



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA-SANTO DOMINGO**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO**

**TEMA: COMPARACIÓN PRODUCTIVA, SANITARIA Y SENSORIAL
DE CLONES DE CACAO OBTENIDOS A PARTIR DE
SELECCIONES AVANZADAS DE HÍBRIDOS DEL CRUCE
CCN 51 X VARIEDAD NACIONAL.**

AUTOR: AGUIRRE OCHOA JORGE LEONARDO

DIRECTOR: ING. PATRICIO VACA MG.

CODIRECTOR: ING. GUSTAVO NUÑEZ MG.

SANTO DOMINGO – ECUADOR

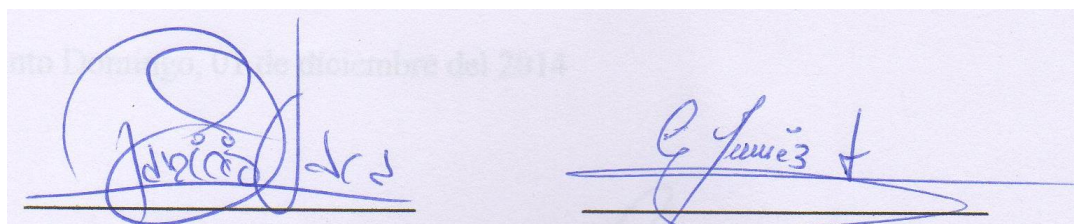
2015

CERTIFICACIÓN

Los suscritos, docentes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Santo Domingo, certificamos que el Proyecto de Investigación de Grado intitulado **COMPARACIÓN PRODUCTIVA, SANITARIA Y SENSORIAL DE CLONES DE CACAO OBTENIDOS A PARTIR DE SELECCIONES AVANZADAS DE HÍBRIDOS DEL CRUCE CCN 51 X VARIEDAD NACIONAL**, cumple las disposiciones reglamentarias establecidas en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Esta investigación desarrollada por el egresado el señor AGUIRRE OCHOA JORGE LEONARDO, fue guiada en forma permanente por nuestra parte y en las conclusiones y recomendaciones de este documento, se destaca la importancia para el sector agrícola de la zona.

Santo Domingo, 03 de marzo del 2015



Ing. Patricio Vaca Mg.

DIRECTOR

Ing. Gustavo Núñez Mg.

CODIRECTOR

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

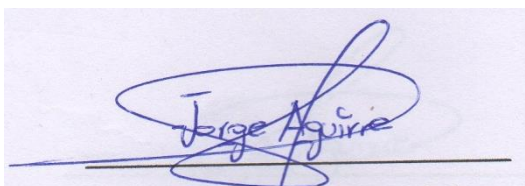
Aguirre Ochoa Jorge Leonardo

Declaro que:

El proyecto de investigación de grado denominado “**COMPARACIÓN PRODUCTIVA, SANITARIA Y SENSORIAL DE CLONES DE CACAO OBTENIDOS A PARTIR DE SELECCIONES AVANZADAS DE HÍBRIDOS DEL CRUCE CCN 51 X VARIEDAD NACIONAL**”, fue desarrollado con base a una investigación profunda, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Santo Domingo, 03 de marzo del 2015



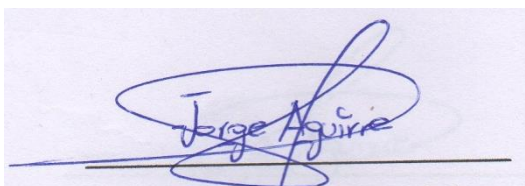
Jorge Leonardo Aguirre Ochoa

AUTORIZACIÓN

Yo, Aguirre Ochoa Jorge Leonardo.

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE la publicación en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“COMPARACIÓN PRODUCTIVA, SANITARIA Y SENSORIAL DE CLONES DE CACAO OBTENIDOS A PARTIR DE SELECCIONES AVANZADAS DE HÍBRIDOS DEL CRUCE CCN 51 X VARIEDAD NACIONAL”** manifestando que el contenido, ideas y discusiones son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Santo Domingo, 03 de marzo del 2015

A handwritten signature in blue ink, reading "Jorge Aguirre", is written over a horizontal line. The signature is stylized with a large loop at the end.

Jorge Leonardo Aguirre Ochoa

DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre a mi lado siendo mi fortaleza, por brindarme la oportunidad de vivir en aquellos momentos en los que estuve a punto de desistir, por permitirme tener salud para lograr mis objetivos y llegar a este momento tan especial de mi vida brindándome los medios necesarios para mi formación.

A mis queridos padres Homero y Teresa, que por medio de su cariño y ejemplo creyendo en mí, he aprendido a ser una persona paciente, responsable, honesto y trabajador, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo concluir con mucho esfuerzo y dedicación mi formación académica.

A mi hermano Cristian, su esposa Rita y a mi sobrina Sarahi que siempre me demostraron su cariño y me brindaron ánimos en los momentos más adecuados.

A mis abuelitos Víctor y Rosario, Segundo y María siendo un ejemplo a seguir al siempre estar pendiente de mi superación, con sus sabios consejos me encaminan a ser una persona de bien.

A mis amigos y amigas que siempre me brindaron su amistad y apoyo durante mi vida universitaria.

Jorge Leonardo Aguirre Ochoa

AGRADECIMIENTO

-Agradezco a Dios por acompañarme durante toda la vida permitiéndome cumplir con mi sueño.

- A la Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA II, por brindarnos los conocimientos y herramientas necesarias para ser profesionales de excelencia.

- Un agradecimiento al Ing. Patricio Vaca, Director de tesis, Ing. Gustavo Núñez, Codirector e Ing. Vinicio Uday, Biometrista, que por medio de su colaboración, nos guiaron durante la realización del proyecto de investigación, brindándonos su tiempo y paciencia cuando necesitamos de su ayuda.

- Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, a su Director Ing. José Villacís y a todo su personal por las facilidades brindadas para la realización de mi proyecto de tesis.

- A la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), institución que financió este Proyecto de Investigación.

- Al Programa Nacional de Cacao y de manera especial al Msc. Freddy Amores Puyutaxi Líder Nacional quien con sus sabios consejos y experiencia me brindo facilidades para llevar de manera apropiada el proyecto a mi cargo; a los Ingenieros Ignacio Sotomayor Cantos, Wilden Sarabia, Omar Tarqui, Diego Saquicela, Juan Jimenez, Eddyn Solórzano, Angélica Rodríguez, Stalin Revelo, a la Lic. Teresa Casanova y a todos los trabajadores del programa por su paciencia y enseñanzas.

- Al Ing. Alfonso Vasco técnico guía de campo, al Agr. Grisnel Quijano y a Mario Zurita trabajador del programa con quienes se realizó un trabajo en conjunto muy bien encaminado con resultados positivos.

- Le agradezco de manera personal a la Ing. Paula Plaza que siempre estuvo pendiente de mi desenvolvimiento como profesional, proporcionándome sus conocimientos sobre la materia, realizándome sugerencias que fue de gran ayuda para mí trabajo.

- A mis amigos Carmen Campi, Fanny Zambrano, Fabián Sánchez, Diana Sánchez y Denny Carriel con quienes hice una linda amistad que perdurará hasta siempre.

- A mis compañeros Lizbeth Muñoz, Francisco Centeno, Katty Camino, Franklin Veintimilla y demás compañeros del IASA II, por haber compartido conmigo el aprendizaje universitario enseñanzas a más de ser amigos inseparables con los que siempre se puede contar.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. GRUPOS GENÉTICOS DEL CACAO.....	4
2.1.1. Criollo.....	4
2.1.2. Trinitario.....	4
2.1.3. Forastero Amazónico.....	4
2.2. EL CACAO EN EL ECUADOR.....	5
2.3. PRINCIPALES ENFERMEDADES DE CACAO EN EL ECUADOR.....	8
2.3.1. Monilia.....	8
2.3.2. Escoba de bruja.....	9
2.3.3. Marchitamiento prematuro.....	10
2.4. MEJORAMIENTO GENÉTICO CONVENCIONAL.....	11
2.5. ESTUDIOS REALIZADOS EN BASE A PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y SANITARIOS.....	12
2.6. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL CACAO.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	16
3.1.1. Ubicación Política.....	16
3.1.2. Ubicación Geográfica.....	16
3.1.3. Características Climáticas y Ecológicas.....	17

3.2.	MATERIALES.....	17
3.2.1.	Materiales de Campo.....	17
3.2.2.	Materiales de Oficina.....	18
3.2.3.	Materiales de Laboratorio.....	18
3.2.4.	Equipos.....	18
3.2.5	Insumos.....	18
3.3.	METODOLOGÍA.....	19
Fase 1:	Factores en estudio.....	19
Fase 2:	Manejo del Experimento.....	19
Fase 3:	Laboratorio.....	21
3.3.1.	Variables registradas.....	22
3.3.2.	Análisis estadístico.....	26
3.3.3.	Metodología para el objetivo Institucional.....	27
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1.	VARIABLES PRODUCTIVAS Y SANITARIAS.....	29
4.2.	VARIABLES SENSORIALES.....	37
V.	CONCLUSIONES.....	45
VI.	RECOMENDACIONES.....	46
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	47
VIII.	ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Pág.
Cuadro 1. Factores climáticos registrados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue en los cuatro últimos años.....	17
Cuadro 2. Escala de los perfiles de sabores básicos y específicos.....	26
Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza a utilizar en el ensayo.	26
Cuadro 4. Clones evaluados de cacao en el presente estudio, sembrados en marzo del 2008.....	28
Cuadro 5. Resultados del desempeño productivo por planta de 30 clones de cacao sujetos a evaluación, durante el período Enero 2012 - Marzo 2013.....	30
Cuadro 6. Resultados del desempeño sanitario por planta de 30 clones de cacao sujetos a evaluación, durante el período Enero 2012 - Marzo 2013.....	32
Cuadro 7. Resultados de la presencia de Cherelles wilt por planta de 30 clones de cacao sujetos a evaluación, durante el período Enero 2012 - Marzo 2013	33
Cuadro 8. Resultados de la presencia de escobas de bruja vegetativa y escoba de bruja de cojinete por planta de 30 clones de cacao sujetos a evaluación, durante el período Enero 2012 - Marzo 2013.....	35
Cuadro 9. Promedios de análisis sensorial de 14 clones de cacao seleccionados en base a sus características productivas y sanitarias en el lote 2 A y 2 testigos comerciales.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Pág.
Figura 1. Ubicación de la Estación Experimental Tropical Pichilingue.....	16
Figura 2. Índices de semilla para los clones de cacao con mejor comportamiento productivo y sensorial.	36
Figura 3. Índices de semilla para los clones de cacao con mejor comportamiento productivo y sensorial	37
Figura 4. Tratamiento 23.....	38
Figura 5. Tratamiento 14.....	38
Figura 6. Tratamiento 11.....	38
Figura 7. Tratamiento 9.....	39
Figura 8. Tratamiento 12.....	39
Figura 9. Tratamiento 10.....	39
Figura 10. Tratamiento 15.....	39
Figura 11. Tratamiento 8.....	39
Figura 12. Tratamiento 27.....	39
Figura 13. Testigo 2 CCN 51	40
Figura 14. Testigo 1 EET 103.....	40
Figura 15. Croquis de la distribución de los clones en estudio.....	51
Figura 16. Resultados de la variación en el número de mazorcas sanas por planta en 30 clones de cacao diferentes, durante el período Enero 2012 – Marzo 2013.....	52
Figura 17. Resultados de la variación en peso fresco en gramos por planta en 30 clones de cacao diferentes, durante el período Enero 2012 – Marzo 2013.....	52

Figura 18.	Resultados de la variación en el número de mazorcas sanas por planta en 30 clones diferentes de cacao, durante el período Enero 2012 – Marzo 2013.....	53
Figura 19.	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 .	53
Figura 20.	Parcela de cacao.....	54
Figura 21.	Identificación de la investigación.....	54
Figura 22.	Planta de cacao.....	54
Figura 23.	Cosecha de mazorcas.....	54
Figura 24.	Identificación de tratamientos.....	54
Figura 25.	Registro de datos.....	54
Figura 26.	Mezcla de Úrea, 10-30-10 y Sulfato de Amonio.....	55
Figura 27.	Fertilización de la plantación.....	55
Figura 28.	Remoción de almendras.....	55
Figura 29.	Identificación de Almendras.....	55
Figura 30.	Muestra de cacao en Cajas Rohan.....	55
Figura 31.	Proceso de fermentación.....	55
Figura 32.	Mazorca seleccionada.....	56
Figura 33.	Análisis sensorial.....	56
Figura 34.	Almendras secas.....	56
Figura 35.	Tostado.....	56
Figura 36.	Molienda.....	56
Figura 37.	Refinado.....	56
Figura 38.	Preparación del licor de cacao.....	57
Figura 39.	Catación.....	57

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP ubicada en el km 5 vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos.

