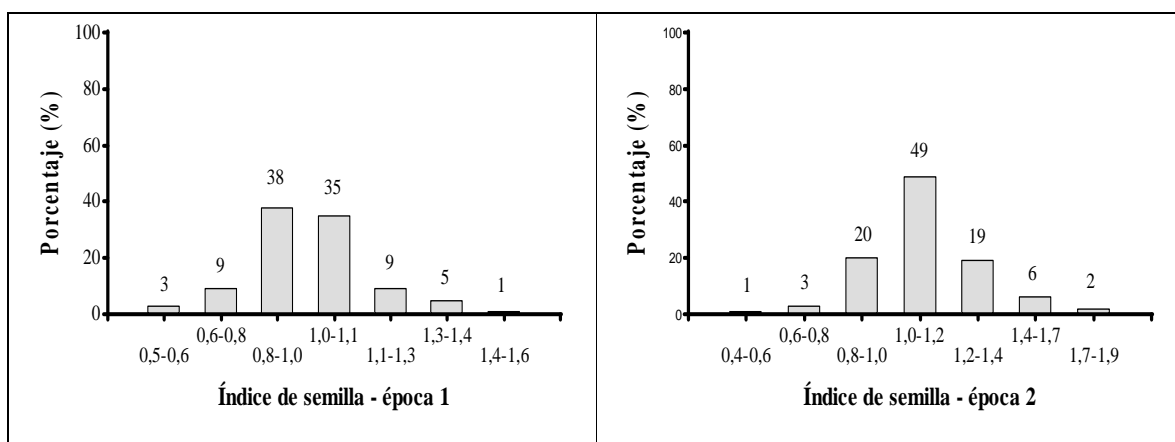


Figura 20. Distribución de frecuencias para el índice de semilla en dos épocas.

4.1.3.6 Diámetro del tallo

En el Cuadro 8, se observa el diámetro calculado para los 160 clones. El diámetro mayor lo presentó el clon CATIE R-121 con 8,6 cm. En la Figura 21 se aprecia la distribución de frecuencias para esta variable y se observa que el 74% (118) de los clones tienen un promedio de diámetro a los dos años de edad que está entre 6,4 cm y 7,9 cm.

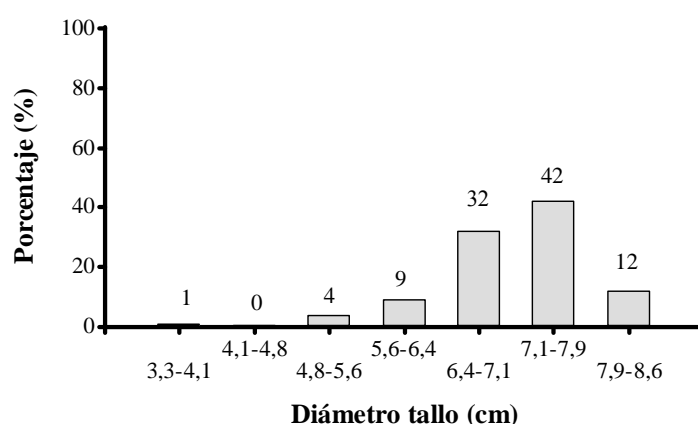


Figura 21. Distribución de frecuencias para el diámetro del tallo.

4.1.3.7 Producción

En el Cuadro 8, se presenta la producción en kg/ha estimada para 127 clones para dos años y la producción promedio (X) por año. Estadísticamente se evidenció diferencias entre los clones para la producción acumulada, el mejor promedio lo presentó el clon CATIE R-92 (POUND-7 x UF-273) con 1.441 kg/ha y la menor producción la obtuvo el clon PA-107 con 7 kg/ha (Cuadro 9). La media de la producción acumulada fue de 420 Kg/ha. Dentro de las 10 mejores producciones registradas, 6 clones provienen del cruce POUND-7 x UF-273 (CATIE R-92, CATIE R-91, CATIE R-99, CATIE R-93, CATIE R-98 y CATIE R-104). En la distribución de frecuencias (Figura 22), se aprecia que de los 127 clones evaluados un 35% (44 clones) presentan una producción acumulada superior a los 500 Kg/ha en los dos primeros años de

producción, que equivale a más de 250 Kg/ha/año valor que supera al promedio de la region que es de 200 Kg/ha/año.

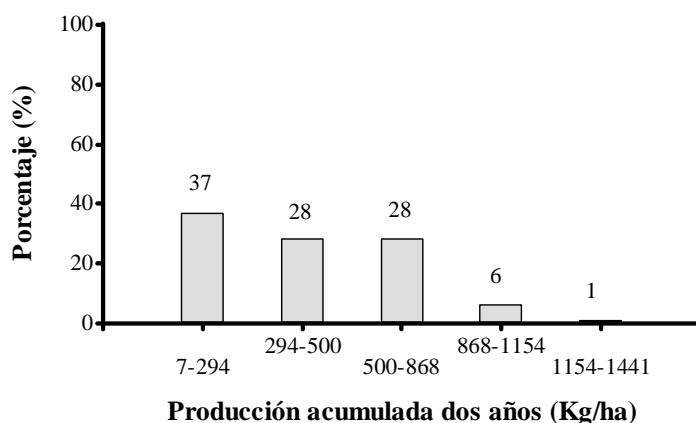


Figura 22. Distribución de frecuencias de la producción acumulada de dos años en Kg/ha.

4.1.3.8 Índice de rendimiento

En el Cuadro 9, se presenta la medias por clon obtenidas para 127 clones. El mejor indice de eficiencia lo presentó el clon CATIE R-123 (UF-273 x NA-34) con 18,0 Kg/cm² y el menor el clon PA-107 con 0,2 Kg/cm². La media general fue de 6,3 Kg/cm². Dentro de los 10 mejores indices de eficiencia se encontraron 8 de los clones que presentaron el mayor promedio de producción acumulada(CATIE R-92, CATIE R-28, CATIE R-123, CATIE R-99, CATIE R-23, CATIE R-32, CATIE R-96 , CATIE R-91, CATIE R-22 y CATIE R-93). La distribución de frecuencias para esta variable se presenta en la Figura 23, evidenciándose que el 15% de los clones (19) de los 127 a los cuales se les estimó la producción, tienen un índice de eficiencia mayor a 10 Kg/cm².

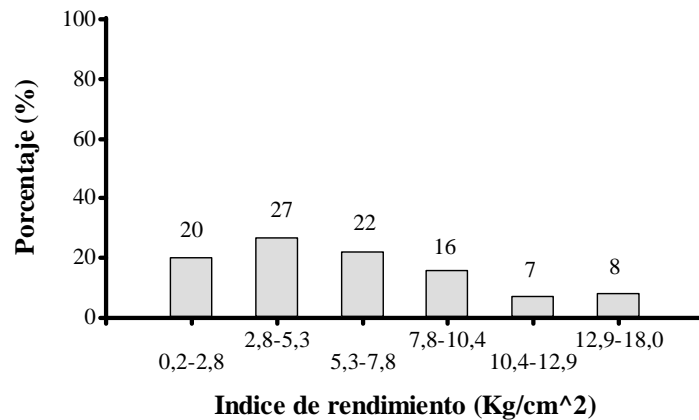


Figura 23. Distribución de frecuencias del índice de rendimiento.

4.2 Selección de los 32 mejores clones

En el Cuadro 10 se observa los límites de selección para los caracteres utilizados en la selección de los clones en esta investigación de acuerdo a la metodología de Soria (1966). Debido a su naturaleza, la incidencia natural de monilia se colocó en sentido inverso.

El puntaje obtenido para cada uno de los clones evaluados se observa en el Cuadro 11 ordenando los clones de mayor a menor puntaje. Los 32 clones con los mayores puntajes corresponden a los materiales seleccionados los cuales presentaron un puntaje igual o superior a 14. Los clones promisorios provienen de diferentes cruces, siendo el más frecuente POUND-7 x UF-273 el cual dio origen a 10 de los clones seleccionados.

Cuadro 10. Límites de selección obtenidos para la selección de los clones.

Carácter	Índice	Énfasis*	Total índice	X**		Error muestreo	Límite
Producción acumulada	2	5	10	420	+	2*(259)	> 938
	1		5				420 a 938
	0		0				< 420
Incidencia natural monilia	0	3	6	11,4	+	2*(6,6)	> 24,6
	1		3				11,4 a 24,6
	2		0				< 11,4
Índice eficiencia rendimiento	2	1	2	6,3	+	2*(3,8)	> 13,9
	1		1				6,3 a 13,9
	0		0				< 6,3
Índice de semilla	2	1	2				> 1,1
	1		1				1,0 a 1,1
	0		0				< 1,0

*: Factor de ponderación; **: Medias registradas en el Cuadro 8

Cuadro 11. Índices de selección por variable obtenidos en cada clon.

Clon	Cruce	Producción acumulada (Kg/ha)	Incidencia natural monilia	Índice eficiencia rendimiento	Índice semilla	Total puntaje	Selección
CATIE R-91	POUND-7 x UF-273	10	6	2	2	10	1
CATIE R-92	POUND-7 x UF-273	10	6	2	2	10	2
CATIE R-28	UF-712 x CC-137	10	3	2	2	7	3
CATIE R-98	POUND-7 x UF-273	10	3	2	2	7	4
CATIE R-99	POUND-7 x UF-273	10	3	2	2	7	5
CATIE R-123	UF-273 x NA-34	10	3	2	2	7	6
CATIE R-23	UF-273 x CCN-51	5	6	2	2	10	7
CATIE R-4	UF-273 x Pa-169	5	6	1	2	9	8
CATIE R-5	UF-273 x Pa-169	5	6	1	2	9	9
CATIE R-6	UF-273 x Pa-169	5	6	1	2	9	10
CATIE R-7	UF-712 x CATIE 1000	5	6	1	2	9	11
CATIE R-13	UF-273 x CATIE 1000	5	6	1	2	9	12
CATIE R-15	UF-273 x POUND-7	5	6	1	2	9	13
CATIE R-17	UF-273 x POUND-7	5	6	1	2	9	14
CATIE R-18	UF-273 x POUND-7	5	6	1	2	9	15
CATIE R-22	UF-273 x Tree-81	5	6	1	2	9	16
CATIE R-27	UF-712 x CC-137	5	6	1	2	9	17
CATIE R-32	UF-712 x CC-124	5	6	1	2	9	18
CATIE R-34	UF-712 x CC-124	5	6	1	2	9	19
CATIE R-41	UF-712 x Tree-81	5	6	1	2	9	20
CATIE R-58	CC-137 x UF-273	5	6	1	2	9	21
CATIE R-73	PA-169 x ARF-22	5	6	1	2	9	22
CATIE R-78	PA-169 x ARF-22	5	6	1	2	9	23
CATIE R-81	UF-712 x ARF-37	5	6	1	2	9	24
CATIE R-93	POUND-7 x UF-273	5	6	1	2	9	25
CATIE R-96	POUND-7 x UF-273	5	6	1	2	9	26
CATIE R-100	POUND-7 x UF-273	5	6	1	2	9	27
CATIE R-102	POUND-7 x UF-273	5	6	1	2	9	28
CATIE R-104	POUND-7 x UF-273	5	6	1	2	9	29
CATIE R-121	UF-273 x ICS-1	5	6	1	2	9	30
CATIE R-133	UF-273 x Pa-169	5	6	1	2	9	31
CATIE R-89	POUND-7 x UF-273	5	6	1	2	9	32
CATIE R-12	UF-273 x CC-137	5	6	1	1	8	33
CATIE R-25	UF-712 x UF-273	5	6	1	1	8	34
CATIE R-33	UF-712 x CC-124	5	6	1	1	8	35
CATIE R-36	UF-712 x CC-124	5	6	1	1	8	36
CATIE R-68	ARF-22 x ARF-6	5	6	1	1	8	37
CATIE R-83	UF-712 x ARF-37	5	6	1	1	8	38
CATIE R-90	POUND-7 x UF-273	5	6	1	1	8	39
CATIE R-117	UF-273 x EEG-25	5	6	1	1	8	40
CATIE R-122	UF-273 x ICS-1	5	6	1	1	8	41
CATIE R-125	UF-273 x Pa-169	5	6	1	1	8	42

Cuadro 11 continuación

Clon	Cruce	Producción acumulada (Kg/ha)	Incidencia natural monilia	Índice eficiencia rendimiento	Índice semilla	Total puntaje	Selección
CATIE R-135	UF-273 x SIC-433	5	6	1	1	8	43
CATIE R-70	ARF-22 x UF-273	5	6	1	0	7	44
CATIE R-40	UF-712 x Tree-81	5	3	1	2	6	45
CATIE R-52	EET-75 x CC-137	5	3	1	2	6	46
CATIE R-71	CCN-51 x PA-169	5	3	1	2	6	47
CATIE R-101	POUND-7 x UF-273	5	3	1	2	6	48
CATIE R-20	UF-273 x Tree-81	5	3	1	1	5	49
CATIE R-47	ICS-95 x UF-273	5	3	0	2	5	50
CATIE R-95	POUND-7 x UF-273	5	3	1	1	5	51
PMCT-58		5	3	1	1	5	52
CATIE R-24	UF-273 x SCA-6	5	3	1	0	4	53
CATIE R-29	UF-712 x CC-137	0	6	1	2	9	54
CATIE R-60	CC-137 x SCA-6	0	6	1	2	9	55
CATIE R-74	PA-169 x ARF-22	5	3	0	1	4	56
CATIE R-38	UF-712 x Tree-81	0	6	0	2	8	57
CATIE R-57	CC-137 x UF-273	0	6	1	1	8	58
CATIE R-72	PA-169 x ARF-6	0	6	0	2	8	59
CATIE R-77	PA-169 x ARF-22	0	6	0	2	8	60
CATIE R-86	UF-712 x ICS-43	0	6	0	2	8	61
CATIE R-94	POUND-7 x UF-273	0	6	0	2	8	62
CATIE R-103	POUND-7 x UF-273	0	6	0	2	8	63
CATIE R-111	UF-273 x PA-16	0	6	0	2	8	64
CATIE R-130	UF-273 x Pa-169	0	6	0	2	8	65
UF-712		0	6	0	2	8	66
NAL-2A 27		0	6	0	2	8	67
CATIE R-10	UF-273 x CC-137	0	6	0	1	7	68
CATIE R-37	UF-712 x CATIE 1000	0	6	0	1	7	69
CATIE R-39	UF-712 x Tree-81	0	6	0	1	7	70
CATIE R-61	CC-137 x SCA-6	0	6	0	1	7	71
CATIE R-105	EET-95 x UF-273	0	6	0	1	7	72
CATIE R-114	UF-273 x MA-13	0	6	0	1	7	73
CATIE R-116	UF-273 x MA-13	0	6	0	1	7	74
CATIE R-118	UF-273 x EEG-25	0	6	0	1	7	75
CATIE R-128	UF-273 x Pa-169	0	6	0	1	7	76
CATIE R-134	UF-273 x Pa-121	0	6	0	1	7	77
CATIE R-137	UF-273 x ICS-8	0	6	0	1	7	78
EET-183		0	6	0	1	7	79
PA-169		0	6	0	1	7	80
POUND -7 Lola		5	0	0	2	2	81
HY-2714184		0	6	0	1	7	82
EET-233		0	6	0	1	7	83
CAUCASIA- 34		0	6	0	1	7	84
CAUCASIA-39		0	6	0	1	7	85

Cuadro 11 continuación

Clon	Cruce	Producción acumulada (Kg/ha)	Incidencia natural monilia	Índice eficiencia rendimiento	Índice semilla	Total puntaje	Selección
CAUCASIA-43		0	6	0	1	7	86
CAUCASIA-47		0	6	0	1	7	87
CATIE R-11	UF-273 x CC-137	0	6	0	0	6	88
CATIE R-75	PA-169 x ARF-22	0	6	0	0	6	89
CATIE R-80	PA-169 x ARF-37	0	6	0	0	6	90
CATIE R-97	POUND-7 x UF-273	0	6	0	0	6	91
CATIE R-110	UF-273 x PA-16	0	6	0	0	6	92
CATIE R-120	UF-273 x ICS-1	0	3	1	2	6	93
CATIE R-124	UF-273 x Pa-169	0	6	0	0	6	94
CAUCASIA-37		0	6	0	0	6	95
CATIE R-19	UF-273 x Tree-81	0	3	0	2	5	96
CATIE R-21	UF-273 x Tree-81	0	3	0	2	5	97
CATIE R-30	UF-712 x CC-137	0	3	0	2	5	98
CATIE R-43	CC-252 x POUND-7	0	3	1	1	5	99
CATIE R-48	ICS-95 x UF-712	0	3	0	2	5	100
CATIE R-49	ICS-95 x POUND-7	0	3	0	2	5	101
NAL- 2A 26		0	3	0	2	5	102
SNK- 12		0	3	0	2	5	103
CATIE R-3	UF-273 x MA-13	0	3	0	1	4	104
CATIE R-26	UF-712 x CC-137	0	3	0	1	4	105
CATIE R-76	PA-169 x ARF-22	0	3	0	1	4	106
CATIE R-85	UF-712 x ARF-37	0	3	0	1	4	107
CATIE R-108	UF-273 x PA-16	0	3	0	1	4	108
CATIE R-112	UF-273 x PA-16	0	3	0	1	4	109
CATIE R-115	UF-273 x MA-13	0	3	0	1	4	110
CATIE R-138	UF-273 x SIC-813	0	3	0	1	4	111
GU-128 N		0	3	0	1	4	112
NAL-1A 13		0	3	0	1	4	113
SC -24		0	3	0	1	4	114
CATIE R-9	UF-273 x CC-137	0	3	0	0	3	115
CATIE R-42	CC-252 x POUND-7	0	0	1	2	3	116
CATIE R-44	CC-252 x SCA-6	0	3	0	0	3	117
CATIE R-50	EET-75 x CC-252	0	3	0	0	3	118
CATIE R-79	PA-169 x ARF-22	0	3	0	0	3	119
CATIE R-113	UF-273 x CATIE 1000	0	3	0	0	3	120
PA-107		0	3	0	0	3	121
CATIE R-65	Tree-81 x ICS-95	0	0	0	2	2	122
CCN-51		0	0	0	2	2	123
EET-605		0	0	0	2	2	124
CATIE R-62	CATIE 1000 x CC-137	0	0	0	1	1	125
CATIE R-107	UF-668 x UF-273	0	0	0	0	0	126
CATIE R-132	UF-273 x Pa-169	0	0	0	0	0	127

4.3 Caracterización morfo-fisiológica de los 32 clones

A los 32 clones seleccionados se les efectuó una caracterización adicional utilizando dos variables cuantitativas (grosor de cáscara y número de semillas por fruto), una variable cualitativa (color de la semilla). Además se evaluó la resistencia a *Phytophthora palmivora*. Se evidenciaron diferencias altamente significativas ($p = 0,01$) en las variables cuantitativas registradas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Caracterización de 32 clones: análisis de varianza para variables cuantitativas del fruto.

Fuente Variación	Grosor cáscara (cm)			Número de semillas		
	gl ^{1/}	CM ^{2/}	Signific. ^{3/}	gl	CM	Significancia
Clon	31	0,44	**	31	164469,32	n.s.
Error	615	0,03		636	31003,15	

^{1/} Grados de libertad

^{2/} Cuadrado medio

^{3/} Significancia: ** = altamente significativo; * = significativo; n.s. = no significativo

En el Cuadro 13 se indica la frecuencia que se encontró para cada una de las categorías en cada descriptor. Se puede apreciar que un 44% de los clones seleccionados poseen un grosor promedio de cáscara de 1,1 cm a 1,3 cm. Un 28,2% tienen de 28,2 a 32,5 semillas por fruto seguido por el grupo que presentaron 36,7 a 41,0 semillas que correspondió al 25% de los clones. El color predominante fue el violeta claro que lo presentaron el 56% de los clones.

Cuadro 13. Caracterización de 32 clones de cacao: frecuencias por variable.

