



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

TESIS DE GRADO

**PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

TEMA

**“ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD, SANIDAD Y PERFILES
ORGANOLÉPTICOS DE CLONES INTERNACIONALES
DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) INTRODUCIDOS
EN LA ZONA DE QUEVEDO”**

AUTORA

JULIA MARIA AMARILLA CHIANG

DIRECTOR

Ing. FREDDY AMORES P.

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2011



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

TESIS DE GRADO

**PRESENTADA AL HONORABLE CONSEJO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS AGRARIAS, PREVIO A LA OBTENCION DEL
TITULO DE:**

INGENIERO AGRONOMO

**“ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD, SANIDAD Y PERFILES
ORGANOLÉPTICOS DE CLONES INTERNACIONALES
DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) INTRODUCIDOS
EN LA ZONA DE QUEVEDO”**

APROBADO

**ING. FREDDY AMORES P.
DIRECTOR DE TESIS**

**ING. AGR. MSc. ALFONSO VASCO MEDINA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**ING. AGR. MSc. IGNACIO SOTOMAYOR H.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**ECON. FLAVIO RAMOS.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

El suscrito Ing. Freddy Amores, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo

CERTIFICA

Que la Egresada Julia María Amarilla Chiang de la Escuela de Ingeniería Agronómica, realizó la Tesis Titulada: “Estudio de Productividad, Sanidad y Perfiles Organolépticos de Clones Internacionales de Cacao (*Theobroma cacao L.*) introducidos en la zona de Quevedo”, bajo mi dirección.

.....
Ing. Freddy Amores P.
DIRECTOR DE TESIS

RESPONSABILIDAD

Los resultados, conclusiones y recomendaciones de la presente investigación es exclusiva responsabilidad de la autora.

.....

JULIA MARIA AMARILLA CHIANG

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres y a mi esposo por el apoyo incondicional brindado con fe y confianza para que logre culminar una meta más propuesta, a mis hermanos como un ejemplo de perseverancia de que todo es posible a pesar de las adversidades encontradas y a mis amigos incondicionales que contribuyeron de una u otra forma para lograr el objetivo final, ser una profesional.

AGRADECIMIENTOS

De la manera más humilde con respeto y sinceridad quiero agradecer:

A mis padres Patrocinio y Yully por haber confiado en mí y permitirme gracias a su apoyo culminar mis estudios profesionales.

A mi esposo Carlos por proyectarme la fortaleza necesaria para superar los momentos más difíciles con paciencia y dedicación.

A todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias de la UTEQ por transmitirme los conocimientos necesarios para el desarrollo profesional.

Al Ing. Agr. MSc. Ignacio Sotomayor H. ex Director de Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP por la oportunidad brindada de realizar mi tesis de grado.

A todo el personal técnico y de campo del Programa Nacional de Cacao y Café de la EET-Pichilingue, en especial a su líder el Ing. Freddy Amores P. por permitirme realizar la tesis de grado.

Al Programa Nacional de Cacao y Café de la EET-Pichilingue (Proyecto IPGRI).

Y a todos aquellos Técnicos, Amigos y demás familiares que contribuyeron en la realización de la tesis de grado.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
A. Justificación	2
B. Objetivos	3
1. General	3
2. Específicos	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
A. Origen y Distribución del Cacao	4
1. Grupos genéticos	4
2. Clasificación Botánica	5
B. Aspectos Climáticos	5
1. Clima	5
a. Lluvia	6
b. Temperatura	6
c. Humedad relativa	6
d. Luminosidad	7
e. Vientos	7
C. Características sanitarias	7
1. Escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>)	8
2. La Moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>)	9
3. Mal de Machete (<i>Cacao funesta</i>)	10
D. Fructificación y Producción	11
E. Calidad	12
1. Genética	12
2. Ambiente	13
3. Beneficio del cacao	13
a. Cosecha	13
b. Extracción del grano	14
c. Fermentación	14
1) Fermentación en montón	15
2) Fermentación en cajas	16
3) Fermentación por el método de Rohan	17
4) Fermentación en sacos	17
d. Secado	18
1) Secado natural	19
2) Secado artificial	19
e. Almacenamiento	20
4. Evaluación de la calidad física del cacao	20

a.	Sistemas para evaluar la calidad física	21
1)	Muestreo	21
2)	Prueba de corte	21
b.	Calidad organoléptica del grano	22
1)	Tostado	22
2)	Pruebas sensoriales	22
a)	El aroma	23
b)	El sabor	23
1	Sabores básicos	23
2	Sabores específicos	24
3	Sabores adquiridos	24
III.	MATERIALES Y METODOS	26
A.	Localización	26
B.	Condiciones Climáticas de la Zona	26
C.	Materiales	26
D.	Diseño Experimental, Análisis de Varianza y Separación de medias	28
E.	Manejo del Ensayo	29
1.	Cosecha	29
2.	Fermentación	29
3.	Secado	29
4.	Almacenamiento	30
5.	Preparación del licor de cacao para catación	30
6.	Evaluaciones sensoriales	30
F.	Variables Registradas y Formas de Evaluación	31
1.	Productivas y sanitarias	31
a.	Mazorcas sanas por árbol	31
b.	Rendimiento de peso fresco árbol	31
c.	Mazorcas enfermas por árbol	31
d.	Escobas de bruja vegetativas por árbol	31
e.	Escobas de bruja de cojinete por árbol	31
2.	Sensoriales	31
a.	Cacao	31
b.	Floral	32
c.	Frutal	32
d.	Nuez	32
e.	Acidez	32
f.	Amargor	32
g.	Astringencia	32
h.	Dulce	32
G.	Datos complementarios	33

IV. RESULTADOS	34
A. Promedio del comportamiento productivo y sanitario de los clones estudiados durante los años 2005, 2006 y 2007	34
1. Mazorcas sanas	34
2. Mazorcas enfermas	34
3. Rendimiento en peso fresco	35
4. Escoba de bruja vegetativa	36
5. Escoba de bruja de cojinete	41
B. Índices de mazorcas de los clones estudiados durante los años 2005, 2006 y 2007	43
C. Índices de semilla de los clones estudiados durante los años 2005, 2006 y 2007	43
D. Promedios sensoriales de los clones con mejores comportamientos productivos y sanitarios durante los años 2005, 2006 y 2007	44
V. DISCUSION	46
VI. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES	49
VII. RESUMEN	51
VII. SUMMARY	53
VIII. LITERATURA CITADA	55
APENDICE	59

INDICE DE CUADROS

CUADROS		Pág.
1	Clones Internacionales de Cacao introducidos a la EET-Pichilingue en 1999 que intervienen como tratamientos en el presente estudio	27
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	37
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	38
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	39
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	40
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	42

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS		Pág.
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	43
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	44
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	45

I. INTRODUCCION

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 programa de mejoramiento de cacao que conduce el INIAP va encaminado hacia la búsqueda de variedades de cacao fino de aroma con mayor productividad y resistencia a enfermedades. El aumento de ingresos económicos y la calidad de vida de los productores dependen en gran medida de la obtención y distribución comercial de estas variedades.

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 mas exigentes. El cumplimiento de los estándares de calidad que requiere el mercado, exige que se cumpla con una serie de requisitos que se inician con la selección del sitio de siembra, suelo, hasta la aplicación de la tecnología post-cosecha adecuada ajustada para zonas y tipo de cacao (Reyes, Vivas y Romero, 2004).

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.

Las características físicas (tamaño, peso, grosor de cáscara, color, contenido de grasa) y organolépticas de las almendras son algunos atributos utilizados para evaluar la calidad del cacao. Otro atributo importante es el sabor, 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.

En el contexto anterior, el presente trabajo adquiere importancia al estar orientado al estudio de la productividad, sanidad y perfiles sensoriales de algunos genotipos de cacao introducidos a la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, desde otras latitudes del planeta con el objeto de estudiar su comportamiento local.

A. Justificación

La evaluación comparativa de un grupo de genotipos de cacao, permite aplicar procesos de selección para identificar aquellos que por alguna cualidad económica pueden utilizarse como parentales en futuras progenies de mejoramiento genético, al cruzarse con variedades locales. Además, si alguno se destaca por su productividad, sanidad y expresión sensorial de interés, entonces podría ser incluso el punto de partida para su multiplicación clonal y pruebas multilocales para el desarrollo como variedad comercial en el futuro.

B. Objetivos

1. General

Determinar el nivel de adaptación de un grupo de clones internacionales de cacao, introducidos a la zona de Quevedo, provincia de Los Ríos.

2. Específicos

1. Evaluar el comportamiento de un grupo de clones de cacao en función de sus características productivas y sanitarias.
2. Realizar el análisis sensorial de los clones mejor adaptados y productivos.

1. REVISION DE LITERATURA.

1. Origen y Distribución del Cacao

El árbol de cacao es originario de los bosques húmedos neotropicales de América, pero su origen aun no se ha definido y constituye uno de los aportes más importantes de América a la agricultura de los trópicos (Ramos, Ramos y Azocar, 2000).

Estudios recientes señalan a Colombia, además de México, como uno de los centros principales de origen. También la zona formada por el triángulo amazónico que incluye parte del Brasil, Colombia y Ecuador, donde en forma espontánea se desarrolló el árbol. Luego el hombre y los animales dispersaron sus semillas por distintos lugares, produciéndose mutaciones, cruzamientos o híbridos naturales, dando como resultado las numerosas formas de cacao comercial que hoy se cultivan (Moreno et al, 1983).