El objetivo general consistió en comparar clones seleccionados por su capacidad productiva, sanitaria y sensorial para continuar su proceso de desarrollo como nuevas variedades de cacao fino de aroma para la zona central del litoral del Ecuador. Los objetivos específicos fueron: 1). Evaluar el comportamiento productivo y sanitario de clones de cacao obtenidos a partir de árboles híbridos provenientes de varios cruces de CCN 51 x variedad Nacional; 2). Seleccionar los mejores clones productivos y con mayor resistencia a las enfermedades para determinar su perfil sensorial.

La fase de campo se condujo durante el periodo Enero 2012 - Marzo 2013. A continuación las variables utilizadas en la evaluación: peso fresco (PF), número de mazorcas sanas (MS), número de mazorcas enfermas (ME), porcentaje de mazorcas enfermas (%ME), número de escobas de bruja vegetativa (EBV), número de escobas de bruja de cojinete (EBC), índice de mazorca (IM) e índice de semillas (IS). Las parcelas estuvieron distribuidas según un diseño de Bloques Completos al azar, con dos repeticiones, en un área útil de 2700 m². Para la comparación de medias se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan al 0,05% de probabilidad.

Según los resultados obtenidos los clones T23 (CCN 51 x EET 534 E5/T2/R3/A2), T14 (CCN 51 x EET 450 E1.2.3/T7/R4/A5), y T11 (CCN 51 x EET 416 E5/T3) mostraron la mayor productividad. Todos mostraron incidencia moderada de enfermedades y un aceptable IM e IS.

Las variables sensoriales de los clones con mejor desempeño se midieron en el Laboratorio de Calidad Integral de Cacao y Chocolate de la EET-Pichilingue. Dichas

variables correspondieron a los sabores: cacao, dulce, acidez, astringencia, amargor, floral, frutal y nuez. Para la cuantificación de las variables en cuestión se utilizó una escala de 0 a 10 puntos.

Los clones más productivos coinciden en buena medida en su manifestación sensorial al compartir principalmente características de sabor floral y frutal, condición que los ubica en el ámbito del cacao fino o de aroma.

PALABRAS CLAVES:

- CACAO
- CLONES
- PRODUCTIVAS
- SANITARIAS
- SENSORIALES
- ESCOBA DE BRUJA

SUMMARY

The present study was conducted at the Estación Experimental Tropical Pichilingue of INIAP located at the km.5 road Quevedo – El Empalme, province of Los Rios.

The overall objective was to compare clones selected because of their productivity, disease resistance and sensory traits to continue their development as new varieties of fine or flavor cocoa adapted to the central coast of Ecuador. The specific objectives were: 1). To evaluate the performance and disease resistance of cocoa clones obtained from hybrid trees from several crosses of CCN 51 x Nacional variety. 2). Select the best clones to determine their sensorial profile.

Field work was conducted during the period January 2012 - March 2013. Variables used in the comparison were: fresh weight (PF), number of healthy pods (MS), number of diseased pods (ME), percentage of diseased pods (% ME), number of vegetative witch's broom (EBV), flower cushions affected by witch's broom (EBC), pod index (IM) and seed index (IS). Experimental units were distributed in the field following a Complete Block Randomized Design with two replications covering a useful area of 2700 m². Treatment means were compared using Duncan's multiple range test at 0.05 probability.

Results showed that the clones T23 (CCN 51 x EET 534 E5/T2/R3/A2), T14 (CCN 51 x EET 450 E1.2.3/T7/R4/A5), and T11 (CCN 51 x EET 416 E5/T3 Edge 14) were the highest yielding. These selections are affected by a moderate incidence of disease. IM and SE indexes values are moderate.

Sensory variables of the best clones were evaluated at the Cocoa Quality Laboratory of EET-Pichilingue. Sensorial traits corresponding to these variables were: cocoa,

sweet, acidity, astringency, bitterness, floral, fruity and nutty. A 0-10 scale was applied to quantify each trait.

The highest yielding T23, T14 and T11 clones largely share floral and fruity aromas that places them as fine or flavor cacao genotypes.

KEYWORDS:

- COCOA
- CLONES
- PRODUCTIVITY
- DISEASE
- RESISTANCE,
- SENSORY,
- WITCHE'S BROOM

“COMPARACIÓN PRODUCTIVA, SANITARIA Y SENSORIAL DE CLONES DE
CACAO OBTENIDOS A PARTIR DE SELECCIONES AVANZADAS DE
HÍBRIDOS DEL CRUCE CCN 51 X VARIEDAD NACIONAL”

I. INTRODUCCIÓN

El Ecuador ha desarrollado una larga tradición como productor y exportador de cacao fino de aroma y sabor, lo cual es reconocido a nivel mundial (ICCO, 1999 citado por Peña, 2003).

A este tipo de cacao corresponden las variedades criollas, entre las que se identifica la de tipo “Nacional” conocida en el mercado exterior como cacao “Arriba”, gracias a la presencia de un complejo de genes de tipo Nacional (Loor, 1998).

La baja productividad de las huertas tradicionales de cacao que en promedio alcanza 300 kg/ha de cacao seco, rendimientos obtenidos del complejo Nacional desarrollado por el INIAP, el cultivo de cacao atraviesa actualmente por varios problemas que afectan directamente a su productividad y rentabilidad.

El cacao Nacional fue la única variedad cultivada hasta el inicio del siglo XX, como consecuencia de los cruzamientos naturales, se obtuvieron progenies híbridas pero de inferior calidad (Saucedo, 2003); además, la presencia de enfermedades como Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciososa*) y Monilia (*Moniliophthora roreri*) ha sido un factor para el bajo rendimiento de este cultivo.

La superficie cultivada de cacao en el Ecuador en el 2010 fue de 362 251 ha de cacao solo, constituyendo un importante rubro para la economía nacional, en

especial por su significativa contribución a la generación de divisas por concepto de exportación, la cual alcanza las 112 808 TM (INEC, 2012).

Según datos de la CORPEI (2008), en Ecuador existían 94 855 unidades productivas de cacao, que representan alrededor de 408 000 personas a nivel de producción primaria, 361 acopiadores, 48 exportadores, nueve empresas productoras de derivados y chocolates y cerca de 400 000 hectáreas de cacao sembradas; destacando como mercados importantes a Europa y Estados Unidos.

Al desarrollar los trabajos de caracterización fenotípica, genética, bioquímica, organoléptica, o cualquiera de éstas, se genera conocimientos necesarios para identificar genotipos de interés, un ejemplo de estos es para la obtención de poblaciones o variedades mejoradas de cacao con resistencia a las enfermedades tales como Monilia y Escoba de bruja por destacar y a la vez más productivas al relacionar con el Nacional.

El Ecuador dispone de una amplia diversidad genética en cacao, la cual ha sido colectada y conservada por INIAP – PICHILINGUE, la misma que continuamente se incrementa a base de nuevas introducciones, particularmente clonales, provenientes de huertas de productores, o de poblaciones formadas a partir de cruzamientos ya conformadas o evaluadas con anterioridad.

Objetivo General

- ♣ Comparar clones sobresalientes con capacidad productiva, sanitaria y sensoriales para continuar su proceso de desarrollo como nuevas variedades de cacao fino de aroma para la zona central del litoral del Ecuador.

Objetivo Específicos

- ♣ Evaluar el comportamiento productivo y sanitario de clones de cacao obtenidos a partir de árboles híbridos provenientes de varios cruces de CCN 51 x variedad Nacional.
- ♣ Seleccionar los mejores clones productivos y con mayor resistencia a enfermedades para determinar la expresión sensorial en el laboratorio de calidad de la EET-Pichilingue.

Objetivo Institucional

- ♣ Difundir los resultados, conclusiones y recomendaciones de la investigación a los productores de cacao de la zona de Quevedo mediante un día de campo y estudiantes de la ESPE por medio de la publicación de un artículo científico de investigación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GRUPOS GENÉTICOS DE CACAO

Por su variabilidad genética siempre ha existido confusión en la ubicación taxonómica del cacao; pero se maneja el criterio que la especie *Theobroma cacao* comprende los grupos: Criollo, Forastero Amazónico y Trinitario (Enríquez 2004).

2.1.1. Criollo: Tipo de cacao genuino que se cultiva en América. Este cacao es reconocido por su calidad aromática de cascara fina y suave, de escaso contenido de taninos, utilizado para la elaboración de chocolates finos. Árbol frágil de poco rendimiento (Motamayor, 1995 citado por Rodríguez, 2011).

2.1.2. Trinitario: Originario en la isla Trinidad de una variedad obtenido a base de cruzamientos de las especies criollo y el forastero. Caracterizado por ser más aromático que el Forastero y más resistente al criollo (Enríquez 1985, citado por Rodríguez, 2011).

2.1.3. Forastero Amazónico: Conocido como “cacao ordinario”, se cultiva fundamentalmente en África occidental y Brasil. Las mazorcas en estado inmaduro son verdes y amarillas; cuando están maduras la almendra es púrpura (Anecacao, 2009).

En cuanto a la variedad Nacional de Ecuador se la ha considerado por mucho tiempo perteneciente a los forasteros, pero se lo mantiene como un grupo distintivo aparte, porque sus características de calidad se asemejan a los criollos (Enríquez, 2004).

2.2. EL CACAO EN EL ECUADOR

En Ecuador se cultiva principalmente dos grupos definidos de cacao: la variedad CCN 51 y las variedades Nacionales.

Existen parámetros y criterios establecidos que permiten desarrollar las prácticas culturales en el cultivo, con lo cual se maneja la improductividad y las enfermedades en gran medida; como son las podas, las remociones de frutos enfermos (Suarez y Solís, 2003), el conocimiento de las necesidades nutricionales necesarias para un normal desarrollo del cacao (Mite y Motato, 1996), o la tecnología para la aplicación de fungicidas o biocontroladores (Guerrero y Arias, 2006). Sin embargo, todas estas prácticas desarrolladas en plantaciones híbridas tradicionales siempre tendrán como limitante del potencial productivo, al genotipo (Saucedo, 2003).

Según Quingaisa y Riveros, (1997) citados por Rodríguez (2011), solo las provincias de Los Ríos y Guayas abarcan la zona cultivada con el cacao conocido como Arriba. Sin embargo, la denominación de origen aplicada para el cacao “Arriba” es a nivel de país y comprende toda la producción proveniente del complejo Nacional por Trinitario.

La variedad CCN 51 (Colección Castro Naranjal) fue obtenida en 1960 mediante el cruce de IMC 57 x ICS 95. De la progenie se seleccionó un genotipo que a su vez se cruzó con otro cacao alto Amazónico, el Canelos del Oriente Ecuatoriano. Fue de la progenie de este cruce que se seleccionó la variedad CCN 51. Esta variedad es moderadamente resistente a Escoba de Bruja y Monilla (Crespo y Crespo 1997).

Los esfuerzos de instituciones como el INIAP ha sido la búsqueda de obtener nuevas variedades altamente productivas con buen desempeño sanitario y características sensoriales de cacao fino de aroma; Quiroz (2003) indica que mediante técnicas de mejoramiento que están disponibles en nuestro país son: selección de clones y selección genealógica por producción de híbridos.

A través del tiempo el cacao de Ecuador ha sido clasificado de forma diferente por varios investigadores, por ejemplo, autores como Flower (1952) o Soria (1996) lo han clasificado como tipo forastero, o como de tipo criollo por otros (Nosti, 1953; Enríquez, 1992). Según Wood y Laas (1987), los cacaos finos y de aroma pertenecían a los tipos trinitarios y criollos. Pero actualmente, investigadores como Lecerteau (1997), apoyándose en las nuevas tecnologías moleculares, demuestran que el cacao Nacional es genéticamente más cercano a los forasteros que a los criollos, pero sugieren que el origen del cacao nacional es anterior a la singularidad de los dos grupos anteriores refiriéndose a los trinitarios y forasteros (Loor 2002).

Para Flower (1952) citado por Quiroz (2002) los árboles adultos de cacao Nacional son altos, con promedios de ocho metros, pero alturas de diez y aún 12 metros son comunes, que a medida que el árbol envejece, los troncos se inclinan, convirtiéndose en una característica muy pronunciada, la cual es poco común en plantaciones de Criollos y Trinitarios. Sin embargo la longitud total del árbol inclinado, puede exceder de 13 m, el diámetro medio del tronco es más o menos de 18 cm con una variación entre 9 y 29 cm. La raíz principal del sistema radical primario es más maciza en el árbol adulto de cacao Nacional que en otros tipos (Enríquez, 1992).

