

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

TEMA:

**Caracterización morfológica en la adaptabilidad de tres clones de cacao
(*Theobroma cacao L.*), en el CIPCA provincia de Napo, Ecuador.**

Proyecto previa a la obtención del Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

AUTORA

Ana Lucia Naula Lara

DIRECTOR

Ing. Jorge Antonio Freile Almeida M.Sc.

PASTAZA - ECUADOR.

2016

Declaración de auditoria y cesión de derechos

Yo, **Ana Lucia Naula Lara**, declaro que soy responsable de las ideas doctrinas y resultados expresados en el presente Proyecto de Investigación, y que el patrimonio intelectual generado por el mismo, pertenece exclusivamente a la Universidad Estatal Amazónica.

.....

Ana Lucia Naula Lara

160055312-5

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE
SUSTENTACIÓN.**

Caracterización morfológica en la adaptabilidad de tres clones de cacao (*Theobroma cacao L.*), en el CIPCA provincia de Napo, Ecuador.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Dr. Reinaldo Alemán Pérez

Dr. C Javier Domínguez Brito

Dr. Joel Rodríguez Guerra

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios, por regálar-me salud y vida para lograr mi objetivo.

A la prestigiosa Universidad Estatal Amazónica por permitirme formar como profesional y abrirme las puertas en todo este trayecto.

A mi Madre, por darme la vida y apoyarme en cada momento, aconsejándome por el camino del bien para lograr todos objetivos propuestos.

A mi Padre, por sus consejos sabios de la vida y así prepararme para el mañana.

A mi Esposo por su apoyo y comprensión y a todo su amor brindado en todos estos años.

A mi Director de Proyecto Ing. Jorge Antonio Freile Almeida M.Sc por su esfuerzo y dedicación. Quien con su apoyo, paciencia, conocimiento y experiencia me han motivado a terminar mi proyecto con éxito.

A la Ing. Sandra Soria, por su apoyo incondicional y por toda su paciencia brindada durante el trabajo experimental.

A mis profesores del Departamento de ciencias de la Tierra por todo el apoyo a quienes de una u otra manera contribuyeron a la realización del presente proyecto.

DEDICATORIA

Dedico el éxito y la satisfacción de esta investigación a Dios quien me regala los dones de la Sabiduría y el Entendimiento.

A mis Padres, Patricio Naula y Alejandra Lara quienes me han dado su comprensión y sacrificio quienes han estado conmigo siempre por su gran calidad humana apoyándome incondicionalmente por su infinito amor que no me ha dejado desfallecer para así poder llevar a cabo la culminación de este proyecto.

A mi esposo Edgar Uguña e hijo Jhonatan Uguña por su apoyo, comprensión y gracias a ese inmenso amor de familia que han hecho que cada día me supere como esposa, madre y profesional.

Con mucho Amor.

Resumen

El proyecto se desarrolló para determinar las características morfológicas en la adaptabilidad de tres clones de cacao nacional comparando con el clon CCN-51 a las condiciones ecológicas del cantón Arosemena Tola, perteneciente a la provincia de Napo, Ecuador. Para dar cumplimiento a este objetivo se desarrolló una secuencia experimental mediante un diseño de bloques al azar, donde los tratamientos consistieron en los clones promisorios EET-103, EET-96, EET-95 comparados con el clon CCN-51 utilizado como control, en los cuales se evaluaron indicadores morfológicos y agronómicos. Se corroboró que los clones promisorios poseen características de adaptabilidad a las condiciones en estudio en particular el clon EET-95 y el EET-103, con mayor número de ramas y mayor altura de las plantas al ser comparados con el CCN-51. Estos clones exhibieron una respuesta estable y de adaptabilidad. Las características de los frutos se dividieron en dos partes, la primera relacionada con la longitud y el ancho de las mazorcas y la segunda con el espesor de la cáscara. Los clones no mostraron diferencias estadísticas entre ellos en relación con la longitud del fruto pero el clon CCN-51 mostró el mayor valor para esta variable. Por lo tanto a pesar de ser un clon con debilidades en las características morfológicas, es CCN-51 el que produce frutos de mayor tamaño. En el análisis de las variables del espesor de la cáscara del fruto, al canal y al lóbulo de la drupa fue EET-103 el que se diferenció estadísticamente de los demás clones, con el mayor valor. La variable espesor de la cáscara al lóbulo se comportó de forma muy similar a la anterior, pero en este caso el clon CCN-51, no mostró diferencias respecto al EET-103. Característica que está en correspondencia con los resultados obtenidos en la variable diámetro del fruto al lóbulo, ya analizado anteriormente, donde ambos clones mostraron los mayores valores.

Palabras claves: Adaptabilidad, Morfología, Theobroma cacao, clones.

Abstract

The project was developed to determine the morphological characteristics and adaptability of three national cocoa clones compared with the CCN-51 clone to the ecological conditions of the canton Arosemena Tola, belonging to the province of Napo, Ecuador. To fulfill this objective an experimental sequence was developed through a randomized block design where the treatments were promising clones ETT-103, EET-96, EET -95 compared with the CCN -51 clone used as control, which morphological and agronomic indicators were evaluated. It was confirmed that the promising clones have characteristics of adaptability to this ecological conditions in particular the studied EET-95 and EET-103 clones, with more branches and greater plant height when compared with the CCN-51. These clones showed a stable response and adaptability. The fruit`s characteristics were divided into two parts, the first related to the length and width of the cacao drupe and the second with the thickness of the shell. The clones showed no statistical difference between them in relation to the length of the fruit but the CCN -51 clone showed the highest value for this variable. So despite being a clone with weaknesses in the morphological characteristics, it was CCN-51 which produces larger fruits. In the analysis of the variables thickness fruit peel, the canal and the drupelobe, TSE-103 was the statistically different clone from the other clones with the highest value. The variable thickness of the shell into drupelobe behaves much like the previous one, but in this case of CCN-51 clone showed no differences from the TSE-103. Feature that is in correspondence with the results obtained in the variable diameter of the fruit to the drupelobe, as discussed above, where both clones showed the highest values.