1. Grupos genéticos

Según Hardy citado por Vaca, y Zamora, (2010), el cacao se divide genéticamente en tres grandes grupos: los Criollos, los Forasteros y la hibridación de ambos produce el grupo denominado Trinitario. El cacao Nacional del Ecuador se considera un tipo diferente de cacao.

Los cacaos Criollos son de alta calidad y de sabor muy agradable. Por haber sido domesticados y adaptados a diferentes zonas o regiones del planeta, estos cacaos son más delicados y de poca productividad, al mismo tiempo susceptibles a enfermedades (Enríquez, 2004).

Según Motamayor y Enríquez citado por Tarqui (2010), los cacaos Forasteros se caracterizan por presentar frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y granos aplanados. Dentro de este grupo se destacan variedades como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta.

Los cacao Trinitarios se formaron de manera espontánea de un cruce entre cacao Criollos y Forasteros Amazónicos (resistentes a enfermedades) en la isla Trinidad, de ahí su nombre. Sus mazorcas de tamaño intermedio que pueden ir de tonos verdes a rojizos; el color interno del cotiledón es morado (ANECACAO, 2006).

El cacao tipo Nacional se caracteriza por dar un chocolate suave de buen sabor y aroma (cacao arriba), tiene una fermentación corta. Su pureza se ha ido perdiendo con el tiempo debido a la introducción de otros tipos de cacao más productivos distintos al cacao Nacional. La mayoría de los cultivares sembrados en los últimos 50 años en el país corresponden a genotipos de Nacional x Forastero y en menor grado el tipo Nacional x Trinitario (Enríquez, 2004).

2. Clasificación Botánica

Orden: Malvales

Familia: Esterculiáceas.

Género: Theobroma.

Nombre científico: Theobroma cacao L.

B. Aspectos Climáticos

1. Clima

Se puede decir que el clima está determinado por las lluvias, la temperatura, la humedad relativa, la luminosidad u horas de sol brillante y el viento, principalmente (Moreno et al, 1983).

Vera y Suárez (1987), indican que en la mayoría de las áreas cacaoteras del Ecuador, es común la ocurrencia de dos periodos climáticos bien marcados. El lluvioso cuyas precipitaciones comienzan a fines de diciembre y finalizan en abril a junio, seguido por un periodo seco que es también otro de los factores limitantes de la

productividad en el país. En general el cacao soporta condiciones climáticas extremas siempre y cuando sea por períodos cortos.

1. Lluvia

Para un buen comportamiento productivo el cacao requiere suficiente agua y por esa razón, las lluvias representan uno de los factores más importantes para su buen desarrollo. Por regla general, la cantidad óptima de lluvias para la planta se encuentra entre 1800 y 2500 milímetros de precipitación en el año (Moreno et al, 1983).

b. Temperatura

Es un factor de importancia fundamental para el crecimiento normal del árbol de cacao. Las fluctuaciones estacionales diarias afectan marcadamente los procesos fisiológicos, como la formación de flores y frutos (Vera y Suárez, 1987),

Según Enríquez (2004), en muchos de los lugares óptimos donde se produce el cacao, la temperatura media fluctúa entre 25 y 26° C. Sin embargo se pueden encontrar plantaciones comerciales con buenos rendimientos en lugares cuyo promedio es de 23° C. Los 21° C se consideran como el “límite medio anual de temperatura”, ya que es difícil cultivar cacao satisfactoriamente con una media más baja.

c. Humedad relativa

El ambiente preferido por el cacao es aquel donde la humedad relativa predominante es alta. Un promedio de 70 a 80% de humedad relativa es recomendable para el cultivo (Moreno et al, 1983).

d. Luminosidad

Vera y Suárez (1987), indican que la energía del sol tiene dos efectos: ilumina y calienta. Los efectos luminosos están relacionados fundamentalmente con la fotosíntesis, el movimiento de los estomas y el alargamiento de las células de ciertos tejidos vegetales, además de otros procesos.

El efecto de la luminosidad puede ser regulado con una adecuada distribución y podas de sombrero y del cultivo. En general, un 30% de luz para el cultivo en formación y un 50 a 75% para una plantación adulta en donde hay autosombramiento de los árboles de cacao, es suficiente (Moreno et al, 1983).

e. Vientos

Una velocidad del viento mayor de los 4 m/seg., (14,4 Km. /hora) es perjudicial para el cacao. A medida que aumenta la velocidad del viento, la evapotranspiración del agua se acelera. Por lo general las hojas se secan, mueren y caen en forma prematura (Enríquez, 2004).

C. Características sanitarias

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. Otras enfermedades pueden destruir o matar las plantas susceptibles (Enríquez, 2004).

A Continuación se detallan las enfermedades consideradas más importantes por el descenso que ocasionan en la producción anual de cacao.

1. Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

Vera y Suárez (1987), indican que la Escoba de bruja es causada por un basidiomiceto, **Moniliophthora perniciosa** Stabel Singer. Es un parásito que ataca solamente los géneros relacionados, **Theobroma** spp. y **Herrania** spp.

Soria citado por Enríquez (2004) asegura que la enfermedad es originaria del norte de Sur América, entre Guyana (Surinam) y Brasil en la región amazónica. Su efecto devastador se sintió en Ecuador desde 1918 en adelante. Actualmente se la encuentra en la mayoría de zonas cacaoteras de América.

El mismo autor indica que esta enfermedad también puede ser transmitida por las partes vegetativas de la planta, pues el organismo puede permanecer en tejidos maduros por un tiempo más o menos largo y sobrevivir inclusive al transporte a otros lugares lejanos.

Rivera (1995), expresa que la Escoba de bruja afecta en el Ecuador en forma directa a la producción, causando pérdidas por mazorcas enfermas de hasta el 80 % con rangos entre el 20-80 por ciento.

El síntoma más conspicuo de la enfermedad es una deformación de los brotes terminales que se ramifican y alargan presentando hojas sin desarrollarse con la apariencia de “escobas de bruja”. Sin embargo, hay un rango de síntomas que incluyen deformaciones y alteraciones de los tejidos, la intensidad de los cuales varía con el tipo y edad del tejido involucrado y con la constitución genética de los árboles y del estado nutricional y manejo de los mismos (Vera y Suárez, 1987).

La enfermedad también afecta los cojinetes florales causando las llamadas “flores estrellas”. Estas nunca llegan a producir una mazorca madura, aunque los frutos pueden desarrollarse hasta cierto estado y cuando se secan y mueren producen los llamados frutos “chirimoyas”. Los cojinetes afectados, en general, además de las flores

estrella, comienzan a producir hojas y brotes anormales, o pequeñas ramas que mueren rápidamente (Enríquez, 2004).

Vera y Suárez (1987), manifiestan que de los métodos de control para “escoba de bruja” que se han ensayado, la remoción de escobas mediante una a cuatro podas por año, ha demostrado ser efectiva para reducir la incidencia de la enfermedad. Sin embargo, la poda sanitaria es una práctica poco acogida por los productores, por la dificultad de efectuarla en huertas de cacao tradicional con árboles de gran altura por el costo de la mano de obra requerida.

Enríquez (2004), expresa que para un combate adecuado y económico de la escoba de bruja el mejor camino es el de la resistencia genética. Con este fin los programas de mejoramiento genético del cacao han desarrollado técnicas para la detección de los materiales resistentes. Según Peña (2003), mediante selecciones en progenies segregantes sometidas a la acción de una alta presión de inóculo en forma natural dentro de una huerta comercial altamente susceptible, se conformó una población de plantas con resistencia a la escoba de bruja.

2. La Moniliasis (*Moniliophthora roreri*)

Otra enfermedad de igual importancia sobre la producción como la “escoba de bruja”, es la moniliasis o podredumbre acuosa, causada por el deuteromicete ***Moniliophthora roreri***. Se la reportó ya a niveles epidémicos en Colombia en 1851 y posteriormente en Ecuador desde 1916, aunque parece que desde 1895 se observaban focos aislados en huertos jóvenes de cacao introducido (Vera y Suárez, 1987).

Los factores que más intervienen en el desarrollo de la enfermedad son las lluvias abundantes y frecuentes y la humedad relativa alta. Por lo menos esto es lo que se observa en la mayoría de las huertas donde se presenta la enfermedad (Moreno et al, 1983).

Ambos autores expresan que hasta el momento, sólo se han determinado daños en los frutos pero en forma tan grave que si no se controla eficientemente, la Moniliasis puede destruir hasta el 95 % de la producción.

Delgado y Suárez citados por Enríquez (2004), indican que la primera señal de la infección es la aparición de puntos o pequeñas manchas de un color que sugiere una maduración prematura en mazorcas que aún no han alcanzado su desarrollo completo; por ejemplo, manchas amarillas en mazorcas verdes y manchas anaranjadas en mazorcas rojas. Las mazorcas con infecciones ocultas, con frecuencia presentan tumefacciones. Cuando tales mazorcas se abren las almendras en su interior han sido destruidas por el hongo y parecen más pesadas que las mazorcas sanas de igual tamaño. Con el tiempo aparece en la superficie de la mazorca una mancha parda rodeada por una zona de transición de color amarillento. Tal mancha puede crecer hasta llegar a cubrir una parte considerable o la totalidad de la superficie de la mazorca.

Ocho días después de formarse la mancha café se cubre de un crecimiento blanquecino. La aparición posterior de esporas sobre el crecimiento blanquecino (micelio) representa el estado más peligroso de la enfermedad, porque este polvo es el que causa el mismo mal al infectar a otros frutos pequeños o adultos sanos (Moreno et al, 1983).