Las ramas jóvenes y las hojas son típicamente glandular pubescentes pero tienen apariencia glabrosa en la madurez. Las hojas jóvenes son flácidas de color verde amarillentas, las hojas maduras tienen generalmente forma oblonga elíptica, con un promedio de 25 cm de largo por 7 cm de ancho, asemejándose a las de los tipos Trinitarios. Las mazorcas son de color amarillo, tornándose en bronceadas cuando están expuestas a la luz solar con el desarrollo de un pigmento rojizo (Quiroz, 2002).

El fruto maduro típico del cacao Nacional es elíptico, ligeramente verrugoso o áspero, con una constricción basal poco profunda y un ápice puntiagudo y prominente. Aunque, se le describe generalmente como un amelonado, difiere del verdadero tipo amelonado en que es más liso y profundamente acanalado con una pared o cápsula más gruesa y una constricción basal menos profunda. En realidad, la mazorca del cacao Nacional típica está entre el tipo amelonado y cundeamor (Quiroz y Soria, 1994).

La mazorca tiene un diámetro y un grosor de cáscara significativamente más grande que las de los grupos Criollos y Trinitarios. Así también, el número promedio por mazorca es de 33, de forma redondeada y más pequeña y rellenas que la de los cacaos Trinitarios (Enríquez, 1992).

Esta variedad se caracteriza por dar un chocolate suave de buen sabor y aroma, tiene un tipo de fermentación muy corta, de pocas horas, en contraste con el forastero que toma varios días, en casos extremos 12 días. Este genotipo Nacional se ha venido perdiendo con el tiempo debido a la introducción de materiales resistentes a las enfermedades económicamente más importantes que han afectado a su producción (Enríquez, 2004).

2.3. PRINCIPALES ENFERMEDADES DE CACAO EN EL ECUADOR

Según el SICA (2008) las principales enfermedades de cacao en Ecuador son Monilia (*Moniliophthora roreri*) y Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), las cuales en plantaciones tradicionales, pueden ocasionar una pérdida de hasta el 80% de mazorcas; lo cual sumado a su baja productividad (rendimientos promedio de 300 kg/ha/año de cacao seco), resultado de su condición híbrida, ocasiona una baja rentabilidad (Hebbar, 2007).

2.3.1. Monilia (*Moniliophthora roreri*)

Arévalo et al. (2004), mencionan que aunque la monilias aparentemente solo se presenta en frutos, a nivel de laboratorio se ha logrado infectar semillas y plántulas. Los frutos pueden ser infectados en cualquier estado de desarrollo, mostrando mayor susceptibilidad los frutos menores de tres meses de formación; los síntomas varían de acuerdo a la edad y al genotipo. El mismo autor también explica que entre los factores que favorecen al desarrollo del hongo están la temperatura, comprendida entre 25° y 30°C y la humedad relativa mayor a 80%; ambas características determinan altas tasas de infección.

Moreno (1983), explica que la moniliasis es la enfermedad más extendida en los territorios Colombianos. El hongo solo ataca al fruto; sin embargo, el nivel de daño está de acuerdo con las condiciones ambientales. Parece que los factores que más intervienen son la lluvia y la humedad relativa. La moniliasis puede destruir hasta el 95% de la producción.

Aragundi (1974), menciona que las pérdidas de mazorcas por moniliasis alcanzan los porcentajes más altos, con relación a otras enfermedades, en distintas

zonas del país. En Montalvo, Vinces y Chone, las pérdidas por moniliasis oscilaron entre el 20 y 43%.

Wood (1973), menciona que a la moniliasis también se la conoce como pudrición acuosa o enfermedad de Quevedo, sitio en donde causó grandes pérdidas después de su aparición alrededor de 1914. En Ecuador y Colombia donde la enfermedad es grave puede destruir entre el 15 y 80% de las mazorcas. Hardy (1961) señala que la enfermedad es uno de los factores más limitantes en la producción de cacao.

2.3.2. Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

Arévalo et al (2004), explican que bajo condiciones de humedad relativa 90% y temperatura de 25 a 27 °C durante la época lluviosa, se produce la fructificación del hongo. Existe una alta correlación entre el brotamiento, floración y desarrollo inicial de las mazorcas con la fructificación del hongo, así como con las condiciones favorables de precipitación, originándose una alta incidencia de escobas nuevas durante el periodo de máxima producción. Con relación a otras variedades locales, el clon CCN-51 ha demostrado ser más resistente a esta enfermedad (Crespo, 1997).

Moreno (1983), señala que esta enfermedad afecta a todas las partes en crecimiento rápido del árbol. Cuando el hongo ataca el follaje tierno de árboles adultos, éstos tienden a crecer rápidamente, se engrosan y emiten ramillas laterales. Los brotes mueren y después de semanas le comienzan a salir especies de “paragüitas”, es decir los cuerpos fructíferos del hongo, que al liberar las esporas infectan las partes jóvenes del árbol. Los cojinetes florales también pueden sufrir esta enfermedad.

Hardy (1961), relata que la escoba de bruja es la enfermedad más seria en los países que ya existe, aunque el grado de severidad varía de acuerdo a las condiciones del clima. Bajo condiciones extremas la infección de las mazorcas y de los cojinetes florales pueden resultar una pérdida del 50% de la cosecha, además hay pérdidas considerables de follaje.

2.3.3. Marchitamiento prematuro (*Cherelles wilt*)

Cope 1966 citado por Quiroz (2002), sostiene que existen un sinnúmero de factores que afectan al número final de frutos, uno de estos es el “Cherelle wilt” o muerte prematura. Estos destruyen los frutos en su etapa temprana y puede reducirlos en un 20 a 90% debido a un problema de regulación fisiológica del número de frutos como consecuencia de condiciones ambientales adversas que agravan la competencia entre los frutos en desarrollo y con otras funciones de la planta.

Aragundi (1974), afirma que las pérdidas de frutos por marchitamiento prematuro varían de un lugar a otro pudiendo alcanzar altos niveles; obteniéndose los máximos valores en Milagro y Machala. Díaz citado por Enríquez (1963), asegura que la enfermedad fisiológica llamada marchitamiento prematuro debe ser considerada como una seria amenaza, puesto que en ocasiones ataca hasta un 40% del total de la cosecha. Alvin (1956), señala que la enfermedad por marchitamiento prematuro, parece estar asociada a una disminución o paralización del crecimiento del tallo.

Liabeuf (1960), menciona que los frutos recién formados o jóvenes no llegan todos a la madurez, pues un número importante de ellos se secan sobre el árbol en el transcurso de las primeras fases de su desarrollo. Esta desecación (cherelle wilt) ha sido objeto de numerosos estudios orientados a determinar las causas. El hecho es

que las primeras mazorcas formadas tienen mayores probabilidades de supervivencia que las formadas posteriormente, lo que sugiere competencia entre ellos.

2.4. MEJORAMIENTO GENÉTICO CONVENCIONAL

El fin de mejoramiento genético es incrementar la productividad, lo cual se puede lograr cultivando clones de una variedad mejorada. Un clon es un individuo que se deriva de otro por multiplicación asexual (vegetativa). Todos los individuos de un clon son genéticamente idénticos al híbrido que les dio origen. El hecho de que sean homocigotos o heterocigotos depende de la naturaleza genética del individuo del que se derivan (Cubero, 2003 citado por Peña 2003).

La selección clonal consiste en propagar vegetativamente, individuos superiores seleccionados a partir de descendencias híbridas. Este método permite aumentar los rendimientos y la homogeneidad de las plantaciones, sin embargo, presenta algunas limitantes, dependiendo de la técnica de propagación usada (injertos, estacas) (Quiroz, 2003).

La selección de descendencias híbridas es muy utilizada, basada en la creación de descendientes F1 o híbridos de clones que son utilizados como progenitores de semillas híbridas permitiendo obtener una fuerte heterosis para el rendimiento, vigor y precocidad (Quiroz, 2003).

El ciclo de selección toma algunos años, incluye la selección de diferentes individuos dentro de una colección con características deseables entre las que se enlistan: productividad, resistencia a plagas y enfermedades y calidad; luego mediante polinización manual se realizan los cruzamientos (Quiroz, 2003).

2.5. ESTUDIOS REALIZADOS EN BASE A PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y SANITARIOS

Tarqui (2010), evaluó un grupo de 79 clones en la zona de Quevedo, Prov. de los Ríos, provenientes de árboles híbridos producto de cruces entre poblaciones de cacao Amazónico y Nacional. Observó que el 10% de los clones superaron al CCN 51 en producción (2983,3 gramos de cacao fresco por planta), con márgenes ligeros, moderados o altos como el INIAPT 484 (AMAZ 14 x EB 148) cuya producción fue de 7531,3 gramos de cacao fresco por planta lo que significó 2,5 veces la producción de CCN 51. En el mismo experimento el clon EET 103 mostró una producción de 1283,3 gramos de cacao fresco por planta. El índice de semilla para CCN 51 y para INIAPT 484 fue de 1,6. El índice de mazorca para CCN 51 fue de 14,4 mientras para INIAPT 484 fue de 15 lo que indica que son mazorcas grandes con almendras de buen tamaño. El clon EET 103 presentó un índice de semilla de 1,5 e índice de mazorca de 14,5.

Peña (2011), analizó los datos de un año en pruebas de clones locales (variedades Nacionales). En el primer lugar con mayor producción de cacao seco se ubicó el clon testigo CCN 51 con 1036,39 g de cacao seco por planta, el que también alcanzó una incidencia de escoba de bruja de 0,41 escobas por árbol, valor que estuvo bajo la media del experimento. El EET 103 ocupó el séptimo lugar en cuanto a producción con 233,4 g de cacao seco por planta; además presentó 0,77 escobas por árbol que se ubicó también bajo la media del ensayo. A más de esto se pudo constatar el desempeño de los clones EET 574, EET 534, EET 577, EET 95, EET 552 los cuales produjeron entre 585,2 g y 484,8 g de cacao seco por planta. Se comprobó el alto potencial de producción de CCN 51 con respecto a los clones de tipo Nacional.

Amarilla (2011), evaluó aspectos productivos, sanitarios y sensoriales de un grupo de 24 clones provenientes de diferentes países (trinitarios, forasteros y criollos). Los clones CCN 51 y EET-103 demostraron en promedio rendimientos superiores con relación a los demás clones en evaluación. Con respecto a peso fresco, la evaluación mostró que el CCN 51 presentó mayor rendimiento con un promedio de 3408,9 g de cacao por planta por año superando a todos los demás. Por su parte el clon EET 103 logró un promedio de 1457,2 g/planta/año de cacao. En cuanto al aspecto sanitario, los clones CCN 51 e IMC 47 tuvieron comportamientos similares con un 66,76% y 65,52% de mazorcas sanas, respectivamente; mientras el clon EET 103 obtuvo 58,12% de mazorcas sanas.

Por su parte Montoya (2010), al comparar 13 clones de cacao Nacional con respecto a CCN 51 en la zona de Quevedo, encontró que el CCN 51 fue la variedad con mayor rendimiento de cacao seco con respecto a los clones de tipo Nacional evaluados, alcanzando 2,93 kg por árbol de cacao seco, acumulado durante dos años de evaluación; el resto de clones estudiados presentaron rendimientos inferiores. No obstante, el comportamiento sanitario de ciertos clones de tipo Nacional fue superior al CCN 51, pues el porcentaje de mazorcas enfermas en el CCN 51 fue del 19,71%; el 50% de los clones de tipo Nacional alcanzaron porcentajes menores al 15% de mazorcas enfermas. Además, se encontró una variación entre la presencia de cherelles, mazorcas sanas, mazorcas enfermas y rendimiento, al comparar el cacao de tipo Nacional y CCN 51. Luego del CCN 51, aquellos clones de tipo Nacional con la mayor productividad tuvieron un comportamiento similar, presentando coincidencias temporales en picos de producción.

2.6. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL CACAO

La calidad sensorial del cacao se evalúa mediante la transformación de las almendras en una pasta diluida conocida también como licor de cacao. La valoración es conducida por un panel compuesto por varios catadores con experiencia en el tema. La degustación permite la identificación y cuantificación de las características sensoriales del cacao, antes de la adición de azúcar u otros ingredientes, que forman parte de los productos finales diseñados por la industria para el consumo masivo (Jiménez, 2000).

Los resultados de un estudio para explorar la calidad del sabor de las almendras de árboles individuales, confirmaron que dentro de las poblaciones de huertas tradicionales existe una amplia variación sensorial, la que puede aprovecharse para seleccionar árboles que produzcan cacao dotados de sabores especiales (Sánchez, 2007).

Según Baño (2010), mediante la evaluación de 61 progenies híbridas de cacao producto del cruce entre variedades Nacionales y CCN 51, se estudió las características organolépticas en almendras de cacao valorando los sabores en una escala de 0 a 6, se observó en la población híbrida una predominancia de sabores amargos y astringentes con valores de hasta 5; los sabores florales y frutales presentaron valores superiores a 2 únicamente en 9 individuos de los 61 evaluados. Específicamente el sabor floral y frutal en CCN 51 fue ausente (con un valor de 0), a diferencia de clones como el EET-62 cuyos valores fueron de 2,5 y 1 para los sabores floral y frutal, respectivamente.

