



“Estudio de productividad, sanidad y perfiles organolépticos de Clones Internacionales de Cacao (*Theobroma cacao L.*), introducidos en la zona de Quevedo”

"Study of productivity, health and sensory profiles of International Clones of Cocoa (*Theobroma cacao L.*), introduced in the area of Quevedo"

Julia María Amarilla Chiang¹ e Ing. Fredy Amores P.²



Julia Amarilla es Egresada de la Escuela de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Trabajó en el INIAP- Pichilingue en el área de investigación durante el año 2005 hasta el 2007, institución en la que realizó la tesis de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, e-mail: juliaamarilla@yahoo.es

RESUMEN

En 1999 se introdujo al Ecuador un grupo de varetas porta yemas de clones provenientes de diferentes países (México, Brasil, Colombia, Trinidad y Tobago, Perú, Venezuela y Costa Rica). La transferencia se realizó desde el Centro Cuarentenario en el Departamento de Ciencias de las Plantas en la Universidad de Reading (Inglaterra) y también desde el Centro Cuarentenario del CIRAD (Francia). Las yemas se injertaron en patrones de IMC-67 x Catongo con resistencia a la enfermedad conocida como “Mal del machete” (*Cacao funesta*). Igual procedimiento se siguió con el clon EET-103 (genotipo Nacional distribuido comercialmente por el INIAP) y el clon CCN-51 (altamente productivo y distribuido comercialmente por la Empresa privada), que actuaron como clones control. La siembra se realizó el año 2000 en los terrenos de la EET-Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), las variables en estudio fueron sometidas a la prueba de TUKEY al 95% de probabilidad para la comparación de medias. EL estudio mostró que el clon CCN-51 (testigo 2) presentó el doble de número de mazorcas sanas que el clon EET-103 (testigo 1), superando estadísticamente en rendimiento de peso fresco/árbol al resto de genotipos estudiados, destacando su resistencia a escoba de bruja (*Monilophthora perniciosa*); sin embargo los clones introducidos con mejores características productivas y sanitarias fueron: IMC-47, PA-107, AMAZ-15-15, EET-59 y PLAYA ALTA y los clones con menor incidencia de enfermedades y poco productivos fueron los genotipos: MXC-67, SCA-6, LCT-ENN-46, GU-255, PA-120, VENCE-22, BE-10 y LCT-ENN-37; en el análisis sensorial

de los clones mejor adaptados y más productivos (CCN-51, EET-103, IMC-47, PA-107, AMAZ-15-15, EET-59, MAN-15-2 y PLAYA ALTA) mostró que los genotipos MAN-15-2, PLAYA ALTA y AMAZ-15-15, fueron los que mejor se expresaron organolépticamente.

Palabras claves: siembra, injertación, productividad, sanidad, adaptabilidad, análisis sensorial.

ABSTRACT

In 1999 Ecuador was introduced to a group of buds of clones carrying twigs from different countries (Mexico, Brazil, Colombia, Trinidad and Tobago, Peru, Venezuela and Costa Rica). The transfer was made from the Quarantine Center in the Department of Plant Sciences at the University of Reading (England) and also from the Central Quarantine CIRAD (France). The buds were grafted on patterns of IMC-67 x Catongo resistance to the disease known as "Mal del machete" (*Cacao funesta*). The same procedure was followed to clone EET-103 (genotype National commercially distributed by the INIAP) and clone CCN-51 (highly productive and commercially distributed by private companies), which acted as control clones. The trial was established in 2000 in the grounds of the EET-Pichilingue Autonomous National Institute of Agricultural Research (INIAP) Region Quevedo, Los Rios Province. Design used a randomized complete block (RCB), the variables under study were subjected to Tukey's test at 95% probability for comparison of means. The study showed that the clone CCN-51 (control 2) showed twice the number of healthy pods that clone EET-103 (control 1), surpassing statistically fresh weight yield/tree to the other genotypes studied, emphasizing its strength a witches' broom (*Monilophthora perniciosa*), but the clones

introduced with better health and production traits were: IMC-47, PA-107, AMAZ-15-15, EET-59 and PLAYA ALTA and clones with a lower incidence of disease and unproductive were the genotypes: MXC-67, SCA-6, LCT-ENN-46, GU-255, PA-120, VENCE-22, BE-10 and LCT-ENN-37, in the sensory analysis of clones better adapted and more productive (CCN-51, EET-103, IMC-47, PA-107,

AMAZ-15-15, EET-59, MAN-15-2 and PLAYA ALTA) showed that genotypes MAN-15-2, PLAYA ALTA and AMAZ-15-15, were best expressed organoleptically.

Keywords: planting, grafting, productivity, health, adaptability, sensory analysis.

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es una planta originaria de los trópicos húmedos de América. La economía del Ecuador ha estado fuertemente ligada a su producción desde el período colonial, debido a la situación geográfica y las condiciones climáticas que favorecen su producción en ciertas zonas del país. La superficie cultivada de cacao en el Ecuador se estima en aproximadamente 491.221 hectáreas, en el año 2010 la producción cacaotera anual fue de 212.249 TM con un rendimiento de 0,51 TM/ha, es decir 11.2 quintales por hectárea al año (ECUAQUÍMICA, 2011). El aumento de ingresos económicos y la calidad de vida de los productores dependen en gran medida de la obtención y distribución comercial de variedades de cacao fino de aroma con mayor productividad y resistencia a enfermedades.

Otro de los aspectos de importancia en el proceso productivo cacaotero es la calidad del cacao, un aspecto en el que los mercados son cada vez más exigentes. El cumplimiento de los estándares de calidad que requiere el mercado, exige que se cumpla con una serie de requisitos según Reyes, Vivas y Romero (2004) que se inician con la selección del sitio de siembra, suelo, hasta la aplicación de la tecnología post-cosecha adecuada, la que ha sido considerada una etapa crítica y esencial para el desarrollo de un buen sabor y aroma a chocolate según Fowler citado por Cartay (2006)

La aplicación de prácticas agronómicas sin considerar el comportamiento y características de las plantas como seres vivos y el estudio del entorno en el que se desarrollan resulta una cuestión compleja. Las variables asociadas a la productividad, sanidad y estructura de la planta también son importantes como herramientas para caracterizar y describir a los cultivares de cacao y establecer diferencias entre ellos. Cada genotipo en particular presenta ritmos de crecimiento y respuestas al medio ambiente que son diferentes. Según Hardy citado por Vaca y Zamora, (2010), el cacao se divide genéticamente en tres grandes grupos: Criollos, Forasteros y Trinitarios, este último grupo proviene de la hibridación de los dos primeros. El cacao Nacional del Ecuador se considera un tipo diferente de cacao, aunque su

pureza se ha ido perdiendo con el tiempo debido a la introducción de otros tipos de cacao más productivos (Enríquez, 2004). EL origen genético del material de plantación adquiere un gran papel en el conjunto de las características de las almendras como: grosor, contenido en manteca, amargor, acidez y sobre todo aroma que puedan desprender de la torrefacción (Braudeau, 1970). Las diferencias en el sabor del cacao producido por árboles de tipos diferentes sólo pueden distinguirse en el sabor del chocolate elaborados con ellos (Wood, 1982).