Variables	Descriptor	Categoría	Porcentaje
Cuantitativas	Grosor de cáscara (cm)	0,9 – 1,0	13,0
		1,0 – 1,1	19,0
		1,1 – 1,2	34,0
		1,2 – 1,3	16,0
		1,3 – 1,4	19,0
	Numero de semillas por fruto	28 – 32	25,0
		32 – 36	38,0
		36 – 39	9,0
		39 – 43	25,0
		43 – 47	3,0
Cualitativas	Color de la semilla	Violeta	44,0
		Violeta claro	56,0
		Crema	0,0

4.3.1 Evaluación de variables cuantitativas

Estas variables se indican en el Cuadro 14, donde también se incluye el promedio, los valores máximos y mínimos, la desviación estándar y el coeficiente de variación para cada una de estos parámetros.

Cuadro 14. Caracterización de 32 clones de cacao: variables registradas.

VARIABLES CUANTITATIVAS							VARIABLE CUALITATIVA				
GROSOR DE CÁSCARA				NÚMERO DE SEMILLAS			COLOR SEMILLA ^{1/}				
CATIE R-23	0,9	±	0,03	A	CATIE R-58	28	±	1,8	A	CATIE R-4	1
CATIE R-133	0,9	±	0,02	A	CATIE R-121	28	±	1,5	A	CATIE R-5	1
CATIE R-81	1,0	±	0,04	AB	CATIE R-73	29	±	1,9	A	CATIE R-6	2
CATIE R-58	1,0	±	0,03	ABC	CATIE R-6	29	±	2,2	A	CATIE R-7	1
CATIE R-96	1,0	±	0,10	ABCD	CATIE R-13	29	±	2,2	A	CATIE R-13	2
CATIE R-28	1,0	±	0,03	ABCD	CATIE R-23	29	±	1,3	A	CATIE R-15	1
CATIE R-18	1,0	±	0,03	ABCD	CATIE R-102	30	±	2,5	A	CATIE R-17	1
CATIE R-4	1,1	±	0,04	ABCD	CATIE R-78	31	±	0,8	AB	CATIE R-18	1
CATIE R-78	1,1	±	0,02	ABCD	CATIE R-4	33	±	2,2	AB	CATIE R-22	2
CATIE R-73	1,1	±	0,02	ABCDE	CATIE R-28	33	±	2,5	AB	CATIE R-23	1
CATIE R-123	1,1	±	0,06	ABCDEF	CATIE R-133	34	±	2,1	AB	CATIE R-27	1
CATIE R-104	1,1	±	0,03	ABCDEFG	CATIE R-81	34	±	1,6	AB	CATIE R-28	2
CATIE R-13	1,1	±	0,03	BCDEFG	CATIE R-104	34	±	2,1	ABC	CATIE R-32	1
CATIE R-6	1,1	±	0,03	BCDEFG	CATIE R-34	34	±	3,3	ABC	CATIE R-34	2
CATIE R-22	1,1	±	0,03	BCDEFG	CATIE R-93	35	±	3,2	ABC	CATIE R-41	1
CATIE R-89	1,2	±	0,04	BCDEFG	CATIE R-123	35	±	3,4	ABC	CATIE R-58	2
CATIE R-5	1,2	±	0,04	BCDEFGH	CATIE R-15	35	±	2,5	ABC	CATIE R-73	2
CATIE R-99	1,2	±	0,05	BCDEFGH	CATIE R-99	35	±	1,8	ABC	CATIE R-78	2
CATIE R-91	1,2	±	0,03	CDEFGHI	CATIE R-18	35	±	2,3	ABC	CATIE R-81	1
CATIE R-93	1,2	±	0,04	CDEFGHI	CATIE R-91	35	±	2,4	ABC	CATIE R-89	1
CATIE R-7	1,2	±	0,04	CDEFGHI	CATIE R-89	36	±	2,3	ABC	CATIE R-91	1
CATIE R-102	1,2	±	0,05	CDEFGHIJ	CATIE R-5	37	±	1,7	ABC	CATIE R-92	2
CATIE R-32	1,2	±	0,03	DEFGHIJ	CATIE R-98	38	±	2,8	ABC	CATIE R-93	2
CATIE R-41	1,3	±	0,05	EFGHIJ	CATIE R-7	39	±	1,6	ABC	CATIE R-96	1
CATIE R-100	1,3	±	0,05	EFGHIJ	CATIE R-27	40	±	2,5	ABC	CATIE R-98	2
CATIE R-121	1,3	±	0,04	FGHIJ	CATIE R-17	40	±	2,7	ABC	CATIE R-99	2
CATIE R-92	1,3	±	0,04	FGHIJ	CATIE R-41	40	±	2,2	ABC	CATIE R-100	2
CATIE R-17	1,3	±	0,05	GHIJ	CATIE R-96	40	±	4,8	ABC	CATIE R-102	2
CATIE R-34	1,4	±	0,05	HIJ	CATIE R-32	41	±	1,6	ABC	CATIE R-104	2
CATIE R-15	1,4	±	0,04	IJ	CATIE R-22	41	±	1,6	ABC	CATIE R-121	2
CATIE R-27	1,4	±	0,04	IJ	CATIE R-92	43	±	1,9	BC	CATIE R-123	2
CATIE R-98	1,4	±	0,05	J	CATIE R-100	47	±	0,8	C	CATIE R-133	2

Letras distintas entre columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

^{1/} Color de la semillas: 1 = violeta, 2 = violeta claro, 3 = crema

4.3.1.1 Grosor de cáscara

El mayor valor lo presentó el clon CATIE R-98 (POUND-7 x UF-273) con un promedio de 1,4 cm y el menor promedio lo presentaron los clones CATIE R-23 (UF-273 x CCN-51) y CATIE R-133 (UF-273 x Pa-169) con 0,9 cm (Figura 24), la distribución de frecuencias para este descriptor indicando que la mayoría de los clones seleccionados presentan un grosor de cáscara que está entre 1,0 cm y 1,2 cm representados en las clases 2 y 3 (Figura 24)

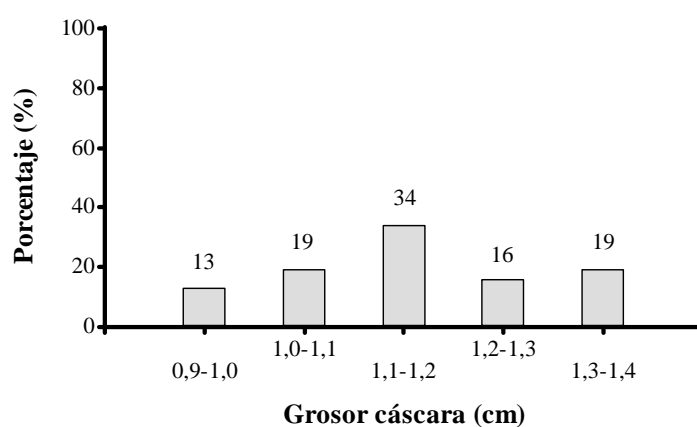


Figura 24. Distribución de frecuencias del grosor de cáscara (cm).

4.3.1.2 Número de semillas por fruto

El clon que presentó el mayor promedio fue CATIE R-100 (POUND-7 x UF-273) con 47 semillas por fruto (Cuadro 14). La distribución de frecuencias se muestra en la Figura 25 indicando que el 38% de los clones seleccionados poseen entre 32 a 36 semillas por fruto.

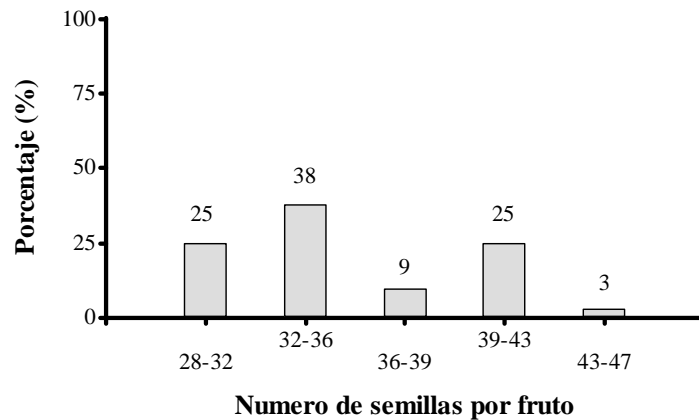


Figura 25. Distribución de frecuencias del número de semillas por fruto en los clones seleccionados.

4.3.2 Evaluación variables cualitativas

4.3.2.1 Color de la semilla

Para los 32 clones seleccionados se determinó el color de la semilla (Cuadro 14), Se puede observar que los colores presentes son violeta y violeta claro no encontrándose semillas color crema. En la Figura 26 se indica la proporción como se evidenciaron los colores en los clones seleccionados, correspondiendo la mayor proporción a semillas con un color violeta claro.

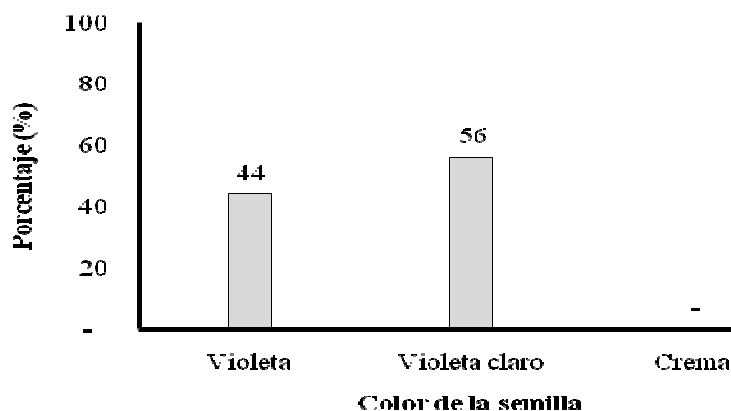


Figura 26. Proporción (%) del color presente en la semilla de los clones seleccionados.

4.4 Evaluación resistencia a *Phytophthora palmivora*

Se evidenciaron diferencias altamente significativas ($p = <0,01$) para las variables incidencia (%) y severidad a la inoculación de fitóptora (Cuadro 15). En la Figura 27 y el Cuadro 16 se muestra el comportamiento de los clones seleccionados frente a la inoculación con *Phytophthora palmivora*. El 96,8% de los clones presentaron reacción a fitóptora, como se puede apreciar el diámetro promedio de la lesión (severidad), varió entre 1,0 cm y 15,7 cm CATIE R-32 (UF-712 x CC-124). Los clones fueron clasificados en cuatro grupos de acuerdo a la severidad, la mayoría mostraron susceptibilidad (87,5%). Solo un clon presentó reacción resistente CATIE R-98 (POUND-7 x UF-273). Otros clones tienen una reacción moderadamente resistente CATIE R-17, CATIE R-18 y CATIE R-100. Para este grupo la severidad varió entre 2,4 cm a 3,3 cm.

Cuadro 15. Caracterización de 32 clones: análisis de varianza para reacción a fitóptora.

Fuente Variación	Incidencia			Severidad		
	gl ^{1/}	CM ^{2/}	Signific. ^{3/}	GI	CM	Significancia
Clon	31	273852,70	**	31	317378,59	**
Error	575	1909,71		575	15101,74	

^{1/} Grados de libertad

^{2/} Cuadrado medio

^{3/} Significancia: ** = altamente significativo; * = significativo; n.s. = no significativo

Al comparar la información disponible para algunos clones con la obtenida por (Arciniegas 2005) quien evaluó el árbol individual de cual se obtuvo el clon, se puede apreciar que los clones presentan una mayor susceptibilidad a *Phytophthora palmivora*, tal es el caso de los clones CATIE R-4, CATIE R-5, CATIE R-6 y CATIE R-7 (Cuadro 16).

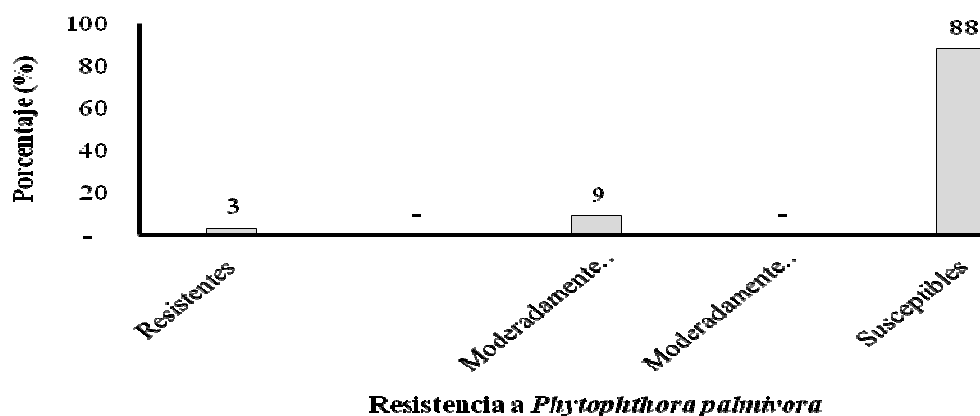


Figura 27. Reacción de los 32 clones seleccionados a inoculación con fitóptora (*Phytophthora palmivora*).

Cuadro 16. Caracterización de 32 clones de cacao: resistencia a fitóptora.

Categoría ^{1/}	Clon	CLONES INVESTIGACIÓN									ÁRBOL ORIGINAL ^{2/}			
		Frutos evaluados	Incidencia (%)			Incidencia natural (%)	Severidad (cm)			Categoría	Incidencia (%)	Severidad		
R	CATIE R-98	10	0,0	±	0,0	a	0,0	1,0	±	0,0	A			
Media			0,0				0,0	1,0						
MR	CATIE R-17	10	20,0	±	0,0	a	1,4	3,3	±	1,5	abcde			
MR	CATIE R-18	10	20,0	±	20,0	a	0,7	2,4	±	0,9	Ab			
MR	CATIE R-100	10	30,0	±	0,0	a	0,0	2,5	±	0,9	Abc			
Media			23,3				0,7	2,7						
S	CATIE R-4	10	100,0	±	0,0	b	1,3	14,6	±	0,9	ijkl	S	86,1	9,8
S	CATIE R-5	10	100,0	±	0,0	b	0,0	13,4	±	0,7	fghijkl	MS	41,1	4,2
S	CATIE R-6	10	100,0	±	0,0	b	0,0	12,8	±	0,6	defghijkl	MS	45,0	5,1
S	CATIE R-7	10	100,0	±	0,0	b	2,7	11,4	±	1,1	abcdefghijkl	MS	75,0	5,8
S	CATIE R-13	10	100,0	±	0,0	b	1,5	12,7	±	0,5	bcdefghijk			
S	CATIE R-15	10	83,3	±	16,7	ab	0,8	8,8	±	1,8	abcdefg			
S	CATIE R-22	10	100,0	±	0,0	b	0,3	11,2	±	0,5	abcdefg			
S	CATIE R-23	7	100,0	±	0,0	b	0,5	15,1	±	0,3	jkl			
S	CATIE R-27	10	100,0	±	0,0	b	7,1	14,1	±	0,5	ghijkl			
S	CATIE R-28	10	100,0	±	0,0	b	1,0	15,2	±	0,7	hijkl			
S	CATIE R-32	10	100,0	±	0,0	b	4,5	15,7	±	0,4	l			

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

^{1/} Categoría: R = Resistente, MR = Moderadamente resistente, MS = Moderadamente susceptible, S = Susceptible

^{2/} Reportado por Arciniegas (2005)

^{3/} Testigo resistente

^{4/} Testigo susceptible

Cuadro 16 continuación

Categoría	Clon	CLONES INVESTIGACIÓN									ÁRBOL ORIGINAL		
		Frutos evaluados	Incidencia (%)			Incidencia natural (%)	Severidad (cm)			Categoría	Incidencia (%)	Severidad	
S	CATIE R-34	10	100,0	± 0,0	b	3,9	15,5	± 0,4	kl				
S	CATIE R-41	10	100,0	± 0,0	b	4,5	14,2	± 1,3	jkl				
S	CATIE R-58	10	100,0	± 0,0	b	0,2	13,9	± 0,4	fghijkl				
S	CATIE R-73	10	100,0	± 0,0	b	0,0	12,0	± 0,9	abcdefghijkl				
S	CATIE R-78	10	100,0	± 0,0	b	0,0	12,5	± 0,6	bcdefghijk				
S	CATIE R-81	10	100,0	± 0,0	b	1,3	14,1	± 0,7	ghijkl	S	90,0	10,1	
S	CATIE R-89	10	100,0	± 0,0	b	0,0	12,6	± 0,6	cdefghijkl				
S	CATIE R-91	10	80,0	± 20,0	ab	0,5	10,3	± 1,6	abcdefgh				
S	CATIE R-92	10	62,5	± 12,5	ab	0,8	8,7	± 2,1	abcdefgh				
S	CATIE R-93	10	50,0	± 10,0	a	0,1	6,6	± 1,9	abcdef				
S	CATIE R-96	10	100,0	± 0,0	b	0,2	13,6	± 0,5	fghijkl				
S	CATIE R-99	10	100,0	± 0,0	b	3,6	15,2	± 0,4	jkl				
S	CATIE R-102	10	100,0	± 0,0	b	0,6	13,5	± 0,6	fghijkl				
S	CATIE R-104	10	80,0	± 20,0	ab	0,4	10,5	± 1,6	abcdefghi				
S	CATIE R-121	10	100,0	± 0,0	b	0,3	12,3	± 1,1	defghijkl				
S	CATIE R-123	10	100,0	± 0,0	b	1,3	14,4	± 0,4	ghijkl				
S	CATIE R-133	10	100,0	± 0,0	b	0,7	13,7	± 1,3	hijkl				
			94,8			1,4	12,8						
R	Pound-7 T ^{3/}	5	60,0	± 0,0	ab		1,5	± 0,2	abcd				
S	CC-137 T ^{4/}	5	100,0	± 0,0	b		13,2	± 0,4	efghijkl				
S	Catongo T ^{4/}	5	100,0	± 0,0	b		13,5	± 0,5	fghijkl				

4.5 Correlaciones múltiples entre variables cuantitativas

Se evidenciaron correlaciones altamente significativas ($P < 0,01$) y significativas ($P < 0,05$) (Anexo 4). El número de frutos acumulado de dos años presentó una correlación negativa altamente significativa con el porcentaje de incidencia natural de monilia acumulada de dos años ($r = -0,36$) indicando el efecto negativo que tiene la enfermedad desde tempranas épocas sobre la producción. Igualmente se evidenció una correlación significativa pero negativa de esta variable con el largo del fruto ($r = -0,19$).

Se encontró una correlación altamente significativa entre el porcentaje de incidencia natural de monilia acumulada dos años y la relación largo/diámetro fruto ($r = 0,20$) y significativa con el largo del fruto ($r = 0,18$) lo que puede ser a causa de que un fruto más grande tiene más área expuesta al inoculo de la enfermedad y que un crecimiento más prolongado presenta tejido joven por más tiempo fácilmente afectable por la enfermedad. Igualmente la incidencia natural de monilia presentó con la producción Kg/ha acumulada de dos años una correlación negativa significativa ($r = -0,19$), indicando que a mayor incidencia natural de monilia menor va a ser la producción.

El diámetro del fruto (cm) presentó una correlación altamente significativa con el largo del fruto ($r = 0,38$), lo que puede indicar que un fruto más ancho también tiende a ser más largo.

Se encontraron correlaciones altamente significativas entre el diámetro de la planta el número de frutos sanos ($r = 0,49$) y la producción acumulada dos años Kg/ha ($r = 0,34$), y significativa negativa con la incidencia natural con monilia ($r = -0,20$).

El índice de fruto presentó una correlación negativa altamente significativa con el largo ($r = -0,22$) y el diámetro ($r = -0,33$) del fruto, lo que puede estar relacionado con la ocupación efectiva de la cavidad con semilla, frutos más grandes no necesariamente van a ser indicadores de materiales con un buen índice de fruto.

El índice de semilla presentó una correlación negativa altamente significativa con el índice de fruto ($r = -0,52$). Igualmente hubo correlaciones altamente significativas con la producción Kg/ha acumulada dos años ($r = 0,26$) y el diámetro del fruto ($r = 0,34$). Con el largo del fruto se presentó una correlación significativa ($r = 0,26$). El índice de rendimiento mostró una correlación altamente significativa con el índice de semilla ($r = 0,27$).