Según Vera y Suárez (1987), la forma de control que consiste en tumbar los frutos enfermos y dejarlos en el campo para su degradación natural, ha dado excelentes resultados, a partir del segundo año de su aplicación. El costo adicional que implica, no es demasiado oneroso ni limitante para el agricultor, ya que esta práctica se puede hacer conjuntamente con la labor de cosecha.

3. Mal de Machete (*Cacao funesta*)

Causada por un hongo perteneciente al orden de los ascomicetos. Esta enfermedad fue reportada por primera vez en Ecuador en 1918. Posteriormente, ha sido

reportada desde otros países de Centro y Sudamérica. El hongo siempre infecta el cacao por medio de lesiones causadas en los troncos o ramas, bien sea por herramientas o desgarramiento natural. Los primeros síntomas visibles son clorosis y marchitez de las hojas, momento en que el árbol en realidad ya está muerto. En un plazo de dos a cuatro semanas todo el follaje se seca y muere, permaneciendo las hojas adheridas a la planta. El tiempo que tarda en morir un árbol depende de su grado de tolerancia y de las condiciones ambientales. (Vera, Suárez y Moreira, 1993).

El riesgo de infección por el organismo causante de esta enfermedad se puede reducir si al podar se cubren las heridas con pasta cicatrizante y se desinfectan las herramientas con una solución de formol del 5 al 10%. Los árboles muertos deben cortarse en trozos y luego quemarse en el mismo sitio (Moreno et al, 1983). Además, se recomienda poner y mezclar cal en el hoyo y esperar 6 meses antes de intentar una nueva siembra en este sitio.

D. Fructificación y Producción

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. Típicamente, menos del 5% de las flores que un árbol forma llegan a la fructificación. Además, muchos frutos no completan su desarrollo formándose los llamados “cherelles” hasta las 10-12 semanas de edad. El período que transcurre desde la polinización hasta la formación normal del fruto adulto, es de cinco a seis meses. Sin embargo, puede existir una considerable variación en el período de maduración de las mazorcas las mismas que están correlacionadas con una temperatura media. El número de frutos que llegan a la cosecha se reduce drásticamente por diferentes causas tales como enfermedades fisiológicas y criptogámicas, ataque de insectos, falta de riego, etc. (Pastorelly, 1992).

E. Calidad

El término “calidad” comprende aspectos múltiples y variados, asociados a criterios objetivos y subjetivos. Algunos de esos aspectos pueden ser medibles y comparables. Las preferencias gustativas difieren notablemente de un consumidor a otro (Cartay, 2006).

La calidad de un lote de granos de cacao se juzga básicamente por el sabor del chocolate que se hace con ellos, pero depende también de otros factores, tales como el tamaño del grano, porcentaje de cáscara, contenido de grasa y números de granos defectuosos (Wood, 1982).

El industrial chocolatero, que es el principal usuario de las almendras de cacao, usualmente busca encontrar en el mercado un cacao que responda a las exigencias de fabricación de los productos que ha diseñado (Braudeau, 1970). Los factores que determinan la calidad del cacao pueden agruparse en: herencia, medio ambiente y beneficio (Enríquez, 1985).

1. Genética

EL origen genético del material de plantación adquiere un gran papel en el conjunto de las características de las almendras: 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).

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).

2. Ambiente

Las condiciones climatológicas, además de afectar el desarrollo y el rendimiento, también influyen en otros aspectos del cultivo del cacao, en especial en las enfermedades fungosas y en su procesamiento (Wood, 1982). La distribución de la lluvia durante el periodo de desarrollo de la cosecha influye sobre el tamaño de los granos y los porcentajes de cáscara y de grasa (Wood, 1982).

3. Beneficio del cacao

El beneficio o preparación del cacao como materia prima para la industrialización del producto, incluye una serie ordenada de operaciones que se inician con la cosecha de mazorcas madurez, extracción de almendras, fermentación y termina con el secado del grano. El objeto es convertir la materia prima en un producto comercial de mejor calidad, fácil transporte y almacenamiento (Vera y Suárez, 1987).

Según Fowler citado por Cartay (2006), el procesamiento post-cosecha ha sido considerado una etapa crítica para todos los tipos de cacaos y es esencial para el desarrollo de un buen sabor y aroma a chocolate. A continuación se describen los factores que influyen en el beneficio del cacao.

1. Cosecha

La cosecha comprende el corte de las mazorcas maduras del árbol y su apertura para sacar los granos húmedos. Al madurar, las mazorcas cambian de color. Las verdes se vuelven de color amarillo- anaranjado y las rojas se tornan anaranjadas, en especial en los surcos. En los frutos rojos los cambios de color son menos notorios y en una población de árboles mezclada, puede haber cierta dificultad inicial para identificar mazorcas maduras (Wood, 1982). La cosecha de los frutos debe hacerse con la mayor frecuencia posible para evitar que sobre maduren (Enríquez, 2004).

La cosecha se debe realizar con instrumentos adecuados (tijera, podón o machete), los que deben estar bien afilados. De esta forma, se evitan daños a los cojinetes florales que son los responsables de la futura floración, y se previenen heridas en la planta que son el vehículo para el inicio del ataque de plagas y enfermedades (Acebey y Rodríguez, 2002).

b. Extracción del grano

La apertura y extracción de las almendras contenidas en las mazorcas, de preferencia se efectúa dentro de la misma plantación, aunque rotando los sitios para esta labor, debido a que los cascarones sirven de refugio natural a los insectos polinizadores, y a su vez constituyen una fuente de material orgánica y minerales al suelo (Vera y Suárez, 1987).

Es recomendable realizar el corte de manera de que la placenta quede pegada a la cáscara retirando las almendras con los dedos para su colocación en un recipiente limpio. De esta manera, se aseguran que el producto no contenga materias extrañas como maguey, cáscaras y granos negros o dañados (Acebey y Rodríguez, 2002).

Hay que reducir el riesgo de lastimar las almendras al abrir la mazorca con machete, pues perjudica la fermentación y la almendra se daña (Enríquez, 2004), al tiempo que se incrementa el riesgo de infecciones fungosas que influyen negativamente sobre la calidad final del cacao.

c. Fermentación

Conocida también como “cura”, “preparación” o “cocinado”, es el proceso al que se someten las almendras frescas, una vez extraídas de los frutos maduros. Mediante la fermentación las almendras sufren una serie de transformaciones físicas y bioquímicas complejas (Vera y Suárez, 1987).

Amores (2004), expresa que la fermentación de las almendras tiene como propósito eliminar el mucílago y crear las condiciones para la formación de compuestos químicos dentro de los cotiledones. Estos compuestos químicos que solo se forman durante el proceso de la fermentación, se conocen como los precursores del sabor a chocolate y otros sabores específicos como: floral, frutal y nuez.

Este proceso se logra a través de la actuación de levaduras y bacterias en el mucílago de las masas almacenadas combinado con el aumento de temperatura (Acebey y Rodríguez, 2002). Durante la fermentación, la masa de granos de cacao se mantiene protegida de tal manera que retenga el calor, al mismo tiempo que permita el paso del aire a través de ésta (Wood, 1982). El paso del aire es importante para la fase acética de la fermentación.

Para la fermentación se necesita un lugar especial no afectado por corrientes de viento, pero que sea bien ventilado. Un local que en la parte baja tenga la pared con bloques y en la parte superior malla de alambre con una puerta bien segura, será un espacio ideal para éste propósito. El lugar debe estar destinado solamente a cacao, evitando almacenar otros materiales como combustibles, agroquímicos y demás contaminantes. Tampoco se debe permitir la entrada de animales, aves, etc., cuyos excrementos también son fuentes de contaminación del cacao (Enríquez, 2004).

Hay varios métodos para fermentar cacao según Márquez y Aguirre (2003). Cualquiera conlleva a la remoción de la pulpa externa que cubre el grano, la muerte del embrión, la conservación de los cotiledones y la generación de los precursores del aroma y sabor a chocolate.

1) Fermentación en montón

Es el método más usado por los pequeños productores. Es fácil de realizar y de mínimo costo. Se amontonan las almendras frescas sobre hojas de musáceas u otro material que los aisle del suelo. Su eficiencia aumenta haciéndole agujeros a las hojas e

inclinándolas para que acelere el desbabe de la masa (Reyes, Vivas y Romero, 2004). En los montones las almendras pueden permanecer algunos días dependiendo del material genético que tenga el productor en su plantación (Enríquez, 2004). La cantidad mínima recomendable para hacer el montón es de unos 80 kg. de cacao húmedo y la altura ideal del montón se encuentra entre 60 – 80 cm. por encima de la base del piso (Acebey y Rodríguez, 2002). Un estudio realizado por Saltos (2005) demostró que la fermentación en montón funciona con 30 kg., de masa fresca o más.

2) Fermentación en cajas

Este método es el más recomendable al mantener un buen aislamiento térmico que permite el aumento homogéneo de la temperatura en toda la masa, factor decisivo en la fermentación (Acebey y Rodríguez, 2002).

Consiste en cajas sencillas confeccionadas con tablas de madera de 1.50 a 2.00 cm, de espesor, con fondo o base del mismo material, y con suficientes perforaciones a 20 x 20 cm, para facilitar el drenaje del mucílago (Vera y Suárez, 1987).

Para la fabricación de las cajas se recomienda de preferencia el uso de maderas blancas y sin sustancias como taninos o resinas. Un buen material es la madera de laurel (*C. alliodora*). Las cajas son “curadas”, es decir que en las primeras fermentaciones, el producto final quizás no sea tan bueno, por lo tanto hay que esperar a la segunda o tercera ocasión para ir estudiando la calidad de las almendras y hacer ajustes de los días a fermentar y en los tiempos de remoción (Enríquez, 2004).