El cacao normalmente comienza a desarrollar sus primeros frutos a los 18 meses después de la siembra. Las flores y frutos se desarrollan en los troncos y ramas en el lugar donde se insertaron las primeras hojas de desarrollo de la planta; por esto se la llama planta caulíflora. El número de frutos que llegan a la cosecha se reduce drásticamente por diferentes causas tales como enfermedades fisiológicas y criptogámicas, ataque de insectos o falta de riego (Pastorelly, 1992). Por lo general, en el Ecuador, las enfermedades del cacao causan más pérdidas al agricultor que los insectos. Algunas pueden destruir todas las mazorcas de una huerta en un momento dado o matar las plantas susceptibles (Enríquez, 2004). A esto se debe agregar en la actualidad la importante influencia del material genético sobre las cualidades del sabor y aroma según Clapperton citado por Cartay (2006).

Las características físicas (tamaño, peso, grosor de cáscara, color, contenido de grasa, etc.) y organolépticas de las almendras son algunos atributos utilizados para evaluar la calidad del cacao. Según Dias y Durán (2006), la evaluación sensorial existió desde los comienzos de la humanidad, considerando que el hombre o el primer animal eligieron sus alimentos buscando una alimentación estable y agradable, es por ello que el sabor es un atributo de importancia determinado por el gusto y el aroma. Usualmente, el sabor refleja los efectos combinados del genotipo, factores edafoclimáticos, manejo agronómico y el efecto de las prácticas de post-cosecha.

El objetivo de la presente investigación fue determinar el nivel de adaptación de un grupo de clones internacionales de cacao introducidos a la Estación Experimental Tropical Pichilingue del

INIAP, desde otras latitudes del planeta y evaluar su comportamiento local en función de sus características productivas y sanitarias; y realizar el análisis sensorial de los clones mejor adaptados y productivos.

Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación se basó en el análisis de la información obtenida en el periodo enero del año 2005 hasta diciembre del año 2007 en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), localizada al margen derecho del Km. 5½ Vía “Quevedo – El Empalme”, cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos, a una altitud de 120 m.s.n.m. Su ubicación geográfica es 74° 21' de longitud occidental y 01° 06' de longitud Sur, temperatura promedio diaria de 24,4° C, heliofanía de 894 horas anuales, humedad relativa mensual de 84 % y precipitación promedio anual de 2252,2 mm. La siembra se realizó durante el año 2000, en el Cuadro 1, se describe la identidad de los clones que participaron en el presente estudio.

Cuadro 1. Clones Internacionales de Cacao introducidos a la EET-Pichilingue en 1999 que intervienen como tratamientos en el presente estudio.

Grupo Genético	Clon	País de Origen	Tratamiento
Trinitario	UF-676	Ecuador	1
Trinitario	MXC-67	México	2
Amazónico	MAN-15-2	Brasil	3
Forastero	SPEC-54-1	Colombia	4
Forastero	AMAZ-15-15	Ecuador	5
Trinitario	ICS-43	Trinidad y Tobago	6
Forastero-Amazónico	SCA-6	Perú	7
Forastero	PA-107	Perú	8
Forastero-Amazónico	LCT-ENN-46	Ecuador	9
Forastero-Amazónico	EQX-3360	Ecuador	10
Forastero	IMC-47	Perú	11
Forastero	GU-175	Venezuela	12
Nacional	EET-59	Venezuela	13
Amazónico	LAF-1	Costa Rica	14
Forastero	GU-255	Perú	15
Trinitario	CATIE-1000	Venezuela	16
Forastero	PA-120	Venezuela	17
Criollo	VENCE-22	Brasil	18
Criollo	VENCE-4	Venezuela	19
Amazónico	BE-10	Ecuador	20
Criollo	PLAYA ALTA	Ecuador	21
Forastero-Amazónico	LCT-EEN-37	Ecuador	22
Nacional ¹	EET-103 (T1)	Ecuador	23
Trinitario ¹	CCN-51 (T2)	Ecuador	24

¹ Clones de control

EL estudio estuvo constituido de 24 clones diferentes de cacao, incluyendo 2 clones control. Cada tratamiento estuvo replicado 6 veces y distribuidos en el campo en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). El ensayo cubrió una superficie de 14,688 m², donde cada parcela estuvo constituida por 8 plantas sembradas a una distancia de 3 x 3 metros. Los datos de las variables asociadas a la producción, sanidad de las mazorcas y componentes vegetativas fueron sometidos al análisis de varianza. Para las variables en estudio se utilizó la prueba de TUKEY al 95% de probabilidad

para la separación de medias. Se obtuvieron los perfiles organolépticos de aquellos clones que se destacaron por su adaptación y productividad.

En todos los tratamientos se realizaron cosechas mensuales de mazorcas sanas que completaron su madurez fisiológica, contabilizándolas para el debido registro de producción, así como también el número de mazorcas enfermas, durante esta fase, fue importante separar las semillas enfermas, germinadas y otros cuerpos extraños que pudieran interferir en la fermentación, la misma que se hizo

bajo el sistema de micro-fermentación. Este procedimiento consistió en la colocación de almendras frescas de cada material en pequeños sacos de micro-fermentación de 45 cm. de largo y 25 cm. de ancho. Los sacos fueron colocados en la parte central de una masa de 100 a 150 kg de almendras frescas provenientes del clon EET – 103 (árboles de cacao que bordearon el ensayo de investigación). La masa se colocó en una caja de madera con dimensiones de 60 cm. de largo x 60 cm. de ancho x 60 cm. de profundidad recubriéndose con hojas de plátano para una adecuada fermentación de 6 días. La remoción de la masa de cacao se realizó cada 48 horas, que fue el tiempo estimado para los diferentes materiales genéticos en estudio.