4.6 Comparación de variables cuantitativas entre árbol progenitor y clones.

Se realizaron correlaciones entre los parámetros evaluados en los clones versus los reportados para los árboles que les dieron origen (Arciniegas 2005), lo que permitió comparar un total de 52 clones (Anexo 5).

En el Anexo 6 y la Figura 28, se observa correlaciones altamente significativas en las variables: incidencia natural monilia ($r = 0,58$), largo del fruto ($r = 0,77$), diámetro del fruto ($r = 0,65$), relación largo/diámetro del fruto ($r = 0,84$), índice de fruto ($r = 0,34$) e índice de semilla ($r = 0,44$) evaluadas en los clones con las reportadas por Arciniegas (2005) que corresponden a los árboles individuales del cual se obtuvo el clon.

Al realizar la prueba de T Student para las variables de producción (Cuadro 17), se encontró diferencias altamente significativas y con medias mayores en los árboles individuales en los parámetros incidencia natural de monilia (%) con una de media 23,9%. Esto indica, que a mayor edad de la plantación, la enfermedad tiende a afectar más; el largo y el diámetro del fruto con una media de 17,7 y 9,2 cm respectivamente sugiere frutos mas grandes en árboles de mayor edad. El índice de semilla presento un valor de 1,3; la producción 1.145 Kg/ha/año y el numero de frutos sanos/ha/año fue de 30.

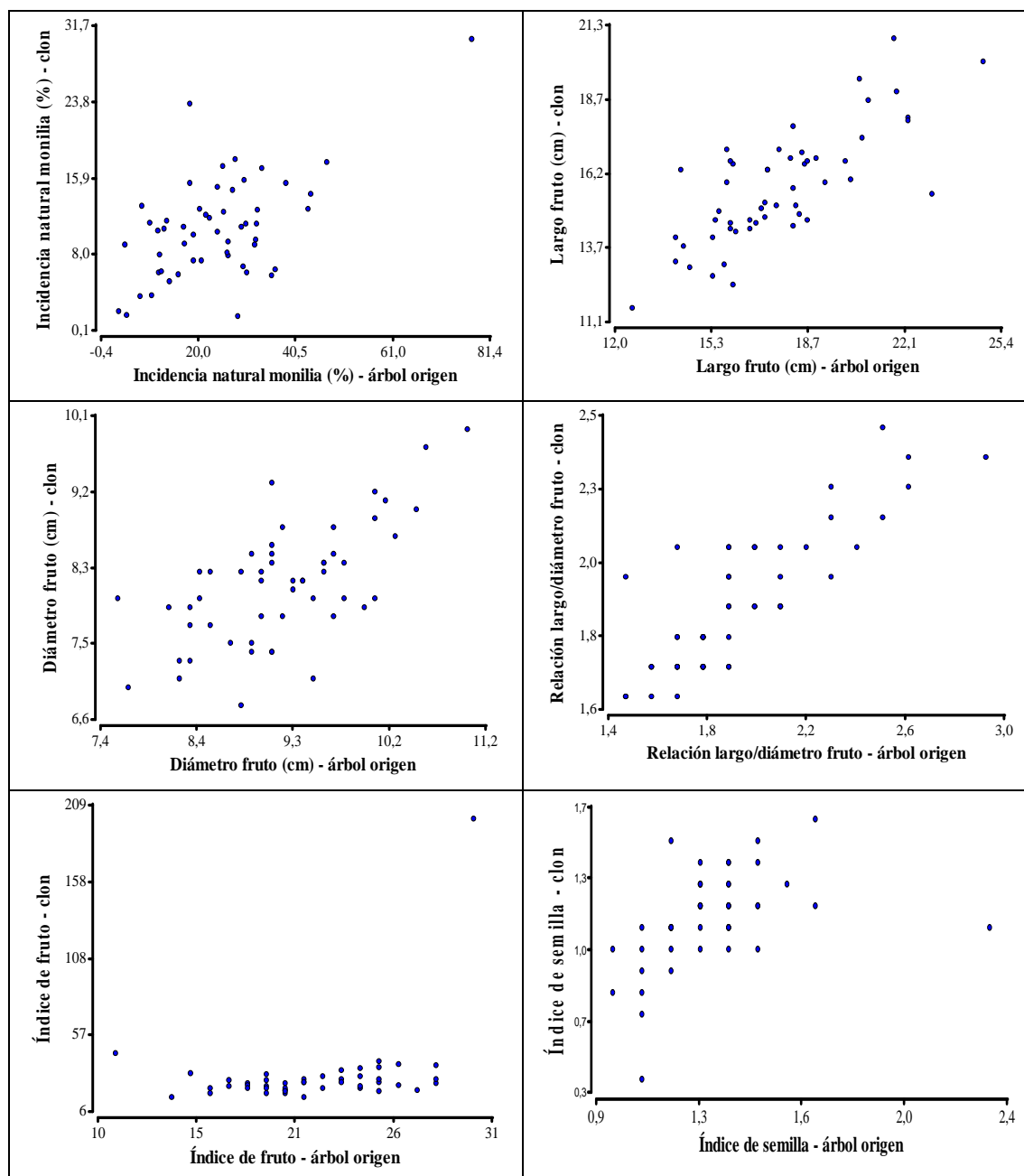


Figura 28. Comparación variables de producción de clones versus árbol de origen: diagrama de dispersión de las correlaciones altamente significativas.

No se encontraron diferencias significativas para las variables incidencia natural de fitóptora, relación largo/diámetro del fruto, indicando que la proporción se mantiene aunque los frutos sean mas grandes al incrementarse la edad del árbol y el índice de fruto, lo que sugeriría que este parámetro puede utilizarse como indicador temprano para la estimación de la producción en plantaciones de mayor edad.

Cuadro 17. Comparación de medias para variables de producción de clones versus árbol de origen.

Variable	Árbol original	Clon	T	P
Incidencia natural monilia (%)	23,9b ± 1,80	10,6a ± 0,74	-6,83	<0,0001
Largo del fruto (cm)	17,7b ± 0,35	15,7a ± 0,27	-4,54	<0,0001
Diámetro del fruto (cm)	9,2b ± 0,10	8,15a ± 0,09	-7,58	<0,0001
Índice de semilla	1,3b ± 0,03	1,1b ± 0,03	-4,20	0,0001
Producción (Kg/ha/año)	1.145b ± 74,69	348b ± 27,50	-10,01	<0,0001
Número frutos sanos/año	30b ± 2,35	7a ± 0,51	-9,39	<0,0001
Incidencia natural fitóptora (%)	1,12a ± 0,24	1,16a ± 0,22	0,12	0,9069
Relación largo/diámetro fruto	1,94a ± 0,04	1,91a ± 0,03	-0,65	0,5170
Índice de fruto	21,4a ± 0,60	28,9 a ± 3,92	1,88	0,0660

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

5 DISCUSIÓN

El principal problema del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) en América es el bajo potencial productivo de las plantaciones, lo cual está asociado con la edad avanzada de las mismas, prácticas agrícolas inadecuadas, alta incidencia de enfermedades, condiciones adversas de cultivo y fluctuación de los precios del cacao (López *et al.* 2000, Mejía y Palencia 2000, Córdoba *et al.* 2001, ITC 2001). La naturaleza perenne del cacao es causa de que se avance lentamente en la obtención de nuevas variedades; de hecho programas de fitomejoramiento han sido cancelados al caer los precios internacionales del producto (Lotodé y Muller 1974, Vera 1974). Actualmente muchos de los cultivares que han sido desarrollados provienen de una estrecha base genética, lo que los hace muy vulnerables a nuevas razas de plagas y enfermedades o perturbaciones ambientales (Ebert *et al.* 2007). También, se ha informado de malas experiencias en la adaptación de variedades en condiciones ambientales diferentes a donde se obtuvieron originalmente. Generalmente estas variedades son precoces, pero a medida que se va estabilizando la producción, surgen problemas de ataques severos de enfermedades, hasta tal punto que disminuyen la producción en más del 70% (Preciado 1996). Eskes (2000), menciona que la disponibilidad de buenas variedades es un aspecto básico de la producción sostenible de cualquier cultivo.

Existe una necesidad creciente en Centro América de contar con variedades superiores de cacao que ayuden a solucionar los dos problemas principales del cultivo, la alta incidencia de enfermedades como la moniliasis, y la baja capacidad productiva de los genotipos predominantes en la región, ya sea por razones genéticas o bien de manejo. El CATIE inició esfuerzos en esta dirección hace más de una década y ya ha puesto a disposición de los agricultores centroamericanos algunos clones superiores, para su observación y eventual uso. Este esfuerzo debe continuar con la selección de nuevos materiales que se complementen con los anteriores y que ofrezcan nuevas posibilidades a los agricultores de contar con clones adaptados a sus condiciones particulares. La presente investigación está enmarcada dentro de este objetivo, identificando en forma temprana genotipos que puedan ser liberados en el futuro

cercano. Para esto fue necesario evaluar/caracterizar una gran cantidad de materiales y seleccionar los que tienen el mejor perfil en cuanto a producción, resistencia, índices de producción, etc.

El Programa de Mejoramiento del CATIE tiene un énfasis mayor en la selección de genotipos clonales, lo cual garantiza la fijación de características como la resistencia y la producción que dependen de muchos genes y muestran mucha segregación en las poblaciones de origen sexual. En general, la selección de las especies provenientes de reproducción vegetativa presenta menos problemas que aquellas que se multiplican por vía sexual. En la evaluación clonal se tiene la ventaja de que toda la variación genética permanece intacta (con excepción de la aparición de mutaciones) y se puede separar la varianza genética y la ambiental como componentes de la variación fenotípica (Cordine *et al.* 1985). Los caracteres morfológicos de naturaleza cualitativa, por ser muy discriminativos y altamente heredables, ayudan a identificar y diferenciar objetivamente los cultivares de cacao con un alto grado de confianza (García 2007).

En esta investigación, se evaluaron y caracterizaron 159 clones provenientes en su mayoría (78,2%) de árboles individuales sobresalientes por su producción y/o resistencia a moniliasis. Dichos árboles fueron seleccionados a partir de cinco ensayos de familias híbridas del Programa de Mejoramiento del CATIE. Los árboles individuales ya fueron caracterizados y evaluados por Arciniegas (2005), pero no se contaba con información sobre su comportamiento en condiciones experimentales repetidas

La información generada permitió, mediante parámetros prácticos de fácil observación en campo, la descripción y selección de clones promisorios que serán candidatos para futura liberación a los cultivadores de cacao. Igualmente la información será básica para la continuación de las siguientes fases del Programa de Mejoramiento Genético del CATIE. A continuación se discuten los resultados encontrados.

5.1 Caracterización morfo-fisiológica de los materiales

Los clones presentaron características morfológicas similares probablemente a que estos provienen de cruzamientos entre una cantidad limitada de genotipos seleccionados por su resistencia a enfermedades y alta producción y a que la distancia genética de los progenitores es de media a baja (Zhang *et al.* 2009).

En su mayoría los clones exhibieron frutos de color verde, la forma del fruto predominante fue amelonada, la rugosidad del mesocarpo fue de intermedia a leve con constricción basal entre intermedia a escasa descriptores que no presentaron variación dentro de un mismo clon. La forma del ápice sí registró variación ya que muchos clones presentaron más de una forma, probablemente a causa de perturbaciones mecánicas o alteración fitopatológicas durante el desarrollo del fruto. Observación que concuerda con Arciniegas (2005), quien reporta una fuerte variación para este parámetro al caracterizar los árboles individuales. Por lo que no se recomienda el uso de la forma del ápice como criterio único de distinción de materiales sino más bien en combinación con otros parámetros.

En la presente investigación fue posible identificar árboles que no correspondían con el tipo de referencia. Esto sucedió en 27 clones, siendo el color del fruto uno de los más útiles. Lo cual permitió una mayor precisión en la identificación fenotípica del material en estudio.

Para el largo y diámetro del fruto se encontraron rangos amplios de variación. En el largo del fruto los valores estuvieron entre 6 y 25,9 cm con un promedio de 15,8 cm, mientras que el diámetro fluctuó entre 4,5 y 17,5 cm con un promedio 8,1 cm. Pound (1933) citado por Ramírez (1987), menciona que en general los árboles que presentan amplia variación en la longitud de los frutos, también la presentan en el diámetro y que la longitud del fruto difiere de acuerdo a la posición en el árbol. Este autor determinó también, que en época seca las dimensiones del fruto son en general más pequeñas que en época húmeda, observación que coincide con (Glendinning 1963), quien encontró que el tamaño del fruto dentro de un mismo árbol varía ampliamente. A

pesar de las variaciones que se puedan encontrar en las dimensiones del fruto, Enríquez (1966), considera que la longitud del fruto es un carácter práctico para diferenciar clones, sin embargo su utilidad es cuestionada debido a la fuerte variación que presenta incluso dentro de un mismo árbol. Esto hace necesario que para llegar a una buena estimación de este parámetro se requiera la medición de una cantidad grande de mazorcas.

El grosor de la cáscara y el número de semillas registrado en los 32 clones promisorios presentó diferencias. No se encontró un efecto del grosor de la cascara sobre el número de semillas a diferencia de lo reportado por Engels (1983), quien determinó que el número de semillas es afectado negativamente por una cáscara mas gruesa del fruto. Glendinning (1963), señala que el número de semillas es altamente heredable, pero que tiene una amplia variación entre individuos en una misma descendencia lo cual concuerda con encontrado en esta investigación donde clones procedentes de un mismo cruzamiento difieren en la cantidad de semillas por fruto. Al comprar los valores encontrados en este estudio para 13 clones con los reportados por Arciniegas (2005) quien evaluó el árbol individual no se encontraron diferencias en las variables antes mencionadas.

5.2 Parámetros de rendimiento

Con base en los registros del Programa de Mejoramiento de Cacao se determinó que de los 160 clones en estudio, 116 (72,5%) ya habían producido frutos al finalizar su tercer año en campo. Esto es relevante para los agricultores porque podrían contar con producción en forma más temprana. Irizarry y Goenaga (2000) en un experimento con clones reporta que al finalizar el segundo año de establecido en campo el 50% de los árboles se le cosecharon frutos, lo que concuerda con los resultados de este estudio. De los 160 clones en estudio 13 no presentaron producción y de estos 9 correspondían a los materiales que actuaron como testigos, lo cual puede deberse a la influencia del medio

ambiente, o a que son materiales que requieren mayor tiempo para iniciar producción, por lo que se requiere mayor periodo de evaluación.

El índice de fruto (número de frutos requeridos para obtener un kilogramo de cacao fermentado y seco) se determinó en dos épocas con promedios de 40 y 27 en la época uno y dos respectivamente. Estos valores son superiores al mínimo recomendado que es 25 (Bekele y Buttler 2000). En la época 2, 59 clones (46%) de 127 evaluados estuvieron por debajo de este valor, sin embargo, es necesario continuar con las evaluaciones por más periodos hasta la estabilización de la producción ya que se evidenció que este índice disminuyó de una época a la otra, siendo menor en la época 2. Irizarry y Goenaga (2000) en un experimento para selección temprana de clones reporta un índice de fruto promedio para el tercer año de 32,3 superior al encontrado en esta investigación para clones con la misma edad.

Con relación al índice de semilla (peso promedio de 100 semillas fermentadas y secas) se encontró en la época dos una media de 1,2 para los 127 clones evaluados, valor que supera al mínimo aceptado por las industrias que es 1.0 g (ICONTEC 2003). Realizado un análisis de correlación entre las variables índice de semilla y fruto se evidenció una correlación negativa altamente significativa ($r = -52$), lo cual indica que a mayor peso de las semillas menor índice de fruto, lo cual concuerda con lo reportado con (Arciniegas 2005) para la evaluación de árboles individuales.

La producción se evaluó de tres maneras distintas; en forma individual por cada uno de los dos años con que se cuenta; acumulando los dos años, o analizando el promedio de los mismos. En todos los casos se encontró diferencias significativas entre clones. Los clones más destacadas fueron CATIE R-92 y CATIE R-91 (POUND-7 x UF273) con producciones que superan los 500 Kg/ha/año, valores por encima de la producción promedio de Costa Rica que no llega a los 200 kg/ha/año en plantaciones adultas, y de 250 Kg/ha/año, valores obtenidos en la misma área en condiciones experimentales en otros clones de la misma edad (Phillips 1996).

Es importante resaltar que se encontró una correlación altamente significativa entre la producción y el índice de semilla y negativa y altamente significativa con el índice de fruto resultado similar fue reportado por Arciniegas (2005) evaluando árboles individuales.

Se calculó el índice de rendimiento el cual se considera como un rasgo de interés en la selección de clones, materiales con altos índices permiten plantar a mayor densidad y facilitan el manejo agronómico del cultivo (IPGRI 2000, Eskes y Lachenaud 2004). En esta investigación los índices más alto de rendimiento correspondió a los clones con mayor producción (CATIE R-123, CATIE R-92 y CATIE R-28) evidenciándose correlaciones altamente significativas entre el índice de rendimiento con el número de frutos sanos/árbol corroborando lo mencionado por IPGRI (2000). Sin embargo, cabe mencionar que este índice puede ser afectado por la densidad de siembra y por el patrón utilizado en la injertación (Mooleedhar y Lauckner 1990, Lockwood y Thau-Yin 1996, Efron *et al.* 2003, Thau-Yin 2004), por lo tanto es necesario probar estos materiales bajo otras condiciones.

5.3 Resistencia a enfermedades

Es conocido que existen muchos métodos para combatir las enfermedades, pero ninguno de ellos es tan eficiente y económico como el uso de variedades resistentes y de alta producción, las cuales reducen drásticamente la necesidad de aplicar productos químicos y hacen que el cultivo sea mas amigable con el ambiente y más atractivo para los pequeños agricultores (Brenes 1983, Ebert *et al.* 2007, Anikwe *et al.* 2009). Sin embargo, ha sido notable la poca disponibilidad de materiales genéticos con estas características en cantidades y condiciones adecuadas para emprender programas de rehabilitación y de nuevas siembras (Cuello 1980, Jaques 1980, Bravo *et al.* 2000, ICCO 2008).

La selección de genotipos resistentes a moniliasis pero también a la mazorca negra ha sido uno de los principales objetivos del programa de mejoramiento del

CATIE. En este sentido, la finca La Lola cuenta con condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la moniliasis por lo que esta área se considera ideal para realizar estudios de resistencia genética como lo menciona Arciniegas (2005). Para determinar la resistencia de los clones a la moniliasis se usaron los registros de incidencia natural de dos años (primero y segundo de producción) del Programa de Mejoramiento del CATIE. Clones como CARMELO-2 e ICS-43 Red mostraron la mayor incidencia (superior al 42%), mientras que los cinco que menor incidencia presentaron fueron CATIE R-127 y CATIE R-129 provenientes del cruce de UF-273 x Pa-169, PMCT-46, CATIE R-61 (CC-137 x SCA-6) y EET-183 con incidencias menores al 2%. Los clones UF-273, CC-137 así como el clon EET-183 fueron identificados como resistentes por Phillips-Mora y Galindo (1986) y es evidente que heredan esta característica a su descendencia cuando son cruzados con otros clones resistentes. Se encontró que en el año 2 la incidencia de moniliasis fue mayor que en el año 1, indicando que a medida que aumenta la producción de frutos en el campo hay también un aumento de la enfermedad. Esto concuerda con lo expresado por Gonzáles y Vidal (1992), quienes evaluando clones e híbridos en la zona de Río Frío Costa Rica reportaron incrementos considerables de un año a otro en las primeras etapas del cultivo. Estos autores indicaron además que los mayores incrementos se dieron en los picos más altos de producción.

Se evidenció una correlación altamente significativa entre la incidencia natural de monilia y la relación largo/diámetro del fruto ($r = 0,20$) debido probablemente a que una mayor área de exposición al inóculo y en general a que frutos de mayor tamaño son más afectados por la enfermedad.