Para lograr una buena fermentación el volteado es esencial; la masa en fermentación se remueve con palas de madera de un cajón al otro cajón. El propósito del volteado es aumentar la ventilación y lograr la fermentación homogénea de toda la masa. Las cajas deben estar protegidas contra la intemperie y en especial del viento (Reyes, Vivas y Romero, 2004).

3) Fermentación por el método de Rohan

En este sistema se dispone de gavetas que miden 120 x 80 x 10 cm. (largo, ancho y profundidad). El fondo de la gaveta tiene rejillas de 5 cm de ancho aproximadamente, distanciadas uniformemente con espaciamentos de 5 mm entre ellas. El espaciamiento permite el libre acceso del aire para las dos gavetas, la superior y la inferior. Estas gavetas se colocan unas sobre otras formando una pila con un máximo de 12. Cuando la pila de gavetas pasa de 6 hay que cambiarlas de posición todos los días de esta manera se logra una mejor aireación y por consiguiente una mejor fermentación. Posiblemente este método es el que un pequeño productor puede usar ventajosamente, pues las gavetas son fáciles de manejar (Enríquez, 2004).

4) Fermentación en sacos

Este tipo de fermentación no es recomendable ya que la masa que se deja en los sacos por varios días no es removida produciéndose una fermentación láctica y butírica. Gran parte de los granos que están en los sacos no sufren ninguna fermentación observándose gran cantidad de granos violetas (Acebey y Rodríguez, 2002).

En algunas ocasiones los sacos se cuelgan para que tengan mejor aireación y sufran menos ataques de animales dañinos. En este caso es necesario cambiar de recipiente o saco cada dos días, o día y medio, con el propósito de que la masa se mezcle bien; quizás este detalle es el más importante para obtener una mejor fermentación (Enríquez, 2004).

El objeto de voltear los granos durante la fermentación es asegurar uniformidad. Inevitablemente existen variaciones entre una y otra parte de la masa en fermentación y por ello el volteo es de importancia para igualar esas diferencias (Wood, 1982).

Las remociones se deben realizar en los días indicados y en pequeñas capas de manera que haya mayor homogeneidad en toda la masa, con esto se evita aglomeraciones y compactaciones de los granos (Acebey y Rodríguez, 2002).

El número de días necesarios para una buena fermentación depende del tipo de cacao. Comúnmente, los criollos requieren dos a tres días, trinitarios cinco a seis y los forasteros de seis a ocho días (Reyes, Vivas y Romero, 2004). El tiempo de fermentación recomendado para el cacao Nacional es de 4 días.

d. Secado

El secado tiene la misión de llevar del 60 % aproximadamente de humedad de las almendras fermentadas a un valor del 6 ó 7 %. El contenido en humedad del cacao secado debe ser mantenido de cualquier modo por debajo del 8 % si se quiere asegurar al cacao buenas condiciones de conservación (Braudeau, 1981). El cacao destinado a la exportación debe contener un nivel máximo del 7 % de humedad.

Durante el proceso de secado las almendras de cacao terminan los cambios biológicos-químicos para obtener el sabor y aroma que termina con el tostado adecuado que de paso al sabor a chocolate de cada genotipo (Enríquez, 2004). Durante el proceso del secado, el cacao se remueve cada media hora con una paleta de madera especial durante las doce primeras horas. Luego se remueve cada dos o tres horas durante el día a medida que avanza el proceso de secamiento (Jiménez, 2000).

La rapidez del secado varía mucho según el método que se utilice, pero existen ciertos límites. Si el secado no ocurre demasiado a prisa existen riesgos de que se desarrollen mohos en el exterior de la almendra y que éstos puedan penetrar al interior de la misma, produciendo malos sabores (Wood, 1982). Por otro lado, si la temperatura y la velocidad del aire son muy fuertes solo se seca la parte exterior del grano formándose una corteza dura sobre este, impidiendo de esta manera la salida del ácido acético, y provocando que el cacao tenga mayor acidez (Acebey y Rodríguez, 2002).

El primer día de secado se dispone el cacao en capas gruesas removiéndolo una vez cada hora hasta completar tres horas y luego se protege de la intemperie. En los días subsiguientes se hace más espaciada la frecuencia de remoción de las almendras hasta llegar a la plena exposición solar donde la capa de almendras se reduce a unos 5 cm. de espesor o menos (Reyes, Vivas y Romero, 2004).

1) Secado natural

El secado al sol es el más comúnmente empleado en todos los países productores. Requiere de ocho a diez días según las condiciones climáticas (Braudeau, 1970). Es poco común que se complete en menos de una semana, pero con el tiempo nublado, el período puede prolongarse a dos o más semanas (Wood, 1982).

Por otro lado, cuando las condiciones del clima no facilitan el secado adecuado se desprenden malos olores del cacao. La causa es atribuible a la acumulación de compuestos tales como el ácido butírico que bajo condiciones normales de secado es mínimo. Otro aspecto del proceso, es que durante su desarrollo ocurren cambios de coloración hasta la aparición del color marrón chocolate como producto de las reacciones químicas que continúan durante el secado. El secado al natural es el más recomendable porque la pérdida de humedad es paulatina y se favorecen los cambios esperados para lograr un buen sabor y aroma del chocolate (Reyes, Vivas y Romero, 2004).

2) Secado artificial

Hay una variedad de secadoras mecánicas. El funcionamiento de la mayoría se basa en el paso de aire seco y caliente por la masa no muy gruesa del cacao. La mayor parte de la producción mundial de cacao proviene de países en donde las almendras se secan al sol. Sin embargo, en ciertas regiones algunas cosechas coinciden con un período de lluvia o con un período de humedad muy alta y las almendras deben ser secadas artificialmente (Enríquez, 2004).

El secado artificial permite obtener un gran ahorro de tiempo y de mano de obra. Se ha demostrado que el secado artificial proporciona un producto casi de tan buena calidad como el secado natural (Braudeau, 1970).

e. Almacenamiento

El almacenamiento del cacao, tanto por parte del productor como del exportador, tiene gran importancia. Si no es realizado en las mejores condiciones puede dar lugar a un gran detrimento del producto (Enríquez, 1985).

En los países templados es posible almacenar el cacao por largos períodos de tiempo, pero en los trópicos las temperaturas elevadas favorecen el rápido desarrollo y la diseminación de las plagas de productos almacenados. Además, la humedad puede ser lo suficientemente elevada como para permitir el desarrollo de hongos. Si en las regiones tropicales se va a almacenar el cacao durante cualquier periodo, se deben tomar precauciones especiales para asegurarse que la calidad no se deteriore por alguna de esas causas (Wood, 1982).

Las almendras deben conservarse en lugares ventilados, libres de humedad y sin ningún tipo de contaminación. Además, el ambiente debe tener una temperatura y humedad relativa adecuadas, para que el grano de cacao no adquiera humedad durante su almacenaje (Moreno y Sánchez, 1989), pues muestra algún grado de higroscopicidad.

4. Evaluación de la calidad física del cacao

Existen aspectos de la calidad que son de importancia para los fabricantes de chocolates sobre los cuales el productor tiene poca influencia, a saber: el tamaño del grano, el porcentaje de cáscara y contenido de grasa (Wood, 1982).

1. Sistemas para evaluar la calidad física

1) Muestreo

El muestreo es particularmente importante para el cacao, teniendo en cuenta las condiciones de producción, procesamiento y comercialización en los países de origen. La muestra de las almendras se efectúa al azar en un 30 % por lo menos de los sacos de cada lote, o sea, un saco de cada tres. En cada saco, la sonda utilizada para la toma debe ser hundida sucesivamente en la parte superior, en la central y en la inferior. La muestra tomada debe comprender por lo menos 300 almendras por tonelada o fracción de tonelada (Braudeau, 1981).

2) Prueba de corte

Es el método aceptado para evaluar la calidad según se define en las normas, y al revelar el color de los cotiledones secos también sirve de guía respecto al grado de fermentación, proporcionando una orientación general respecto al potencial de sabor de la muestra (Wood, 1982).

De cada saco se saca una sub-muestra que luego se juntan y se toma una muestra de 100 granos al azar. Estos son cortados longitudinalmente con la finalidad de observar el interior del grano, dicha evaluación se hace a la luz del día o con una luz artificial, separado las almendras según las tonalidades del cotiledón (Braudeau, 1970). En caso de exportación se toman 300 granos y se realiza el mismo procedimiento (Acebey y Rodríguez, 2002).

2. Calidad organoléptica del grano

1) Tostado

El tostado facilita la separación de la cáscara del cotiledón; también sirve para desarrollar el sabor y color. En el siguiente paso del proceso los cotiledones son echados en un molino para ser quebrados. La cáscara es impropia para el consumo humano, pero como resulta imposible hacer una separación completa, las disposiciones alimentarias admiten una tolerancia del 1 al 2% (Wood, 1982).

El papel del tostado sobre el desarrollo del aroma es esencial y por tanto se deben regular minuciosamente la intensidad y duración del tostado según el origen de las almendras, su grosor, su contenido de humedad y la naturaleza del producto que se desea obtener (Braudeau, 1970).

2) Pruebas sensoriales

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.