El secado se realizó en tendales de madera para evitar cualquier tipo de contaminación. En el primer día las almendras se colocaron por dos o tres horas en una capa gruesa de 4 a 5 cm. de espesor, con remociones cada hora. A medida que transcurrían los días, esta capa se fue disminuyendo hasta llegar a 1 cm. de espesor. El tiempo que demandó este proceso estuvo condicionado por el clima presente, las muestras se mantuvieron en los tendales hasta que llegaron a registrar 8% de humedad.

Las almendras secas de cada clon fueron llevadas al cuarto de almacenamiento donde se les tomó el peso respectivo, y fueron colocadas en sacos de tela identificados tanto externa como internamente con los siguientes datos: nombre del clon, tratamiento, repetición, fecha de ingreso y peso. Luego se colocaron en forma ordenada sobre estantes de metal; pasados unos 8 días se iniciaron los análisis físicos y sensoriales.

Para la preparación del licor, se pesaron 300 g. de cacao seco de cada clon, sobre cada muestra se aplicó un régimen de tostado igual a 121 °C x 18 minutos, con excepción del CCN – 51 que recibió un régimen de tostado de 145° C x 30 minutos; luego se separó la testa del cotiledón con la ayuda de un estilete. El cotiledón fue molido para posteriormente ser licuado durante un lapso de tiempo hasta obtener una pasta muy fina y semi-líquida llamada licor de cacao, el cual se colocó en cubetas de plástico para ser refrigerado hasta que esté totalmente compacto. Posteriormente, se procedió a envolver en papel de aluminio cada licor de cacao con sus respectivas identificaciones y luego fueron almacenados en un congelador hasta el momento de ser degustados.

Para las evaluaciones sensoriales, se consideró las sensaciones percibidas por los sentidos del gusto, olfato y vista que permitieron determinar los sabores y aroma del cacao. Se contó con el apoyo

de los laboratorios de calidad del INIAP (Ecuador) y CIRAD (Francia), para los debidos análisis organolépticos y de esta manera se pudo realizar comparaciones entre sí.

Las variables productivas y sanitarias que se registraron en cada tratamiento y por árbol fueron: Mazorcas sanas (consistió en contabilizar el total de mazorcas sanas y que completaron su madurez fisiológica); el rendimiento de peso fresco (se pesó el total de almendras frescas obtenidas de la cosecha de mazorcas sanas); mazorcas enfermas (se contabilizó una vez por mes el número de mazorcas afectadas por Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y Monilia (*Moniliophthora roreri*)); Escobas de bruja vegetativas (se registró el número de escobas de bruja vegetativas una vez al año durante Julio y Agosto) y Escobas de bruja de cojinete (se registró el número de escobas de bruja de cojinete una vez al año durante Julio y Agosto).

Las variables sensoriales que se registraron para los clones mejor adaptados y más productivos fueron: Cacao (reconocido por el sabor típico a granos de cacao bien fermentados, secos, asados y libres de defectos o también por el sabor típico a una barra de chocolate); Floral (identificado por sabores a flores, casi perfumados; percibidos con un olor como a lilas, violetas y flores de cítricos); Frutal (sabor a fruta seca madura, especialmente de cítricos; describe una nota de aroma a dulce, agradable); Nuez (identificado con el sabor de la almendra y nuez); Acidez (se lo reconoció como un sabor ácido fuerte percibido a los lados y centro de la lengua); Amargor (percibido en la parte posterior de la lengua o en la garganta como un sabor desagradable); Astringencia (reconocido por la contracción en la garganta que causa su impacto en la boca y hasta en los dientes) y Dulce (percibido en la punta de la lengua).

Las características sensoriales se calificaron en base a una escala de intensidad de 0 a 10 puntos, la misma que se detalla a continuación:

- 0 = Intensidad Ausente.
- 1 – 2 = Intensidad Baja.
- 3 – 4 = Intensidad Media.
- 5 – 8 = Intensidad Alta.
- 9 – 10 = Intensidad Muy Alta/ Fuerte.

Resultados y discusión

Mazorcas sanas

En el Cuadro 2, se presentan los promedios por árbol de la variable número de mazorcas sanas de un grupo de clones internacionales de cacao evaluados en la EET - Pichilingue. En el año 2005 el clon CCN-51 presentó el mayor número de

mazorcas sanas con un promedio de 21.4; en igualdad estadística con los materiales EET-103 e IMC-47 con promedios de 17.1 y 15.8 respectivamente. Los genotipos nombrados resultaron estadísticamente superiores al resto de clones, que presentaron promedios entre 0.1 y 11.7.

Durante el año 2006 el clon CCN-51 (T2) demostró el mayor número de mazorcas sanas con un promedio de 23.7, estadísticamente superior a los demás clones que presentaron promedios entre 0.2 y 14.5 mazorcas sanas, incluyendo el EET-103 e IMC-47. En el año 2007 el clon CCN-51 expresó el mayor número de mazorcas sanas con un promedio de 23.5, estadísticamente superior a los demás

clones que presentaron promedios entre 0 y 15.2 mazorcas sanas.

La expresión de los genes que controlan la producción se encuentra fuertemente intervenida por el ambiente (Vera y Suarez, 1987). Por ejemplo la falta de agua puede disminuir drásticamente la expresión productiva de genotipos altamente rendidores bajo condiciones de irrigación; puesto que las parcelas con los distintos clones no recibieron irrigación durante la época seca, periodo que en la zona dura la mitad del año o más, limita en forma importante el desarrollo vegetativo y productivo del cacao (ANECACAO, 2006)

Cuadro 2. Promedios por árbol de la variable número de mazorcas sanas de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo, años 2005- 2007