En cuanto a las características organolépticas Amarilla (2011), al evaluar promedios sensoriales de los clones con mejor comportamiento productivo y

sanitario utilizando una escala de 0 a 10, observó que los clones CCN 51, IMC 47 y EET 103 mostraron mediana intensidad en cuanto a los sabores básicos tales como amargor, astringencia y acidez con valores no superiores a 3; en cuanto a sabor floral sobresalió el clon IMC 47 y el EET 103 con 1,2 y 1,1 respectivamente; a diferencia del CCN 51 que tuvo menor intensidad de sabor floral con 0,3. El sabor frutal alcanzó valores para el clon EET 103 de 2,1 mientras que para el clon IMC 47 fue de 1,5 y para CCN 51 de 1,2. El clon CCN 51 presentó un sabor a nuez de mayor intensidad con un valor de 1,5 distinguiéndose del clon EET 103 que mostró menor intensidad con un valor de 0,3.

Cedeño, (2010) obtuvo en estudio sobre la determinación de perfiles organolépticos en licor de cacao de ocho grupos de genotipos y usando una escala de 0 a 10; para la variable sensorial floral el grupo de las variedades Nacionales obtuvo un promedio de 4,4, a diferencia de los clones EET-103 y CCN 51 utilizados como controles, los cuales lograron valores de 3,74 y 0,4, respectivamente. Además, en el ensayo existió un grupo de clones producto del cruzamiento de CCN 51 con variedades Nacionales que obtuvo 1,9 en cuanto a sabor floral. Con la variable frutal el control EET 103 obtuvo un valor de 3,8; CCN 51 y variedades Nacionales obtuvieron ambas 1,3 y los clones CCN 51 x variedades Nacionales alcanzaron 1,6.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Política

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, se encuentra ubicada en el km 5 vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos.

3.1.2. Ubicación Geográfica

El área de la investigación geográficamente se ubica en las siguientes
Coordenadas:

Coordenadas Geográficas: 01°05'39,3" Sur 79°28'01,8" Oeste.

Coordenadas UTM : 670553,7632 Este 9879837,87 ° Norte

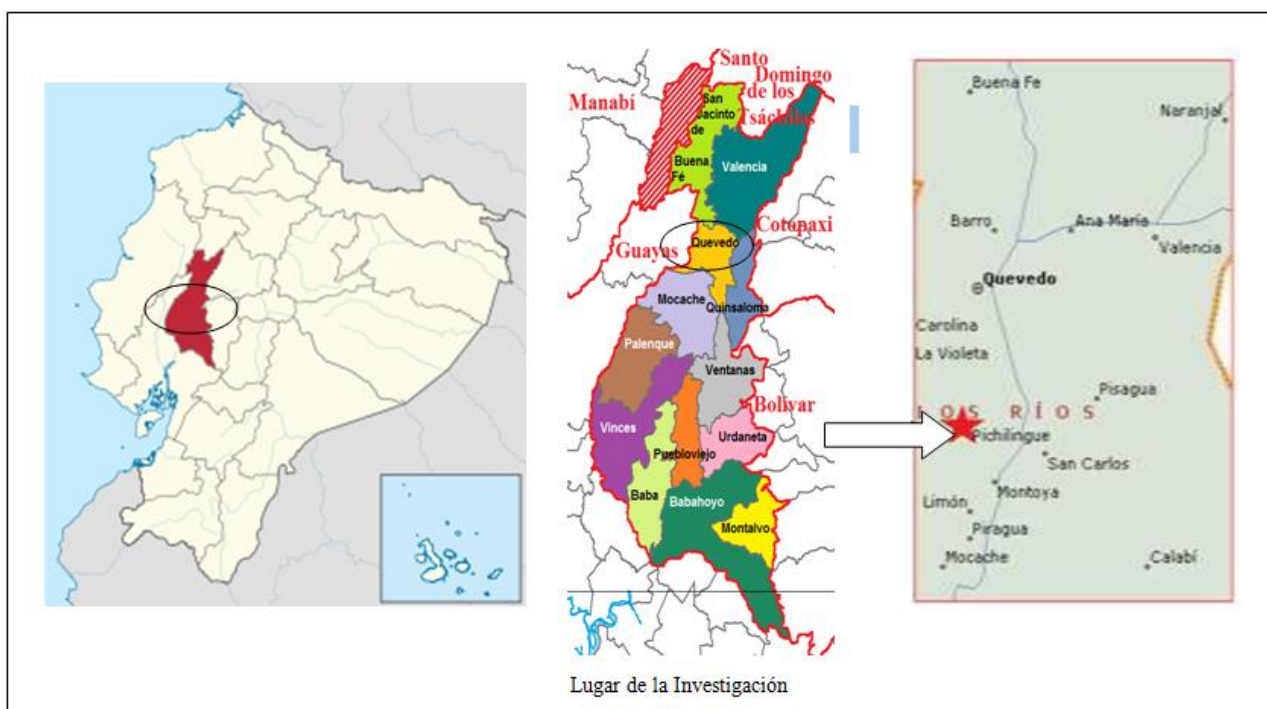


Figura 1. Ubicación del la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP

3.1.3. Características Climáticas y Ecológicas

La Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, se encuentra ubicada a una altitud de 75 msnm; los factores climáticos ambientales registrados en los últimos cuatro años que son válidas para el lote en estudio se describen a continuación en el cuadro 1:

Cuadro 1. Factores climáticos registrados en la Estación Experimental Tropical Pichilingue en los cuatro últimos años.

	Año				Promedio
	2009	2010	2011	2012	
Precipitación anual (mm)	1393,6	3029,3	1999,3	3229,4	2412,90
Temperatura promedio anual (°C)	24,9	24,8	24,8	24,9	24,85
Humedad relativa promedio anual (%)	84,1	84,6	84,2	85,0	84,48
Heliofanía promedio anual (horas-luz/año)	869,3	733,4	908	843,2	838,475

Fuente: INAHMI 2013, Estación Meteorológica de la EET-Pichilingue

En cuanto a las características agroecológicas el experimento se halla ubicado según la clasificación de zonas de vida de Holdrige como Bosque Húmedo Tropical.

El sitio experimental presenta topografía plana y las características del suelo es de una textura franco-limosa, buena fertilidad y al menos 1 m de profundidad.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materiales de Campo

Los materiales de campo que se utilizaron en la investigación fueron los siguientes:

Fermentador, 280 árboles experimentales de cacao del cruce CCN-51 x Var. Nacional, 10 árboles de cacao clon EET 103, 10 árboles de cacao clon CCN 51, etiquetas de identificación, libro de registro de datos de las variables registradas, machete, serrucho de podar, tijera de podar, baldes.

3.2.2. Materiales de Oficina

Esferográficos, resma de papel, lápiz, borrador.

3.2.3. Materiales de Laboratorio

Mandil, bodega de almacenamiento de almendras de cacao, cajas de fermentación ROHAN, cuchillos, bandejas.

3.2.4. Equipos

Balanza de precisión (gramos), determinador de humedad, aspersor de mochila, balanza analítica, GPS, cámara fotográfica, computadora, impresora, camioneta (medio de movilización).

3.2.5. Insumos

Análisis de suelo, úrea, 10-30-10, sulfato de amonio, yaramila, pasta bordelés, Glifosato (herbicida)

3.3. METODOLOGÍA

Fase 1: Factores en Estudio

En la presente investigación se estudió el comportamiento del cultivo de cacao durante 15 meses de producción, posterior a eso se evaluaron los clones en el laboratorio de Calidad de Cacao de la EET-Pichilingue en la parte sensorial, dichos parámetros estudiados fueron:

VARIABLES PRODUCTIVAS (peso fresco, cherelles wilt)

VARIABLES SANITARIAS (mazorcas sanas, mazorcas enfermas, escoba de bruja vegetativa, escoba de cojinete).

VARIABLES SENSORIALES (sabores básicos, sabores específicos).

Fase 2: Manejo del Experimento

Control de Malezas

El control de malezas fue realizado mediante chapias y aplicación del herbicida, glifosato (tres litros/hectárea), especialmente concentrados en la época lluviosa.

Fertilización

Como es un ensayo establecido, se manejó la fertilización tomando en cuenta el análisis de suelo realizado meses atrás, labor que se realizó incorporado al suelo y realizando remoción de hojarasca a manera de coronas

antes de la aplicación, después se procedió a incorporar la misma hojarasca removida con anterioridad. Se aplicó: 10-30-10, Úrea y sulfato de amonio, en dos aplicaciones, una a la entrada y otra a salida de la época lluviosa con dosis por aplicación de 300 gramos por planta. En meses posteriores se realizó un nuevo análisis de suelo para ajustar un nuevo cronograma de fertilización como lo recomienda el Programa Nacional de Cacao conjuntamente con el Departamento de Suelos de la EET-Pichilingue del INIAP.

Podas

Se efectuaron podas de mantenimiento y sanitarias dos veces al año a entrada (Diciembre) y salida de lluvias (Mayo) para no afectar el rendimiento en el cultivo; a más de esto, se tomó en cuenta que la poda no fuera drástica para que no se presente la caída de flores o la cherealización de los frutos y se protegió las heridas con pasta cúprica para prevenir infecciones. Con esta labor se buscó un mejor aprovechamiento de la luz y mayor control de la humedad ambiental. Durante las podas sanitarias se registraron los datos correspondientes a escoba para cada clon.

Riego

El riego fue realizado durante la época seca con frecuencia mensual aplicando una lámina de 45 mm en cada evento de aplicación, que duró de 5 a 6 horas por evento.

Cosecha

Esta labor fue ejecutada tomando en cuenta del estado de madurez del fruto para evitar pérdidas en la cosecha y afectar al rendimiento de los clones en estudio.

Fase 3: Laboratorio

Fermentación

Esta labor se realizó con los clones en estudio y consistió en extraer las semillas del fruto, quitar el maguey y colocar en cajas apropiadas para la fermentación. Luego de 24 horas se realizó la primera remoción volteando la masa de las almendra; después a las 72 horas se realizó la segunda remoción. La fermentación terminó a las 96 horas. Dicha labor fue realizada a partir del mes de diciembre.

Secado

El secado es la labor con la cual se buscó obtener almendras con un 7% de humedad utilizando un determinador de humedad. Las almendras se secaron en una marquesina. Al inicio las capas de cacao fueron de un espesor de 4 a 5 cm y se voltearon regularmente para obtener un secado homogéneo. El espesor de las capas se redujo día a día. Se buscó tener una muestra seca de 300 gramos de cacao seco para realizar los análisis sensoriales. Además, luego del secado se calculó el índice de mazorca y el índice de semilla.

El índice de mazorca es independiente al número de semilla, pero que muestra correlación negativa con el tamaño de semilla por lo que es más conveniente mejorar el tamaño que el número de semilla.

Uno de los caracteres que más deben tener presente en la selección de materiales es el índice de mazorcas (IM) y es preferible seleccionar materiales con un bajo IM (de 20 mazorcas o menos) para obtener un mayor rendimiento.

Identificación de los clones más productivos

En base a las variables registradas en campo se identificaron los materiales con mejor desempeño productivo y sanitario. Se realizó los análisis estadísticos planeados y los materiales escogidos pasaron a la evaluación sensorial

3.3.1. Variables registradas

3.3.1.1. Variables agronómicas

– Número de mazorcas sanas

Se registró mensualmente, considerando las mazorcas que no mostraron síntomas típicos de las enfermedades del cacao.

Las mazorcas maduran al cabo de cinco a siete meses de desarrollo, una vez superados los obstáculos de la incompatibilidad, de la polinización insuficientemente cuantitativa, del "wilt", de las enfermedades y de los predadores.

– **Número de mazorcas enfermas**

Se registró mensualmente al mismo tiempo que la variable mazorcas sanas considerando aquellas mazorcas que presentaban lesiones necróticas, maduración prematura y frutos parcialmente maduros con zonas verdes de diferentes tamaños y deformaciones. Luego del registro, las mazorcas se eliminaron de la planta y distribuyeron en el suelo para su descomposición.

– **Peso Fresco**

El peso fresco de las almendras se obtuvo por planta y se registró mensualmente con la cosecha. Para el efecto, se utilizó una balanza con una precisión de hasta 0,05 kilogramos y se pesó únicamente almendras sanas que cumplieron con la madurez fisiológica del fruto, separando el maguey de las almendras. El número de mazorcas que se seleccionaron fue dependiente de la producción del ensayo, el único factor que se consideró fue obtener una muestra de 300 gramos de cacao seco los que fueron sometidos a la realización de análisis sensoriales.