Tilgner citado por Sancho, Bota y Castro (1999), expresa que es lógico que en las técnicas de control de calidad de los productos alimentarios, sea de gran importancia definir mediante parámetros objetivos. Estas sensaciones subjetivas que experimentarán los consumidores de los alimentos, condicionarán la aceptación o rechazo del producto. Para el efecto, se utiliza un conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos, a través de uno o más de los sentidos humanos.

a) El aroma

Son sensaciones percibidas por el órgano olfativo (la nariz) estimuladas por sustancias volátiles por vía retronasal. Estas sensaciones se ven favorecidas por la aireación de la lengua y a la deglución (Jiménez y Saltos, 2005).

b) El sabor

Según Sancho, Bota y Castro (1999), el sabor se percibe principalmente por la lengua, aunque también por la cavidad bucal (por el paladar blando, la pared posterior de la faringe y la epiglotis). Las papilas gustativas de la lengua registran los cuatro sabores básicos: dulce, ácido, salado y amargo, en determinadas zonas preferenciales de la lengua.

Por otro lado Jiménez y Saltos (2005), indican que el sabor está constituido por un conjunto de sensaciones percibidas en las papilas gustativas de la lengua y en las paredes de la boca y el paladar. Las papilas son estimuladas por ciertas sustancias solubles y permiten encontrar en cada producto los sabores que lo definen.

(1) Sabores básicos

Acidez: Se asocia con los iones de hidrógeno que contienen los ácidos como el vinagre, se encuentran en frutas y verduras, se percibe a los lados y al centro de la lengua.

Amargo: Es el sabor que se aprecia al final del paladar y es provocado por un alto contenido de los alcaloides theobromina y cafeína. Se percibe en la parte posterior de la lengua o garganta.

Astringencia: Se describe licores con sabor de astringencia fuerte, generalmente debido a la falta de fermentación. Entre los efectos que producen

están: sequedad en la boca, aumento de salivación, que pueden percibirse en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes.

Dulce: Las sustancias que ocasionan la sensación de dulce son principalmente compuestos orgánicos. Los azúcares son la fuente principal de esta sensación producida por los alimentos

(2) Sabores específicos

Cacao: Integra el gusto y el aroma, sabor típico a granos de cacao bien fermentados, tostados y libres de defectos.

Frutal: Se caracterizan licores con sabor a fruta madura, esto describe una nota de aroma a dulce y agradable.

Floral: Son licores con sabor-aroma a flores, casi perfumado.

Nuez: Se asocia a la presencia de un sabor- aroma a nuez o almendras característico de los cacaos Criollos por ejemplo.

(3) Sabores adquiridos

Mohoso: Este sabor proviene de almendras que han sido afectadas por hongos o han pasado mucho tiempo almacenadas.

Humo: Describe licores contaminados por humo de madera, Usualmente debido al secado artificial.

Crudo/Verde: Es un defecto que se aprecia en los licores de cacao no fermentados o con insuficiente fermentación.

Químico: Se perciben en licores contaminados con combustible, desinfectantes, plaguicidas y otros productos químicos.

III. MATERIALES Y METODOS

A. Localización

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.

B. Condiciones Climáticas de la Zona¹

Las características climáticas de la zona se presentan como promedios anuales y son las siguientes:

Zona bioclimática:	Tropical húmedo.
Temperatura promedio diaria:	24,4° C.
Heliofanía:	894 horas anuales.
Humedad relativa mensual:	84 %.
Precipitación promedio anual:	2252,2 mm.

C. Materiales

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 introducción se hizo desde el Centro Cuarentenario en el Departamento de Ciencias de las Plantas en la Universidad de Reading (Inglaterra) y también desde el CIRAD (Francia). Cabe señalar que algunas varetas porta yemas pertenecían a clones del Ecuador, particularmente de la Amazonía ecuatoriana, y que

¹ Datos tomados de la Estación Meteorológica Pichilingue-INAMHI. Serie Multianual. 1970-2000.

fueron reintroducidos pues no se encontraban disponibles en los bancos de germoplasma.

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 habría realizado durante el año 2000 en los terrenos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue, 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 control

D. Diseño Experimental, Análisis de Varianza y Separación de medias

La prueba estuvo constituida 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 analizados según el ADEVA correspondiente, tal como se muestra a continuación:

Esquema de Análisis de Varianza

Fuente de Variación		GL	SC	CM	Fc
Repeticiones	(r-1)	5			
Tratamientos	(t-1)	23			
Error	(r-1) (t-1)	115			
Total		143			

Las variables en estudio se sometieron a 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. Los resultados se presentan como gráficos de barras comparativas en el capítulo de resultados.

E. Manejo del Ensayo

1. Cosecha

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. Esta tarea se llevó a cabo con la ayuda de tijeras de podar o podones para luego proceder a la apertura de las mismas y la extracción de las almendras. Durante esta fase, fue importante separar las semillas enfermas, germinadas y otros cuerpos extraños que pudieran interferir en la fermentación.

2. Fermentación

Las muestras frescas de cada clon se recolectaron, luego se fermentaron 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. La remoción de la masa de cacao se realizó cada 48 horas, que fue el tiempo estimado para los diferentes materiales genéticos en estudio.

3. Secado

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.

4. Almacenamiento

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.

5. Preparación del licor de cacao para catación

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.

6. Evaluaciones sensoriales

Estas 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.

F. Variables Registradas y Formas de Evaluación

1. Productivas y sanitarias

1. Mazorcas sanas por árbol

Se contabilizó el total de mazorcas sanas y que completaron su madurez fisiológica en cada tratamiento.

2. Rendimiento de peso fresco árbol

Se pesó el total de almendras frescas obtenidas de la cosecha de mazorcas sanas por árbol y tratamiento.

3. Mazorcas enfermas por árbol

Se contabilizó el número de mazorcas afectadas por Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y Monilia (*Moniliophthora roreri*). Estos datos se registraron una vez por mes.

4. Escobas de bruja vegetativas por árbol

Se registró el número de escobas de bruja vegetativas en cada árbol por tratamiento una vez al año durante Julio u Agosto si fuera el caso.

5. Escobas de bruja de cojinete por árbol

Se registró el número de escobas de bruja de cojinete en cada árbol por tratamiento una vez al año durante Julio u Agosto si fuera el caso.

2. Sensoriales

1. Cacao

Se lo reconoció 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.

2. Floral

Fue identificado por sabores a flores, casi perfumados; percibidos con un olor como a lilas, violetas y flores de cítricos.

3. Frutal

Sabor a fruta seca madura, especialmente de cítricos; describe una nota de aroma a dulce, agradable.

4. Nuez

Identificado con el sabor de la almendra y nuez.

5. Acidez

Se lo reconoció como un sabor ácido fuerte percibido a los lados y centro de la lengua.

6. Amargor

Percibido en la parte posterior de la lengua o en la garganta como un sabor desagradable.

7. Astringencia

Reconocido por la contracción en la garganta que causa su impacto en la boca y hasta en los dientes.

8. 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.

G. Datos complementarios

Como una herramienta de apoyo informativo, para ayudar a la selección de genotipos superiores, se determinaron los índices de mazorca y de semilla.

IV. RESULTADOS

A. Promedio del comportamiento productivo y sanitario de los clones estudiados durante los años 2005, 2006 y 2007

1. 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. Según el análisis de variancia para los años 2005, 2006 y 2007 alcanzaron alta significancia estadística siendo los coeficientes de variación 47,41%; 46,84% y 43,31%, respectivamente. 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.

2. 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 siendo los coeficientes de variación 58,47%; 54,83% y 42,25%, respectivamente. 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.

3. 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

Según el análisis de variancia para los años 2005, 2006 y 2007 alcanzaron alta significancia estadística siendo los coeficientes de variación 52,99%; 50,25% y 50,56%, respectivamente.

4. Escoba de bruja vegetativa

En el Cuadro 5, se presentan los promedios por árbol de la variable escoba de bruja vegetativa, según el análisis de variancia para los años 2005, 2006 y 2007, alcanzaron alta significancia estadística, siendo los coeficientes de variación 76,09%; 79,47% y 57,09% respectivamente. 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 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	ICS-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 ($p \leq 0.01$)

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	ICS-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 ($p \leq 0.01$)

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	ICS-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 ($p \leq 0.01$)

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	ICS-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-ENN-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 ($p \leq 0.01$)

5. 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.

Según el análisis de variancia los años 2005, 2006 y 2007 alcanzaron alta significancia estadística, siendo los coeficientes de variación 70,10%; 130,75% y 56,40%, respectivamente.

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	ICS-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-ENN-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 ($p \leq 0.01$)

B. 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).

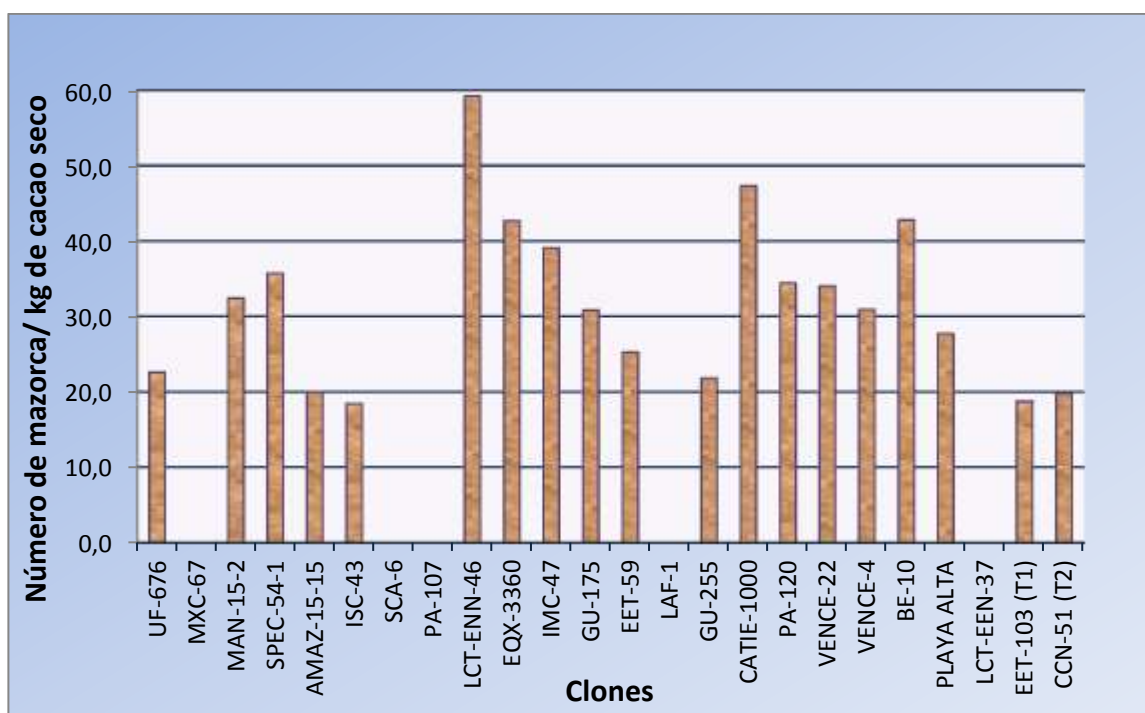


Figura 1. Promedios de índices de mazorcas de los Clones Internacionales de cacao evaluados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo, años 2005-2006 y 2007.