Nº	CLON	2005	2006	2007	PROMEDIO
1	UF-676	5,5 defghi	6,1 defghij	6,3 defgh	5,9
2	MXC-67	0,1 i	0,2 j	0,0 j	0,1
3	MAN-15-2	9,5 cdefg	8,9 bcdef	7,1 cdef	8,5
4	SPEC-54-1	5,9 defghi	9,5 bcde	7,7 cdef	7,7
5	AMAZ-15-15	10,0 cde	7,4 cdefgh	7,1 cdefg	8,2
6	ISC-43	3,0 fghi	2,7 ghij	2,8 fghij	2,8
7	SCA-6	6,3 defghi	1,3 ij	1,2 hij	2,9
8	PA-107	11,7 bcd	12,6 bc	12,2 bc	12,2
9	LCT-ENN-46	3,0 fghi	1,3 ij	1,3 hij	1,9
10	EQX-3360	2,9 ghi	3,8 efghij	3,2 fghij	3,3
11	IMC-47	15,8 abc	14,5 b	15,2 b	15,2
12	GU-175	7,4 defgh	6,1 defghij	5,7 efghi	6,4
13	EET-59	7,7 defgh	8,1 cdefg	7,6 cdef	7,8
14	LAF-1	1,1 hi	0,6 ij	0,4 ij	0,7
15	GU-255	2,1 hi	1,1 ij	1,1 hij	1,4
16	CATIE-1000	6,7 defghi	9,3 bcde	9,1 cde	8,4
17	PA-120	2,1 hi	3,0 fghij	2,2 ghij	2,4
18	VENCE-22	2,1 hi	2,0 hij	1,8 ghij	2,0
19	VENCE-4	3,7 efghi	2,3 ghij	2,3 ghij	2,8
20	BE-10	2,4 hi	1,3 ij	1,2 hij	1,6
21	PLAYA ALTA	9,6 cdef	6,3 defghi	6,2 efgh	7,4
22	LCT-EEN-37	0,6 i	1,1 ij	1,2 hij	1,0
23	EET-103 (T1)	17,1 ab	12,0 bcd	11,6 bcd	13,6
24	CCN-51 (T2)	21,4 a	23,7 a	23,5 a	22,9
PROMEDIO		6,6	6,0	5,8	6,1
CV (%)		47,41	46,84	43,31	
SIGNIFICANCIA		**	**	**	

Promedios con letras distintas indican diferencia altamente significativas de acuerdo a la prueba de Tuckey ($p \leq 0.01$)

** Altamente significativo

Mazorcas enfermas

El total de mazorcas enfermas se indica en el Cuadro 3 donde se expresa alta significancia estadística según el análisis de variancia para los años 2005, 2006 y 2007. En el año 2005 se obtuvo con el clon CCN-51 el mayor promedio con 10.9, sin diferir estadísticamente de los clones PA-107;

IMC-47; EET-59; VENCE-4 y EET-103, que obtuvieron promedios entre 6.4 y 9.4, y los clones con menor incidencia a enfermedades fueron MXC-67, LCT-EEN-46, LAF-1, GU-255, PA-120, VENCE-22 y BE-10, que presentaron entre 0.1 y 1.1 mazorcas enfermas. En el año 2006, el clon EET-103 alcanzó el mayor promedio de mazorcas enfermas con 7.3, sin diferir estadísticamente de los clones MAN-15-2; AMAZ-15-15; PA-107; IMC-47; EET-59; VENCE-4; PLAYA ALTA y CCN-51, que obtuvieron promedios entre 4 y 6.2. Los clones

MXC-67, LCT-EEN-46, LAF-1, GU-255, PA-120 y LCT-EEN-37 demostraron los valores más bajos de mazorcas enfermas, estadísticamente inferiores a los genotipos antes señalados. En el año 2007 el clon CCN-51 alcanzó el mayor promedio de mazorcas enfermas con 17.1, sin diferir estadísticamente del clon EET-103 con un promedio de 12.7, superior estadísticamente a los restantes clones que presentaron entre 0 y 12.2 mazorcas enfermas, siendo los materiales más resistentes los clones MXC-67, LAF-1 y GU-255.

A pesar de que el clon CCN-51, presentó el mayor promedio de mazorcas enfermas a nivel general, también fue el más productivo, esto demuestra lo manifestado por Enríquez (2004); al decir que el grupo genético de cada genotipo ejerce influencia sobre su comportamiento productivo, sanitario y organoléptico.

Cuadro 3. Promedios por árbol de la variable número de mazorcas enfermas de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo, años 2005-2006 y 2007

Nº	CLON	2005		2006		2007		PROMEDIO
1	UF-676	4,7	bcdefg	3,0	bcdefghij	6,3	cdef	4,7
2	MXC-67	0,1	g	0,0	j	0,0	h	0,0
3	MAN-15-2	3,9	cdefg	4,9	abc	4,8	efg	4,6
4	SPEC-54-1	4,0	cdefg	2,1	cdefghij	9,5	bcd	5,2
5	AMAZ-15-15	5,3	bcde	4,5	abcdef	5,0	defg	4,9
6	ISC-43	3,5	cdefg	2,8	cdefghij	3,7	efgh	3,3
7	SCA-6	2,4	defg	3,6	bcdefghi	4,4	efgh	3,4
8	PA-107	7,3	abc	4,7	abcde	9,9	bc	7,3
9	LCT-ENN-46	0,8	efg	0,4	hij	1,3	gh	0,8
10	EQX-3360	1,3	efg	1,3	efghij	1,7	gh	1,4
11	IMC-47	7,1	abcd	4,8	abcd	12,2	b	8,0
12	GU-175	3,4	cdefg	3,7	bcdefgh	4,5	efgh	3,8
13	EET-59	8,1	abc	4,5	abcdef	7,4	cde	6,6
14	LAF-1	1,1	efg	0,4	hij	0,8	gh	0,7
15	GU-255	0,1	fg	0,6	ghij	0,7	gh	0,5
16	CATIE-1000	5,0	bcdef	2,5	cdefghij	5,0	defg	4,2
17	PA-120	0,6	efg	0,3	ij	2,9	efgh	1,3
18	VENCE-22	0,6	efg	1,3	fghij	1,8	fgh	1,2
19	VENCE-4	6,4	abcd	5,0	abc	2,3	fgh	4,6
20	BE-10	0,8	efg	1,5	defghij	1,4	gh	1,2
21	PLAYA ALTA	5,1	bcde	4,0	abcdefg	2,3	fgh	3,8
22	LCT-EEN-37	1,4	efg	0,6	ghij	3,4	efgh	1,8
23	EET-103 (T1)	9,4	ab	7,3	a	12,7	ab	9,8
24	CCN-51 (T2)	10,9	a	6,2	ab	17,1	a	11,4
PROMEDIO		3,9		2,9		5,0		3,9
CV (%)		58,47		54,83		42,25		
SIGNIFICANCIA		**		**		**		

Promedios con letras distintas indican diferencia altamente significativas de acuerdo a la prueba de Tuckey ($p < 0.01$)

** Altamente significativo

Rendimiento en peso fresco

Los promedios del peso en fresco de frutos por árbol se muestran en el Cuadro 4. En el año 2005 el mayor rendimiento de peso fresco fue de 2082.3 g, y se registró en el clon CCN-51, estadísticamente igual al clon IMC-47, con un promedio de 1445.5 g. Los clones restantes alcanzaron promedios de peso fresco estadísticamente inferiores en un rango de 17.7 y 1356.7 g. Durante el año 2006, el mayor rendimiento de peso fresco fue de 3550.6 g, correspondió al clon CCN-51, superior estadísticamente a los restantes clones que alcanzaron promedios entre 63.3 y 1744.8 g. En el año 2007 el mayor rendimiento de peso fresco fue

el clon CCN-51 con 4594.0 g, los clones restantes con promedios entre 0 y 1534 g. fueron estadísticamente inferiores.