– **Frutos con marchitez (Cherelle Wilt)**

Esta variable fue registrada simultáneamente con las variables anteriores, donde se anotó la cantidad de cherelles producidos por planta.

En general, menos del 5% de las flores inicialmente producidas por el árbol se convierten en "cherelles" (vainas de pequeño tamaño) e incluso el 90% de éstas puede llegar a desaparecer: antes de cumplir tres meses pueden secarse y salirles unas manchas marrones. Este fenómeno se denomina en inglés "cherelle wilt" (= marchitez de Cherelle).

La fase durante la cual se secan los frutos jóvenes, el "wilt", es un mecanismo inducido por una regulación de la propia planta, que tiende a limitar el número de mazorcas para que sea de un nivel soportable por el árbol.

– **Incidencia y Severidad de escobas vegetativas y cojinetes**

Variable registrada dos veces al año en época lluviosa (enero) y época seca (julio). Para esta labor, se tomó en cuenta las escobas presentes en los brotes terminales y laterales de todas las ramas, ya sea que estuvieron secas (necróticas) o verdes (vegetativas). Se realizó un conteo de los cojinetes infectados por escoba de bruja.

Para considerar escobas vegetativas debían presentar clorosis e hipertrofia en los puntos de crecimiento, mientras en los cojinetes se presentan como ramillete denso de flores con pedicelos largos y compuestos.

Se realizó un conteo total de las escobas presentes registrando el dato en el libro de campo y al igual que las variables detalladas con anterioridad.

– **Índice de semilla**

El carácter más importante dentro de la selección de cacao, es el tamaño de la semilla, puesto que este es uno de los pocos caracteres que la comercialización y la industria exige, descartando aquellas semillas secas previamente fermentadas cuyo peso sea menor a un gramo.

Se calculó en base al peso de 100 almendras fermentadas y secas obtenidas al azar de 10 mazorcas cosechadas por tratamiento. Las semillas

presentaron un porcentaje de humedad del 7% para el registro de esta variable. Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de semilla} = \frac{\text{Peso (g)}100 \text{ semillas secas}}{100}$$

– **Índice de mazorca**

Para calcular el índice de mazorca se utilizó las mismas mazorcas que sirvieron para obtener el índice de semillas. Se anotó el peso en gramos de las almendras frescas y secas posteriormente a la fermentación.

El índice de mazorca representado por el número de mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de cacao fermentado y seco, constituye una medida del tamaño de la mazorca el cual es afectado por los factores de la planta como la edad. Se aplicó la siguiente fórmula.

$$\text{Índice de mazorca} = \frac{10 \text{ mazorcas} \times 1000}{\text{Peso (g)} \text{almendras secas de } 10 \text{ mazorcas}}$$

– **VARIABLES SENSORIALES**

El análisis sensorial fue realizado en el Laboratorio de Calidad Integral de Cacao de la EET-Pichilingue, mediante un panel de catación formado por varias personas con experiencia en la degustación del licor de cacao. Para cuantificar los sabores se utilizó una escala de 0 a 10 puntos (Cuadro 2), y se evaluaron los sabores: cacao, dulce, acidez, astringencia, amargor, floral, frutal y nuez.

Cuadro 2. Escala de los perfiles de sabores básicos y específicos.

Escala	Detalles
0	= Ausente
1 a 2	= Intensidad baja
3 a 5	= Intensidad media
6 a 8	= Intensidad alta
9 a 10	= Intensidad muy alta o fuerte

Fuente: Programa Nacional de Cacao de la EET-Pichilingue (2013)

La escala indica básicamente la presencia gradual de los sabores enunciados anteriormente. Las personas encargadas reconocen de manera fácil y adecuada la presencia de estos sabores, los cuales fueron registrados para obtener un promedio.

3.3.2. Análisis estadístico

El diseño utilizado fue el de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 30 tratamientos y dos repeticiones. Los tratamientos incluyeron como clones control a las variedades comerciales CCN 51 y EET 103 (Cuadro 4). El análisis de varianza siguió el siguiente esquema (Cuadro 3)

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza a utilizar en el ensayo.

Fuente de Variación	Fórmula	Grados de libertad
Repeticiones	(r-1)	1
Tratamiento	(t-1)	29
Error	(r-1) (t-1)	29
Total	(tr)-1	59

La separación de las medias de tratamientos se realizó mediante la prueba de Duncan al nivel de 0,05 de probabilidad. Para su presentación las variables sensoriales fueron sometidas a técnicas de estadística descriptiva.

3.3.2.1. Características de las Unidades Experimentales (UE)

Distancia de siembra:	3m x 3m
Plantas por unidad experimental:	5 plantas
Número de tratamientos:	30
Número de repeticiones:	2
Superficie por parcela útil:	45 m ²
Superficie total del experimento:	3,366 m ²
Total de plantas observadas:	300
Unidades experimentales:	60
Número de plantas bordes:	74

3.3.3. Metodología para el objetivo Institucional

Se difundirá los resultados, conclusiones y recomendaciones de la investigación a los productores de cacao de la zona de Quevedo mediante un día de campo y estudiantes de la ESPE por medio de la publicación de un artículo científico de investigación. También para el intercambio de experiencias, opiniones, demostraciones, así como para la promoción de observaciones directas en el campo y laboratorio, para beneficio de los productores y otros operadores de la cadena que mostraron interés. Todos éstos fueron recursos útiles para compartir y poner en práctica el uso de herramientas tecnológicas cotidianas, con el propósito de controlar los factores naturales (suelo, agua, temperatura, espacio, etc.) que contribuyan a una mayor productividad de la tierra sembrada con cacao. El empleo de variedades más eficientes en el uso de los insumos ambientales que reciben del entorno, es precisamente una de las formas en que se puede ejercer dicho control.

Cuadro 4. Clones evaluados de cacao en el presente estudio, sembrados en marzo del 2008.

Tratamiento	Cruce	Procedencia			
		Experimento	Tratamiento	Repetición	Árbol
1 *	CCN 51 x EET 233	5	1	2	3
2**	CCN 51 x EET 233	5	1	2	9
3**	CCN 51 x EET 233	1.2.2	1	4	10
4**	CCN 51 x EET 233	1.2.2	4	1	1
5 *	CCN 51 x EET 233	1.2.2	4	1	2
6**	CCN 51 x EET 233	1.2.2	4	1	3
7**	CCN 51 x EET 233	1.2.2	4	1	4
8 *	CCN 51 x EET 233	1.2.2	4	1	9
9**	CCN 51 x EET 416	5	3	3	10
10**	CCN 51 x EET 416	5	3	4	2
11**	CCN 51 x EET 416	5	3	Borde 14	
12 *	CCN 51 x EET 450	5	4	3	9
13**	CCN 51 x EET 450	5	4	3	14
14 *	CCN 51 x EET 450	1.2.3	7	4	5
15 *	CCN 51 x EET 450	1.2.3	7	4	9
16**	CCN 51 x EET 462	5	5	2	2
17 *	CCN 51 x EET 462	5	5	3	1
18 *	CCN 51 x EET 462	5	5	3	3
19**	CCN 51 x EET 534	5	2	1	4
20 *	CCN 51 x EET 534	5	2	1	6
21**	CCN 51 x EET 534	5	2	1	8
22 *	CCN 51 x EET 534	5	2	1	10
23 *	CCN 51 x EET 534	5	2	3	2
24 *	CCN 51 x EET 534	5	2	3	6
25 *	CCN 51 x EET 534	5	6	1	13
26 *	EET-103 x EET 387	5	7	1	9
27 *	CCN 51 x EET 233	5	1	3	8
28 *	CCN 51 x CCAT 21-19	1	11	4	10
29 *	EET 103 (T)				
30**	CCN 51 (T)				

CCN = Colección Castro Naranjal

EET = Estación Experimental Tropical

CCAT = Centro de Cacao Aroma Tenguel

(T) = Testigo

* = Mazorca amarilla

** = Mazorca roja

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLES PRODUCTIVAS Y SANITARIAS

Se presentan los resultados de peso fresco (PF), mazorcas sanas (MS), mazorcas enfermas (ME), % de mazorcas enfermas (%ME), Frutos con marchitez fisiológica o Chermilles wilt (CHE) escoba de bruja vegetativas (EBV) y escobas de bruja de cojinetes (EBC).

En cuanto al PF los tratamientos más destacados fueron T23, T14, T11 y T17 con 6689,6; 6140,0; 6130,5 y 6018,0 g/árbol, respectivamente (Cuadro 5).

Estadísticamente, estos clones superaron a los controles CCN 51 y EET 103, que obtuvieron en su orden 4463,1 y 2717,5 g/árbol. Los tratamientos con rendimientos más bajos de PF fueron T25 y T22, con 2466,0 y 1702,5 g/árbol, respectivamente.

Respecto a la variable MS, en los tratamientos T26, T23, T24 y T17 se registraron los valores más altos con 75,3; 68,0; 54,4; 51,9; en su orden (Cuadro 5).

Los controles CCN 51 y EET 103, con 27,3 y 25,0, se encuentran estadísticamente a gran distancia. Los tratamientos con los valores más bajos en MS fueron T21 y T22 con 13,4 y 15,5, en su orden.

Cuadro 5. Resultados del desempeño productivo por planta de 30 clones de cacao sujetos a evaluación, durante el período Enero 2012 - Marzo 2013.

N° Trat.	Clon	Peso fresco (g) (PF)	N° Mazorcas Sanas (MS)
T23	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R3/A2	6689,6 a*	68,0 ab
T14	CCN-51 x EET-450 E1.2.3./T7/R4/A5	6140,0 ab	31,2 efgh
T11	CCN-51 x EET-416 E5/T3/Borde 14	6130,5 ab	45,6 cde
T17	CCN-51 x EET-462 E5/T5/R3/A1	6018,0 ab	51,9 cd
T9	CCN-51 x EET-416 E5/T3/R3/A10	5996,5 ab	37,4 cdefg
T24	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R3/A6	5992,5 ab	54,4 bc
T16	CCN-51 x EET-462 E5/T5/R2/A2	5832,6 ab	44,7 cdef
T12	CCN-51 x EET-450 E5/T4/R3/A9	5470,6 abc	33,2 efg
T10	CCN-51 x EET-416 E5/T3/R4/A2	5193,1 abcd	32,1 efgh
T15	CCN-51 x EET-450 E1.2.3./T7/R4/A9	5008,5 abcd	24,9 ghi
T8	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A9	4930,0 abcde	37,7 cdefg
T27	CCN-51 x EET-233 E5/T1/R3/A8	4903,5 abcde	43,5 cdef
T3	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T1/R4/A10	4740,0 abcdef	39,0 cdefg
T1	CCN-51 x EET-233 E5/T1/R2/A3	4657,5 abcdefg	42,8 cdef
T6	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A3	4602,5 bcdefgh	50,9 cd
T26	EET-103x EET- 387 E5/T7/R1/A9	4519,9 bcdefghi	75,3 a
T30	CCN-51 (Control)	4463,1 bcdefghi	27,3 fghi
T2	CCN-51 x EET-233 E5/T1/R2/A9	3764,0 cdefghi	35,5 defg
T5	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A2	3677,5 cdefghij	33,1 efg
T13	CCN-51 x EET-450 E5/T4/R3/A14	3469,5 cdefghij	28,9 efghi
T7	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A4	3284,0 defghij	29,2 efghi
T4	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A1	3165,0 defghij	34,9 defg
T20	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A6	2898,8 efghij	23,6 ghi
T29	EET-103 (Control)	2717,5 fghij	25,0 ghi
T19	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A4	2655,0 ghij	22,8 ghi
T21	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A8	2593,6 hij	13,4 i
T18	CCN-51 x EET-462 E5/T5/R3/A3	2565,0 hij	21,4 ghi
T18	CCN-51 x CCAT 21-19 E1/T11/R4/A10	2488,0 ij	27,8 fghi
T25	CCN-51 x EET-534 E5/T6/R1/A13	2466,0 ij	28,5 efghi
T22	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A10	1702,5 j	15,5 hi
Promedio		4291,2	36,0
CV%		44,1	44,2

*Promedios con la misma letra no presentan diferencias estadísticas de acuerdo a la Prueba de Duncan $P \leq 0,05$

Los tratamientos T1, T7 y T15 obtuvieron el mayor número de ME con 17,20; 14,30 y 13,90, respectivamente. El control CCN 51, con 9,38 se comportó estadísticamente igual en cuanto a ME respecto a los tratamientos. El control EET 103 presentó 5,90, indicando variación estadística. Los tratamientos T22, T28 y T21 obtuvieron los valores más bajos de ME con 1,50; 2,70 y 2,92, respectivamente (Cuadro 6).

Los tratamientos T15, T7 y T20 reportaron un elevado % de ME con 35,82; 32,87 y 32,02% respectivamente.