Palabras claves: Adaptability, morphology, *Theobroma cacao*, cacao clones.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Página

I. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Problema.....	13
1.2 Hipótesis de la investigación.....	13
1.3 Objetivo general.....	13
1.4 Objetivos específicos.....	13
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Generalidades del cultivo del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L).....	14
2.1.1 Origen y taxonomía.....	14
2.1.2 Variedades de cacao.....	15
2.1.3 Importancia Económica.....	16
2.1.4 Importancia alimenticia, medicinal y otros fines.....	17
2.1.5 Características botánicas.....	18
2.1.6 Características de los clones ETT-95, ETT-96, ETT-103 y CCN-51.....	20
2.1.7 Características fisiológicas y condiciones de cultivo.....	21
2.1.8 Requisitos ecológicos del cacao.....	22
2.1.9 Principales enfermedades del cacao.....	24
2.2 Genética del cultivo.....	25
2.2.1 Mejora genética por métodos biotecnológicos.....	26
2.2.2 Mutagénesis.....	26
2.2.3 Hibridación.....	27
2.2.4 Selección.....	27
III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	28
3.0 Materiales y métodos.....	28
3.1 Generalidades.....	28
3.2 Establecimiento y diseño experimental.....	30
3.3 Caracterización morfológica y agronómica.....	31
3.3.1 En las plantas de cacao.....	31

3.3.2 En los frutos (Mazorcas).....	31
3.4 Recursos humanos y material.....	32
3.5 Análisis estadísticos.....	33
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1 Adaptabilidad de los clones de cacao.....	34
4.1.1 Caracterización morfológica y agronómica.....	34
V CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN.....	39
5.1 Conclusión.....	39
5.2 Recomendación.....	39
VI BIBLIOGRAFIA.....	30

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Clasificación taxonómica del cacao.....	14
Tabla 2 Características físicas y químicas del suelo antes del montaje de la investigación.....	28
Tabla 3 Métodos utilizados para los análisis de suelo realizado en los laboratorios de la UEA	29
Tabla 4 Variables meteorológicas registradas durante la etapa de la investigación.....	29
Tabla 5 Diseño de campo para la evaluación de la adaptabilidad de los clones EET-95, EET-96, EET-103 y CCN-51.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1	Características de crecimiento de las plantas EET-95, EET-96, EET-103 y CCN-51.....	35
Figura 2	Resultados de longitud y ancho de los frutos de cacao.....	37
Figura 3	Los resultados de los análisis de las variables del espesor de la cáscara del fruto, al canal y al lóbulo.....	38

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2013 la producción mundial de *Theobroma cacao* L (cacao) alcanzó 4,58 millones de toneladas, Costa de Marfil fue el principal productor mundial con 1,44 millones de toneladas. Los países del continente africano aportaron el 65,7%, Asia y Oceanía 18,6% y América 15,7% del total de cacao producido en el mundo, Ecuador produjo 128.446 mil toneladas (FAOSTAT, 2015).

El *T. cacao* es un cultivo reconocido por su alto valor nutritivo y agradable sabor. Estas características lo han convertido en un producto reconocido tanto que es una de las principales materias primas en el mercado internacional. La producción de cacao adquirió importancia cuando empezó a desarrollarse la industria del chocolate en Europa. Brasil y Ecuador son los principales productores a nivel mundial, posteriormente colonizadores europeos llevaron esta especie a África, desarrollándose en Ghana primero y luego en Nigeria, Camerún y Costa de Marfil (Santander, 2010).

Más del 70% de la producción mundial de cacao fino de aroma se cultiva en Ecuador, por lo que es el mayor productor de este cacao de calidad superior. Es el quinto producto en la lista de exportaciones del país dentro de las exportaciones no petroleras y es fuente de ingreso y empleo de para una gran cantidad de familias (PROECUADOR, 2013).

El centro de origen del cacao se encuentra en la cuenca del río Amazonas y el río Orinoco. Esta especie pertenece a la familia Malvaceae, siendo una de las 22 especies del género *Theobroma*. Es un árbol con una altura promedio de 5 a 6 metros y follaje denso. A sus frutos se los conoce como mazorcas y su vida productiva es de 25 a 30 años (Leandro, 2011).

El cultivo de cacao constituye una propuesta de producción sustentable agroecológica, para los habitantes de la región amazónica del Ecuador, debido a que éste cumple con los requerimientos sociales, ambientales y productivos, por lo cual incide favorablemente como una alternativa de

conservación de los biorecursos en la Amazonía ecuatoriana (Lecaro, Gavilanes, & Carrillo, 2004).