El presente estudio confirmó el gran potencial de rendimiento que posee el clon CCN- 51 al compararse con los otros clones estudiados. Su alto nivel de productividad se debe a un efecto heterótico, ya que los padres cuyo cruce dio lugar a este genotipo provienen de poblaciones genéticamente distantes, condición que es necesaria para que se manifieste heterosis en la descendencia (Crespo, 1997).

Cuadro 4. Promedios (gramos por árbol) de la variable rendimiento en peso fresco de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo, años 2005-2006 y 2007.

Nº	CLON	2005	2006	2007	PROMEDIO
1	UF-676	714,8 cdefghi	884,0 cdef	923,6 bcdef	840,8
2	MXC-67	17,7 j	73,9 gh	0,0 i	30,6
3	MAN-15-2	940,6 bcdefgh	916,0 cdef	799,7 bcdefgh	885,5
4	SPEC-54-1	1104,2 bcde	717,5 cdefgh	731,5 cdefghi	851,0
5	AMAZ-15-15	937,0 bcdefgh	1002,9 bcde	937,6 bcde	959,1
6	ISC-43	536,8 defghij	542,4 cdefgh	390,1 defghi	489,8
7	SCA-6	309,1 ghij	491,5 defgh	99,8 ghi	300,1
8	PA-107	1221,5 bcd	1216,5 bcd	1534,0 b	1324,0
9	LCT-ENN-46	87,4 ij	142,1 fgh	94,7 ghi	108,1
10	EQX-3360	91,9 ij	594,4 cdefgh	263,9 defghi	316,8
11	IMC-47	1445,5 ab	1323,1 bc	1470,4 b	1413,0
12	GU-175	454,8 efghij	859,5 cdefg	793,6 bcdefghi	702,6
13	EET-59	1009,6 bcdef	835,6 cdefgh	992,3 bcd	945,8
14	LAF-1	52,5 ij	132,2 fgh	56,3 hi	80,3
15	GU-255	33,7 ij	176,0 fgh	100,7 ghi	103,5
16	CATIE-1000	415,1 fghij	493,5 defgh	866,3 bcdefg	591,6
17	PA-120	179,8 ij	239,4 efgh	249,7 defghi	223,0
18	VENCE-22	50,8 ij	142,7 fgh	121,0 ghi	104,9
19	VENCE-4	315,0 ghij	350,8 efgh	299,8 defghi	321,9
20	BE-10	34,3 ij	228,2 efgh	135,5 fghi	132,7
21	PLAYA ALTA	979,7 bcdefg	897,9 cdef	771,9 bcdefghi	883,1
22	LCT-EEN-37	139,0 ij	63,3 h	153,6 efghi	118,6
23	EET-103 (T1)	1356,7 bc	1744,8 b	1270,0 bc	1457,2
24	CCN-51 (T2)	2082,3 a	3550,6 a	4594,0 a	3409,0
PROMEDIO		604,6	734,1	735,4	691,4
CV (%)		52,99	50,25	50,56	
SIGNIFICANCIA		**	**	**	

Promedios con letras distintas indican diferencia altamente significativas de acuerdo a la prueba de Tuckey ($p \leq 0.01$)

** Altamente significativo

Escoba de bruja vegetativa

En el Cuadro 5, se presentan los promedios por árbol de la variable escoba de bruja vegetativa. En el año 2005 el clon VENCE-4 presentó el mayor número de escobas de bruja con un promedio de 12.1, con igualdad estadística de los materiales BE-10 y VENCE-22 con promedios de 7.8 y 8.1 en su orden, estadísticamente superior a los demás clones que mostraron promedios entre 0.0 y 5.6. El CCN-51 expresó los valores más bajos para esta variable (0.9) y la escoba de bruja estuvo ausente del LAF-1. Luego en el año 2006, el clon ICS-43 presentó el mayor número de escobas de bruja con un promedio de 23.1, en igualdad estadística con los

materiales UF-676; MAN-15-2; GU-175; EET-59; LAF-1; CATIE-1000; VENCE-22; VENCE-4; BE-10 y EET-103 con promedios entre 8.5 y 17.0 escobas. Los clones restantes presentaron promedios entre 2.2 y 7.8, estadísticamente inferiores. Los clones LCT-EEN-46, EQX-3360, GU-255 Y PLAYA ALTA, tuvieron menos incidencia de escoba de bruja. Durante el año 2007 el clon BE-10 mostró el mayor número de escobas de bruja vegetativas con un promedio de 22.0, en igualdad estadística con los demás materiales que presentaron promedios entre 6.8 y 19.4, demostrando menos escobas por árbol los clones LAF-1 y PLAYA ALTA que presentaron promedios de 5.1 y 2.8, respectivamente.

Cuadro 5. Promedios por árbol de la variable escoba de bruja vegetativa de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo, años 2005-2006 y 2007.