La incidencia natural de mazorca negra (*P. palmivora*) fue muy baja. El mayor porcentaje se registró en los clones CATIE R-27 y FHIA-FCS-A2 con 7,1%. Desde que la moniliasis apareció en La Lola en 1980, la mazorca negra perdió paulatinamente importancia. Dada la importancia de la mazorca negra (Enríquez 2004; Vanderlei *et al.* 2006, Gonzáles y Ventura 2007) la cual en algunos sitios puede causar pérdidas de hasta un 80% de la producción, la resistencia a la misma es un criterio importante en la selección de los materiales e incluso se les enseña a los productores a realizar sus

propias selecciones con tolerancia a la misma (McMahon *et al.* 2006, Vanderlei *et al.* 2006). Dentro del Programa de Mejoramiento del CATIE se le considera también un factor de selección importante, debido a que podría tomar eventualmente el lugar de la moniliasis cuando la presencia de clones resistentes vuelvan predominantes.

En esta investigación se realizó inoculaciones artificiales exclusivamente a frutos provenientes de los 32 clones promisorios encontrándose diferencias altamente significativas entre ellos. Un clon fue calificado como resistente CATIE R-98 (POUND-7 x UF-273), tres clones como medianamente resistentes CATIE R-17, CATIE R-18 y CATIE R-100, y los restantes 28 clones como susceptibles. El clon resistente y los medianamente resistentes tienen entre sus padres al POUND-7, reconocido por su resistencia a *Phytophthora palmivora* (Phillips-Mora y Galindo 1989), la resistencia a enfermedades de acuerdo con Iwaro *et al.* (2006), es una característica heredable.

No se encontraron correlaciones entre la incidencia natural a fitóptora y la producción, contrario a lo reportado por algunos autores quienes han encontrado correlaciones negativas entre estas dos variables (Lotodé y Muller 1974, Gregory y Maddison 1981). Es probable que la ausencia de correlación en la presente investigación se deba al estado aún juvenil de los árboles.

5.4 Comparación entre árboles individuales y clones

En esta investigación se comparó la información colectada para 52 clones con la de árboles que les dieron origen. Los árboles individuales presentaron mayores valores para variables como largo y diámetro del fruto, índice de semilla, producción, número, de frutos sanos/árbol/año indicando que estas variables son afectadas por la edad de la planta. Igualmente, los árboles individuales presentaron incidencia mayor de moniliasis. No obstante, no se encontraron diferencias significativas para variables como incidencia natural de fitóptora, relación largo/diámetro del fruto e índice de fruto. Pareciera que el

índice de fruto presenta estabilidad a través de los años, sin embargo esta hipótesis debería ser confirmada en otras poblaciones.

Al realizar un análisis de correlación entre los datos obtenidos en árboles individuales con los obtenidos para los clones se evidenciaron altas correlaciones ($r = > 0,5$) para las variables incidencia natural de monilia (%), largo y diámetro del fruto (cm) y bajas correlaciones ($r = < 0,5$) para el índice de fruto y semilla. Estos resultados difieren de lo mencionado por Efron *et al.* (2006), quienes manifestaron que la experiencia ha demostrado que existe una pobre correlación entre los resultados de los árboles individuales y los clones derivados de ellos y que esta puede ser mejorada mediante la recopilación de datos de campo durante un largo período de tiempo. No se encontró correlación para la variable producción (Kg/ha/año), lo que concuerda Sounigo *et al.* (2003) quienes mencionan que variables relacionadas con el rendimiento en los clones no pueden ser predichas de los árboles que le dieron origen. Sin embargo, este mismo autor reporta correlación con la incidencia a fitóptora entre los clones y árboles individuales a diferencia de lo encontrado en esta investigación.

5.5 Clones promisorios

Diversas metodologías son propuestas para la selección de material vegetal (Cordine *et al.* 1985, Lotodé y Lachenaud 1988, Cerón-Rojas y Sahagún-Castellanos 2005) y en su mayoría tiende a la búsqueda de materiales con alta producción y resistencia a enfermedades. En esta investigación se utilizó la metodología de índices de selección propuesta por Soria (1966), la cual es recomendada para datos provenientes de experimentos con diseños experimentales. En estos casos los límites de selección dependen de la variación del carácter dentro de la población. El método permite incluir el criterio del mejorador para dar énfasis a parámetros que él mismo considere como más importantes dentro de la selección, sin eliminar otros que también pueden influir en el comportamiento general de los materiales.

De acuerdo a esta metodología, los materiales seleccionados como promisorios deben superar la media de producción para plantaciones de dos años sembradas en condiciones similares en La Lola que es de 250 Kg/ha/año, como criterio principal. Aunque 10 de los clones provienen de un mismo cruce lo que concuerda con lo reportado por Esquivel y Soria (1967), quienes estudiando algunos componentes del rendimiento en poblaciones híbridas interclonales de cacao concluyeron que existe gran variabilidad entre individuos de una misma combinación híbrida. La eficacia del método dependerá del grado de correlación entre el índice asignado y su verdadero valor genético, al presente esta información no se conoce para muchos caracteres en cacao, sin embargo, esta metodología ha sido utilizada por diferentes autores para seleccionar híbridos, clones y árboles individuales (Soria 1966; Enriquez et al., 1988; Coronado y Palencia 2008).

6 CONCLUSIONES

- Los clones evaluados poseen características morfológicas similares entre sí, ya que el 99% presentó forma amelonado; constricción basal entre escasa (58%) e intermedia (31,4%); y rugosidad entre intermedia (46,1%) y leve (36,1%). Esto probablemente se debe a que dichos clones provienen de cruzamientos entre una cantidad limitada de genotipos, seleccionados principalmente por su resistencia a moniliasis.
- Aunque la mayoría de los clones presentaron un ápice agudo (50%), se observó mucha variación para esta variable dentro de ciertos clones, lo que la hace poco útil para identificar los genotipos, a no ser que se contraste con otras variables y se evalúe usando una cantidad suficientemente grande de frutos por genotipo.
- El color predominante del fruto fue el verde, presente en 74,8% de los clones a la edad de 5 y 4 meses y de un 86,8% en frutos de 2 meses.
- La caracterización morfológica es muy útil para la identificación de árboles fuera de tipo. En esta investigación se encontraron árboles que no correspondían al tipo de referencia en 27 clones, usando principalmente el color del fruto. Importante de tomar en cuenta al momento de cosecha de material y durante la propagación.
- Los índices de fruto y de semilla varían con la época de evaluación a esta edad del cultivo, presentando mejores valores en la segunda época con medias de 40 y 1,27 gramos respectivamente.
- Al primer año de producción 116 clones equivalentes al 72,5% del material evaluado contaba con producción de frutos, aumentando a 92,5% para el segundo año el cual presentó un promedio de 7 frutos sanos/árbol.

- Se estimó la producción para 127 clones de los cuales el 34% (44 clones) presentaban un promedio de los dos primeros años evaluados, superior a 250 Kg/ha/año; este último es considerado el promedio de la región, evidenciándose el potencial de los materiales en estudio.
- En los dos primeros años de evaluación se evidenció una incidencia natural muy baja de *Phytophthora palmivora* con un promedio inferior al 1%. Para *Moniliophthora roreri* el promedio fue de 11,2% en ambos casos probablemente se deba a la baja producción de frutos en esta etapa inicial del cultivo y que los clones han sido seleccionados teniendo en cuenta su reacción a estas enfermedades.
- Se seleccionaron 32 clones promisorios de acuerdo a las variables producción (Kg/ha), incidencia natural de monilia (%) como características de mayor peso, además se incluyó el índice de semilla e índice de rendimiento como parámetros de selección por su alta correlación con la producción. De los clones seleccionados el 41% tenían como progenitores los genotipos POUND-7 y UF-273 actuando como padres o madres.
- Se determinó que el grosor de la cáscara y el número de semillas varió entre los clones seleccionados, presentando el mayor grosor el clon CATIE R-98 (POUND-7 x UF-273) y el menor valor el CATIE R-23 (UF-273 x CCN-51). La mayor cantidad de semillas por fruto la presentó el clon CATIE R-100 (POUND-7 x UF-273) y el menor número el CATIE R-121 (UF-273 x ICS-1).
- El 12,5% (4 clones) de los clones promisorios presentó una reacción a *Phytophthora palmivora*, de cuales el CATIE R-98 (POUND-7 x UF-273) se catalogo como resistente y tres como moderadamente resistentes (CATIE R-17, CATIE R-18 y CATIE R-100). Estos datos permiten evidenciar que es necesario realizar las pruebas de inoculación artificial para detectar la reacción a enfermedades con mayor precisión ya que los clones seleccionados habían presentado incidencia natural menor al 1% en los registros de dos años de producción.

- Las variables producción, tamaño del fruto (largo y diámetro) e índice de semilla presentaron promedios superiores, en los árboles individuales respecto a los clones con valores de 1.145 Kg/ha/año 17,7 cm, 9,2 cm y 1,3 g respectivamente, evidenciando que estas se ven afectadas por la edad de los árboles.

7 RECOMENDACIONES

- Completar la información para todos los clones evaluados que por falta de frutos o porque su muestra fue muy pequeña no fueron incluidos en esta investigación.
- Continuar con el registro de información por más años hasta el periodo de estabilización de la producción (octavo año de siembra) con el fin observar la evolución en las variables de producción evaluadas.
- Realizar estudios de auto – compatibilidad de los clones promisorios mediante polinizaciones artificiales, necesario para definir el arreglo de siembra en campo.
- Continuar con la identificación de árboles que no correspondan al tipo verdadero, debido a que algunos árboles no presentaron producción durante el periodo de estudio.
- Evaluar los clones promisorios de ser liberados bajo diferentes densidades de siembra y con patrones diferentes para observar su comportamiento.
- Los resultados obtenidos a partir de esta investigación no pueden generalizarse a otros ambientes, ni a otras poblaciones, por lo cual, se recomienda corroborar los mismos bajo otras condiciones ambientales diferentes.

8 BIBLIOGRAFIA

- Abadie, T.; Berreta, A. 2001. Caracterización y evaluación de recursos filogenéticos (en línea). Montevideo, Uruguay. PROCISUR. s.p. Consultado 28 Oct. 2008. Disponible en:
http://www.fagro.edu.uy/~fitotecnia/docs/Caracterizacion_y_Evaluacion_de_Recurso_Fitogeneticos.pdf
- Adedeji, AR.; Odebode, AC.; Agbeniyi, SO. 2008. Biossay of five *Trichoderma* strains against *Phytophthora megakarya* (cacao pod – rot) in Nigeria (en línea). Scientific Research and Essay 3(9): 390-394. Consultado 1 Oct. 2008. Disponible en:
<http://www.academicjournals.org/sre/PDF/pdf2008/Sep/Adedeji%20et%20al%20pdf.pdf> .
- Anikwe, JC.; Omoloye, AA.; Aikpokpodion, PO.; Okelana, FA.; Eskes, AB. 2009. Evaluation of resistance in selected cocoa genotypes to the brown cocoa mirid, *Sahlbergella singularis* Haglund in Nigeria. Crop Protection 28: 350-355. Consultado 18 Oct. 2009. Disponible en:
<http://www.worldcocoafoundation.org/scientific-research/research-library/documents/Anikwe2009.pdf>
- Aranzazu H., F.; Martínez G., N. 2008. Reseña histórica o evolución del manejo del recurso genético en Colombia. In Seminario Internacional de Cacao: avances de investigación (2008, Bucaramanga, Colombia). Memorias. Bucaramanga, Colombia. Unión Temporal Colombia Uno. 14 p.
- Arciniegas L., AM. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) Seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 126 p.
- Arciniegas, A.; Phillips M., W. 2006. Caracterización de genotipos superiores de cacao seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE por su rendimiento y/o resistencia a moniliasis. In 15 International Cocoa Research Conference: proceedings actes. San José, Costa Rica. COPAL. p 21-25 (Volumen I).
- Arévalo G., E.; Ortiz B., C.; Zuñiga C., L.; Gonzales V., J. 2005. Selección de plantas de cacao resistentes a la moniliasis usando savia del floema y fluidos embrionicos de frutos jóvenes. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 76: 86-88.
- Bartley, BGD. 1970. Yield variation in the early productive years in trials with cacao (*Theobroma cacao* L.). Euphytica 19: 199-206.

- _____. 2005. The genetic diversity of cacao and its utilization. Wallingford England. CABI Publish. 341 p.
- Bekele, F.; Buttler, DR. 2000. Proposed short list cocoa descriptors for characterization. *In* Eskes, A. B. Engels, J. M. M.; Lass, R. A. eds. Working procedures for cocoa germplasm evaluation and selection (Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI project Workshop 1 – 6 February 1988 – Montpellier, France). Rome, Italy. IPGRI. p 41-48.
- Bravo, J. M.; Mayz, S.; Ruíz, F. 2000. Producción asexual de cacao (*Theobroma cacao* L.). Establecimiento de dos jardines clonales de cacao en las localidades de Agua Blanca, Municipio Andrés Bello y Guaraunos, Municipio Benítez, Estado Sucre, Venezuela (en línea). *In*: Memorias del primer congreso venezolano del cacao y su industria. Maracay, Venezuela. FUNDACITE. p 324-325. Consultado 1 Jun. 2008. Disponible en: <http://www.redcacao.info.ve/memorias/pdf/cacao.pdf>
- Brenes G., OE. 1983. Evaluación de la resistencia a *Monilia royeri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 60 p.
- Brooks, ER. 1950. Vegetative anatomy of *Theobroma cacao* L. Tesis Mag. Sc. Estados Unidos. Purdue University. 49 p.
- Buddenhagen, IW. 1977. Resistance and vulnerability of tropical crops in relation to their evolution and breeding. *Annals of New York Academy of Science* 287: 309-326.
- Carranza P., MS.; Motte, E.; Cedeño, V.; Cevallos F., OF.; Saucedo A., SG.; Canchignia M., HF. 2008. Estudio de la diversidad genética de 20 accesiones de cacao (*Theobroma cacao* L.) mediante AP - PCR de la colección del centro del cacao de aroma Tenguel en la finca experimental la Buseta. *Ciencia y Tecnología*. 1: 1 - 5.
- CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza Tropical, CR). 2008. Datos meteorológicos (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 28 Oct. 2008. Disponible en <http://www.catie.ac.cr>
- Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC. 2001. Cacao: guía de prácticas comerciales. UNCTAD, Ginebra, Suiza. p. 188.
- Ceron-Rojas, JJ. y Sahagún-Castellanos, J. 2005. Un índice de selección basado en componentes principales. *Agrociencia* 39: 667-677.
- Cherfas, J. 2007. Cacao: from the farms of Nicaragua to the mouths of gourmet connoisseurs everywhere. *In* Raimond, R. D. (ed) *Geneflow: a publication about agricultural biodiversity*. Roma, Italy. Bioversity International. p. 2.

- Clapperton, J., S. Yown, R. Lockwood, L. Romanczyk, y J. Hammenstone. 1994. The contribution of genotype to cocoa (*Theobroma cacao* L.) flavour. *Tropical Agriculture* 71(4): 303-308.
- Compañía Nacional de Chocolates. s.f. Características de compatibilidad sexual de algunos clones de cacao y su aplicación en siembras comerciales. Medellín, Colombia. 28 p.
- Cordine, M. T.; Lima, H.; Gálvez, G.; Sigarroa, A. 1985. Genética vegetal y fitomejoramiento. La Habana, Cuba. Editorial Científico – Técnica. 639 p.
- Córdoba A., V.; Sánchez H., M.; Estrella Ch., NG.; Macias L., A.; Sandoval C., E. Ortíz G., CF. 2001. Factores que afectan la producción de cacao (*Theobroma cacao* L) en el Ejido Francisco I. Madero del plan Chontalpa, Tabasco, México (en línea). *Universidad y Ciencia* 17(34): 93-100. Consultado 14 Jul. 2008. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/154/15403405.pdf>.
- Cros, E. 2000. Factores condicionantes de la calidad del cacao. In *Memorias del primer congreso venezolano del cacao y su industria*. Maracay, Venezuela. FUNDACITE. p 16-32. Consultado 1 Jun. 2008. Disponible en: <http://www.redcacao.info.ve/memorias/pdf/cacao.pdf>
- Cuello O., J. A. 1980. La investigación agrícola del cacao en República Dominicana. In: *Primer seminario nacional de cacao*. 1980. Secretaria de Estado de Agricultura. Santo Domingo, República Dominicana. p. 17 – 22.
- Di Rienzo JA., Casanoves F., Balzarini MG., Gonzalez L., Tablada M., Robledo CW. 2009. InfoStat versión 2009. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- Djoegoue, PF.; Boudjeko, T.; Nankeu, DJ.; Efombagn, MIB.; Nyasse, S.; Omokolo, DN. 2006. Comparative assessment of the resistance of cocoa (*Theobroma cacao* L.) progenies from SNK10 x SNK413; ICS84 x ICS95 to *Phytophthora megakarya* in Camerum by measuring size of necrotic lesion along the midrib (en línea). *Plant Pathology Journal* 5(3): 329-335. Consultado 5 Oct. 2008. Disponible en: <http://www.ansijournals.com/ppj/2006/329-335.pdf>
- Ebert, AW.; Astorga, C.; Ebert, ICM.; Mora, A.; Umaña, C. 2007. Asegurando nuestro futuro – colecciones de germoplasma del CATIE. Turrialba Costa Rica. *Boletín Técnico* No. 26. 204 p.
- Efron, Y.; Epaina, P.; Tade, E.; Marfu, J. 2003. The relationship between vigour, yield and yield efficiency of cocoa clones planted at different densities. In *International Workshop on Cocoa Breeding for Improved Production Systems*. Accra, Ghana. INGENIC. P 92-102. Consultado 30 Oct. 2008. Disponible en: <http://ingenic.cas.psu.edu/documents/communications/meetings/past/Version%20Finale%20Proceeding%202003/Partie%2015%20EfronYE%20p92-102.pdf>

- Efron, P., P. Epaina, y J. Marfu. 2006. Guidelines for accelerated clones development (ACD). *In* Eskes, A.; Efron, Y. (eds.). Global Approaches to Cocoa Germplasm Utilization and Conservation Final report of the CFC/ICCO/IPGRI project on "Cocoa Germplasm Utilization and Conservation: a Global Approach" (1998–2004). IPGRI, Rome, Italy. p. 87-90
- Engels, JMM. 1981. Genetic resources of cacao: a catalogue of the CATIE collection. Turrialba, CR, CATIE Plant Genetic Resources Unit. 169 p. (Technical series. Technical bulletin/CATIE 7).
- _____. 1983. A sistematic description of cacao clones. III Relationships between clones, between characteristics and some consequences for the cacao breeding. *Euphytica* 32: 719-733.
- Enríquez, GA. 1966. Selección y estudio de las características de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares de cacao. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 97 p.
- _____. 1987. Manual del Cacao para agricultores. San José, Costa Rica. EUNED. Coedición: CATIE-ACRI-UNED. 150 p.
- _____. Cruz, A. Mora, A. 1988. Variabilidad de los componentes de producción y selección de plantas superiores por el metodo de indices en híbridos interclonales de cacao. *In* 10 International Cocoa Research Conference: proceedings actes. Cocoa Producers' Alliance, Santo Domingo, Dominican Republic. p. 657 - 663.
- _____. 1991. Descripción y evaluación de los recursos genéticos. *In* Castillo, R.; Estrella, J.; Tapia, C. eds. Técnicas para el manejo y uso de recursos genéticos vegetales. Quito, Ecuador. Porvenir. p 116-160.
- _____. 2004. Cacao Orgánico: Guía para productores ecuatorianos. Quito, Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (Manual 54). 360 p.
- _____; Soria V., J. 1967. Catalogo de cultivares de cacao. IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas). Turrialba, Costa Rica. s.p.
- _____; Salazar, LG. 1987. Cacao varietal resistance to *Phytophthora palmivora* and its inheritance at Turrialba, Costa Rica. *In* Enriquez, G. A.; Zentmyer, G. A. eds, American Regional Group on Phytophthora palmivora on cacao. Meeting (1980, Turrialba Costa Rica). CATIE. Serie Técnica No. 126. p 19-20.
- Eskes, B. 2000. Introductory Notes. *In* Proceedings of the International Workshop on new Technologies and Cocoa Breeding (en línea). Malaysia. INGENIC. p. 8-11. Consultado 30 Oct. 2008. Disponible en: <http://ingenic.cas.psu.edu/documents/communications/meetings/past/2000INGENIC.pdf>