A pesar de que a este cultivo lo atacan varias enfermedades, que causan daños a los agricultores, *Moniliophthora roreri* (monilia) es la más peligrosa. El 80% de las mazorcas enfermas presentan sintomatología de monilia y el 20% restante de plantas y frutos son susceptibles a *Moniliophthora perniciosa* (escoba de bruja) y *Phytophthora palmivora* (mazorca negra), lo cual ha disminuido la producción y calidad del cacao en los últimos años (Sánchez y Garcés, 2012).

Los sistemas de propagación vegetativa tradicionales han sido una importante herramienta para la multiplicación de genotipos seleccionados de cacao, no obstante, estas metodologías no han sido suficientes para satisfacer la demanda de materiales genéticos mejorados en muchos casos y se continúa con la práctica de siembra a partir de semillas de libre polinización, teniendo como consecuencia variaciones notables en la productividad asociada a la variabilidad genética (INIAP, 2004).

A partir del año 2004 el Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) estableció una serie de pruebas de evaluación y adaptación de 22 clones de cacao en las provincias amazónicas, que incluyeron Morona Santiago, Napo, Orellana y Sucumbíos en busca de mejorar la producción y evaluar la resistencia, actuando como control el clon CCN-51 (Vasco, 2008).

Con la finalidad de estudiar la adaptabilidad de tres genotipos de cacao nacional la Universidad Estatal Amazónica aprobó el proyecto “**Caracterización morfológica en la adaptabilidad de tres clones de *Theobroma cacao* L. (cacao), en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA) provincia de Napo, Ecuador**”, enmarcado dentro del proyecto “EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES CLONES DE *THEOBROMA CACAO* L. NACIONAL, EN EL CIPCA, PROVINCIAS NAPO Y PASTAZA”, que fue aprobado en marzo del 2013 con una duración de tres años. Partiendo de un cultivo ya

establecido en noviembre del 2012. Que es a partir de esta fecha que se considera para la cuantificación de las variables a estudiar.

1.1 PROBLEMA

La situación actual que atraviesan la mayoría de agricultores de cacao en la Amazonía Ecuatoriana, es la utilización de material genético sin previo estudio de adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas existentes en la zona, lo que conlleva a que los rendimientos de producción y calidad sean bajos.

1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

La adaptabilidad de los clones de *Theobroma cacao* L. Nacional, evaluado a través de su caracterización morfológica contribuiría a incrementar los rendimientos de producción en la zona en estudio.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Determinar las características morfológicas de tres clones de cacao nacional comparándolos con el clon CCN-51 para determinar su adaptabilidad a las condiciones de la Amazonía.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la adaptabilidad de los clones EET-95, EET-96 y EET-103, mediante caracterización morfológica a las condiciones ecológicas existentes en el CIPCA, teniendo como control el clon CCN-51.
- Determinar el mejor clon de cacao en función de la adaptabilidad en condiciones amazónicas.

CAPITULO II

FUNDAMENTACION TEÓRICA DE LA INVESTIGACION

2. Revisión Bibliográfica

2.1 Generalidades del cultivo de *Theobroma cacao* L

2.1.1 Origen y Taxonomía

El cultivo de cacao se inició en México y América Central (Guatemala y Honduras), donde su uso está atestado desde hace 4000 años y señalan al mismo tiempo que los españoles no lo vieron cultivado en América del Sur cuando arribaron al continente, aunque lo encontraron creciendo en forma natural en muchos bosques a lo largo de los ríos Amazonas, Orinoco y sus afluentes, donde aún hoy existen genotipos de mucho valor (Soria, 2014).

Clasificación Taxonómica del cultivo de cacao

Según Bastidas (2009) la clasificación botánica del cacao corresponde a las divisiones expresadas en la tabla 1

Tabla 1 Clasificación Taxonómica del cacao

Reino	Plantae
División	Magnoliópsida
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotiledóneae
Orden	Malvales
Familia	Esterculiáceae
Género	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>cacao</i>
Nombre científico	<i>Theobroma cacao</i> L.

2.1.2 Variedades de cacao

Forastero

El cacao forastero, conocido también como cacao Amazónico y/o amargo es originario de América del Sur. Su centro de origen es la parte alta de la cuenca del Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Esta variedad de cacao es la más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil y proporcionan más del 80 % de la producción mundial (Motamayor et al., 2002) citado por (Martinez, 2007).

El cacao forastero es muy variable y se encuentra en forma silvestre en las zonas altas de la Amazonia del Perú, Ecuador y Colombia y las zonas bajas Amazónicas como Brasil, Guyanas y a lo largo del río Orinoco en Venezuela. Poseen estaminoides con pigmentación púrpura, mazorcas verdes con más de 30 semillas, de color púrpura, con alta astringencia y bajo contenido de grasa. A este grupo pertenecen todos los cacaos comerciales de Brasil, el oeste Africano y el este de Asia, así como el cacao nacional del Ecuador, y líneas del bajo Amazonas de tipo amelonado que se encuentran en Iquitos, Nanay, Parinari, y Scavina, según describe Arguello et al., (2000) citado por Martinez, (2007).

Criollo

Se desarrollan específicamente en una zona que abarca desde la provincia de Esmeraldas en el norte de Ecuador, Colombia, Venezuela, Centroamérica hasta las selvas tropicales de México. Este tipo de cacao se caracteriza por tener mazorcas de coloraciones verdes y rojizas en estado inmaduro, tornándose amarillas y anaranjado rojizos, cuando están maduras. El cacao criollo, por haber sido el cacao domesticado y adaptado a diferentes regiones del planeta, ha sido el cacao más delicado y de poca productividad, y al mismo tiempo el más susceptible a enfermedades. Por esta razón cuando el mal de machete se expandió por el continente americano, este genotipo de cacao casi desapareció, especialmente en Panamá, Costa Rica y Nicaragua (Ayala, 2008).