El control CCN 51 se comportó estadísticamente con 25,61 % con los tratamientos en evaluación; el control EET 103 presentó un 19,09 %, lo cual varía en su comportamiento estadístico. Cabe indicar que los tratamientos T18 y T22 fueron los que menos cantidad de mazorcas enfermas presentaron con 8,82 y 8,850 % en su orden.

Cuadro 6. Resultados del desempeño sanitario por planta de 30 clones de cacao sujetos a evaluación, durante el período Enero 2012 - Marzo 2013.

N° Trat.	Clon	N° Mazorcas Enfermas (ME)		% Mazorcas Enfermas (%ME)
T23	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R3/A2	10,4	bcdef	13,3
T14	CCN-51 x EET-450 E1.2.3./T7/R4/A5	7,9	bcdefghi	20,2
T11	CCN-51 x EET-416 E5/T3/Borde 14	9,7	bcdef	17,5
T17	CCN-51 x EET-462 E5/T5/R3/A1	5,1	defghi	9,0
T9	CCN-51 x EET-416 E5/T3/R3/A10	9,9	bcdef	20,9
T24	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R3/A6	7,6	cdefghi	12,3
T16	CCN-51 x EET-462 E5/T5/R2/A2	10,1	bcdef	18,5
T12	CCN-51 x EET-450 E5/T4/R3/A9	9,5	bcdefg	22,2
T10	CCN-51 x EET-416 E5/T3/R4/A2	4,6	efghi	12,4
T15	CCN-51 x EET-450 E1.2.3./T7/R4/A9	13,9	abc	35,8
T8	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A9	6,6	defghi	14,9
T27	CCN-51 x EET-233 E5/T1/R3/A8	6,1	defghi	12,3
T3	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T1/R4/A10	5,6	defghi	12,6
T1	CCN-51 x EET-233 E5/T1/R2/A3	17,2	a	28,7
T6	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A3	11,3	bcd	18,2
T26	EET-103x EET- 387 E5/T7/R1/A9	7,6	cdefghi	9,1
T30	CCN-51 (Control)	9,4	bcdefg	25,6
T2	CCN-51 x EET-233 E5/T1/R2/A9	8,7	bcdefgh	19,7
T5	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A2	9,7	bcdef	22,7
T13	CCN-51 x EET-450 E5/T4/R3/A14	8,9	bcdefgh	23,5
T7	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A4	14,3	ab	32,9
T4	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A1	4,3	fghi	11,0
T20	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A6	11,1	bcde	32,0
T29	EET-103 (Control)	5,9	defghi	19,1
T19	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A4	4,1	fghi	15,2
T21	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A8	2,9	i	17,9
T18	CCN-51 x EET-462 E5/T5/R3/A3	4,8	defghi	18,3
T18	CCN-51 x CCAT 21-19 E1/T11/R4/A10	2,7	ghi	8,9
T25	CCN-51 x EET-534 E5/T6/R1/A13	9,1	bcdefgh	24,2
T22	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A10	1,5	hi	8,8
	Promedio	8,0		18,6
	CV%	74,0		73,9

*Promedios con la misma letra no presentan diferencias estadísticas de acuerdo a la Prueba de Duncan $P \leq 0,05$

Respecto a la variable (CHE) los tratamientos T7, T1 y T11 obtuvieron la mayor presencia con valores de 171,50; 128,90 y 121,50 en su orden.

Con respecto a los clones controles CCN 51 y EET 103, con valores de 83,65 y 37,30 cherelles, estos fueron estadísticamente diferentes. El tratamiento T22 tuvo menor presencia con 9,60 cherelles (Cuadro 7).

Cuadro 7. Resultados de la presencia de Cherelles wilt por planta de 30 clones de cacao sujetos a evaluación, durante el período Enero 2012 - Marzo 2013.

Nº Trat.	Clon	Cherelles wilt (CHE)	
T23	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R3/A2	86,1	cde
T14	CCN-51 x EET-450 E1.2.3./T7/R4/A5	34,6	hij
T11	CCN-51 x EET-416 E5/T3/Borde 14	121,5	bc
T17	CCN-51 x EET-462 E5/T5/R3/A1	59,1	efghi
T9	CCN-51 x EET-416 E5/T3/R3/A10	81,4	defg
T24	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R3/A6	67,5	efgh
T16	CCN-51 x EET-462 E5/T5/R2/A2	52,1	efghi
T12	CCN-51 x EET-450 E5/T4/R3/A9	41,8	ghij
T10	CCN-51 x EET-416 E5/T3/R4/A2	68,0	efgh
T15	CCN-51 x EET-450 E1.2.3./T7/R4/A9	51,3	efghi
T8	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A9	63,3	efgh
T27	CCN-51 x EET-233 E5/T1/R3/A8	37,1	hij
T3	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T1/R4/A10	71,1	defgh
T1	CCN-51 x EET-233 E5/T1/R2/A3	128,9	b
T6	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A3	109,3	bcd
T26	EET-103x EET- 387 E5/T7/R1/A9	55,1	efghi
T30	CCN-51 (Control)	83,7	def
T2	CCN-51 x EET-233 E5/T1/R2/A9	49,8	efghij
T5	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A2	58,5	efghi
T13	CCN-51 x EET-450 E5/T4/R3/A14	36,6	hij
T7	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A4	171,5	a
T4	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A1	40,9	ghij
T20	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A6	121,5	bc
T29	EET-103 (Control)	37,3	hij
T19	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A4	51,3	efghi
T21	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A8	46,5	efghij
T18	CCN-51 x EET-462 E5/T5/R3/A3	42,7	fghij
T18	CCN-51 x CCAT 21-19 E1/T11/R4/A10	21,7	ij
T25	CCN-51 x EET-534 E5/T6/R1/A13	72,5	defgh
T22	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A10	9,6	j
	Promedio	65,7	
	CV%	57,2	

*Promedios con la misma letra no presentan diferencias estadísticas de acuerdo a la Prueba de Duncan $P \leq 0,05$

Respecto a las variables EBV y EBC, los resultados indican un comportamiento diferencial de los clones.

Respecto a la variable EBC los tratamientos T13, T28 obtuvieron mayor presencia con valores de 18,2 y 9,3, respectivamente; mientras que los tratamientos T16, T14 y T10 registraron los menores valores con 0,9; 1,0 y 1,2, en su orden siendo estos los clones más tolerantes a esta enfermedad.

Los tratamientos T6 y T8 reportaron los valores más altos de EBC, con 21,8 y 18,9 respectivamente, a su vez los tratamientos T22, T19 y T2 obtuvieron el menor número de escobas con 0,1; 0,5 y 0,6 en su orden (Cuadro 8).

Cuadro 8. Resultados de la presencia de escobas de bruja vegetativa y escoba de bruja de cojinete por planta de 30 clones de cacao sujetos a evaluación, durante el período Enero 2012 - Marzo 2013.

N° Trat.	Clon	N° Escoba Vegetativa (EBV)		N° Escoba Cojinete (EBC)	
T23	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R3/A2	9,3	b	2,3	ef
T14	CCN-51 x EET-450 E1.2.3./T7/R4/A5	1,0	f	3,0	def
T11	CCN-51 x EET-416 E5/T3/Borde 14	2,2	def	9,1	cde
T17	CCN-51 x EET-462 E5/T5/R3/A1	1,3	f	4,8	def
T9	CCN-51 x EET-416 E5/T3/R3/A10	5,6	bcdef	3,3	def
T24	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R3/A6	3,7	cdef	16,1	ab
T16	CCN-51 x EET-462 E5/T5/R2/A2	0,9	f	2,2	f
T12	CCN-51 x EET-450 E5/T4/R3/A9	1,7	ef	5,6	def
T10	CCN-51 x EET-416 E5/T3/R4/A2	1,2	f	1,1	f
T15	CCN-51 x EET-450 E1.2.3./T7/R4/A9	4,7	bcdef	9,2	cd
T8	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A9	1,4	f	18,9	ab
T27	CCN-51 x EET-233 E5/T1/R3/A8	3,4	cdef	1,9	f
T3	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T1/R4/A10	5,0	bcdef	1,0	f
T1	CCN-51 x EET-233 E5/T1/R2/A3	2,5	def	1,7	f
T6	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A3	4,1	cdef	21,8	a
T26	EET-103x EET- 387 E5/T7/R1/A9	6,6	bcd	15,0	bc
T30	CCN-51 (Control)	4,8	bcdef	4,7	def
T2	CCN-51 x EET-233 E5/T1/R2/A9	2,1	def	0,6	f
T5	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A2	2,9	def	9,2	cd
T13	CCN-51 x EET-450 E5/T4/R3/A14	18,2	a	1,5	f
T7	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A4	5,1	bcdef	1,1	f
T4	CCN-51 x EET-233 E1.2.2/T4/R1/A1	2,4	def	6,1	def
T20	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A6	3,6	cdef	5,5	def
T29	EET-103 (Control)	9,3	b	4,6	def
T19	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A4	6,5	bcde	0,5	f
T21	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A8	8,9	b	3,6	def
T18	CCN-51 x EET-462 E5/T5/R3/A3	7,8	bc	3,2	def
T18	CCN-51 x CCAT 21-19 E1/T11/R4/A10	2,1	def	1,5	f
T25	CCN-51 x EET-534 E5/T6/R1/A13	3,7	cdef	6,8	def
T22	CCN-51 x EET-534 E5/T2/R1/A10	3,5	cdef	0,1	f
	Promedio	4,5		5,5	
	CV%	95,9		109,7	

*Promedios con la misma letra no presentan diferencias estadísticas de acuerdo a la Prueba de Duncan $P \leq 0,05$

La figura 2 muestra el índice de mazorca para los clones de cacao con mejor desempeño productivo y sensorial. Los valores más altos de IM correspondieron a los tratamientos T26 (30,0), T6 (22,9) y el control EET 103 (20,9).

Los valores más bajos se registraron en el control CCN 51 (15,7) y los tratamientos T12 (14,7), T14 (12,0), y T15 (10,6).

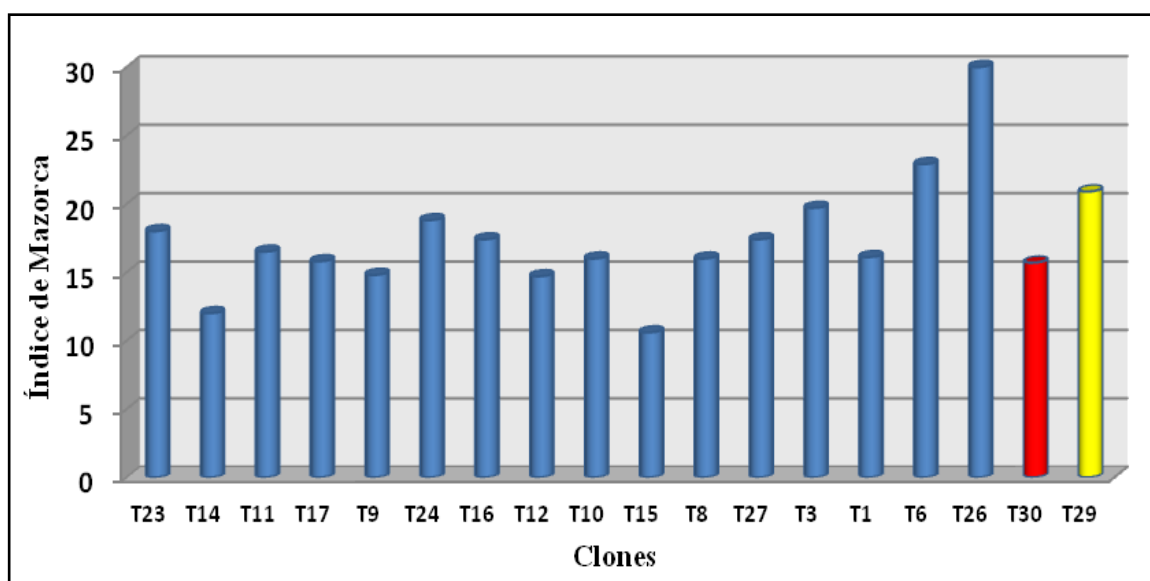


Figura 2. Índices de mazorca para los clones de cacao con mejor comportamiento productivo y sensorial

En la figura 3, se presentan los índices de semilla de los mejores clones evaluados, registrándose los valores más altos para los clones T15 (1,8), T17 (1,8) y T14 (1,7). Los controles CCN 51 y EET 103 presentaron valores de IS iguales a 1,5 y 1,6. El resto de los clones mostraron valores de IS superiores a 1,2, con excepción del clon T26 (1,0).