- _____ ; Lachenaud, P. 2004. A rootstock-scion experiment with cocoa re-analysed for yield efficiency (en línea). Newsletter No. 9: 43-45. Consultado 28. Oct. 2008. Disponible en:
<http://ingenic.cas.psu.edu/documents/publications/News/9.pdf>
- Esquivel, O.; Soria, VJ. 1967. Algunos datos sobre la variabilidad de algunos componentes del rendimiento en poblaciones de híbridos interclónales de cacao. *Cacao*. Costa Rica 12(4): 1-8.
- Evans, HC. 1981. Pod rot of cocoa caused by *Moniliophthora (Monilia) roreri*. Kew, Surrey, England. CMI. 44 p. (Phytopathological Paper 24).
- Falade, J. A. 1977. Root distribution of cocoa (*Theobroma cacao* L.) as influenced by nitrogen fertilizer. *Turrialba (IICA)* 27(3): 267 – 271.
- Fariñas, LG de; Alvarez, Y.; Leal, A. 2000. Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane sobre algunas características del cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.) selección Ocumare 61 durante el proceso de fermentación utilizando el sistema Trinitario In: Memorias del primer congreso venezolano del cacao y su industria. Maracay, Venezuela. FUNDACITE. p 313-314. Consultado 1 Jun. 2008. Disponible en:
<http://www.redcacao.info.ve/memorias/pdf/cacao.pdf>
- FEDECACAO (Federación Nacional de Cacaoteros, CO) 2004. El beneficio y características físico químicas del cacao (*Theobroma cacao* L.). Bogotá, Colombia. PRODUMEDIOS. 30 p.
- FUNDACITE (Fundación para la ciencia y la Tecnología, VE). 1998. Plan para el manejo del cacao. FUNDACITE-ARAGUA. Maracay, Estado Aragua, Venezuela. 9 p.
- FUNDER (Fundación para el Desarrollo Empresarial Rural, MX). 2007. Calidad del cacao (en línea). FUNDER 1 (2): s.p. Consultado 2 Nov. 2008. Disponible en:
<http://www.funder.hn/Boletines/Agronegocios/Cacao%20y%20Cafe/2007/Boletin%20Caf%C3%A9%20y%20Cacao%20Febrero%202007.pdf>
- Gama R., AC da; Cadima Z., A. 1991. Efectos de fertilización sobre sistema radicular de cacao en suelos de "tabuleiros" del sur de Bahía, Brasil. *Turrialba (IICA)* 41(2): 135-141.
- García C., L. F. 2007. Guía de campo: identificación de cultivares de cacao (en línea). Tingo – María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 32 p. Consultado 24 Jul. 2008. Disponible en:
<http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/document-research-center/documents/GarciaCarrion2007.pdf>

- Glendinning, DR. 1963. The inheritance of bean size, pod size and number of beans per pod in cocoa (*Theobroma cacao* L.), with a note on bean shape. *Euphytica*. 12: 311-322.
- Gonzales, LC.; Vidal V., E. 1992. Evaluación de la reacción a moniliasis en clones e híbridos de cacao en Río Frio Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 16(1): 13-22
- Gonzales, A.; Ventura, M. 2007. Autoincompatibilidad sexual de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.). *In* IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). Santo Domingo, República Dominicana. p. 13-17.
- Gregory, P. 1972. Cocoa: the importance of black pod disease. *Journal of the Agricultural Society of Trinidad y Tobago*. 72(2): 155-160.
- Gregory, PH.; Maddison, AC. 1981. Epidemiology of *Phytophthora palmivora* on cocoa in Nigeria; final report of the International Cocoa Black pod Research Project. Kew, England, Commonwealth Mycological Institute. Phytopathological Society. p. 9-40.
- Hidalgo, R. 2003. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. *In* Franco, T. L.; Hidalgo, R. (eds). Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Cali, Colombia. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). p. 2 – 26 (Boletín Técnico No. 8).
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources, IT). 1980. Working group on genetic resources of cocoa: report. IBPGR, Rome, Italy. 30 p. (AGP/IBPGR/80/56).
- ICCO (Organización Internacional del Cacao, GB). 2007. Economía cacaotera sostenible: un enfoque amplio participativo sustentable (en línea). Londres, Reino Unido. ICCO. 12 p. Consultado 23 Sep. 2008. Disponible en: <http://www.roundtablecocoa.org/documents/CB-14-2%20-%20ICCO%20-%20Sust%20Cocoa%20Econ%20-%20Comprehensive%20and%20Participatory%20Approach%20-%20Sp.pdf>
- _____. 2008. Informe anual 2006/2007 (en línea). Londres, Reino Unido. ICCO. 48 p. Consultado 30 Jun. 2008. Disponible en: http://www.icco.org/pdf/An_report/anrep0607spanish.pdf
- ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, CO). 2003. Norma Técnica Colombiana NTC 1252: Cacao en grano. 3° ed. Bogotá, Colombia. 9 p.

- IPGRI. (International Plant Genetic Resources Institute, FR). 2000. Working procedures for cocoa germoplasm evaluation and selection. Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI project Workosop 1998 Montpellier, FR. Ed. Eskes, AB; Engels, JMM; Lass, RA .176 p.
- Irizarry, H., y R. Goenaga. 2000. Clonal selection in cacao based on early yield perfomance of grafted trees. J. Agric. Univ. PR. 84(3-4): 153-163.
- ITC (International Trade Centre, CH). 2001. Cocoa: A Guide to Trade Practices. Product and Market Development. Ginebra, Suiza. 180 p
- Iwaro, AD.; Sreenivasan, TN.; Umaharan, P. 1997. Foliar resistance to *Phytophthora palmivora* as an indicator of pod resistance in *Theobroma cacao* (en línea). Plant Disease 81:619-624. Consultado 24 Jul. 2008. Disponible en: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.1997.81.6.619?cookieSet=1>
- _____ ; Bharath, S.; Bekele, FL.; Butler, DR.; Eskes, AB. 2006. Germplasm enhancement for resistance to black pod disease (en línea). In A.B. Eskes and Y. Efron. eds. Global Approaches to Cocoa Germplasm Utilization and Conservation Final report of the CFC/ICCO/IPGRI project on “Cocoa Germplasm Utilization and Conservation: a Global Approach” (1998–2004). Rome, Italy. IPGRI. p 47-57. Consultado 18 Oct. 2008. Disponible en: http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/document_R-e-search-center/documents/Eskes2006.pdf
- Jacob, VJ.; Atanda, OA. 1975. Compatibility and fruit setting in *Theobroma cacao* L. Revista Theobroma (Brasil) 5(2): 12-18.
- Jaques C., A. 1980. La cacaocultura problemática y recomendaciones. In: Primer seminario nacional de cacao. 1980. Secretaria de Estado de Agricultura. Santo Domingo, República Dominicana. p. 23-29.
- Kebe, IB.; Tahi, GM.; Eskes, AB. 2006. Efficiency of methods to evaluate cocoa resistance to Phytophthora pod rot in studies carried out in Côte d’Ivoire. In Eskes, A.B. and Y. Efron, eds. Global Approaches to Cocoa Germplasm Utilization and Conservation. Final report of the CFC/ICCO/IPGRI project on “Cocoa Germplasm Utilization and Conservation:a Global Approach” (1998-2004). Rome, Italy. IPGRI. p 99-107. Consultado 18 Oct. 2008. Disponible en: http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/document_R-e-search-center/documents/Eskes2006.pdf

- Khan, N.; Motilal, LA.; Sukha, DA.; Bekele, FL.; Iwaro, AD.; Bidaisee, GG.; Umaharan, P.; Grierson, LH.; Zhang, D. (en línea). 2008. Variability of butterfat content in cacao (*Theobroma cacao* L.): combination and correlation with other seed-derived traits at the International Cocoa Genebank, Trinidad. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*; 1–12. Consultado 1 Nov. 2008. Disponible en: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract;jsessionid=B29FAD7D9DD510CE01CECE5F7EAB68C2.tomcat1?fromPage=online&aid=1882548>
- Krauss, U; Soberanis, W. 2001. Biocontrol of Cocoa pod diseases with mycoparasite mixtures (en línea). *Biological Control* 22: 149-158. Consultado 2 Oct. 2008. Disponible en: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WBP-45BBTCM-P&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_view=c&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=ae6dcb51983438be89b65cf6c8e60213
- Kummerow, J.; Kummerow, A.; Alvim, P. 1981. Root biomass in a mature cacao (*Theobroma cacao* L.) plantation. *Theobroma* 11(1): 77-85.
- Lachenaud, P.; Sounigo, D.; Clément, D. 2005. The compatibility yield efficiency relationship (en línea). *INGENIC NEWSLETTER* No. 10: 13-16. Consultado 28 Oct. 2008. Disponible en: <http://ingenic.cas.psu.edu/documents/publications/News/10.pdf>
- Lainez M., J. 1991. Estudio de la descendencia del cruce interclonal de cacao “catongo x pound-12” bajo las condiciones de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 125 p.
- Arciniegas L., AM. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) Seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 126 p.
- Laimer, M. 2006. Virus resistance breeding in fruit trees. In: *Transgenesis recent developments*. Springer. Berlin Germany. p 181-199.
- Lawrence, JS. 1983. Metodología para avilar Resistencia de cultivares e progenies híbridas de cacao a *Phytophthora spp.* que causam podridao-parda na Bahía. *Revista Theobroma* 13(4): 349-359.
- Leal Junior, GA.; Gomes, LH.; Efraim, P.; Almeida T., FC de; Figueira, A. 2008. Fermentation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) seeds with a hybrid *Kluyveromyces marxianus* strain improved product quality attributes. *FEMS Yeast Res* 8: 788-798. Consultado 2 Nov. 2008. Disponible en: http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/document_R-research-center/documents/Leal2008.pdf

- León, J. 2000. Botánica de los Cultivos Tropicales. 3 ed. Costa Rica, San José, IICA. 678 p.
- Lockwood, R. 2003. Who needs clothing? (en línea). INGENIC Newsletter 8: 2-4. Consultado 29 Oct. 2008. Disponible en:
<http://ingenic.cas.psu.edu/documents/publications/News/8.pdf>
- Lockwood, G., y P. Thau-Yin. 1996. Yields of Cocoa Clones in Response to Planting Density in Malaysia. *Experimental Agriculture*. 32: 41-47.
- López B., O. 1984. Herencia de ciertos caracteres de la semilla del cacao (*Theobroma cacao* L). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 93 p.
- López B., O; Esponda, G; Hernandez, V; Fraire, V; Evans, H; Fontanel, A. 2000. Progresos Recientes en la propagación vegetativa. In: Memorias del primer congreso venezolano del cacao y su industria. Maracay, Venezuela. FUNDACITE. p 124-126.
- Lotodé, R., y R. Muller. 1974. Problems of experimentation with cocoa trees. In Gregory, PH (ed.). *Phytophthora disease of cocoa*. Longman, Londres, Reino Unido. p 23-20.
- _____; Lachenaud, Ph. 1988. Méthodologie destinée aux essais de sélection du cacaoyer. *Café Cacao Thé*. XXXII (4): 275-292.
- Luz, EDMM.; Paim, MCA.; Silva, SDVM.; Pires, JL.; Santos F., LP.; Monteiro, WR. 2006. Correlations of cocoa clones' reactions to different species of Phytophthora. In Eskes, A.B. and Y. Efron, eds. *Global Approaches to Cocoa Germplasm Utilization and Conservation*. Final report of the CFC/ICCO/IPGRI project on "Cocoa Germplasm Utilization and Conservation:a Global Approach" (1998-2004). Rome, Italy. IPGRI. p 132-135. Consultado 18 Oct. 2008. Disponible en:
http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/document_R-research-center/documents/Eskes2006.pdf
- Maddison, AC; Griffin, MJ. 1981. Detection and movement of inoculum. In Gregory PH; Madison, AC. (eds.). *Epidemiology of Phytophthora on Cocoa in Nigeria*. CAB. Surrey, England. p. 31-49. (Phytopathological Paper No. 25)
- McMahon, P.; Wahab, A.; Susilo, AW.; Iswanto, A.; Purwantara, A.; Sulistyowati, E.; Junianto, Y.; Sukanto, S. 2006. Selection for quality and resistance to Phytophthora pod rot, cocoa pod borer and vascular-streak dieback in cocoa in Sulawesi. In: 15th International Cocoa Research Conference. San José, Costa Rica. COPAL. 1: 95-110.

- Mejía F. 2006. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao (en línea). Bogotá, Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPICA. Consultado 25 jul. 2008. Disponible en: <http://www.ceaecuador.org/imagesFTP/4632/Mejoramiento%20de%20Produccion%20de%20Cacao.htm>
- Mejía F., LA.; Arguello C., O. (comps.). 2000. Tecnología para el Mejoramiento de Sistemas de Producción de Cacao. Bucaramanga, Colombia. Publicación CORPOICA – Ministerio de Agricultura. 144 p.
- Mejía, L.; Palencia, G. 2000. Manejo Integrado del Cultivo de Cacao. Bucaramanga. Colombia. Litografía y Tipografía La Bastilla. 24 p.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2006. Apuesta Exportadora Agropecuaria. MADR. Bogotá, Colombia. 119 p.
- Mooleedhar, V., y F. Lauckner. 1990. Effect of spacing on yield in improved clones of *Theobroma cacao* L. *Tropical Agriculture (Trinidad y Tobago)*. 67(4): 376-378.
- Motamayor, JC.; Lachenaud, P.; Mota S. da, J. W.; Loor, R. Kunh, D. N.; Brown, J. S. Schnell, R. J. (2008). Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L) (en línea). *Plos One* 3(10): 1-8. Consultado 28 Oct. 2008. Disponible en: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0003311>
- Niemenak, N.; Rohsius, C.; Elwers, S.; Ndoumou, DO.; Liebereri, R. 2006. Comparative study of different cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in terms of their phenolics and anthocyanins contents (en línea). *Journal of Food Composition and Analysis* 19 (6 – 7): 612-619. Consultado 1 Nov. 2008. Disponible en: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WJH-4J4HK8V-1&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_view=c&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=14da10e95ea1eea2afcb94160fe6882a
- Nyasse, S.; Efombagn, M. I. B.; Kebe, B. I.; Tahi, M.; Despreaux, D.; Cilas, C. 2006. Integrates management of Phytophthora diseases on cocoa (*Theobroma cacao* L.): impact of plant breeding on pod rot (in línea). *Crop Protection* 26: 40-47. Consultado 1 Oct. 2008. Disponible en: <http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/document-research-center/documents/Nyasse2007.pdf>
- Opeke, L.; Gorenz, A. 1974. Phytophthora pod rot: symptoms and economic importance. *In* Gregory, PH (ed.). *Phytophthora disease of cocoa*. Longman, Londres, Reino Unido. P 117-139

- Ortiz de Bertorelli, L.; Camacho, G.; Fariñas, LG de. 2004. Efecto del secado al sobre la calidad del grano fermentado de cacao (en línea). *Agronomía Tropical* 54(1): 31-43. Consultado 13 Oct. 2008. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at5401/arti/bertorelli.1.htm>
- Palencia C., GE.; Gómez S., R.; Díaz A., NH.; Contreras M., N.; Tolosa O., JA. 2006. Rehabilitación de plantaciones de cacao. Bucaramanga, Colombia. CORPOICA. s.p.
- Paredes, JL.; Reyes, E.; Canals, C.; Domínguez, PA.; María, A.; Juan, M. 2004. Evaluación de la calidad del cacao (*Theobroma cacao* L.) en tres métodos de fermentación. In: IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). Santo Domingo, República Dominicana. p. 47-57.
- Parra, D.; Sánchez L. 2005. El control de la moniliasis en el cacao. INIA – Divulga 6: 23-26.
- Parra, D.; Subero, LJ. 2000. Especie de *Phytophthora* que afectan al cacao (*Theobroma cacao*) en la región de Barlovento, Estado Miranda (en línea). In: Memorias del primer congreso venezolano del cacao y su industria. Maracay, Venezuela. FUNDACITE. p 243. Consultado 1 Jun. 2008. Disponible en: <http://www.redcacao.info.ve/memorias/pdf/cacao.pdf>
- Paulin, D.; Ducamp, M.; Lachenaud, P. 2008. New sources of resistance to *Phytophthora megakarya* identified in wild cocoa tree populations of French Guiana (en línea). *Crop Protection* 27: 1143-1147. Consultado 1 Oct. 2008. Disponible en: <http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/document-research-center/documents/Paulin2008.pdf>
- Phillips, W.; Enríquez, GA. 1988. Catalogo cultivares de cacao. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 12 p.
- _____. 1996. Investigaciones en cacao realizadas recientemente en el CATIE. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 19 p.
- Phillips M., W.; Keane, PJ. 1993. El genero *Phytophthora*. I. Características generales. *Manejo Integrado de Plagas* 27: 69-77.
- _____. 2003. Origin, biogeography, genetic diversity and taxonomic affinities of the cacao (*Theobroma cacao* L.) fungus *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans *et al.* As determined using molecular, phytopathological and morpho-physiological evidence. Thesis University of Reading. London England. 349 p.
- Phillips-Mora, W.; Galindo, JJ. 1986. Reaction of cacao cultivars to inoculation with *Monilia roreri*. *Phytopathology* 76 (3): 375.