Trinitario

Se formó de manera espontánea de un cruce entre cacaos criollos y forasteros amazónicos en la isla de Trinidad pasando luego a Venezuela, Colombia y el resto del mundo. De este cruce heterogéneo se presentan diversidad de formas intermedias de mazorcas al igual que su coloración rojiza. Por cuanto son más resistentes a enfermedades y han podido adaptarse mejor a muchos ambientes (Ayala, 2008) citado por (Cabrera, 2014).

2.1.3 Importancia Económica

Theobroma cacao L es uno de los cultivos en los que se alcanza una alta productividad y tiene un gran peso en el comercio internacional, la producción mundial en el año 2013 fue de 4,58 millones de toneladas, dentro de esta producción América aportó el 15,7% del total de cacao a nivel mundial, en Ecuador se registraron 128.446 toneladas (FAOSTAT, 2015).

El cacao fino de aroma es un producto relevante en la canasta de exportaciones del Ecuador, el cual produce más del 70 % del volumen mundial. El cacao fino de aroma presenta características únicas que lo hacen especial, sobresaliendo con su conocido sabor “cacao arriba”. Los detalles de aroma y sabor de la fruta se encuentra en el grano que se logran con un buen manejo poscosecha, condiciones naturales de suelo, clima, temperatura, luminosidad que se encuentran en el Ecuador (ANECACAO, 2013).

Según Argüelles (2014) los principales productores de cacao a nivel mundial son: Costa de Marfil, como primer productor de cacao del mundo cosechándose 1.242.000 t, Ghana, Indonesia, Nigeria, Camerún, Brasil, Ecuador que complementan los índices de la producción mundial.

El Ecuador posee una gran superioridad en este producto pues más del 65% de la producción de cacao fino o de aroma lo convierte como el primer productor mundial de esta variedad, con 415.000 hectáreas de tierras sembradas (Anecacao, 2013).

La pepa de oro que le dio al Ecuador una de sus mejores épocas económicas a inicios del siglo XX experimenta un crecimiento de sus exportaciones del 14,3% en los nueve primeros meses del 2014. El sector cacaotero espera cerrar este año con unas 220.000 toneladas métricas exportadas. En el 2013 alcanzó las 205.000. Sumado al incremento de las exportaciones, los 110.000 agricultores que trabajan en 480.000 hectáreas en el país también se vieron beneficiados con el alza de precios en mayo 2014, de USD 2.700 por tonelada a 3.000, por el incremento de la demanda en Asia; y a USD 3.400 en septiembre 2014 por la llegada de la epidemia del ébola a países cercanos a los dos principales productores de cacao a nivel mundial: Costa de Marfil y Ghana (Tapia, 2014).

2.1.4. Importancia alimenticia, medicinales y otros fines

La importancia del cacao radica en sus frutos de los cuales se extraen de 30 a 50 semillas (almendras) por mazorca. Estas son utilizadas ampliamente en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética; quienes demandan manteca de cacao, torta de cacao o bien el licor de cacao también llamado pasta de cacao para la elaboración de chocolates.

En la industria alimenticia, del grano de cacao pueden obtenerse, además del chocolate, cuatro productos intermedios: licor de cacao, manteca de cacao, pasta de cacao y cacao en polvo, dedicándose el mayor volumen a la producción de chocolates; sin embargo, el cacao en polvo y la manteca de cacao son utilizados en diversas áreas. El cacao en polvo se usa esencialmente para dar sabor a galletas, helados, bebidas y tortas. La manteca de cacao se usa en la elaboración de chocolate “blanco” y como emoliente, para la preparación de ungüentos y pomadas. Además, la manteca de cacao se utiliza en la producción de tabaco y jabones. El cacao cada vez es más empleado en la preparación de cremas suavizantes y antiarrugas (Marcano, 2007).

Recientemente, la industria farmacéutica se ha interesado en los efectos beneficiosos a la salud que tienen algunos componentes de semillas, hojas y raíces del cacao. Dos experimentos clínicos han determinado que el flavonol del cacao puede aumentar el flujo sanguíneo a lugares importantes del cerebro, incrementando así las posibilidades de controlar la demencia senil y

los infartos. Un estudio químico reciente ha mostrado la habilidad de los flavonoles en el mejoramiento de la síntesis de óxido nítrico a nivel de los vasos sanguíneos, que puede asistir al tratamiento de las complicaciones vasculares asociadas a la diabetes (Marcano, 2007). Investigadores del Departamento de Agricultura de Estados Unidos descubrieron que el cacao natural contiene alta cantidad de procianidinas que son antioxidantes y que se pierden durante el procesamiento de las semillas de cacao (Marcano, 2007).

Esta industria genera divisas por unos 73.000 millones de dólares y de ella dependen unos 60.000 empleos en todo el mundo (Lanaud et al., 2009). De igual manera, la industria chocolatera y confitera ocupó 7.964 personas durante 2001, cifra superior a la reportada por las industrias de aceites y grasas de alimentos concentrados para animales, de fideos y macarrones, azucareras, entre otras. La industria participó con el 7,4% del empleo generado en la industria de alimentos (excepto bebidas) y el 1,5% del empleo generado por la industria manufacturera. Adicionalmente, el consumo de cacao y sus productos tiene significativos beneficios para la salud. Puesto que el cacao, el chocolate y los productos de chocolate, además de su agradable sabor, tienen un alto valor nutritivo y contiene sustancias estimulantes del sistema nervioso central y beneficiosas para el corazón (Agrocadenas, 2005).