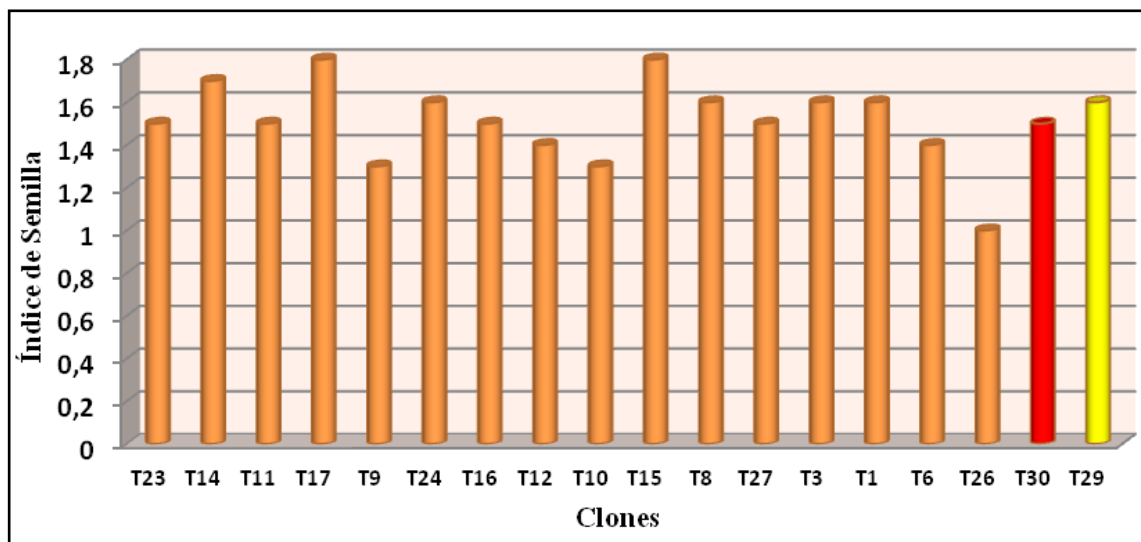


Figura 3. Índices de semilla para los clones de cacao con mejor comportamiento productivo y sensorial.

4.2. VARIABLES SENSORIALES

Los clones seleccionados presentaron valores superiores a 3,00 en las variables sensoriales: cacao, floral y frutal, descartándose los clones: T23, T14, T11, T9, T12, T10, T15, T8 y T27.

El tratamiento T23 expresó aroma floral bajo similar a las flores de café está dotado de un perfil de sabor balanceado de cacao, frutal y nuez, con valores de 4,67; 3,67 y 2,33, en su orden (Figura 4). El tratamiento T14 reportó una sensación suave acompañado de una buena combinación de los sabores cacao, floral y frutal con valores de 4,67; 3,67 y 3,33, en su orden (Figura 5). El tratamiento T11 presentó un sabor floral fuerte, astringencia moderada con valores de 5,00 para cacao; 5,37 para floral y 2,67 para frutal (Figura 6).

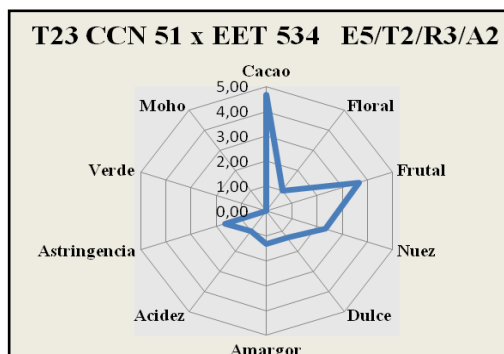


Figura 4. Tratamiento 23

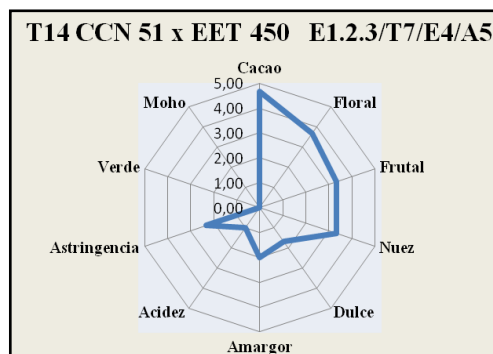


Figura 5. Tratamiento 14

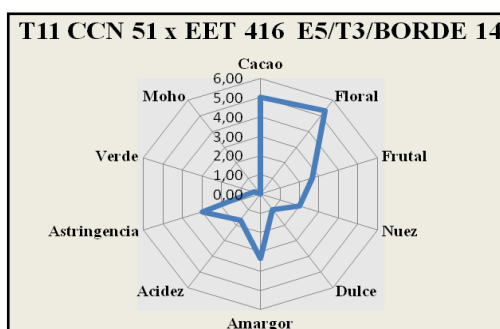


Figura 6. Tratamiento 11

El tratamiento T9 presentó un aroma agradable con una mezcla de tonos floral y frutal (Figura 7); mientras que el tratamiento T12 estuvo dotado de un buen nivel de sabor a cacao, combinado con un aroma frutal suave y agradable (Figura 8). El tratamiento T10 manifestó un sabor floral un poco fuerte parecido al de la hierba luisa (Figura 9). Mientras tanto, el tratamiento T15 presentó aroma a nuez y dulce, moderado amargor y astringencia (Figura 10). Para el tratamiento T8 se detectó una sensación a acidez suave como pasas con un final agradable, a más de tener menos dulce (Figura 11). El tratamiento T27 estuvo dotado de un aroma y sabor a floral con una sensación fuerte de amargor, pero agradable al final (Figura 12).

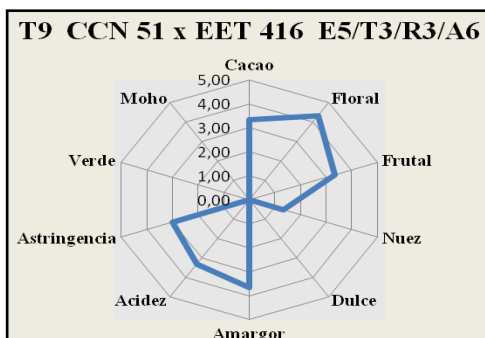


Figura 7. Tratamiento 9

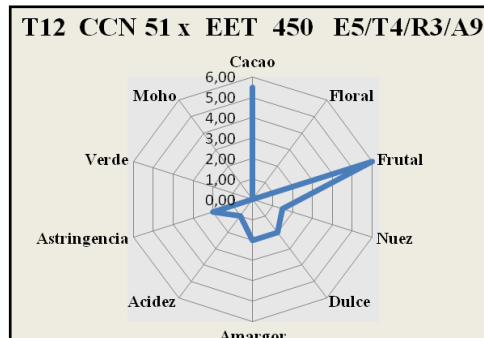


Figura 8. Tratamiento 12

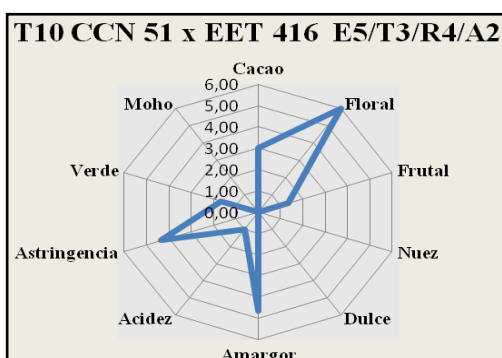


Figura 9. Tratamiento 10

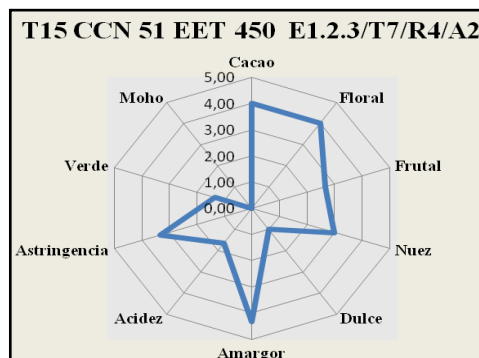


Figura 10. Tratamiento 15

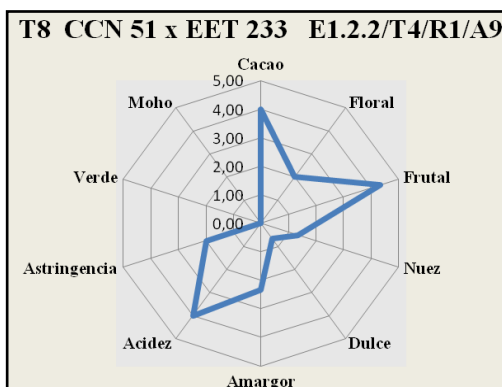


Figura 11. Tratamiento 8

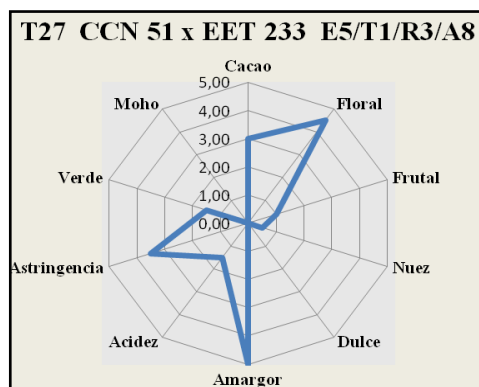


Figura 12. Tratamiento 27

El control CCN 51 presentó características sensoriales como olor fuerte a madera, sabor frutal bajo, ácido, astringente y sensación láctica (Figura 13). El control EET 103 reportó un aroma floral bajo pero consistente, amargo y astringente (Figura 14).

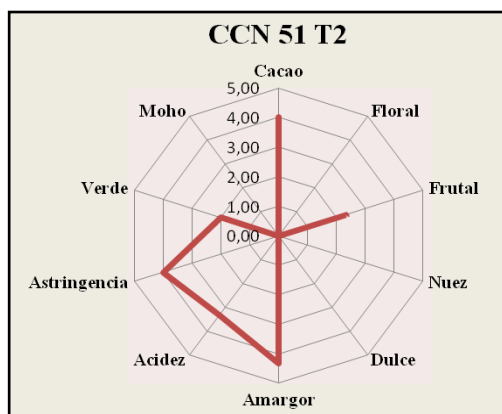


Figura 13. Testigo 2 CCN 51

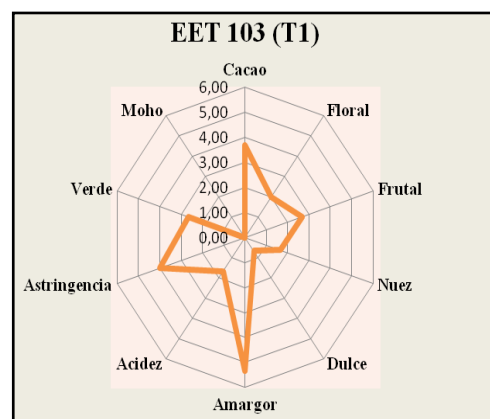


Figura 14. Testigo 1 EET 103

Los clones más productivos T14 y T11 coinciden en buena medida en su manifestación sensorial pues comparten principalmente características de sabor floral, frutal que los ubica en el ámbito del cacao fino o de aroma.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la variabilidad vista para las características productivas y sanitarias sugiere oportunidades interesantes para seleccionar clones que combinen atributos de interés y minimicen los rasgos que los desfavorecen, tomando en cuenta su comportamiento precoz y buena respuesta a las prácticas de manejo, esto es: poda fitosanitaria, raleo de sombra, fertilización y riego en época seca, los cuales con procesos sensoriales complementarios permitirían mantener el futuro de la calidad de cacao en nuestro país.

Las variables consideradas se presentan en forma secuencial, sin embargo no siempre se detectó proporcionalidad (directa o inversa) entre ellas, remarcando la

importancia del factor ambiental y el control genético como regulador de expresión y creación de la variabilidad observada (Figuras 2, 3 y 4), muy parecido a lo que expresado por Montoya (2010).

El presente estudio confirmó el gran potencial de rendimiento de los clones T23, T14 (Árbol 5), T11 y T17 con 6689,58; 6140,00; 6130,00 y 6018,00 g de PF por árbol, que resultaron los más productivos. El T14 (Árbol 5), evaluado también por Campi (2013), se destacó como el más productivo en su estudio, con 4998,1 g de PF por árbol, coincidiendo con su desempeño en la presente investigación.

Estos clones superaron al control CCN 51 que rindió 4463,1 g de PF por árbol. Estudios realizados por Amarilla (2011) señalan que el clon CCN 51, el clon comercial de mayor productividad en el país, muestra una amplia flexibilidad adaptativa en la mayor parte de los ambientes cacaoteros del país. Sin embargo, algunos clones que se destacaron en el presente estudio tienen una amplia superioridad con respecto al CCN 51 y variedades comerciales de cacao Nacional distribuidas por INIAP. Una de estas variedades comerciales es el control EET 103 que participó en el estudio con un rendimiento de 2717,5 g de PF por árbol.