C. 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.

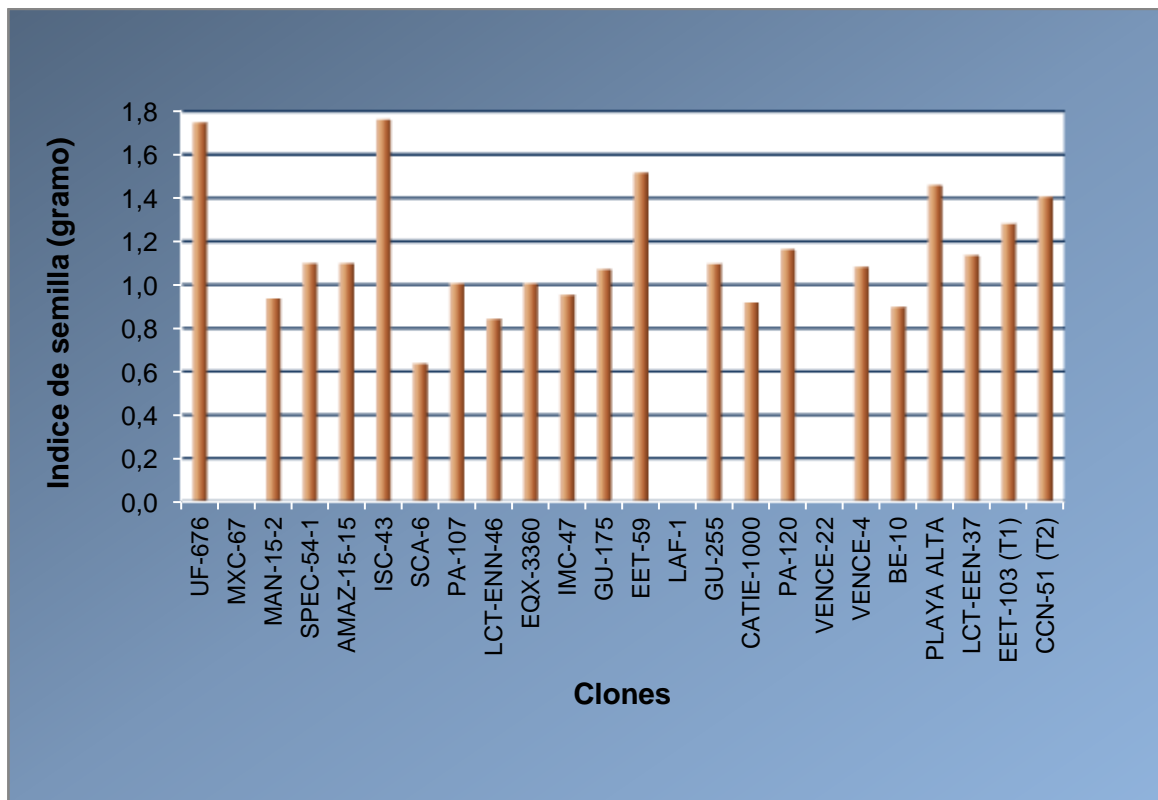


Figura 2. Promedios de índices de semilla (gramos) de los Clones Internacionales de cacao evaluados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo, años 2005-2006 y 2007.

D. 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.

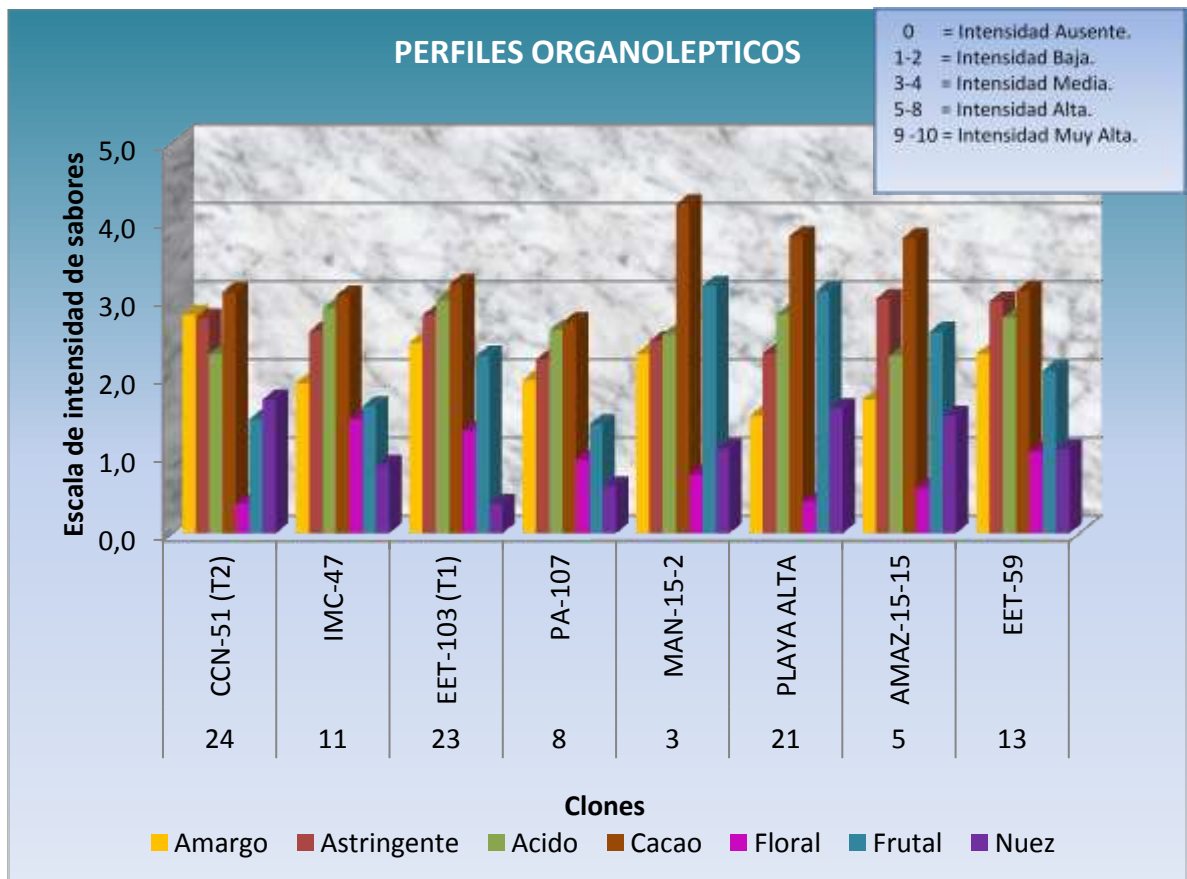


Figura 3. Valores promedios de sabores básicos y específicos determinados en muestras de licor de cacao de los mejores clones productivos y sanitarios realizados por el panel de catación de la EET- Pichilingue.

V. DISCUSION

El grupo genético de cada genotipo ejerce influencia sobre su comportamiento productivo, sanitario y organoléptico (Enríquez, 2004). La expresión de los genes que controlan estas características se encuentran fuertemente controladas por el ambiente (Vera y Suarez, 1987). Por ejemplo un exceso de humedad ambiental puede limitar la resistencia a las enfermedades de un genotipo usualmente resistente en condiciones menos húmedas. La falta de agua puede disminuir drásticamente la expresión productiva de genotipos altamente rendidores bajo condiciones de irrigación. Estos ejemplos ilustran la influencia ambiental sobre la expresión genética de los distintos genotipos de cacao.

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). Además presenta una amplia flexibilidad adaptativa a la mayor parte de los ambientes cacaoteros del país; y la zona de Quevedo es particularmente una en donde se adapta bastante bien. Su rendimiento promedio anual (de 3 años) por árbol es igual a 3.4 kg de almendras frescas, equivalentes a 1.36 kg de cacao seco que ilustra la amplia superioridad alcanzada por este genotipo en relación al que le siguió en desempeño productivo, el clon EET-103 con 1.45 kg de almendras frescas, es decir 0.58 kg de cacao seco.