2.1.5 Características Botánicas

El cacao es un árbol que puede alcanzar una altura de 6 a 8 m, posee un sistema radicular principalmente pivotante el cual busca las capas inferiores del suelo hacia los mantos freáticos, posee a la vez raíces primarias y secundarias que crecen horizontalmente (INIAP, 2009).

Semillas

Las semillas son de forma oblonga y puede variar mucho en el tamaño, algunas en la parte más larga son redondeadas como en el caso del cacao tipo criollo y del nacional de Ecuador, otras son bastante aplanadas como en el caso de los forasteros. El color de la semilla es muy variable desde un blanco ceniza, blanco puro, hasta un morado oscuro y todas las tonalidades, también permite diferenciar algunos genotipos (Enríquez, 2010) citado por (Untuña, 2014).

Raíz

El cultivo de cacao tiene una raíz principal que es pivotante o sea que penetra hacia abajo especialmente en los primeros meses de vida, la planta puede crecer normalmente entre 1,20 a 1,50 m, alcanzando en suelos sueltos hasta 2,00 m, además expresa que luego nacen muchas raíces secundarias, y el mayor volumen (entre 85 a 90 %) se encuentran en los primeros 0,25 m de profundidad del suelo alrededor del árbol, aproximadamente en la superficie de su propia sombra de acuerdo con Batista (2009) citado por (Untuña, 2014).

Flores

La flor del cacao es hermafrodita, pentámera de ovario supero esto indica que la flor del cacao está constituida en su estructura floral por 5 sépalos, el androceo conformado por 10 filamentos, de los cuales 5 filamentos son fértiles y se denominan estambres, mientras que los otros son infértiles denominándose estaminoides, el gineceo o pistilo está formado por un ovario súpero con 5 lóculos funcionado desde la base donde cada uno puede contener de 5 a 15 óvulos, dependiendo del genotipo. La polinización del cacao es chasmógama y estrictamente entomófila para lo cual la flor inicia su proceso de apertura con el agrietamiento del botón floral en horas de la tarde.

En horas de la mañana al día siguiente la flor está completamente abierta. Las anteras cargadas de polen abren y están disponibles y funcionales, casi inmediatamente por un periodo aproximado de 48 horas esta la única etapa disponible para la polinización, donde muchos insectos actúan como agentes principales de polinización especialmente un díptero del genero *Forcipomya*, los demás agentes son de menor importancia (Zambrano, 2013).

Frutos

El fruto del cacao es el resultado de la maduración del ovario de la flor fecundada. En esta descripción es apropiado indicar que hay frutos que nunca maduran por falta de semillas y se abortan; son llamados frutos paternocárpicos. El fruto de cacao es una drupa, normalmente conocido como mazorca tanto el tamaño como la forma de los frutos varían ampliamente dependiendo de sus características genéticas, el medio ambiente donde crece y se desarrolla el

árbol, así como el manejo de la plantación las mazorcas de cacao por sus formas están clasificadas como: amelonado, calabacillo, angoleta y cundeamor variando según tipo y especie (Zambrano, 2013).

Tronco

Según Enríquez, (2004) tiene un tipo de crecimiento lateral o plagiotrópico, el cual puede variar su ángulo de crecimiento. Se desarrolla en formas muy variadas, según las condiciones ambientales y de manejo. Este tipo de árbol alcanza hasta 4 metros de altura.

2.1.6. Características de los clones

EET-95

Vasco (2008) manifiesta que los árboles tienen floración intensa en los meses de agosto, octubre, diciembre y enero. El color inmaduro del fruto es verde y en madurez es amarillo. Tiene índice de semilla de 1,3 g y un índice de mazorca de 20, el rendimiento en kg/ha/año ha sido de 1.368, se ha manifestado tolerante a las enfermedades, posee excelente sabor arriba y excelente aroma.

EET-96

Se obtuvo del cruce de Nacional x Venezolano Amarillo. Posee floración intensa en los meses de enero y marzo. El fruto inmaduro presenta el lomo verde rojizo y en la madurez es de color amarillo. Su índice de semilla es de 1,3 g, índice de mazorca de 20, el rendimiento obtenido es de 1.140 kg/ha/año. Se ha comportado tolerante a las enfermedades, buen sabor y aceptable aroma (Vasco, 2008). Posee alto porcentaje de mazorcas sanas y bajos niveles de escoba de bruja (Escobar, 2008).

EET-103

Se obtuvo del cruce de Nacional x Venezolano Amarillo. Posee floración intensa en los meses de Enero y Marzo, el color inmaduro es verde y en madurez es amarillo, índice de semilla de 1,5 g, índice de mazorca de 20, rendimiento de 1330 kg/ha/año, tolerante a enfermedades, con buen sabor y aroma (Vasco, 2008). Es un clon precoz, que muestra sus primeras mazorcas a los

12 meses de establecidos en el campo, con alto porcentaje de mazorcas sanas. Nivel intermedio de escobas de bruja (Escobar, 2008).