- _____; Galindo, JJ. 1989. Métodos de Inoculación y Evaluación de la Resistencia a *Phytophthora palmivora* en Frutos de Cacao (*Theobroma cacao*). Turrialba 39 (4): 488-496.
- _____. 2006. Ten years of the Cacao Breeding Program CATIE: Achievements and Challenges. In Programme & Abstracts: fifth INGENIC Workshop on Cocoa Breeding for Farmers' Needs. San José, Costa Rica. INGENIC. p 30.
- _____; Ortiz, CF.; Aime, MC. 2006. Fifty years of frosty pod rot in Central America: Chronology of its spread and impact from Panama to Mexico. In 15 International Cocoa Research Conference: proceedings actes. San José, Costa Rica. COPAL. p 1039-1048 (Volumen II).
- _____; Aime, MC.; Wilkison, MJ. 2007. Biodiversity and biogeography of the cacao (*Theobroma cacao*) pathogen *Moniliophthora roreri* in tropical America. Plant Pathology 56: 911-922.
- Pinto, LRM.; Silva, SDVM.; Yamada, MM. 2007. Evaluation of phenotypic stability of resistance to *Phytophthora* spp. In cacao clones (en línea). Fitopatologia Brasileira 32:453-457. Consultado el 1 Oct. 2008. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/fb/v32n6/a01v32n6.pdf>
- Pinzón U., JO.; Rojas A., J. 2008. Guía técnica para el cultivo del cacao. 3 ed. Bogotá, Colombia. FEDECACAO. 189 p.
- Posada J., M.; Pineda S., V.; Agudelo O., GM. 2006. *El chocolate-un placer saludable*. 2ed. Marquillas. Medellín, Colombia. 89 p.
- Preciado, S. B. 1996. Diagnóstico situacional y perspectivas del sector cacaotero en el municipio de Tumaco – Nariño. Informe Instituto Colombiano Agropecuario-ICA. 34 p.
- Ramírez M., LG. 1987. Herencia de ciertos caracteres de la mazorca y del árbol de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 82 p.
- Reyes E., H.; Vivas, J.; Romero S., A. 1999. La calidad del cacao. I. Factores determinantes de la calidad (en línea). FONIAP Divulga No. 61: s.p. Consultado 2 Sep. 2008. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd61/calicac.html>
- Rodríguez, RG. 1983. Herencia de la reacción del cacao (*Theobroma cacao*) a la pudrición de la mazorca causada por *Phytophthora palmivora* (BUTL.) BUTL. Tesis de Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR-CATIE. 79 p.
- Rodríguez S. de., N. 2006. Beneficio del cacao (*Theobroma cacao* L) (en línea). s.l. Facultad de Agronomía de la U. C. V. 32 p. Consultado 4 Jul. 2008. Disponible en: <http://ftpctic.agr.ucv.ve/intranet/agronomia/cultrop2/beneficioguia.pdf>

- Sánchez L., JA. 1982. Reacción de cultivares de cacao a la inoculación artificial con *Monilia roleri*. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 55 p.
- Sánchez, P. A.; Dubón, A. 1994. Establecimiento y Manejo de cacao con Sombra. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 82 p. (Serie Técnica. Manual Técnico No 10).
- Somarriba, E; Beer, J; Bonneman, A. 1996. Árboles leguminosos y maderables como sombra para cacao: el concepto. CATIE. Informe Técnico 274: 30-41.
- Soria, VJ. 1966. Obtención de clones de cacao por el método de índices de selección. Turrialba (IICA) 16(2): 119-124.
- Sounigo, O.; N’Goran, J.; Paulin, D.; Lauchenaud, P.; Clement, D.; Eskes, AB. 2003. Comparison of values as clones and as progenitors for yield, vigour and yield efficiency: experiences from Côte d’Ivoire (en línea). In INGENIC. Proceedings of the International Workshop on new Technologies and Cocoa Breeding (en línea). Accra, Ghana. INGENIC. p 62-65. Consultado 30 Oct. 2008. Disponible en: <http://ingenic.cas.psu.edu/documents/communications/meetings/past/2000INGENIC.pdf>
- Sukha, DA; Bharath, SM; Straker, SS; Butler, DR. 2002. A holistic approach to cocoa (*Theobroma cacao* L.) quality assessment. In Annual Report of Cocoa Research Unit 2002. The University of the West Indies, St Augustine, Trinidad y Tobago. p. 60-70.
- Tagro G., S.; Dingkuhn, M.; Cros, E.; Fourny, G.; Ratomahenina, R.; Moulin, G.; Vidal, C. 2008. Impact of cocoa processing technologies in free fatty acids formation in stored raw cocoa beans (en línea). African Journal of Agricultural Research Vol. 3 (3): 174-179. Consultado 1 Nov. 2008. Disponible en: http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/document_R-esearch-center/documents/Guehi2008.pdf
- Tahi, GM.; N’Goran, JAK.; Sounigo, O.; Lachenaud, P.; Eskes, AB. 2007. Efficacy of simplified methods to assess pod production in cocoa breeding trials (en línea). Newsletter 11: 7-11. Consultado 28 Oct. 2008. Disponible en: <http://ingenic.cas.psu.edu/documents/publications/News/11.pdf>
- Thau-Yin, J. 2004. Rootstock effects on cocoa in Sabah, Malasya. Experimental Agruculture. 40: 445-452.
- Thévenin, JM.; Ducamp, M.; Kébe, I.; Tahi, M.; Nyassé, S.; Eskes, A. 2004. Planting material screen by controlled inoculation. In Cilas, Ch.; Despréaux, D. eds. Improvement of cocoa tree resistance to *Phytophthora* disasses. Montpellier, Francia. CIRAD. p 103-145

- Torres, O.; Fariñas, LG de; Ortíz B. de, L.; Trujillo, A. 2004. Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane de la mazorca del cacao tipo forastero de Cuyagua sobre características del grano en fermentación (en línea). *Agronomía Tropical* 54 (4): 481-495. Consultado 2 Oct. 2008. Disponible en: http://ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at5404/arti/torres_o.pdf
- Toxopeous, H. 1995. Environmental and parental effects on weight, shell and butter fat content of cocoa beans and interrelationships between these values (en línea). *INGENIC News Letter* No. 1: 8. Consultado 1 No. 2008. Disponible en: <http://ingenic.cas.psu.edu/documents/publications/News/1.pdf>
- USDA – ARS.2007. Taxon: *Theobroma cacao* L. En línea. National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network – (GRIN). National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. Consultado 27 Jun. 2008. Disponible en: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?101885>
- USAID. 2007. Informe de evaluación de plaguicidas y plan de acción para su uso más seguro (PERSUAP). Bogotá Colombia. 686 p
- Vanderlei L., U.; Paim, M.; Newman L., ED.; Vieira M., SD.; Peres G., G.; Pires, JL. 2006. Resistance of cacao farmer selections to *Phytophthora citrophthora* in Brazil. In: 15th International Cocoa Research Conference. San José, Costa Rica. COPAL. 1: 21-31.
- Ventura L., M.; González H., A.; Batista, L. 2004. Selección de árboles de cacao (*Theobroma cacao*) nativo e híbrido de buena calidad y rendimiento. In: IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). Santo Domingo, República Dominicana. p. 1-6.
- Vera B., J. 1974. Influencia de la sequía fisiológica en el desarrollo y nutrición de genotipos contratados de cacao. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 83 p.
- Williams, W. 1965. Principio de genética y mejora de plantas. Trad. H. M. Moll. Zaragoza, España. ACRIBIA. 527 p.

ANEXOS

Anexo 1. Numeración en el campo de los árboles de cada uno de los 160 clones sembrados en L12.

No. Clon	CLON	ÁRBOL No.																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	CATIE R-3	5	142	272	366	740	757	1032	1194	1992	2279	2366	2442	2617	2635	2805	2897	2955	3045	3321	3442	3533	3638	3650	3738	3973
2	CATIE R-4	12	88	359	498	576	709	727	784	918	954	1005	1006	1014	1162	1172	1224	2251	2387	2995	3158	3361	3489	3782	3938	3945
3	CATIE R-5	50	149	452	542	806	809	944	948	1054	1153	1204	1389	1577	1620	1851	2105	2501	2562	2657	2735	2816	3017	3097	3481	3878
4	CATIE R-6	79	110	178	344	544	649	830	1030	1283	1574	1610	2001	2070	2178	2563	2707	2761	2917	3213	3285	3422	3507	3508	3926	3950
5	CATIE R-7	114	263	283	409	593	596	707	885	942	1035	1550	1670	1827	2046	2232	2376	2481	2673	2677	2821	3016	3149	3204	3602	3635
6	CATIE R-8	238	373	712	770	852	1248	1405	1407	1543	1561	1753	1783	2184	2267	2287	2388	2536	2582	2661	2740	2787	3161	3272	3432	3810
7	CATIE R-9	94	124	175	183	222	224	234	239	314	383	607	1557	1926	2192	2241	2278	2395	2471	2473	2620	2628	2804	3148	3663	3843
8	CATIE R-10	4	415	494	807	1008	1042	1128	1142	1227	1258	1296	1468	1608	1660	1844	1901	1988	2276	2466	2848	2872	2893	3319	3676	3860
9	CATIE R-11	73	507	538	794	803	1239	1242	1284	1335	1336	1339	1498	1516	1651	1847	2137	2338	2404	2439	2766	2982	3351	3532	3642	3845
10	CATIE R-12	240	432	685	713	872	971	1100	1230	1359	1412	1525	1547	1839	1939	2480	2710	3020	3039	3126	3140	3334	3374	3413	3462	3690
11	CATIE R-13	236	275	577	724	1096	1510	1552	1583	1920	2020	2092	2203	2274	2361	2550	2574	2729	2767	2811	2906	3259	3261	3304	3379	3823
12	CATIE R-14	287	364	375	506	631	705	980	1288	1380	1566	1645	1825	1918	2079	2102	2456	2519	2597	3019	3100	3241	3553	3682	3895	3946
13	CATIE R-15	65	151	481	791	815	1019	1214	1218	1263	1268	1277	1313	1318	1648	1906	2293	2489	2671	3074	3186	3398	3438	3584	3754	3930
14	CATIE R-17	85	168	267	478	725	752	909	924	992	1122	1311	1563	2026	2175	2250	2313	2569	2622	3339	3456	3510	3739	3818	3857	3883
15	CATIE R-18	332	411	549	775	781	865	1337	1896	2037	2195	2365	2527	2698	2822	2830	2963	3192	3254	3311	3362	3367	3493	3736	3853	3920
16	CATIE R-19	623	751	1127	1146	1378	1567	1702	1773	2006	2242	2525	2547	2580	2601	2676	2791	2818	2864	2881	3081	3107	3198	3262	3267	3876
17	CATIE R-20	46	453	492	808	1132	1289	1303	1596	1768	1776	2039	2154	2157	2327	2699	2744	2989	3031	3197	3570	3581	3723	3732	3939	3962
18	CATIE R-21	337	529	628	690	745	876	894	1058	1449	1730	1923	1959	2066	2138	2358	2490	2627	2702	2725	3407	3425	3666	3674	3715	3838
19	CATIE R-22	342	715	1046	1362	1406	1991	2086	2091	2126	2146	2328	2419	2443	2795	2939	3030	3283	3309	3552	3621	3625	3735	3745	3844	3865
20	CATIE R-23	33	194	496	512	524	701	838	895	1113	1805	2076	2349	2377	2422	2469	2606	2965	3050	3109	3132	3253	3291	3550	3645	3924
21	CATIE R-24	673	836	874	938	1256	1475	1529	1639	1667	1740	1826	2044	2231	2334	2354	2381	2453	2491	2737	3033	3191	3230	3346	3421	3953
22	CATIE R-25	42	244	369	408	459	515	585	720	833	887	1085	1261	1297	1409	1559	1669	1775	1934	2052	2135	2306	2483	2993	3182	3537
23	CATIE R-26	246	362	640	765	864	1341	1478	1528	1541	1762	1818	1940	2248	2403	2538	2772	2807	2901	3226	3286	3393	3459	3555	3874	3942
24	CATIE R-27	255	378	384	440	562	699	755	835	936	1067	1234	1993	2002	2210	2229	2728	2808	2835	3292	3412	3582	3595	3631	3903	3949
25	CATIE R-28	184	269	363	365	569	795	996	1049	1093	1273	1329	1556	1665	1858	2019	2062	2367	2414	2623	3026	3063	3129	3252	3440	3554
26	CATIE R-29	119	313	522	553	934	1065	1090	1201	1298	1588	1642	1744	1888	1915	2249	2427	2528	2637	2857	3052	3105	3165	3375	3535	3785

Anexo 1 continuación

No. Clon	CLON	ÁRBOL																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
27	CATIE R-30	70	323	355	412	466	570	744	904	1176	1182	1361	1829	1878	2040	2449	2518	2537	2549	2642	2813	3022	3160	3352	3429	3500
28	CATIE R-31	74	172	232	573	656	723	970	990	1071	1509	1549	1652	1689	1734	1966	1997	2022	2128	2853	2908	2927	3437	3487	3604	3901
29	CATIE R-32	26	350	433	563	997	1225	1442	1479	1505	1514	1575	2394	2506	2686	2756	2902	2948	2949	2998	3469	3568	3580	3608	3622	3839
30	CATIE R-33	209	215	241	258	617	710	813	1159	1244	1410	1460	1513	1693	1715	1810	2027	2590	2624	2754	2877	2973	3086	3344	3523	3681
31	CATIE R-34	118	292	385	393	500	509	760	820	1003	1345	1421	1560	1649	1840	1987	2053	2633	2667	2753	3040	3128	3162	3383	3639	3783
32	CATIE R-36	505	519	548	636	960	1370	1503	1581	1725	1769	1864	2378	2500	2553	2790	2892	2933	3164	3193	3403	3664	3733	3951	3970	3979
33	CATIE R-37	134	218	334	443	731	771	877	1229	1308	1624	1795	2059	2100	2389	2426	2454	2460	2596	2607	2874	2896	3155	3849	3873	3957
34	CATIE R-38	154	329	395	620	769	869	923	940	950	973	1368	1447	1553	1814	1932	2049	2060	2170	2765	2812	3156	3303	3329	3875	3983
35	CATIE R-39	51	341	404	545	647	676	853	1029	1089	1109	1183	1637	1739	1861	1965	2050	2566	2862	2969	3011	3209	3212	3221	3234	3914
36	CATIE R-40	153	174	254	288	434	464	989	1278	1402	1604	1905	2035	2141	2335	2429	2520	2706	2749	2758	2904	3448	3517	3720	3815	4000
37	CATIE R-41	68	360	370	722	750	1155	1420	1544	1572	1677	1706	1812	1831	2117	2283	2326	2455	2461	2509	2662	2988	3511	3665	3737	3910
38	CATIE R-42	77	128	289	336	338	416	540	601	786	857	953	1186	1207	1636	1674	1954	2074	2236	2451	2727	2962	3066	3113	3335	3905
39	CATIE R-43	463	579	761	994	1016	1144	1272	1437	1641	1691	1767	1937	2096	2206	2408	2666	2717	2911	3174	3368	3399	3688	3702	3778	3976
40	CATIE R-44	35	271	780	859	1001	1116	1131	1558	1824	1908	1913	2176	2180	2227	2380	2396	2397	2405	2626	2776	3200	3242	3627	3908	3918
41	CATIE R-47	156	176	333	428	476	1017	1255	1332	1472	1482	1546	1601	1850	1922	1968	2018	2337	2583	2608	2659	2794	3400	3564	3712	3793
42	CATIE R-48	322	455	826	956	1231	1237	1369	1411	1714	1759	1849	1930	2277	2374	2545	2598	2610	3046	3092	3125	3240	3363	3698	3889	3964
43	CATIE R-49	17	910	1015	1161	1254	1338	1443	1945	2071	2186	2275	2319	2640	2649	2665	2842	2868	2899	3195	3255	3516	3697	3764	3798	3877
44	CATIE R-50	120	148	513	518	559	675	880	925	1206	1519	1680	1688	1726	1870	2325	2629	2780	2786	3187	3418	3503	3610	3686	3917	3961
45	CATIE R-52	108	472	475	589	721	776	839	1076	1079	1236	1397	1507	1591	1658	1750	1950	2295	2372	2391	2514	2746	2891	3685	3935	3992
46	CATIE R-54	214	317	598	616	1050	1217	1266	1621	1738	1792	1799	2168	2246	2332	2743	2905	2958	3157	3613	3624	3662	3826	3861	3885	3965
47	CATIE R-56	200	235	572	700	886	1010	1020	1307	1393	1476	1534	1990	2015	2082	2407	2539	2682	2866	3180	3181	3207	3365	3441	3777	3831
48	CATIE R-57	20	250	447	591	629	635	879	1245	2428	2436	2487	2618	2709	2888	2972	2994	3042	3130	3190	3306	3354	3514	3565	3758	3940
49	CATIE R-58	111	583	847	907	1270	1413	1474	1684	1955	2142	2167	2191	2257	2413	2535	2544	2907	3023	3229	3405	3467	3633	3680	3751	3891
50	CATIE R-60	81	166	340	694	978	1145	1177	1276	1473	1603	1616	1708	1832	2111	2253	2409	2652	2714	2820	3001	3419	3423	3730	3765	3923
51	CATIE R-61	83	123	147	230	358	460	511	773	822	1021	1060	1346	1424	1619	1862	2221	2600	2936	2971	3114	3145	3265	3381	3546	3894
52	CATIE R-62	484	552	708	984	1139	1306	1363	1802	2115	2228	2370	2406	2432	2533	2559	2700	2789	2910	2922	3007	3080	3768	3868	3871	3887

Anexo 1 continuación

No. Clon	CLON	ÁRBOL																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
53	CATIE R-63	32	49	693	1119	1157	1191	1269	1816	1817	1863	2028	2054	2385	2588	2613	2865	2869	3458	3561	3626	3673	3678	3775	3795	3911
54	CATIE R-64	116	293	1104	1211	1281	1457	1532	1644	1719	1748	1894	1963	2011	2073	2401	2482	2834	3079	3095	3168	3295	3420	3477	3711	3825
55	CATIE R-65	71	192	266	273	372	597	850	1026	1259	2143	2214	2266	2507	2680	2723	3009	3152	3257	3316	3528	3628	3641	3731	3886	3963
56	CATIE R-66	155	157	206	315	468	641	742	983	1121	1164	1247	1353	1554	1668	1855	1876	1884	1941	2288	2440	2494	3142	3607	3693	3933
57	CATIE R-68	417	449	532	933	958	1117	1129	1246	1401	1423	1452	1490	1682	1732	1893	2947	3006	3028	3127	3175	3277	3435	3453	3636	3763
58	CATIE R-70	274	282	381	414	490	662	1202	1279	1310	1419	1587	1590	1600	2165	2173	2294	2773	3117	3202	3391	3588	3840	3904	3928	3971
59	CATIE R-71	24	146	413	539	564	655	778	1097	1593	1625	1793	1828	1880	2107	2304	2475	2575	2722	3119	3232	3452	3536	3548	3577	3667
60	CATIE R-72	105	177	188	229	300	439	474	521	537	814	882	1168	1180	1683	1703	1713	1723	1771	2197	2215	2602	2845	3444	3471	3850
61	CATIE R-73	7	379	827	1175	1464	1531	1551	1672	1938	2207	2379	2663	2782	2825	3120	3235	3322	3605	3671	3683	3706	3718	3759	3802	3956
62	CATIE R-74	330	418	470	555	768	870	1233	1394	1455	1471	1924	2045	2196	2302	2355	2359	2435	2578	3196	3313	3341	3468	3502	3882	3944
63	CATIE R-75	19	31	325	423	471	606	891	1120	1174	1260	1334	1366	1765	2204	2217	2362	2747	2793	2923	2980	2990	3327	3457	3480	3832
64	CATIE R-76	392	789	842	901	1154	1253	1700	1985	2036	2371	2412	2557	2592	2823	2849	2909	3012	3317	3461	3659	3800	3833	3841	3902	3968
65	CATIE R-77	18	48	82	163	237	335	848	899	1135	1444	1466	1536	1821	2517	2712	2833	3110	3472	3603	3606	3672	3687	3691	3859	3899
66	CATIE R-78	102	444	639	913	928	945	1404	1542	1720	1834	1943	2063	2118	2314	2329	2341	2560	2880	2938	2950	3178	3484	3520	3586	3601
67	CATIE R-79	60	80	398	517	574	582	706	787	898	1024	1082	1167	1300	1480	1502	1617	1737	1819	2112	2162	2256	2301	2398	2742	3068
68	CATIE R-80	399	479	578	609	614	615	680	862	1487	1497	1710	1874	1984	2345	2486	2554	2639	2647	3035	3150	3163	3297	3424	3729	3986
69	CATIE R-81	13	43	304	410	491	741	916	1115	1267	1291	1293	1778	1898	1927	2114	2255	2837	2863	2916	3144	3218	3263	3366	3411	3679
70	CATIE R-82	150	152	196	354	495	1150	1387	1835	1942	2056	2363	2433	2444	2497	2540	2926	2978	3258	3371	3496	3574	3630	3652	3869	3978
71	CATIE R-83	195	302	339	353	483	527	691	703	963	1068	1216	1317	1579	1585	1653	1694	1929	2312	2463	3089	3214	3559	3599	3835	3941
72	CATIE R-85	1	14	207	560	605	1000	1091	1110	1226	1886	1947	2095	2423	2445	2595	2648	2693	2801	2967	3427	3428	3551	3787	3943	3997
73	CATIE R-86	277	318	321	458	855	914	1205	1429	1564	1664	1935	1995	2130	2282	2369	2462	2611	2664	2979	3013	3320	3454	3541	3587	3974
74	CATIE R-87	9	135	679	976	1106	1203	1422	1728	1883	2055	2125	2213	2339	2400	2476	2493	2576	2612	2704	3131	3233	3573	3689	3725	3799
75	CATIE R-89	278	652	697	849	884	902	1249	1494	1527	1555	1623	1852	1946	2072	2103	2164	2757	2768	2932	2960	3345	3409	3591	3658	3734
76	CATIE R-90	10	257	401	684	900	969	1138	1328	1344	1433	1612	1788	2029	2067	2238	2259	2417	2561	2579	3250	3323	3445	3518	3747	3767
77	CATIE R-91	219	347	397	400	602	774	1243	1262	1520	1640	1657	1951	2085	2163	2166	2237	2638	2952	3051	3093	3115	3307	3609	3647	3936
78	CATIE R-92	39	61	143	227	242	811	893	988	1002	1114	1760	1761	1928	2127	2172	2348	2382	2399	2643	2783	3072	3083	3116	3653	3695