Nº	CLON	2005	2006	2007	PROMEDIO
1	UF-676	1,3 d	9,9 ab	13,9 abc	8,4
2	MXC-67	1,1 d	3,7 b	9,1 abc	4,6
3	MAN-15-2	2,1 d	16,3 ab	12,4 abc	10,2
4	SPEC-54-1	3,5 bcd	7,4 b	15,5 abc	8,8
5	AMAZ-15-15	2,4 cd	5,9 b	11,0 abc	6,4
6	ISC-43	3,9 bcd	23,1 a	18,3 abc	15,1
7	SCA-6	0,6 d	6,8 b	13,0 abc	6,8
8	PA-107	2,5 cd	6,8 b	15,9 abc	8,4
9	LCT-EEN-46	1,3 d	2,2 b	14,1 abc	5,9
10	EQX-3360	4,3 bcd	2,3 b	6,8 abc	4,5
11	IMC-47	1,8 d	5,6 b	9,3 abc	5,6
12	GU-175	5,6 bcd	13,5 ab	13,6 abc	10,9
13	EET-59	4,9 bcd	8,5 ab	13,8 abc	9,1
14	LAF-1	0,0 d	10,4 ab	5,1 bc	5,2
15	GU-255	1,9 d	2,2 b	8,8 abc	4,3
16	CATIE-1000	3,1 bcd	13,3 ab	13,9 abc	10,1
17	PA-120	4,4 bcd	4,5 b	10,8 abc	6,6
18	VENCE-22	8,1 ab	9,2 ab	19,2 ab	12,1
19	VENCE-4	12,1 a	17,0 ab	19,4 ab	16,2
20	BE-10	7,8 abc	16,3 ab	22,0 a	15,4
21	PLAYA ALTA	2,3 cd	2,3 b	2,8 c	2,5
22	LCT-EEN-37	1,9 d	7,8 b	11,3 abc	7,0
23	EET-103 (T1)	5,4 bcd	11,7 ab	17,5 abc	11,5
24	CCN-51 (T2)	0,9 d	3,1 b	8,6 abc	4,2
PROMEDIO		3,5	8,7	12,7	8,3
CV (%)		76,09	79,47	57,09	
SIGNIFICANCIA		**	**	**	

Promedios con letras distintas indican diferencia altamente significativas de acuerdo a la prueba de Tuckey ($p \leq 0.01$)

** Altamente significativo

Escoba de bruja de cojinete

En el Cuadro 6 se presentan los promedios de escobas tipo cojinete. El año 2005 los clones ICS-43 y UF-676 presentaron los mayores promedios con 12.0 y 9.4 respectivamente, siendo estadísticamente igual a los clones MAN-15-2 y LAF-1 con promedios de 4.8 y 4.7, superior estadísticamente a los restantes clones que alcanzaron promedios entre 0 y 1.

Durante el año 2006, el clon UF-676 mostró el mayor promedio con 26.9 escobas por árbol, siendo estadísticamente igual a los clones VENCE-4 y MAN-15-2 con promedios de 7.7 y 6.4, en su orden, superior estadísticamente a los restantes clones que alcanzaron promedios entre 0 y 7.7. Los clones MXC-67; SPEC-54-1; AMAZ-15-15; SCA-6; PA-107; LCT-EEN-46; IMC-47; GU-175; PA-120; VENCE-22; BE-10; PLAYA ALTA; LCT-

EENE-37 y CCN-51 expresaron ausencia total de escobas. En el año 2007 el clon UF-676 alcanzó el mayor promedio de escobas de bruja con 26.4, estadísticamente igual a los clones ICS-43; MAN-15-2 y LAF-1 con promedios de 19.9, 16.1 y 10.6 respectivamente, superiores estadísticamente a los restantes clones que alcanzaron promedios entre 0.1 y 6.9. Los clones con menor incidencia de escobas fueron: PLAYA ALTA, SPEC-54-1, GU-255 y PA-120.

Rivera (1995), expresa que la escoba de bruja afecta en forma directa a la producción, causando pérdidas por mazorcas enfermas de hasta el 80 % con rangos entre el 20-80 por ciento; coincide en criterios con Wood (1982), que manifiesta que el comportamiento sanitario, poco resistente a patógenos, destruye año a año las flores y los frutos que se forman en los botones florales, deteniendo el desarrollo y mermando la producción de mazorcas.

Cuadro 6. Promedios por árbol de la variable escoba de bruja de cojinete de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo, años 2005-2006 y 2007.

Nº	CLON	2005	2006	2007	PROMEDIO
1	UF-676	9,4 a	26,9 a	26,4 a	20,9
2	MXC-67	0,0 d	0,0 b	5,7 bcd	1,9
3	MAN-15-2	4,8 ab	6,4 ab	16,1 abc	9,1
4	SPEC-54-1	0,0 d	0,0 b	1,1 d	0,4
5	AMAZ-15-15	0,0 d	0,0 b	1,6 d	0,5
6	ISC-43	12,0 a	7,7 ab	19,9 ab	13,2
7	SCA-6	0,6 cd	0,0 b	4,0 bcd	1,5
8	PA-107	0,0 d	0,0 b	3,0 cd	1,0
9	LCT-EEN-46	0,0 d	0,0 b	6,0 bcd	2,0
10	EQX-3360	0,0 d	4,6 b	5,2 bcd	3,2
11	IMC-47	0,5 cd	0,0 b	3,7 bcd	1,4
12	GU-175	0,0 d	0,0 b	9,4 abcd	3,1
13	EET-59	0,0 d	4,0 b	3,0 cd	2,3
14	LAF-1	4,7 abc	3,8 b	10,6 abcd	6,4
15	GU-255	0,0 d	2,1 b	1,3 d	1,1
16	CATIE-1000	1,0 bcd	2,4 b	6,9 bcd	3,4
17	PA-120	0,0 d	0,0 b	1,4 d	0,5
18	VENCE-22	0,0 d	0,0 b	2,6 cd	0,9
19	VENCE-4	0,0 d	7,7 ab	4,3 bcd	4,0
20	BE-10	0,0 d	0,0 b	4,8 bcd	1,6
21	PLAYA ALTA	0,0 d	0,0 b	0,1 d	0,0
22	LCT-EEN-37	0,0 d	0,0 b	6,5 bcd	2,2
23	EET-103 (T1)	0,0 d	2,6 b	5,4 bcd	2,7
24	CCN-51 (T2)	0,0 d	0,0 b	1,7 d	0,6
PROMEDIO		1,4	2,8	6,3	3,5
CV (%)		70,10	130,75	56,40	
SIGNIFICANCIA		**	**	**	

Promedios con letras distintas indican diferencia altamente significativas de acuerdo a la prueba de Tuckey ($p \leq 0.01$)

** Altamente significativo

Índices de mazorcas de los clones estudiados durante los años 2005, 2006 y 2007

La Figura 1 muestra los resultados promedios de los índices de mazorca de los clones evaluados, los cuales demostraron que los valores más altos los

presentaron los materiales LCT-EEN-46 (59,2); CATIE 1000 (47,3); BE-10 (42,8) y EQX-3360 (42,7). Los valores más bajos se registraron en los materiales CCN-51 (19,8), EET-103 (18,7) e ISC-43 (18,4).