CCN-51

El clon surgió de la hibridación (ICS-95 x IMC-67) x Canelo, el ICS = Imperial College Selection e IMC = Iquitos Mixes Calabacillo, en 1965 luego de varias investigaciones, el agrónomo ambateño Homero Castro Zurita, logró este clon, que significa Colección Castro Naranjal. El 22 de junio del 2005 fue declarado mediante acuerdo ministerial, una bien de alta productividad. Con esta declaratoria, el Ministerio de Agricultura brinda apoyo para fomentar la producción de este cacao, así como su comercialización y exportación (ANECACAO, 2015).

2.1.7 características fisiológicas y condiciones de cultivos

Entre los factores de mayor importancia para el cacao son la temperatura y la precipitación que son sin duda los que pueden limitar la selección de la zona para el cultivo, puesto que éstos son considerados como los factores climáticos críticos para su desarrollo. Sin embargo, en algunos lugares, el viento puede ser el factor limitante de más importancia, sin considerar ninguno de los otros. También la luz y la radiación solar se consideran como factores importantes. El cacao es una planta que se desarrolla bajo sombra, pero bajo condiciones especiales de luminosidad y distribución o provisión de agua, puede ser cultivada a plena exposición, aunque en estos casos los requerimientos de otros factores no deben ser olvidados. La humedad relativa puede ser crítica ya que de ella depende la facilidad de propagación de algunas enfermedades, especialmente las de la mazorca; sin embargo, su importancia no puede ser equiparada a los factores antes mencionados, pero podría ser una limitante bajo condiciones especiales (Enríquez, 2006).

De acuerdo con criterios de Vespa (2008) las plantas de cacao de los dos tipos fundamentales (Criollo y Forastero) y el híbrido entre estas dos tipos (Trinitario) se saturan a densidades de flujo fotónico comprendidas entre 400 a 600 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, intensidades lumínicas que constituyen entre 25 y 30 % de la radiación máxima en un día despejado y donde las tasas máximas de asimilación de CO_2 no sobrepasan entre 6 a 7 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. De aquí la necesidad de

mantener las plantas de cacao bajo sombra parcial tanto en etapa de crecimiento como de producción.

Un aspecto relevante de la poca tolerancia del cacao a altas radiaciones es el tiempo de vida promedio de las hojas, que se ha estimado que es de 250 y 450 días en plantas bajo plena exposición solar o bajo sombra respectivamente (Muller *et al.* 1992). Evidentemente que esto apoya e indica la necesidad de cultivar el cacao bajo sombra (Almeida y Valle, 2007).

2.1.8 Requisitos ecológicos del cacao

El crecimiento, desarrollo y la buena producción del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales de la zona donde se cultiva. Es por ello que los factores climáticos influyen en la producción de una plantación; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo por ser una planta perenne y que su periodo vegetativo como: la época de floración, brotación y cosecha está regulado por el clima, cuya relación entre las condiciones climáticas y el periodo vegetativo nos permite establecer los calendarios fenológicos (Campero, 2010).

Amores, Palacios, Jiménez, Zhang (2009) la complejidad de las interacciones de factores internos y externos, dificultan la estimación de la influencia del ambiente sobre la producción y la calidad del cacao y enfatiza que esta especie al ser originaria del bosque húmedo tropical amazónico, los ambientes para su cultivo deberían parecerse a las condiciones climáticas de las poblaciones silvestres, no obstante hay experiencias que demuestran que se puede obtener buenos rendimientos en ecosistemas muy diferentes a las poblaciones.

La temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. La temperatura media anual debe ser alrededor de los 25°C en promedio. El efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y en el grado de la intensidad de floración (menor intensidad). Así mismo, controla la actividad de las raíces y de los brotes de la planta, la temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre los siguientes rangos: mínima de 23°C, máxima de 32°C, óptima de 25°C (Campero, 2010).

El cacao se cultiva en zonas donde la precipitación se encuentra por encima de los 1.200 mm, llegando en algunos casos hasta los 4.000 mm; pero más importante que el volumen total de lluvias, es una buena distribución del agua durante el año, ya que el cacao es muy sensible a la falta de humedad en el suelo (Sullca, 2013).

La luminosidad es variable dependiendo del ciclo productivo en el que se encuentre siendo del 40 al 50% para el cultivo en formación y del 60 al 75% para plantación adulta (Lopez, 2011)

2.1.9 Principales enfermedades del cacao

Por lo general en el Ecuador las enfermedades del cacao causan más pérdida al agricultor que los insectos llegando hasta el 80%, entre las principales enfermedades en los cacaotales del país se señalan:

Escoba de bruja

Es causada por el hongo *Moniliophthora perniciosa*, se caracteriza por la proliferación de yemas apicales y axilares en ramas de cacao. El hongo afecta todos los órganos de crecimiento activo, principalmente los brotes nuevos, cojinetes florales, flores y frutos en los cuales producen hipertrofias y crecimientos anormales. Dependiendo del órgano de la planta y de la edad del hongo cuando infecta, se manifiesta una diversidad de síntomas a los cuales se les asigna una denominación particular, causando atrofas de los brotes vegetativos y reproductivos ocasionando un continuo debilitamiento del árbol. Cuando los frutos son afectados a temprana edad provoca el aborto de los mismos (INIA, 2008).

Mal de machete

Es una enfermedad que se presenta en el tronco y las ramas de cacao, es producida por el hongo *Ceratocystis finbriata*, la cual es transmitida por un coleóptero del género *Xyleborus* spp., perforador del tronco, y también se transmite por las herramientas sin desinfectar.