Anexo 1 continuación

No. Clon	CLON	ÁRBOL																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
79	CATIE R-93	84	133	367	454	728	823	860	1031	1189	1210	1312	1355	1599	1791	1813	1973	1983	2013	2104	2109	2860	3449	3742	3790	3870
80	CATIE R-94	204	228	446	637	666	1056	1149	1299	1323	1609	1655	1808	1848	1907	2124	2333	2390	2668	2886	2954	3369	3397	3534	3762	3906
81	CATIE R-95	139	208	280	320	653	906	937	949	1055	1522	1584	1643	1671	2136	2152	2512	2650	2861	2894	2943	2977	3108	3569	3888	3989
82	CATIE R-96	22	47	54	55	566	772	821	831	999	1047	1151	1185	1316	1628	1800	2156	2564	2589	2679	2741	2870	2991	3372	3385	3812
83	CATIE R-97	21	98	311	445	575	686	739	897	912	1785	1859	1889	2738	2839	2840	2984	3059	3122	3210	3276	3521	3669	3824	3856	3866
84	CATIE R-98	64	514	526	825	939	982	1147	1173	1264	1320	1347	1382	1485	1701	2048	2273	2296	2315	2674	2788	3018	3264	3540	3668	3748
85	CATIE R-99	698	873	1073	1459	1571	1681	1707	1794	1887	2093	2106	2181	2307	2323	2331	2884	2928	3004	3078	3274	3302	3408	3512	3578	3931
86	CATIE R-100	231	307	343	387	427	624	1048	1108	1282	1348	1396	1535	1562	1589	1709	1891	2016	2691	3151	3166	3211	3560	3592	3760	3981
87	CATIE R-101	23	106	173	630	1152	1398	1399	1462	1675	1845	2089	2532	2687	2692	2792	2796	2992	3172	3194	3305	3338	3753	3898	3921	3932
88	CATIE R-102	90	309	391	394	883	1041	1111	1187	1661	1676	1931	2077	2235	2262	2299	2584	2655	2658	2715	2815	3184	3380	3426	3478	3515
89	CATIE R-103	69	144	225	927	968	1023	1072	1078	1351	1415	1501	1685	1745	1833	1856	2300	2343	2431	2470	3064	3171	3558	3780	3822	3846
90	CATIE R-104	117	191	523	687	955	1088	1163	1286	1331	1631	2047	2057	2064	2083	2261	2270	2522	2543	2771	2885	3350	3465	3699	3776	3884
91	CATIE R-105	486	696	779	967	1125	1200	1265	1493	1508	1784	1909	2087	2116	2317	2526	2672	2739	2800	3070	3312	3325	3498	3842	3881	3947
92	CATIE R-106	3	59	504	558	613	670	854	1040	1059	1103	1124	1342	1481	1756	1809	2097	2110	2268	2828	3199	3222	3474	3505	3649	3863
93	CATIE R-107	93	99	248	448	541	719	735	793	878	1414	1504	1971	2200	2316	2356	2599	2675	2785	3103	3396	3710	3772	3829	3893	3954
94	CATIE R-108	103	164	327	450	533	632	677	800	1160	1179	1451	1633	2123	2153	2352	2548	2769	2841	2852	2889	3308	3347	3615	3714	3912
95	CATIE R-109	16	348	482	535	1213	1540	1548	1627	1781	1830	1882	2113	2198	2817	2838	2850	2929	3088	3463	3545	3694	3696	3744	3750	3854
96	CATIE R-110	187	645	733	985	1033	1084	1251	1445	1629	1841	1866	1981	2223	2225	2280	2347	2696	2732	2803	2856	3090	3488	3766	3784	3909
97	CATIE R-111	256	429	469	644	1403	1506	2139	2411	2450	2534	2571	2705	2777	2915	3134	3208	3227	3300	3343	3370	3497	3597	3660	3794	3919
98	CATIE R-112	96	516	749	764	1123	1137	1294	1390	1392	1428	1731	1789	1853	1980	2134	2205	2330	3047	3091	3228	3268	3451	3530	3629	3677
99	CATIE R-113	2	137	210	626	671	759	926	977	1232	1484	1717	1718	1736	1998	2158	2360	2383	2421	2770	2996	3266	3298	3324	3542	3999
100	CATIE R-114	189	212	233	599	736	1112	1698	1742	1779	2041	2150	2171	2224	2289	2441	2759	2784	3015	3057	3328	3476	3741	3900	3952	3987
101	CATIE R-115	141	259	261	326	966	993	1045	1092	1228	1357	1456	1565	1746	2008	2132	2218	2298	2375	2609	2824	2957	3256	3531	3655	3988
102	CATIE R-116	76	112	249	792	861	888	957	1070	1181	1314	1383	1417	1592	1735	1872	2297	2386	2430	2478	2510	2844	2951	2956	3596	3848
103	CATIE R-117	377	497	565	586	594	798	1086	1330	1518	1656	1772	1803	2098	2131	2322	2336	2573	3002	3061	3138	3159	3206	3464	3743	3969
104	CATIE R-118	67	357	557	921	932	1304	1663	1873	2005	2148	2393	2503	2531	2636	2695	2913	3096	3239	3290	3392	3519	3543	3590	3640	3858

Anexo 1 continuación

No. Clon	CLON	ÁRBOL																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
105	CATIE R-119	162	376	451	695	746	790	1077	1094	1597	1611	2061	2234	2373	2434	2572	2654	2681	2711	3220	3293	3386	3611	3643	3797	3879
106	CATIE R-120	36	138	247	704	866	1004	1052	1315	1568	1729	2088	2244	2272	2415	2689	2775	2900	2934	3003	3136	3331	3390	3656	3705	3925
107	CATIE R-121	121	279	388	531	747	1192	1327	1400	1418	1454	1492	1582	1690	1960	2183	2222	2760	2809	2887	2941	3062	3340	3619	3719	3990
108	CATIE R-122	66	78	125	276	389	407	743	796	1141	1386	1434	1570	1622	2007	2024	2291	2447	2944	2946	2975	3101	3446	3727	3819	3896
109	CATIE R-123	220	437	584	674	817	929	1038	1044	1053	1057	1081	1630	1704	1967	2321	2529	2614	2966	3060	3223	3244	3579	3675	3755	3855
110	CATIE R-124	122	291	352	430	485	502	571	612	981	1193	1220	1426	1545	1982	2051	2641	2736	2879	2945	2959	2964	3360	3414	3654	3817
111	CATIE R-125	361	487	650	667	1305	1360	1465	1533	1598	1854	1899	1912	1999	2202	2384	2551	2827	2914	3270	3271	3278	3358	3576	3915	3929
112	CATIE R-126	62	63	226	328	390	681	828	832	991	1063	1080	1432	2368	2593	2669	2748	2762	2890	2924	2970	3043	3296	3326	3549	3892
113	CATIE R-127	180	554	668	756	935	1169	1512	1770	1895	2003	2099	2140	2149	2208	2216	2420	2555	2621	2632	2940	3025	3034	3348	3356	3529
114	CATIE R-128	15	251	285	986	1195	1606	1634	1797	1842	1900	2155	2174	2318	2364	2464	2541	2542	2997	3048	3056	3133	3284	3450	3808	3867
115	CATIE R-129	38	286	462	530	608	905	1118	1223	1235	1448	1576	1911	1977	2010	2144	2264	2505	2660	2752	2854	2968	2974	3246	3389	3770
116	CATIE R-130	622	717	1796	1869	1875	2179	2230	2258	2305	2342	2410	2448	2604	2719	2745	2931	3073	3237	3238	3299	3359	3387	3632	3709	3786
117	CATIE R-131	100	426	435	567	600	659	729	1098	1679	1699	1716	1780	1957	2159	2263	2499	2515	2521	2718	3169	3188	3376	3434	3721	3726
118	CATIE R-132	25	101	298	406	551	1215	1301	1365	1440	1483	1526	1530	1678	1958	2014	2122	2243	2502	2653	3124	3430	3526	3538	3567	3722
119	CATIE R-133	56	217	461	568	758	889	1012	1521	1607	1777	1786	1916	2065	2147	2233	2281	2646	2829	2999	3041	3382	3544	3814	3821	3985
120	CATIE R-134	86	216	299	306	319	331	802	1209	1595	1752	1904	1972	1974	1978	2344	2513	2585	3094	3337	3355	3378	3575	3657	3813	3862
121	CATIE R-135	92	201	619	657	767	804	818	844	930	1271	1375	1388	1538	1586	1613	1836	1890	2012	2160	2308	2567	2781	3318	3811	3972
122	CATIE R-136	44	185	199	213	520	754	920	951	1064	1165	1295	1377	1578	1614	1659	1749	2120	2151	2357	2516	2843	3135	3137	3556	3572
123	CATIE R-137	87	198	467	590	642	688	881	917	919	1238	1430	2004	2424	2683	2721	2826	3038	3139	3247	3364	3563	3670	3728	3937	3966
124	CATIE R-138	34	58	546	587	611	621	962	1074	1105	1374	1573	1618	1774	1807	1860	2565	2603	2764	2799	2806	3342	3404	3439	3585	3959
125	CC-137	29	95	107	113	297	380	648	748	829	1099	1491	1515	1727	1877	1902	1925	2290	2425	2701	2730	3024	3076	3402	3485	3836
126	CCN-51	161	179	202	205	223	301	351	762	1364	1438	1602	1635	2023	2254	2311	2458	2568	2630	2942	3243	3330	3384	3557	3907	3991
127	EET-183	145	310	324	356	368	396	422	508	610	845	941	1061	1102	1275	1408	1721	1764	1806	1914	2920	2961	3153	3637	3830	3934
128	UF-12	126	290	678	875	952	961	1395	1435	1523	1673	1949	2194	2201	2211	2504	3143	3251	3282	3332	3373	3483	3539	3651	3716	3803
129	ICS-43red	127	349	654	763	1302	1646	1758	1804	2392	2495	2587	2836	2925	3102	3245	3287	3388	3466	3486	3707	3781	3789	3816	3864	3922
130	ICS-95 -T1	109	129	160	190	193	197	345	473	665	805	834	858	1028	1083	1356	1838	1885	2033	2285	2351	2465	3099	3121	3804	3897

Anexo 1 continuación

No. Clon	CLON	ÁRBOL																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
131	PA-169	131	132	441	581	588	592	646	716	766	819	863	1495	1969	2556	2619	2713	2831	3036	3084	3183	3492	3713	3779	3807	3955
132	PMCT-58	165	264	420	633	1133	1309	1319	1324	1488	1517	1615	1697	2129	2558	2577	2798	3027	3415	3490	3525	3562	3769	3805	3960	3984
133	POUND-7 (Lola)	8	27	75	171	294	424	797	911	1166	1199	1358	1881	1996	2271	2755	3021	3049	3217	3219	3357	3410	3495	3646	3717	3916
134	UF-273 (Type 1)	346	442	556	868	931	974	1018	1170	1252	1662	1743	1903	1970	2101	2468	2552	2690	2851	2919	3008	3053	3173	3482	3724	3996
135	UF-712	651	738	843	987	1043	1257	1372	1820	1936	1962	2247	2524	2546	2625	2644	2876	2903	3106	3231	3315	3353	3708	3820	3880	3980
136	GU-128 N	53	136	140	643	672	943	975	1007	1051	1196	1292	1371	1376	1453	1782	1910	2145	2269	2324	2350	2694	2986	3010	3170	3310
137	HY-2714184	158	305	547	783	896	1190	1197	1287	1469	1470	1892	1897	1976	2108	2416	2446	2508	2832	2921	2935	3167	3273	3593	3761	3828
138	NAL-1 A13	40	104	252	595	946	1037	1280	1381	1385	1711	1751	1986	2034	2161	2190	2310	2496	2875	3082	3301	3333	3336	3701	3774	3834
139	NAL-1 A14	52	169	203	296	730	841	867	1025	1757	1801	1815	1933	2032	2492	2594	2720	2779	2819	2912	3215	3394	3583	3740	3757	3993
140	NAL-2 A26	28	159	295	371	425	456	543	785	816	824	1009	1349	1569	1763	2043	2733	2750	2867	3118	3177	3275	3406	3455	3571	3771
141	NAL-2 A27	211	253	374	499	1066	1208	1446	1463	1638	1654	1843	1868	2031	2284	2616	2731	3014	3112	3225	3279	3524	3600	3648	3852	3890
142	PMCT-46	130	431	489	503	777	915	965	1178	1647	1865	1921	2058	2182	2199	2245	3111	3248	3314	3491	3509	3589	3796	3806	3809	3837
143	Porcelana-3	692	753	871	1101	1107	1140	1221	1241	1537	1666	1692	1754	1798	2069	2177	2467	2530	2586	2751	3201	3249	3349	3436	3447	3506
144	SC-24	37	270	634	689	714	1011	1511	1837	1879	2017	2080	2119	2418	2581	2697	2724	2726	2763	2983	3037	3431	3443	3473	3499	3692
145	SNK-12	45	382	480	536	660	846	964	998	1013	1222	1322	1325	1354	1733	1917	1944	1979	2265	2292	2810	2858	3058	3617	3801	3927
146	PA-107	284	604	638	810	840	908	1095	1425	1431	1441	1499	1695	2188	2219	2220	2260	2459	2570	2716	3236	3288	3594	3614	3620	3792
147	PA-120	89	268	386	465	510	663	1143	1198	1240	1705	1867	1871	2025	2094	2185	2479	2498	2634	2678	2703	3054	3513	3634	3644	3995
148	EET-233	265	477	550	625	661	737	1148	1184	1352	1427	1486	1500	1626	1956	2591	2847	2873	3179	3224	3416	3470	3547	3616	3756	3975
149	EET-605	405	618	892	1022	1156	1333	1367	1594	1741	1790	1952	2068	2286	2402	2484	2684	2882	2987	3075	3269	3289	3377	3395	3479	3851
150	EET-610	41	97	403	457	995	1087	1136	1171	1274	1391	1436	1467	1632	2090	2189	2309	2631	2981	3067	3069	3294	3566	3661	3827	3977
151	Caucasia-34	170	181	221	436	711	1036	1069	1158	1188	1439	1696	1787	2000	2021	2239	2252	2353	2437	2685	2814	2855	3085	3123	3494	3623
152	Caucasia-37	167	245	419	488	734	782	851	922	959	1034	1489	1724	1857	1989	2081	2511	2645	2651	2688	2871	2895	3104	3205	3598	3788
153	Caucasia-39	186	525	580	1126	1539	1580	1823	2038	2042	2078	2193	2240	2670	2708	2859	3005	3055	3071	3087	3147	3417	3501	3703	3746	3791
154	Caucasia-43	30	726	732	799	947	979	1285	1605	1766	1811	1953	1964	2169	2212	2846	2930	3077	3141	3189	3281	3433	3504	3527	3773	3998
155	Caucasia-47	6	57	316	402	438	669	856	1027	1075	1130	1321	1524	2340	2605	2778	2802	2937	3000	3032	3098	3216	3475	3522	3948	3958

Anexo 1 continuación

No. Clon	CLON	ÁRBOL																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
156	CAP-34	303	534	603	682	718	788	972	1062	1250	1343	1350	1712	1722	1747	2075	2187	2477	2878	3029	3044	3146	3176	3203	3280	3612
157	FHIA-FCS-A2	72	243	501	658	837	890	903	1134	1373	1379	1384	1686	1687	1994	2209	2346	2438	2457	2472	2485	2656	2734	3618	3749	3752
158	Yucatán	308	627	812	1650	1948	2009	2030	2121	2303	2452	2474	2523	2615	2774	2898	2918	2976	3065	3154	3260	3401	3700	3913	3967	3982
159	Carmelo-2	91	115	182	281	312	561	801	1039	1326	1458	1477	1496	1755	1975	2084	2320	2488	2797	2883	2985	3460	3684	3704	3872	3994
160	CATIE R-35	11	260	262	421	493	528	664	683	702	1212	1219	1290	1340	1416	1450	1461	1822	1846	1919	1961	2133	2226	2953	3185	3847

Anexo 2. Caracterización 160 clones: variables cualitativas.

Clon	No. Frutos	Forma mazorca	Constricción basal	Rugosidad mesocarpo	Forma ápice
CATIE R-3	22	2	3	2	2
	3				5
CATIE R-8	9	2	2	2	2
	2				7
CATIE R-32	30	2	3	3	2
	9				8
CATIE R-37	14	2	1	2	4
	10				2
CATIE R-39	10	2	2	3	2
	6				7
CATIE R-41	44	2	2	3	2
	6				5
CATIE R-42	32	2	2	4	5
	4				2
CATIE R-44	36	2	2	3	5
	7				2
CATIE R-47	38	2	3	4	5
	15				2
CATIE R-49	49	2	2	4	5
	8				7
CATIE R-50	46	2	3	3	2
	5				7
CATIE R-58	47	2	2	2	2
	8				7
CATIE R-60	36	2	2	3	5
	13				4
CATIE R-63	3	2	1	2	2
	1				4
CATIE R-64	23	2	2	3	5
	6				2
CATIE R-65	21	2	1	2	2
	8				7
CATIE R-66	9	2	2	3	5
	5				7
CATIE R-71	16	2	3	4	2
	7				7

Anexo 2 continuación

Clon	No. Frutos	Forma mazorca	Constricción basal	Rugosidad mesocarpo	Forma ápice
CATIE R-72	32	2	2	3	5
	4				8
CATIE R-73	48	2	2	2	5
	9				2
CATIE R-74	48	2	3	4	5
	12				2
CATIE R-75	41	2	3	3	5
	14				2
CATIE R-76	42	2	3	4	5
	12				2
CATIE R-77	23	2	2	3	7
	17				2
CATIE R-78	28	2	2	3	5
	14				7
CATIE R-79	31	2	3	3	7
	18				5
CATIE R-80	12	2	2	3	2
	4				5
CATIE R-81	39	2	2	2	2
	14				7
CATIE R-86	14	2	2	3	2
	9				5
CATIE R-89	37	2	1	2	6
	10				7
CATIE R-90	63	2	1	4	2
	9				5
CATIE R-91	65	2	2	3	7
	7				2
	7				5
CATIE R-92	46	2	2	4	2
	14				5
CATIE R-93	52	2	2	3	7
	14				5
CATIE R-96	41	2	2	3	7
	14				2
CATIE R-97	44	2	1	3	7
	10				2

Anexo 2 continuación

Clon	No. Frutos	Forma mazorca	Constricción basal	Rugosidad mesocarpo	Forma ápice
CATIE R-98	50	2	2	4	5
	14				7
CATIE R-99	26	2	1	2	2
	4				7
CATIE R-101	16	2	3	2	2
	11				7
CATIE R-103	31	2	2	3	5
	19				7
CATIE R-105	18	2	3	3	2
	4				4
CATIE R-106	8	2	2	2	1
	5				6
CATIE R-109	30	2	2	2	5
	5				7
CATIE R-111	27	2	3	3	2
	21				5
CATIE R-112	14	2	2	3	5
	7				2
CATIE R-114	26	2	2	3	7
	17				2
	14				7
CATIE R-115	35	2	3	4	2
	5				7
CATIE R-116	24	2	2	2	2
	5				2
CATIE R-117	19	2	2	2	2
	7				5
CATIE R-119	20	2	4	2	5
	4				2
CATIE R-120	22	2	3	3	5
	13				2
GU-128 N	13	2	2	3	2
	4				4
HY-2714184	19	2	3	3	5
	5				2
CAUCASIA-34	20	2	2	3	5
	9				2

Anexo 3. Caracterización 160 clones: variables cualitativas.