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), con seguridad los rendimientos obtenidos para ambos clones pudieran haber sido más altos. En efecto el rendimiento de 1.36 kg de cacao seco por árbol para el clon CCN-51 representaría 1.36 toneladas por hectárea sembrada con 1000 árboles, en caso de que todos alcanzaran la misma productividad, aunque difícilmente este sería el caso. Sin

embargo, en plantaciones comerciales de la zona, se han reportado rendimientos de cacao CCN-51 con riego, arriba de las 2 toneladas por hectárea, lo que sirve para apoyar el argumento que el potencial productivo de este clon podría ampliarse más con riego en la época seca. Igual podría decirse para el clon EET-103, aunque no existen reportes de su cultivo con irrigación en la época seca.

El rendimiento de los clones IMC-47 y PA-107 coincidió con el clon EET-103, sugiriendo un nivel de adaptación aceptable a la zona donde se condujo esta investigación. Esta opinión se apoya en el hecho de que el comportamiento de estos clones también coincidió en cierta medida para las variables número de mazorcas sanas e incidencia de frutos enfermos. Cabe señalar que el mayor número de mazorcas enfermas del clon CCN-51 parece reflejar el número más alto de mazorcas totales producidas por este clon, pero contradice varias opiniones que lo ubican como resistente a las enfermedades del fruto. El 33% de mazorcas enfermas alcanzado por este clon no respalda estas opiniones.

El resto de clones, en general, mostraron un rendimiento notablemente inferior a los 4 genotipos antes señalados, sugiriendo su falta de adaptación al medio y posiblemente su menor potencial productivo vinculado a sus distintos fundamentos genéticos. A pesar de su menor comportamiento productivo, hubieron genotipos como IMC-47, PA-107, AMAZ-15-15, EET-59, PLAYA ALTA, MXC-67, SCA-6, LCT-ENN-46, GU-255, PA-120, VENCE-22, BE-10 y LCT-ENN-37, que exhibieron niveles muy bajos de escobas de cojinete, incluyendo ausencia total en uno de ellos, una característica interesante que los ubica como recurso valioso para cruzamientos que tengan como objetivo aumentar la frecuencia alélica de aquellos genes que sostienen la expresión de resistencia a las escobas de cojinete. 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 (Wood, 1982).

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 también podría ser utilizado en el futuro para el mejoramiento genético del cacao en el Ecuador. Sorprendentemente, el balance del perfil para casi todos los clones sometidos al análisis sensorial es parecido pues además de la puntualización hecha sobre el sabor a cacao, no se detectó nada notable en cuanto a las otras notas sensoriales.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones.

1. 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.
2. Los clones introducidos con mejores características productivas y sanitarias fueron: IMC-47, PA-107, AMAZ-15-15, EET-59 y PLAYA ALTA.
3. 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.
4. 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.

5. Recomendaciones.

1. Usar como parentales en futuros esquemas de cruzamientos a los clones IMC-47, PA-107, AMAZ-15-15, EET-59, PLAYA ALTA, MXC-67, SCA-6, LCT-ENN-46, GU-255, PA-120, VENCE-22, BE-10 y LCT-ENN-37 para transferir resistencia genética contra las enfermedades a las variedades comercialmente disponibles, particularmente a los clones de cacao tipo Nacional.

2. Realizar futuros cruzamientos con los clones más productivos (CCN-51 y EET-103) y los genotipos que demostraron ser los mejores organolépticamente (MAN-15-2, PLAYA ALTA y AMAZ-15-15) e investigar si en su descendencia es posible conservar dichos atributos que permita obtener un material comercial de calidad.

VII. 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.

El objetivo de la presente investigación fue determinar el nivel de adaptación de un grupo de clones internacionales de cacao, evaluar el comportamiento en función de sus características productivas y sanitarias y realizar el análisis sensorial de los clones mejor adaptados y productivos. Las parcelas estuvieron distribuidas en el campo en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). Las variables en estudio tales como: mazorcas sanas, rendimiento de peso fresco, mazorcas enfermas, escobas de bruja vegetativas y escobas de bruja de cojinete por árbol, fueron sometidas a la prueba de TUKEY al 95% de probabilidad para la comparación de medias.

Los resultados muestran 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 (*Moniliophthora 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.

VII. SUMMARY

In 1999 Ecuador was introduced to a group of buds twigs of clones carrying 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 with resistance to the disease known as "Mal 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 at Autonomous National Institute of Agricultural Research (INIAP), Quevedo, Los Ríos Province.

The objective of this research was to determine the level of adaptation of an international group of cocoa clones, evaluate behavior in terms of its production and health and to make sensory analysis of the clones better adapted and more productive. The plots were distributed in the design field in a randomized complete block (RCB). The study variables such as: healthy pods, fresh weight yield, diseased pods, witch broom vegetative and witch brooms bearing per tree, were subjected to Tukey's test at 95% probability for comparison of means.

The results show 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 (*Moniliophthora perniciosa*), however the clones introduced with better health and productive characteristics were: IMC-47, PA-107, AMAZ-15-15, EET-59 and PLAYA ALTA and clones with a lower incidence of diseases and unproductive genotypes were : 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 y PLAYA ALTA) showed that genotypes MAN-15-2, PLAYA ALTA and AMAZ-15-15, were the best expressed organoleptically.

VIII. LITERATURA CITADA

- ACEBEY, G y ROGRIGUEZ, A. 2002. Manual sobre el Manejo Post – Cosecha del Cacao. Editado por CONACADO. República Dominicana. 47 p.
- AMORES, F. 2004. Cacaos Finos y Ordinarios. Taller Internacional de Calidad Integral de cacao. Teoría y Práctica (15-17 nov./2004). Quevedo _ Ec. p. 4 - 7.
- , 2005. El Concepto de Calidad Integral de Cacao. Taller de Entrenamiento en calidad Física y Organoléptica de cacao. Teoría y Práctica (8-10 may./2005). Quevedo _ Ec. 9 p.
- 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.
- , 1981. El Cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. México. 283p.
- CALDERÓN, D. 2004. Caracterización y evaluación de accesiones de cacao Amazónico con énfasis en su comportamiento sanitario y productivo. Tesis Ing. Agr. Babahoyo – Ecuador; Universidad Técnica de Babahoyo. 97 p.
- CARTAY, R. 2006. Una aproximación al Mercado Mundial del Cacao Fino o de Aroma. Proyecto COINICIT. Agenda de Cacao no. 96001539. p. 3 – 20.
- CRESCO, 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. 1985. Curso sobre el cultivo de cacao. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 28 p.
- , 2004. Cacao Orgánico, guía para productores ecuatorianos. Quito, Ecuador/INIAP. Manual Técnico no. 54. p 38 – 64; 241 - 304.
- INEN, 2006. Instituto ecuatoriano de Normalización, Cacao en grano. Requisitos. Norma técnica ecuatoriana (NTE). Cuarta Revisión, 28/07/2006. Quito – Ec. 8p.
- JIMÉNEZ, J.C. 2000. Efectos de dos Métodos de Fermentación sobre la calidad de tres grupos de cacao (*Theobroma cacao L.*), cultivados en la zona de Quevedo, Provincia de Los Ríos. Tesis Ing. Agr. Guaranda, Ecuador, Universidad Estatal de Bolívar. 57 p.
- y SALTOS, A. 2005. Evaluación sensorial. Taller de Entrenamiento en calidad Física y Organoléptica de cacao. Teoría y Práctica (8-10 may./2005). Quevedo _ Ec. 4 p.
- MÁRQUEZ, J y AGUIRRE, M. 2003. Manual Técnico de Cosecha y Beneficio del Cacao. Edición Agustín García. Impreso en La Habana, Cuba. 59 p.
- MORENO, L.; CADAVID, S.; CUBILLOS, G. y SÁNCHEZ, J. 1983. Manual para el cultivo del cacao. Impreso en Colombia. Editado por la Compañía Nacional de Chocolate. p. 3- 96.

- y SÁNCHEZ, J. 1989. Beneficio del Cacao. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Fascículo 6. 26 p.
- 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.
- PEÑA, G.R. 2003. Caracterización morfológica de 57 accesiones de cacao tipo Nacional. Tesis Ing. Agr, Portoviejo, EC, Universidad Técnica de Manabí. 57p.
- RAMOS, G; RAMOS, P y AZOCAR, A. 2000. Manual del Productor de Cacao. Fundacite. Mérida. Foniap Rv. Edición Pedro Sánchez. Cuarta Edición. Mérida, Venezuela. 78 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.
- SALTOS, A. 2005. Efecto de métodos de fermentación, frecuencias de remoción y volúmenes variables de masa fresca de cacao sobre la calidad física y organoléptica del “Complejo Nacional x Trinitario”. Tesis Ing. Agr. Universidad de Guayaquil, Vines – EC. 59 p.

- TARQUI, O. 2010. Evaluación de clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) provenientes de plántulas híbridas seleccionadas por resistencia a la enfermedad Escoba de Bruja (*Moniliophthora perniciosa*). Tesis Ing. Agr, Quevedo, Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 45p.
- VERA, J.; SUÁREZ, C. y MOREIRA, M. 1993. Beneficio del Cacao. Manual del Cultivo de Cacao. Quevedo, Ecuador. p. 125 - 128.
- 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.