Los síntomas que presenta son: perforaciones y la presencia de aserrín en los sitios dónde hizo las perforaciones el insecto, los cuales, por lo general se encuentran en el tronco y las ramas primarias del árbol. Cuando la infección es transmitida por las herramientas se presentan en cualquier parte del árbol y esto se produce porque antes se utilizaron las herramientas en un árbol infectado y no se tuvo el cuidado de desinfectarlas. Cuando la enfermedad se presenta en el tronco y las raíces causa la muerte total del árbol, el síntoma inicial de la enfermedad se presenta con un amarillamiento de las hojas que mueren rápidamente y quedan adheridas las ramas aún después de muerto el árbol. Para controlar la enfermedad lo mejor es a través de la prevención, por lo que se recomienda no utilizar las herramientas que hayan sido utilizadas en labores realizadas a plantas enfermas y cuando se tenga necesidad se debe desinfectar las herramientas utilizando formol al 10% o el cloro comercial que es hipoclorito de sodio al 35,5%,

los agricultores reportan que limpian sus herramientas con limón. También se debe realizar el control del insecto *Xyleborus* destruyendo los árboles secos o las partes secas de los árboles infectados y cicatrizar las cortes que se realicen en el árbol durante las podas. Para cicatrizar los cortes se recomienda utilizar una solución de un fungicida cúprico y un adherente o bien la pasta bordelesa (CATIE, 2009).

Mazorca negra

Enfermedad conocida también como pudrición parda causada por *Phytophthora palmivora*, atacando a todas las partes de la planta: flores, hojas, ramas, tronco y raíces, pero las mayores pérdidas son por daños al fruto presentándose en forma de manchas circulares oscuras, extendiéndose rápidamente por toda la mazorca (CORPOICA, 2010; Villavicencio, 2010).

La monilia

La moniliasis del cacao causada por el hongo *Monilophthora roreri*, es considerada la principal enfermedad del cultivo en el Ecuador por las pérdidas que ocasiona. Su ataque es con frecuencia tan severo que constituye uno de los factores limitantes de mayor importancia en la producción de cacao, en lugares donde se lo siembra, especialmente en el litoral ecuatoriano (ANECACAO, 2006)

2.2 Genética del cultivo

Tres principales grupos genéticos de cacao han sido descritos y cultivados tradicionalmente alrededor del mundo: criollo, forastero y trinitario. El grupo de los criollos fue originalmente cultivado por los mayas en América Central y representa el primer grupo de cacao domesticado en el mundo. El grupo de los forasteros incluye distintas poblaciones localizadas a lo largo de la Región Amazónica desde Colombia hasta las Guyanas. Las almendras de cacao de calidad, provienen del grupo criollo que, a diferencia del cultivar forastero y del trinitario, híbrido natural de los dos anteriores, fue domesticado y empleado como materia prima en la alimentación de los pueblos precolombinos de Centroamérica hace unos 3.800 años (Powis *et al.*, 2011).

En el año 2010 fue secuenciado el genoma completo de variedades que pertenecen al grupo de los criollos, esto abrió nuevas perspectivas para la identificación de genes de interés para los mejoradores y para el desarrollo de marcadores más eficientes en la identificación de segregantes en poblaciones cruzadas, mediante selección asistida por marcadores. El cacao es diploide $2n=20$ (Argout X, Salse J, Marc A *et al.*, 2011).

La estructura de la diversidad genética en el cacao está bastante bien estudiada, no sólo usando rasgos fenotípicos (Bartley, 2005), sino también por marcadores moleculares (Motamayor *et al* 2008; Marita *et al.*, 2001).

2.2.1 Mejora genética por medio biotecnológico

Minyaka E, Niemenak N, Issali E, Sangare A y Denis N. (2011) señalan que la embriogénesis somática es un proceso por el cual se produce una estructura bipolar (embrión) a partir de una célula somática, es una herramienta útil para el mejoramiento y propagación del cacao y particularmente demostraron que la disponibilidad de azufre y el tiempo de duración en la exposición de callos al azufre, modulan la expresión de genes relacionados con la diferenciación de embriones somáticos, por lo que el azufre es crítico en la producción de embriones somáticos de cacao, los que pueden ser utilizados con fines de la mejora.

2.2.2 Mutagénesis

Cambios epigenéticos son cambios reversibles de ADN que hacen que unos genes se expresen o no dependiendo de condiciones exteriores estos se obtuvieron en callos embriogénicos de cacao a las 12 semanas de establecidos. La embriogénesis generó 34,8% de variación somaclonal, al compararse con sus progenitores, fundamentalmente por alelos perdidos es decir mutaciones deletéreas (Rodríguez L, Andrew C y Wilkinson M, 2010).

2.2.3 Hibridación

En la década de los 50, el país inició el mejoramiento de las poblaciones cultivadas, produciendo materiales híbridos (cruces de Amazónicos x Trinitarios) con preferencia de materiales parentales con características específicas. El departamento de Investigaciones Agropecuarias (DIA) en el año de 1960 estableció el Banco de Germoplasma en Palmira, el cual fue transferido al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en 1964. Esta institución fortaleció la colección existente en Colombia con introducciones de Trinidad, Costa Rica, México y Ecuador (Aranzazu F, Martínez N, Palencia G, Coronado R, y Rincón D, 2009).