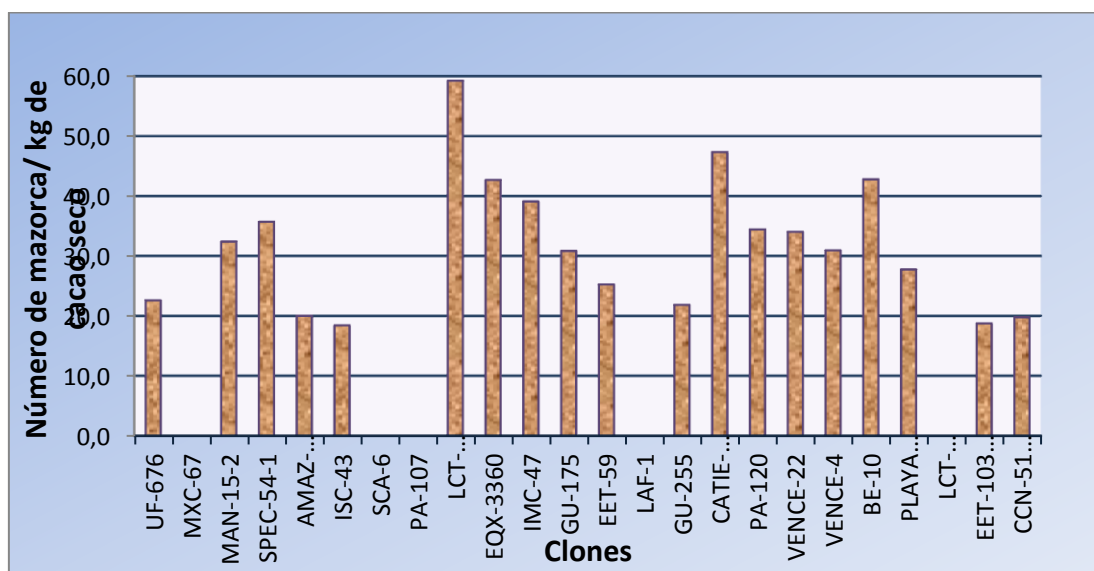


Figura 1. Promedios de índices de mazorcas de los Clones Internacionales de cacao evaluados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo, años 2005-2006 y 2007.

Índices de semilla de los clones estudiados durante los años 2005, 2006 y 2007

En la Figura 2, se presentan los índices de semilla de los clones evaluados, registrándose los valores más altos en los materiales ISC-43 con 1,8 gramos

y el UF-676 con 1,7 gramos; el resto de los clones presentaron rangos mayores a 1 gramo. Los clones MAN-15-2 (0,9 g); BE-10 (0,9 g); CATIE 1000 (0,8 g) y SCA-6 (0,6 g) mostraron valores inferiores a 1.0 gramos.

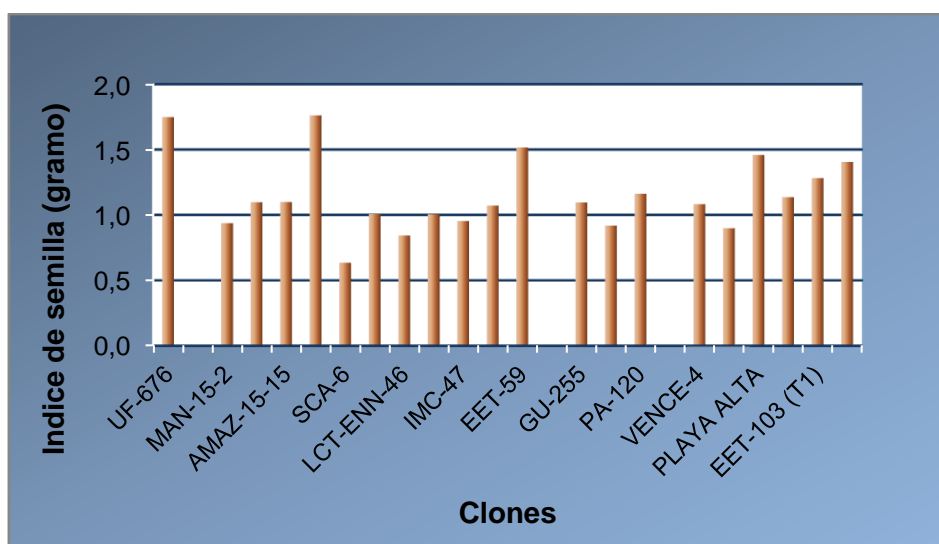


Figura 2. Promedios de índices de semilla (gramos) de los Clones Internacionales de cacao evaluados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo, años 2005-2006 y 2007.

Promedios sensoriales de los clones con mejores comportamientos productivos y sanitarios durante los años 2005, 2006 y 2007

La figura 3 muestra los resultados del análisis sensorial para los clones más productivos, registrados durante 3 años. Los resultados organolépticos promedios fueron realizados mediante el panel de degustación del Laboratorio de Calidad Integral del INIAP- Pichilingue. Los clones CCN-51 (testigo 2), IMC-47, EET-103 (testigo 1), PA-107, MAN-15-2, PLAYA ALTA, AMAZ-15-15 y EET-59, mostraron mediana intensidad en los sabores básicos en cuanto a amargor, astringencia y acidez.

En los sabores específicos tales como cacao sobresalió el clon MAN-15-2, distinguiéndose del menor que fue el PA-107. En cuanto al sabor a floral con alta intensidad sobresalió el clon IMC-47

y los de menor intensidad fueron el CCN -51 (testigo 2) y el PLAYA ALTA. Respecto al sabor frutal resaltó con alta intensidad el clon MAN 15-2 y valor más bajo fue para el PA-107. El clon CCN -51 (testigo 2) presentó un sabor a nuez de alta intensidad distinguiéndose del clon EET-103 (testigo 1) que mostró la intensidad más baja.

El perfil sensorial de los genotipos MAN-15-2, PLAYA ALTA y AMAZ-15-15 los ubican en un buen nivel de sabor a cacao, un atributo que podría ser utilizado en el futuro para el mejoramiento genético del cacao en el Ecuador. Tilgner citado por Sancho, Bota y Castro (1999), expresa que en las técnicas de control de calidad de los productos alimentarios, es de gran importancia estas sensaciones subjetivas que experimentarán los consumidores de los alimentos que condicionarán la aceptación o rechazo del producto.