El comportamiento productivo de la mayoría de los clones depende estrechamente del número de MS cosechadas mediatizado por el número y porcentaje de ME. A primera vista, el número de ME y porcentaje de ME son características cuya variación se desvincula de los cambios en el rendimiento de PF. Igual cosa se podría decir de los cambios observados en EBV y EBC.

El mayor valor para MS se registró para el clon T26, con 75,3 mazorcas, difiriendo estadísticamente de los demás, aunque seguido de cerca por el T23 con 68,0 mazorcas y T17 con 51,9 mazorcas. Cabe mencionar que el clon T27,

proveniente del cruce EET 103 x EET 387, difiere de los demás por no llevar genes del clon CCN 51 en su constitución. Talv ez esto explica su elevado IM y bajo IS.

Encabezando el grupo de los clones susceptibles a las enfermedades de la mazorca se encuentran los clones T1, T7 y T15 con 17,20; 14,30 y 13,90, en su orden, Los tratamientos T22, T28 y T21 obtuvieron menos ME con 1,50; 2,70 y 2,92, respectivamente, El control CCN 51 con 9,38 ME se comportó estadísticamente igual a los tratamientos evaluados con anterioridad. El control EET 103 presentó 5,90 para ME, ilustrando la amplia variación para este carácter.

Los tratamientos T15, T7 y T20 mostraron magnitudes elevadas para el porcentaje de ME con 35,82; 32,87 y 32,02% respectivamente. El control CCN 51 se comportó estadísticamente igual con 25,61 % en relación con los demás tratamientos bajo estudio. Los tratamientos T18 y T22 fueron los que menos cantidad de mazorcas enfermas presentaron con 8,82 y 8,85 % ME, en su orden.

Con respecto a la presencia de Moniliasis la gran mayoría de los tratamientos fueron estadísticamente iguales con valores relativamente bajos, razón por lo cual no se reportó esta variable. Los clones en general presentaron distintos niveles de tolerancia a Escoba de bruja.

Los mejores valores de IM e IS se registraron en los clones T15 con 10,5 mazorcas y 1,8 gramos, T17 con 15,8 mazorcas y 1,8 gramos y T14 con 12,0 mazorcas y 1,7 gramos, lo que se acerca a los resultados obtenidos por Campi (2013) para los clones T15 ( rbol 9) con 15,1 mazorcas y 1,6 gramos y T14 ( rbol 5) con 20,4 mazorcas y 1,5 gramos.

Los controles CCN-51 y EET-103 presentaron buenos valores de IM e IS, con 15,7 y 20,9 mazorcas y 1,5 y 1,6 gramos, en su orden. Estos valores se acercan a los

obtenidos por Ramos (2010), con 13 y 18 mazorcas y 1.5 gramos, respectivamente. También coinciden con los resultados obtenidos por Vera, Suárez y Mogrovejo (1984), donde el clon EET-103 alcanzó 19 mazorcas y 1.5 gramos para IM e IS, y con lo que reporta Crespo y Crespo (1997) acerca del clon CCN-51 con IM de 15 mazorcas e IS de 1.5 gramos, en su orden.

El amplio intervalo de la variable CHE indicó una gran variabilidad para este carácter. Los clones T7, T1 y T11 alcanzaron los mayores valores con 171,50; 128,90 y 121,50, en su orden, a diferencia de los clones controles CCN 51 y EET 103 con valores de 83,65 y 37,30 cherelles. El tratamiento T22 tuvo el valor más bajo para esta variable, debido principalmente a que la marchitez fisiológica de frutos, es una característica genética y también asociada a la presencia de estrés ambiental. Los frutos son afectados en una etapa temprana y la planta puede perder hasta 90% de los frutos fecundados (Hardy, 1961; Amores, 2004).

Los clones más productivos T23, T14 y T11, además de contar con aceptables características de IM e IS, coinciden en buena medida en su manifestación sensorial, ya que comparten una presencia balanceada de sabor floral y frutal que los ubica en el ámbito de los tipos de cacao fino o de aroma. Es importante anotar que el perfil sensorial del T11 se beneficia de una nota floral superior, si se compara con el moderado equilibrio sensorial existente para los clones T23 y T14, ubicados en primer y segundo lugar en el ranking.

A corto plazo, los clones seleccionados se establecerán en parcelas demostrativas para continuar su desarrollo como posibles variedades comerciales.

A mediano plazo se convertirán en insumos para aumentar la productividad de la tierra sembrada con las nuevas variedades de cacao (al menos en la zona de influencia del proyecto).

A un plazo más largo, se hará evidente un crecimiento de valor para la cadena basada en este cultivo. Esta riqueza adicional se repartirá entre los distintos operadores de la cadena, con el productor capturando la mayor parte de este posible incremento de ingresos, al menos el 85%.

V. CONCLUSIONES

- Los clones T23 (CCN 51 x EET 534 E5/T2/R3/A2), T14 (CCN 51 x EET 450 E1.2.3/T7/R4/A5), y T11 (CCN 51 x EET 416 E5/T3) presentaron mayor rendimiento. El control CCN-51 rindió el doble que el control EET- 103, pero ambos fueron estadísticamente inferiores a los clones con la más alta productividad. Las selecciones con mayor rendimiento presentaron características sanitarias aceptables y buenos valores para IM e IS.
- En total se destacaron 14 clones (T23, T14, T11, T17, T9, T24, T16, T12, T10, T15, T8, T27, T3 y T1) por su mayor productividad y tolerancia a problemas sanitarios, los mismos que conjuntamente a los controles CCN 51 y EET 103 fueron sometidos a pruebas sensoriales, para conocer dichas propiedades organolépticas.
- El análisis sensorial de los clones con mejores características productivas y sanitarias: T14 (CCN 51 x EET 450 E1.2.3/T7/R4/A5) y T11 (CCN 51 x EET 416 E5/T3) también coinciden en buena medida en su manifestación sensorial, ya que comparten características de sabor floral y frutal ubicándolos en el ámbito de cacao fino o de aroma.

VI. RECOMENDACIONES

- Validar las selecciones con mejor desempeño productivo-sanitario-sensorial mediante parcelas demostrativas para observar su comportamiento en lotes semi-comerciales antes de tomar decisiones sobre establecimiento de jardines clonales para producir material de siembra y una posible entrega comercial para beneficio del sector productor.
- Continuar generando información sobre el comportamiento de los clones de cacao en el campo, dado que la plantación es muy joven y existen buenas perspectivas para realizar la selección de dos o varios clones más homogéneos con base a las características de producción, calidad y resistencia a enfermedades.
- Realizar futuros cruzamientos entre los clones T11 y T17 por ser productivos, tolerantes a enfermedades y que demostraron ser los mejores organolépticamente e investigar si en su descendencia es posible conservar dichos atributos que permita obtener un material comercial de calidad.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Alvin P.de T 1966. Factors affecting flowering of the cocoa tree. Cocoa growers. Boletín (Inglaterra) 7:15 – 19.
- Amarilla, J. 2011. Estudio de productividad, sanidad y perfiles organolépticos de clones Internacionales de cacao (*Theobroma cacao L.*) introducidos en la zona de Quevedo. Quevedo, Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 58 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.
- ANECACAO (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao). 2009. Manual de cacao de pequeños productores. Programa de establecimiento de una estrategia de competitividad de la cadena del cacao fino y de aroma del Ecuador. Guayaquil–Ecuador, 15 p.
- Aragundi. J. 1974. Evaluación de rendimientos e incidencia de enfermedades del cacao, en varias zonas ecológicas del litoral Ecuatoriano. Universidad de Guayaquil, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Guayaquil, Ecuador, 56 pág.
- Baño, S. 2010. Evaluación de 61 progenies híbridas de cacao en base a características organolépticas. Quevedo, Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 73p.
- Calderón P. D. 2004. Caracterización y evaluación de accesiones de cacao Amazónico con énfasis en su comportamiento sanitario y productivo. Tesis de grado. Los Ríos, Ecuador. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo, 87 p.
- Campi, C. 2013. Caracterización fenotípica de 49 accesiones clonales de Cacao (*Theobroma cacao L.*) para desarrollar su capacidad de uso. Tesis para obtención de título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo – Ecuador, 69 p.

- Cedeño, P. 2010. Determinación de perfiles organolépticos en ocho grupos de cacao mediante la degustación de licor de cacao y chocolates oscuros elaborados artesanalmente. Calceta, Ecuador. Carrera de Agroindustria. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, 45 p.
- Crespo del Campo, E.; Crespo, F. 1997. Cultivo y beneficio del cacao CCN 51, Editorial El Conejo. Quito–Ecuador, 106 p.
- Enríquez, G. 1963. Características y comportamiento de 25 cruces interclonales de cacao (*Theobroma cacao L.*). Tesis Ing. Agr. Quito, Ecuador. Universidad Central, 150 p.
- Enríquez, G. 2004. Cacao Orgánico, Guía técnica para productores ecuatorianos Quito, Ecuador, p 14–25.
- Guerrero, R.; Arias, D. 2006. Determinación de la eficacia de dos especies de hongos del género *Trichoderma* (*T. koningiopsis*, *T. stromaticum*) para el control de enfermedades de la mazorca de cacao (*Theobroma cacao*). Tesis para obtención de título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo – Ecuador, Pág. 46 – 51.
- Hardy, F. 1961 Manual del cacao. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 362 pág.
- Hebbar, P. 2007. Cocoa Diseases: A Global Perspective from an Industry Point of View. (En línea). Beltsville – MD, US. Mars Inc./USDA-ARS. Consultado 24 de Abril de 2012.
- Resumen técnico. Disponible en
<http://ddr.nal.usda.gov/bitstream/10113/16404/1/IND44010611.pdf>
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2012. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. Consultado el 25 de abril del 2012. Disponible en
http://www.inec.gov.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=75

- Jiménez, J. 2000. Efecto de dos métodos de fermentación sobre la calidad de tres grupos de cacao *Theobroma cacao L.* cultivado en la zona de Quevedo provincia de los Ríos. Tesis Ing. Agr. Universidad de Bolívar – Ecuador, p. 20.
- Liabeuf, J, LOTODE, R., MAUCORANT, P. 1960. Note sur la durée de formation des caboses suirant I origine dos clones. Inf. Anual Estación Nkoemvone (Camerún), 1963-1964, doc. Mult.
- Montoya, B. J. 2010. Comparación de un grupo de clones de cacao tipo nacional vs el CCN-51 bajo condiciones de secano en la zona de Quevedo. Tesis para obtención de título de Ingeniero Agrónomo. Guayas, Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador 51p.
- Moreno, J. L. P. 1983 Director. et. al. Colombia, Medellín. pag. 81-107-108-109-110-111
- Peña, G. 2011. Análisis de datos de pruebas de clones y híbridos de cacao establecidas en Ecuador con el apoyo del proyecto CFC/ICCO/Bioversity. Quevedo, Los Ríos. Estación Experimental Tropical Pichilingue, 100 p.
- Peña M. G. 2003. Caracterización Morfológica de 57 accesiones de cacao (*Theobroma cacao L.*) Tipo Nacional del Banco de Germoplasma de la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Tesis para obtención de título de Ingeniero Agrónomo. Portoviejo. Ecuador. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, 121 p
- Quiroz, J. 2002. Caracterización molecular y morfológica de genotipos superiores de cacao nacional (*Theobroma cacao L.*) de Ecuador. Turrialba, Costa Rica. Escuela de Posgrado. Programa de Evaluación para el desarrollo y la conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. Magister. CATIE, 111p.
- Ramos, R. 2010 Comportamiento de clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) tipo Nacional en el sector de Guasaganda, Provincia de Cotopaxi. Tesis para obtención de título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo – Ecuador, 57 p.

- Rodríguez, G. 2011. Estudio de la aplicación de una metodología espectrofotométrica para detectar mezclas de almendras de cacao de las variedades Nacional y CCN 51 en 15 zonas. Tesis Ing. Agroindustrial. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos–Ecuador, 211 p.
- Sánchez, V. 2007. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao L.*) para la selección de árboles con perfiles de sabores de interés comercial. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos – Ecuador, 56 p.
- Saucedo A. 2003. Comportamiento de híbridos de cacao (*Theobroma cacao L.*) tipo Nacional en la zona de Quevedo. Quevedo. Ecuador. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Babahoyo, 83 p.
- Tarqui, O. 2010. Evaluación de clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) provenientes de plántulas híbridas seleccionadas por resistencia a la enfermedad Escoba de (*Moniliophthora perniciosa*). Tesis para obtención de título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de ciencias Agrarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador, 50 p.
- Vera, J; Suárez, C; Mogrovejo, E. 1984. Descripción técnica de algunos híbridos y clones de cacao recomendados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quevedo, Ec. EETP, p 4 – 18 (Comunicación Técnica N° 12).
- Wood, G.A.R. 1973. Cacao. Cosecha y preparación. Capítulo XII. Desarrollo del fruto. Compañía editorial Continental S.A. México, 253-265 p.