Clon	No. Árboles	Color Fruto (Edad meses)		
		5	4	2
CATIE R-4	22	4	4	4
	2	3	3	3
CATIE R-5	13	1	1	1
	2	2	2	1
	2			2
	2			2
CATIE R-6	21	4	4	4
	1	3	3	3
	1			4
CATIE R-10	15	4	4	4
	1		3	3
	1			
CATIE R-15	22	4	4	4
	1	3	3	3
CATIE R-17	23	1	1	1
	1	1	2	2
CATIE R-24	22	4	4	4
	1	3	3	3
CATIE R-25	6	2	2	2
	3			1
	2			
	1	1		
CATIE R-33	22	1	1	1
	1	2	2	2
CATIE R-34	18	4	4	4
	1	3	3	4
CATIE R-38	18	4	4	4
	1	1	2	2
CATIE R-43	14	1	1	1
	3	2	2	2
	1		2	1
	1			
CATIE R-47	22	4	4	4
	1	3	3	3
	1			
CATIE R-48	11	1	1	1
	1	4	4	4

Anexo 3 continuación

Clon	No. Árboles	Color Fruto (Edad meses)		
		5	4	2
CATIE R-52	22	4	4	4
	1	3	3	4
CATIE R-57	23	4	4	4
	1	3	3	3
	1			4
CATIE R-61	12	4	4	4
	1	3	3	4
CATIE R-65	19	4	4	4
	2	3	3	3
CATIE R-68	16	1	1	1
	1	2	2	2
CATIE R-72	16	4	4	4
	1	3	3	4
CATIE R-75	17	4	4	4
	1	3	3	3
CATIE R-79	18	4	4	4
	1	3	3	4
	1			3
CATIE R-80	17	4	4	4
	1	3	3	3
CATIE R-92	23	4	4	4
	1	3	3	3
CATIE R-93	22	1	1	1
	1	2	2	
	1		1	1
CATIE R-95	22	4	4	4
	1	3	3	3
CATIE R-96	21	1	1	1
	1	2	2	2
	1			1
CATIE R-100	18	1	1	1
	1	2	2	1
	1			2
CATIE R-102	21	1	1	1
	1	2	2	2

Anexo 3 continuación

Clon	No. Árboles	Color Fruto (Edad meses)		
		5	4	2
CATIE R-106	6	1	1	1
	1	1	1	2
CATIE R-109	11	4	4	4
	5	3	3	3
	1	3	3	4
CATIE R-114	21	1	1	1
	1	2	2	1
CATIE R-115	17	4	4	4
	2	3	3	3
CATIE R-116	16	1	1	1
	1	2	2	2
CATIE R-117	17	4	4	4
	4	3	3	3
	1			4
CATIE R-123	23	1	1	1
	1	2	2	1
CATIE R-124	17	4	4	4
	1	3	3	
	1			3
CATIE R-125	20	1	1	1
	1	2	2	2
CATIE R-128	15	4	4	4
	1	3	3	3
CATIE R-130	21	4	4	4
	2	3	3	
	1			3
CATIE R-132	7	4	4	4
	1	3	3	3
CATIE R-133	22	4	4	4
	1	3	3	3
	1			4
CATIE R-134	17	4	4	4
	2	3	3	3
CATIE R-138	19	4	4	4
	1	3	3	4
	1			3

Anexo 3 continuación

Clon	No. Árboles	Color Fruto (Edad meses)		
		5	4	2
CCN-51	20	1	1	1
	1	2	2	2
PA-169	15	4	4	4
	1	3	3	3
PMCT-58	20	1	1	1
	1	2	2	2
NAL-2A 27	17	4	4	4
	1	3	3	3
PORCELANA-3	10	4	4	4
	1	3	3	3
SNK-12	3	1	1	1
	1	2	2	2
EET-610	10	4	4	4
	1	3	3	4
CAUCASIA-39	21	4	4	4
	1	3	3	3
	1			4
CAUCASIA-47	20	4	4	4
	1	3	3	3
FHIA-FCS-A2	9	1	1	1
	1	2	1	2
	1		2	1

Anexo 4. Matriz de correlación entre variables relacionadas con el rendimiento de clones de cacao evaluados.

	Frutos sanos/árbol	Incidencia natural monilia (%)	Incidencia natural fitóptora (%)	Largo del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Relación largo/diámetro fruto	Producción (Kg/ha)	Índice de fruto	Índice de semilla	Índice de eficiencia rendimiento	Diámetro tallo
Frutos sanos/árbol	1	<u>-0,36**</u>	0,10n.s	<u>-0,19*</u>	-0,08n.s	-0,15n.s	<u>0,88**</u>	0,03n.s	0,03n.s	<u>0,83**</u>	0,49**
Incidencia natural monilia (%)		1	0,11n.s	<u>0,18*</u>	-0,04n.s	<u>0,20**</u>	<u>-0,19*</u>	-0,06n.s	0,09n.s	-0,17n.s	-0,20**
Incidencia natural fitóptora (%)			1	0,06n.s	0,14n.s	-0,03n.s	0,15n.s	-0,11n.s	<u>0,23*</u>	0,12n.s	0,14n.s
Largo del fruto (cm)				1	<u>0,38**</u>	<u>0,78**</u>	-0,05n.s	<u>-0,22**</u>	<u>0,26**</u>	-0,09n.s	0,01n.s
Diámetro del fruto (cm)					1	<u>-0,26**</u>	-0,01n.s	<u>-0,33**</u>	<u>0,34**</u>	-0,03n.s	0,03n.s
Relación largo/diámetro fruto						1	-0,07n.s	-0,00n.s	-0,04n.s	-0,09n.s	-0,03n.s
Producción (Kg/ha)							1	<u>-0,27**</u>	<u>0,26**</u>	<u>0,95**</u>	0,34**
Índice de fruto								1	<u>-0,52**</u>	<u>-0,29**</u>	0,01n.s
Índice de semilla									1	<u>0,27**</u>	0,08n.s
Índice de eficiencia rendimiento										1	0,12n.s
Diámetro tallo											1

** = Altamente significativo (p < 0,01; * = significativo (p < 0,05) y n.s = no significativo (p > 0,05)

Anexo 5. Variables relacionadas con el rendimiento obtenidas en los clones y en los árboles de cacao que le dieron origen.

CLON	CLONES									ÁRBOLES ORIGEN ^{5/}								
	Incidencia natural monilia ^{1/} (%)	Incidencia natural fitóptora ^{1/} (%)	Largo del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Relación largo/diámetro fruto	Producción ^{2/} (Kg/ha)	Índice de fruto ^{3/}	Índice de semilla ^{3/}	Numero de frutos sanos/árbol ^{4/}	Incidencia natural monilia (%)	Incidencia natural fitóptora (%)	Largo del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Relación largo/diámetro fruto	Producción (Kg/ha)	Índice de fruto	Índice de semilla	Numero de frutos sanos/árbol
CATIE R-4	3,6	1,3	16,7	8,0	2,1	582	26	1,2	14	7,8	0,6	19	9,8	1,9	610,7	19	1,4	11
CATIE R-5	1,6	0,0	15,9	9,0	1,7	429	18	1,3	7	5,0	0,7	19,3	10,5	1,9	444,7	16	1,6	7
CATIE R-6	2,0	0,0	16,3	8,2	2,0	492	25	1,2	11	3,3	0,2	14,3	9,4	1,5	621,7	25	1,3	15
CATIE R-8	7,9	0,0	14,4	7,4	1,9					11,9	0,0	18,2	9,1	2				
CATIE R-9	17,8	0,0	14,5	7,3	2,0	36	200	0,4	7	27,8	0,8	16	8,3	1,9	2696,0	30	1,1	102
CATIE R-10	9,2	0,0	13,1	7,4	1,7	97	34	1,1	3	26,3	0,4	15,8	8,9	1,8	1703,5	24	1,1	50
CATIE R-11	10,0	0,9	13,0	7,1	1,8	292	39	0,8	10	19,1	0,5	14,6	8,2	1,8	1386,5	25	1	39
CATIE R-12	10,8	0,0	14,6	7,8	1,9	427	24	1,0	9	17,0	0,0	16,7	9	1,8	922,1	20	1,5	20
CATIE R-14	7,3	0,0	15,2	8,5	1,8				5	19,1	0,0	17,2	9,7	1,8				
CATIE R-15	6,4	0,8	16,3	8,5	1,9	440	24	1,2	10	36,3	0,0	17,3	9,1	1,9	1493,7	18	1,5	38
CATIE R-18	6,0	0,7	15,0	8,7	1,7	557	22	1,2	11	30,3	0,7	17,1	10,3	1,7	1169,5	19	1,5	29
CATIE R-20	12,7	0,7	16,5	7,9	2,1	461	20	1,1	9	43,3	0,0	18,6	10	2	1544,3	20	1,3	49
CATIE R-22	5,7	0,3	14,0	8,8	1,6	492	18	1,4	8	35,5	0,0	14,1	9,2	1,5	1660,7	19	1,4	44
CATIE R-23	10,6	0,9	17,0	8,0	2,1	553	24	1,5	12	12,9	5,3	15,9	7,6	2,1	1111,0	28	1,5	34
CATIE R-24	17,5	4,3	12,7	7,5	1,7	399	27	0,8	10	47,2	0,8	15,4	8,9	1,8	1164,3	25	1,1	50
CATIE R-26	15,3	1,1	16,5	9,3	1,7	144	21	1,1	3	18,3	2,2	16,1	9,1	1,8	1848,3	22	1,4	46
CATIE R-27	11,1	7,1	16,0	8,4	1,9	483	30	1,3	13	30,1	0,6	20,2	9,6	2,1	1426,8	19	1,3	35
CATIE R-28	16,9	1,0	16,9	8,5	2,0	753	18	1,3	13	33,5	3,8	18,5	8,9	2,1	1477,6	20	1,3	42
CATIE R-29	7,8	4,6	14,2	8,2	1,7	271	20	1,4	5	26,4	0,5	16,2	9,3	1,8	1599,8	20	1,5	39
CATIE R-30	14,6	0,5	14,7	8,0	1,8	212	25	1,2	5	27,3	0,6	17,2	10,1	1,7	1259,1	21	1,3	33
CATIE R-32	7,3	4,5	16,7	9,2	1,8	587	21	1,2	11	20,7	0,7	18,1	10,2	1,8	1333,2	19	1,4	29
CATIE R-33	8,1	0,2	14,9	8,6	1,7	309	29	1,0	8	26,2	0,0	15,6	9,1	1,7	969,5	22	1,2	26
CATIE R-36	6,0	0,8	14,5	8,0	1,8	422	29	1,0	11	11,7	4,2	16,9	9,5	1,8	935,1	24	1	24
CATIE R-37	5,8	0,1	14,3	8,9	1,6	311	21	1,0	6	15,9	0,9	16	10,1	1,6	988,8	20	1,3	21
CATIE R-38	11,2	0,0	19,0	9,9	1,9	291	15	1,6	4	9,8	0,8	21,8	11	2	1745,9	14	1,7	25
CATIE R-39	10,3	0,0	14,6	8,2	1,7	124	21	1,0	2	24,1	1,5	15,5	9	1,7	916,6	24	1,4	27

^{1/}: Registro de dos años proporcionados por el Programa de Mejoramiento Genético de cacao

^{2/}: Producción estimada en el segundo año

^{3/}: Datos calculados con la segunda época en la investigación

^{4/}: Registro del segundo año proporcionado por el Programa de Mejoramiento Genético de cacao

^{5/}: Datos reportados por Arciniegas (2005)

CLON	CLONES									ÁRBOLES ORIGEN ^{5/}								
	Incidencia natural monilia ^{1/} (%)	Incidencia natural fitóptora ^{1/} (%)	Largo del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Relación largo/diámetro fruto	Producción ^{2/} (Kg/ha)	Índice de fruto ^{3/}	Índice de semilla ^{3/}	Numero de frutos sanos/árbol ^{4/}	Incidencia natural monilia (%)	Incidencia natural fitóptora (%)	Largo del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Relación largo/diámetro fruto	Producción (Kg/ha)	Índice de fruto	Índice de semilla	Numero de frutos sanos/árbol
CATIE R-41	11,1	4,5	17,4	9,2	1,9	584	15	1,5	8	32,4	0,0	20,6	10,1	2,1	994,6	21	1,2	28
CATIE R-44	11,7	0,9	18,1	7,7	2,4	208	36	0,7	7	22,4	0,7	22,2	8,5	2,6	817,4	28	1,1	27
CATIE R-47	12,3	0,8	18,0	7,5	2,4	302	27	1,3	7	25,5	4,8	22,2	8,7	2,6	1386,1	21	1,4	38
CATIE R-48	15,6	0,0	16,6	8,8	1,9	33	25	1,3	1	29,8	0,7	20	9,7	2,1	1036,9	21	1,3	28
CATIE R-49	23,6	3,1	19,4	8,3	2,4	306	23	1,2	6	18,4	2,4	20,5	9	2,3	1222,1	18	1,3	25
CATIE R-50	12,6	2,4	15,1	7,8	1,9	262	35	0,9	8	20,4	0,0	17,6	9,2	1,9	1039,9	25	1,2	29
CATIE R-52	17,1	0,6	15,9	7,9	2,0	426	20	1,4	8	25,3	0,0	15,9	8,1	1,9	1094,5	27	1,3	36
CATIE R-56	8,9	1,4	11,6	7,3	1,6				6	32,0	2,3	12,6	8,2	1,5				
CATIE R-57	6,7	3,4	13,7	8,3	1,6	275	44	1,1	11	29,5	6,9	14,4	8,5	1,7	2222,0	11	2,3	35
CATIE R-58	3,7	0,2	13,2	7,7	1,7	756	19	1,4	13	10,3	0,0	14,1	8,3	1,7	773,3	25	1,4	19
CATIE R-61	1,5	0,0	20,8	8,3	2,5	110	21	1,1	2	28,5	0,0	21,7	8,8	2,5	1569,3	16	1,4	25
CATIE R-63	15,3	0,0	12,4	6,8	1,8				1	38,6	0,0	16,1	8,8	1,8				
CATIE R-64	12,5	0,0	15,7	7,0	2,3				4	32,5	0,4	18,2	7,7	2,3				
CATIE R-66	14,9	0,0	15,5	7,1	2,2				4	24,2	0	23	9,5	2,4				
CATIE R-68	9,5	0,0	20,0	8,2	2,4	316	21	1,1	6	32,2	0,0	24,8	9,4	2,9	1203,6	18	1,4	29
CATIE R-72	9,0	1,3	18,7	8,4	2,2	117	31	1,2	3	17,2	1,6	20,8	9,1	2,5	962,9	15	1,7	16
CATIE R-76	14,2	0,4	17,8	8,3	2,1	322	27	1,1	8	43,7	0,0	18,2	8,4	1,9	1074,8	23	1,2	40
CATIE R-78	10,8	0,0	16,6	8,3	2,0	440	27	1,2	11	29,2	0,7	18,7	9,6	2,3	1001,9	28	1,3	36
CATIE R-80	6,1	0,7	17,0	7,9	2,2	89	33	0,9	3	12,3	1,2	17,7	8,3	2,2	845,3	23	1,1	20
CATIE R-81	8,9	1,3	14,3	8,4	1,7	616	22	1,1	12	4,6	0,0	16,7	9,6	1,9	1682,8	17	1,4	27
CATIE R-83	11,4	2,1	14,8	8,0	1,9	376	25	1,0	8	13,4	0,0	18,4	8,4	1,9	857,4	23	1,1	21
CATIE R-85	13,0	1,6	14,6	7,8	1,9	236	26	1,1	6	8,2	0,0	18,7	9,7	1,7	914,9	17	1,2	15
PA-169	5,1	0,0	15,1	7,4	2,1	145	37	1,1	5	14,0	0,7	18,3	9,1	2	191,6	26	1,2	5
PMCT-58	12,0	2,8	14,0	8,4	1,7	587	22	1,1	12	21,7	7,4	15,4	9,8	1,6	457,9	24	1,2	14
POUND-7 Lola	30,3	3,4	16,6	8,1	2,1	306	19	1,3	5	77,7	0,4	16	9,3	1,7	250,0	20	1,4	21
UF-712	10,4	0,0	16,3	9,7	1,7	66	23	1,2	1	11,5	2,3	17,3	10,6	1,6	42,0	26	1,3	1

Anexo 6. Matriz de correlación entre variables relacionadas con el rendimiento obtenidas en los clones y en los árboles de cacao que le dieron origen.

		CLONES									ÁRBOLES ORIGINALES								
		Incidencia natural monilia (%)	Incidencia natural fitóptora (%)	Largo del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Relación largo/diámetro fruto	Producción (Kg/ha)	Índice de fruto	Índice de semilla	Numero de frutos sanos/árbol	Incidencia natural monilia (%)	Incidencia natural fitóptora (%)	Largo del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Relación largo/diámetro fruto	Producción (Kg/ha)	Índice de fruto	Índice de semilla	Numero de frutos sanos/árbol
CLONES	Incidencia natural monilia (%)	1	0,24n.s	0,08n.s	-0,15n.s	0,20n.s	-0,16n.s	0,16n.s	-0,08n.s	-0,17n.s	<u>0,58**</u>	0,05n.s	0,08n.s	-0,14n.s	0,10n.s	0,07n.s	0,17n.s	-0,19n.s	0,33n.s
	Incidencia natural fitóptora (%)		1	-0,04n.s	0,13n.s	-0,12n.s	0,24n.s	-0,10n.s	0,12n.s	<u>0,34*</u>	0,26n.s	0,16n.s	-0,00n.s	0,09n.s	-0,07n.s	0,09n.s	-0,21n.s	0,06n.s	0,04n.s
	Largo del fruto (cm)			1	<u>0,40**</u>	<u>0,78**</u>	-0,14n.s	-0,17n.s	0,26n.s	-0,13n.s	0,00n.s	0,02n.s	<u>0,77**</u>	0,15n.s	<u>0,71**</u>	-0,05n.s	-0,26n.s	0,15n.s	-0,17n.s
	Diámetro del fruto (cm)				1	-0,24n.s	0,09n.s	<u>-0,36**</u>	<u>0,51**</u>	-0,03n.s	-0,15n.s	0,09n.s	0,14n.s	<u>0,65**</u>	-0,15n.s	-0,05n.s	<u>-0,43**</u>	<u>0,38**</u>	-0,29n.s
	Relación largo/diámetro fruto					1	-0,17n.s	0,07n.s	-0,03n.s	-0,13n.s	0,13n.s	0,05n.s	<u>0,70**</u>	-0,25n.s	<u>0,84**</u>	-0,06n.s	<u>0,03n.s</u>	-0,09n.s	-0,00n.s
	Producción (Kg/ha)						1	<u>-0,34*</u>	<u>0,42**</u>	<u>0,86**</u>	-0,03n.s	0,09n.s	-0,17n.s	0,01n.s	-0,18n.s	-0,09n.s	-0,08n.s	0,08n.s	-0,11n.s
	Índice de fruto							1	<u>-0,62**</u>	-0,02n.s	0,02n.s	0,01n.s	-0,12n.s	-0,28n.s	-0,00n.s	<u>0,46**</u>	<u>0,34*</u>	-0,17n.s	<u>0,67**</u>
	Índice de semilla								1	0,07n.s	-0,01n.s	0,07n.s	0,13n.s	0,32*	0,01n.s	-0,14n.s	<u>-0,38**</u>	<u>0,44**</u>	<u>-0,36*</u>
	Numero de frutos sanos/árbol									1	-0,07n.s	0,24n.s	-0,22n.s	-0,03n.s	-0,17n.s	0,06n.s	0,06n.s	0,03n.s	0,08n.s
ÁRBOLES ORIGINALES	Incidencia natural monilia (%)										1	-0,08n.s	-0,05n.s	-0,15n.s	0,04n.s	0,14n.s	-0,03n.s	-0,01n.s	<u>0,41**</u>
	Incidencia natural fitóptora (%)											1	-0,15n.s	-0,13n.s	-0,03n.s	0,05n.s	-0,03n.s	<u>0,30*</u>	-0,03n.s
	Largo del fruto (cm)												1	0,28n.s	<u>0,85**</u>	-0,05n.s	-0,31n.s	0,02n.s	-0,17n.s
	Diámetro del fruto (cm)													1	-0,17n.s	-0,21n.s	<u>-0,40**</u>	0,15n.s	<u>-0,35*</u>
	Relación largo/diámetro fruto														1	0,09n.s	-0,09n.s	0,01n.s	0,04n.s
	Producción (Kg/ha)															1	-0,23n.s	0,24n.s	<u>0,81**</u>
	Índice de fruto																1	<u>-0,67**</u>	0,25n.s
	Índice de semilla																	1	-0,14n.s
	Numero de frutos sanos/árbol																		

** = Altamente significativo (p < 0,01; * = significativo (p < 0,05) y n.s = no significativo (p > 0,05)