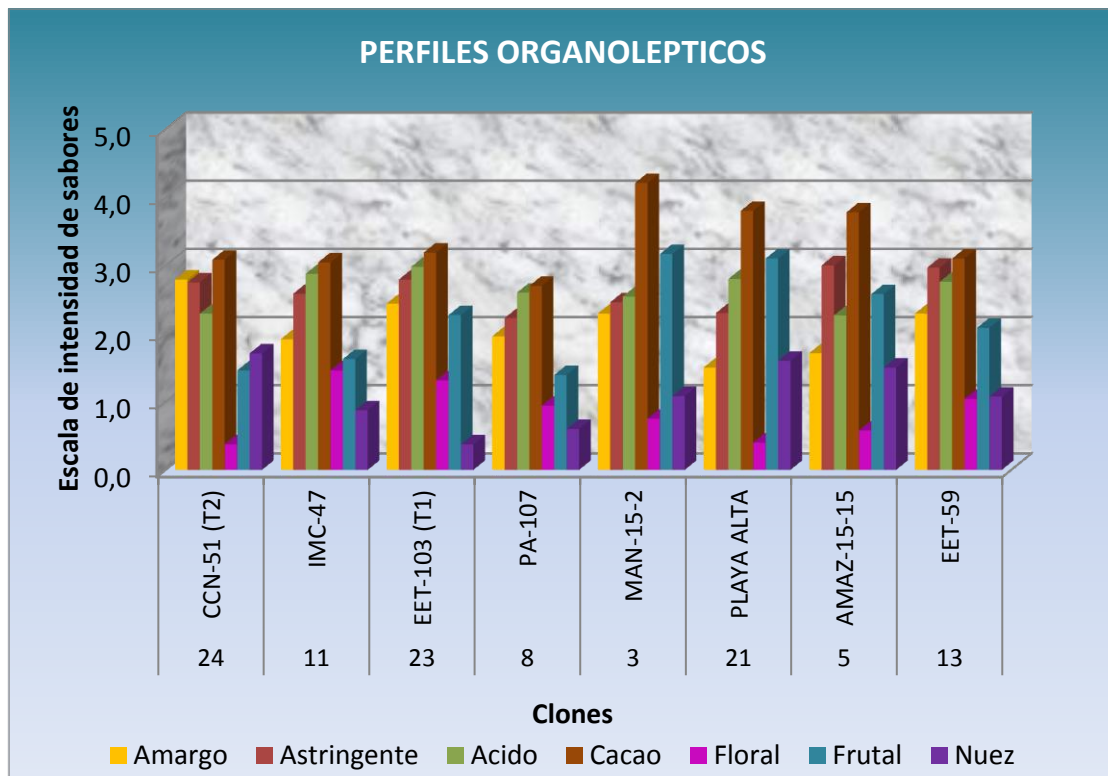


Figura 3. Valores promedios de sabores básicos y específicos determinados en muestras de licor de cacao de los mejores clones productivos y sanitarios realizados por el panel de catación de la EET- Pichilingue.

Conclusiones

Los clones CCN-51 y EET-103, resultaron los más productivos en la presente investigación. El CCN-51 (testigo 2) con el doble de rendimiento que el EET-103 (testigo 1) y muy superior estadísticamente al resto de genotipos estudiados.

Los clones introducidos con mejores características productivas y sanitarias fueron: IMC-47, PA-107, AMAZ-15-15, EET-59 y PLAYA ALTA.

Los clones introducidos que no fueron productivos pero con mejores características sanitarias fueron: MXC-67; SCA-6; LCT-ENN-46; GU-255; PA-120; VENCE-22; BE-10 y LCT-ENN-37.

El análisis sensorial de los clones mejor adaptados y más productivos (CCN-51, EET-103, IMC-47, PA-107, AMAZ-15-15, EET-59, MAN-15-2 y PLAYA ALTA) mostró que los genotipos MAN-15-2, PLAYA ALTA y AMAZ-15-15 fueron los que mejor se expresaron organolépticamente presentando la mayor intensidad en el sabor a cacao, superando al clon más productivo que fue el CCN-51.

Literatura citada

- ANECACAO. 2006. Manual del Cultivo de Cacao. Editado por ANECACAO. Guayaquil, Ecuador. 82 p.
- BRADEAU, J. 1970. El Cacao. Traducido por A. Hernández C. Barcelona, España. Editorial Blumé. p. 185 - 234.
- CARTAY, R. 2006. Una aproximación al Mercado Mundial del Cacao Fino o de Aroma. Proyecto COINICIT. Agenda de Cacao no. 96001539. p. 3 – 20.
- CRESPO, E. 1997. Cultivo y Beneficio del Cacao CCN-51. Editado por EL CONEJO. Quito, Ecuador. 133 p.
- DIAS, M y DURÁN, F. 2006. Manual del Ingeniero de Alimentos. Editado por Grupo Latino Ltda. Colombia. p. 457 – 470.
- ECUAQUIMICA. 2011. EL Cultivo de Cacao. Guía Técnica. (en línea). Consultado 22 de ene. del 2011. Disponible en: http://www.ecuaquimica.com/cultivo_cacao.html
- ENRÍQUEZ, G. 2004. Cacao Orgánico, guía para productores ecuatorianos. Quito, Ecuador/INIAP. Manual Técnico no. 54. p 38 – 64; 241 - 304.
- PASTORELLY, D. M. 1992. Evaluación de algunas características del cacao tipo Nacional de la colección de la zona de Tenguel. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. Universidad Agraria del Ecuador. 114 p.
- REYES, H.; VIVAS, J y ROMERO A. 2004. La Calidad de Cacao. Factores determinantes de la calidad. (en línea). Consultado 22 de sep. del 2008. Disponible en: www.ceniap.goc.ve.
- RIVERA, J. 1995. Evaluación de la reacción de material promisorio de cacao de origen nacional a Escoba de bruja *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. Universidad Agraria del Ecuador. 84 p.
- SANCHO, J.; BOTA, E. y CASTRO, J. 1999. Introducción al Análisis de los Alimentos. Edición de la Universidad de Barcelona, España. p. 23 – 164.
- VACA, D y ZAMORA, C. 2010. Comportamiento Productivo y Sanitario de Selecciones Clonales de Cacao Nacional en varias zonas del Litoral Ecuatoriano. Tesis Ing. Agr. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 58 p.
- VERA, J y SUÁREZ, C. 1987. Manual de Cultivo del Cacao. INIAP, EET – Pichilingue. Quevedo, Ecuador. p. 1 – 10; 70 - 86.
- WOOD, G. 1982. Cacao. Primera edición en español. Compañía Editorial CONTINENTAL S.A., México D.F. p. 150 - 276