APENDICE

APENDICE

Apéndice 1. Análisis de variancia de la variable mazorcas sanas de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2005, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	86,4227	17,2845	1,7750	NS
TRATAMIENTOS	23	4250,4606	184,8026	18,9779	**
ERROR	115	1119,8447	9,7378		
TOTAL	143	5456,7279	38,1589		
CV %	47,41				

** Altamente significativo

NS No significativo

Apéndice 2. Análisis de variancia de la variable mazorcas sanas de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2006, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	41,1226	8,2245	1,0262	NS
TRATAMIENTOS	23	4420,8254	192,2098	23,9832	**
ERROR	115	921,6509	8,0144		
TOTAL	143	5383,5989	37,6475		
CV %	46,84				

** Altamente significativo

NS No significativo

Apéndice 3. Análisis de variancia de la variable mazorcas sanas de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2007, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	34,6650	6,9330	1,1168	NS
TRATAMIENTOS	23	4340,7296	188,7274	30,3998	**
ERROR	115	713,9406	6,2082		
TOTAL	143	5089,3353	35,5898		
CV %	43,31				

** Altamente significativo

NS No significativo

Apéndice 4. Análisis de variancia de la variable mazorcas enfermas de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2005, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	96,6572	19,3314	3,7342	**
TRATAMIENTOS	23	1342,8942	58,3867	11,2784	**
ERROR	115	595,3400	5,1769		
TOTAL	143	2034,8914	14,2300		
CV %	58,47				

** Altamente significativo

Apéndice 5. Análisis de variancia de la variable mazorcas enfermas de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2006, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	17,3745	3,4749	1,3648	NS
TRATAMIENTOS	23	596,8922	25,9518	10,1932	**
ERROR	115	292,7907	2,5460		
TOTAL	143	907,0573	6,3431		
CV %	54,83				

** Altamente significativo

NS No significativo

Apéndice 6. Análisis de variancia de la variable mazorcas enfermas de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2007, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	57,3858	11,4772	2,5291	*
TRATAMIENTOS	23	2646,8150	115,0789	25,3583	**
ERROR	115	521,8833	4,5381		
TOTAL	143	3226,0841	22,5600		
CV %	42,25				

* Significativo

** Altamente significativo

Apéndice 7. Análisis de variancia de la variable rendimiento en peso fresco de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2005, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	801275,2962	160255,0592	1,5613	NS
TRATAMIENTOS	23	44373081,6910	1929264,4213	18,7958	**
ERROR	115	11804010,7281	102643,5715		
TOTAL	143	56978367,7153	398450,1239		
CV %	52,99				

** Altamente significativo

NS No significativo

Apéndice 8. Análisis de variancia de la variable rendimiento en peso fresco de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2006, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	735635,5651	147127,1130	1,0811	NS
TRATAMIENTOS	23	76770847,2936	3337862,9258	24,5266	**
ERROR	115	15650538,9549	136091,6431		
TOTAL	143	93157021,8137	651447,7050		
CV %	50,25				

** Altamente significativo

NS No significativo

Apéndice 9. Análisis de variancia de la variable rendimiento en peso fresco de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2007, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	654581,8588	130916,3718	0,9470	NS
TRATAMIENTOS	23	123497217,6115	5369444,2440	38,8385	**
ERROR	115	15898796,7764	138250,4068		
TOTAL	143	140050596,2468	979374,7989		
CV %	50,56				

** Altamente significativo

NS No significativo

Apéndice 10. Análisis de variancia de la variable escoba de bruja vegetativa de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2005, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	32,5717	6,5143	0,9401	NS
TRATAMIENTOS	23	1098,1812	47,7470	6,8906	**
ERROR	115	796,8690	6,9293		
TOTAL	143	1927,6218	13,4799		
CV %	76,09				

** Altamente significativo

NS No significativo

Apéndice 11. Análisis de variancia de la variable escoba de bruja vegetativa de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2006, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	548,1000	109,6200	2,2692	NS
TRATAMIENTOS	23	4291,8151	186,6007	3,8627	**
ERROR	115	5555,5034	48,3087		
TOTAL	143	10395,4186	72,6952		
CV %	79,47				

** Altamente significativo

NS No significativo

Apéndice 12. Análisis de variancia de la variable escoba de bruja vegetativa de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2007, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	1259,4688	251,8938	4,7583	**
TRATAMIENTOS	23	3040,9231	132,2140	2,4975	**
ERROR	115	6087,8389	52,9377		
TOTAL	143	10388,2308	72,6450		
CV %	57,09				

** Altamente significativo

Apéndice 13. Análisis de variancia de la variable escoba de bruja de cojinete de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2005, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	53,0129	10,6026	1,2820	NS
TRATAMIENTOS	23	1401,2231	60,9227	7,3666	**
ERROR	115	951,0624	8,2701		
TOTAL	143	2405,2983	16,8203		
CV %	70,10				

** Altamente significativo

NS No significativo

Apéndice 14. Análisis de variancia de la variable escoba de bruja de cojinete de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2006, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	561,6729	112,3346	1,7434	NS
TRATAMIENTOS	23	4555,6421	198,0714	3,0740	**
ERROR	115	7409,8697	64,4336		
TOTAL	143	12527,1847	87,6027		
CV %	130,75				

** Altamente significativo

NS No significativo

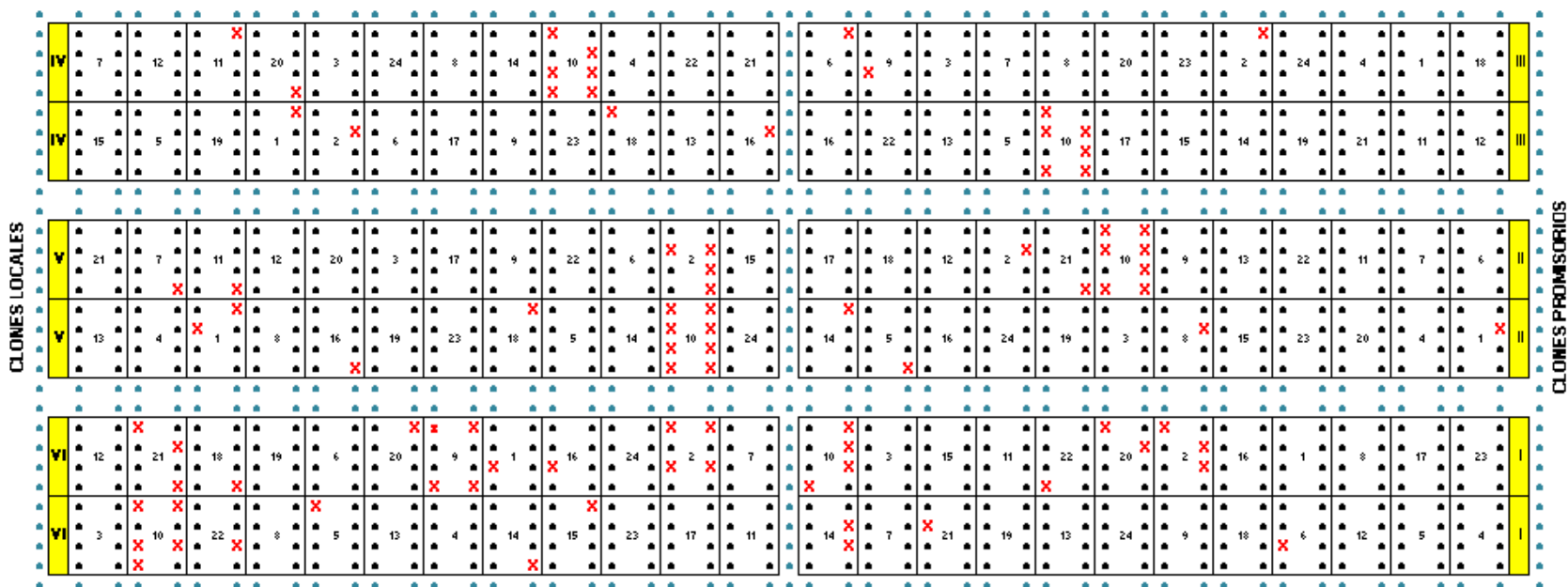
Apéndice 15. Análisis de variancia de la variable escoba de bruja de cojinete de un grupo de Clones Internacionales de cacao evaluados durante el año 2007, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, zona de Quevedo.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	F Tabla
BLOQUES	5	266,5326	53,3065	1,0971	NS
TRATAMIENTOS	23	5567,4419	242,0627	4,9819	**
ERROR	115	5587,7227	48,5889		
TOTAL	143	11421,6972	79,8720		
CV %	56,40				

** Altamente significativo

NS No significativo

Apéndice 16. Croquis del Ensayo Clones Internacionales de Cacao, convenio INIAP - IPGRI.



VIA LOTE HERRERA

TRATAMIENTOS		
1 UF-676	11 IMC-47	21 PLAYA ALTA-2
2 MXC-67	12 GU-175	22 LCT-EEN-37
3 MAN-15-2	13 EET-59	23 TESTIGO (EET-103)
4 SPEC-54-1	14 LAF-1	24 TESTIGO (CCM-51)
5 AMAZ-15-15	15 GU-255	● BORDES: EET-103
6 ICS-43	16 CATIE-1000	● PLANTAS EXISTENTES
7 SCA-6	17 PA-120	✗ PLANTAS MUERTAS
8 PA-107	18 VENCE-22	■ REPETICIONES
9 LCT-EEN-46	19 VENCE-4	
10 EQX-3360-3	20 BE-10	

ENSAYO 1,1,4 (A) FINCAS

# PLANTAS ENSAYO	1152
# PLANTAS BORDES	378
SUPERFICIE	14,688 m
FECHA DE SIEMBRA	20-22/dic/99
DISTANCIA	3x3 m
TRATAMIENTOS	24
REPETICIONES	6

Apéndice 17. Proceso de cosecha de los clones de cacao.



Apéndice 18. Identificación de enfermedades de cacao.



Apéndice 19. Proceso de fermentación de cacao.



Apéndice 20. Proceso de remoción de cacao.



Apéndice 21. Proceso de secado y almacenamiento de cacao.



Apéndice 22. Proceso de elaboración de licor de cacao.



Apéndice 23. Distribución de perfiles de sabores en la lengua para la degustación.