2.2.4 Selección

La selección a partir de descendencias híbridas según *Lanaud et al* (1995) citados por Quiroz (2002), es ampliamente utilizada. Se fundamenta en la creación de descendientes F1 de clones que son utilizados como progenitores de semillas híbridas permitiendo obtener una fuerte heterosis para el rendimiento, vigor y precocidad. El ciclo de selección toma algunos años e incluye la selección de diferentes individuos dentro de una colección con características deseables (producción, resistencia a plagas y enfermedades y calidad) (Agama, 2005).

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.0 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Generalidades.

Ubicación y caracterización edafoclimáticas del área

La investigación se desarrolló a partir del 01-febrero, hasta el 15-de abril-2016 en el marco del Proyecto “EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES CLONES DE CACAO (*THEOBROMA CACAO* L.) NACIONAL, EN EL CIPCA, PROVINCIAS NAPO Y PASTAZA”, que inició en marzo-2013.

El cultivo de cacao evaluado esta situado en la Región Amazónica , Provincia Napo, Cantón Arosemena Tola; vía Puyo-Tena Km 44, junto a la desembocadura de los ríos Piatúa y Anzú, a 527 msnm, en un suelo del orden Inceptisoles que son suelos muy poco meteorizados y desarrollados, con las características físico-químicas que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Características físicas y químicas del suelo antes del montaje de la investigación.

Característica	Unidad de medida	Profundidad 0-20 cm	Profundidad 20-40 cm
pH	-	4,8	5,1
MO	%	4,2	2,1
CE	dS m ⁻¹	0,004	0,005
N	mg.kg ⁻¹	0,02	0,01
P	mg.kg ⁻¹	7,5	4,1
K	meq/100g	0,51	0,32
S	mg.kg ⁻¹	9,2	4,6
Ca	meq/100g	7,1	5,2
Mg	meq/100g	1,2	0,8
Zn	mg.kg ⁻¹	5,2	6,1
Cu	mg.kg ⁻¹	6,3	5,3
Fe	mg.kg ⁻¹	203	223
Mn	mg.kg ⁻¹	16,1	18,2
Clase textural	Franco-Arcilloso		

Análisis de Suelo:

El análisis de suelo se realizó según los métodos que se señalan en la Tabla 3.

Tabla 3. Métodos utilizados para los análisis de suelo realizado en los laboratorios de la UEA.

Determinación	Método
Distribución del tamaño de partículas	Dispersante Hexametáfosfato de sodio + Carbonato de Sodio.
K, Ca, Mg (meq/100ml) Zn, Cu, Fe, Mn(mg.kg ⁻¹)	Olsen, extraído con solución de Bicarbonato de Sodio 0,5 M a pH= 8,5. Relación suelo-solución 1:20.
N, P, B (mg.kg ⁻¹)	Colorimetría
S (mg.kg ⁻¹)	Turbidimetría
Al (meq/100ml)	Titulación con NaOH
pH	Potenciometría digital. Relación suelo-agua 1:2,5.
Materia Orgánica (%)	Combustión húmeda. Welkley-Black
Conductividad eléctrica (CE) dS.m ⁻¹	Conductimetría. Relación suelo-agua, 1:2,5.

Con un cultivo de cacao que se estableció a fines de noviembre del 2012, con postura de cacao de los clones EET-95, EET-96, EET-103 y CCN-51, de cinco meses de edad, a una distancia de 3,5 x 3,5 m. Las plantas para el trasplante se obtuvieron de un vivero certificado de sector de Quevedo, con 12 hojas, tallo de 15 mm de diámetro y altura de 40 cm, sin síntomas de plagas, vigorosas y homogéneas.

Tabla 4. Variables meteorológicas registradas durante la etapa de la investigación.

Año	Temperatura Media (°C)	Humedad relativa (%)	Pluviometría (mm)
2012	24,30	79,70	4200
2013	24,21	79,75	4000
2014	24,15	79,79	3800

3.2 Establecimiento y diseño experimental

El diseño experimental fue de bloques al azar con cinco réplicas, los tratamientos consistieron en los clones EET-95, EET-96, EET-103 y CCN-51. El diseño de campo se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Diseño de campo para la evaluación de la adaptabilidad de los clones EET-95, EET-96, EET-103 y CCN-51.

Réplicas	Tratamientos (Clones)			
I	EET-95	EET-96	EET-103	CCN-51
II	EET-103	EET-95	CCN-51	EET-96
III	EET-96	CCN-51	EET-95	EET-103
IV	CCN-51	EET-96	EET-103	EET-95
V	EET-103	EET-95	CCN-51	EET-96

Se estableció la investigación con el criterio de un sistema integrado *Theobroma cacao- musa paradisiaca –Inga edulis* (cacao-plátano-guaba), las dos últimas como sombra permanente.

Se establecieron 20 plantas por tratamiento en parcelas de 147 m², se evaluaron seis plantas en el centro de la parcela. Las aplicaciones de nutrientes fueron mediante material orgánico a base de compost, (N; 2,1 %, P; 1,73 % y K; 2,51 %) con dosis de un kilogramo por planta, realizándose en 3 aplicaciones anuales. Se le realizaron cuatro podas a las plantas, las mismas fueron de formación y saneamiento.

3.3 Caracterización morfológica y agronómica.

3.3.1 En las plantas de cacao

Se seleccionaron 6 plantas/tratamiento/réplica evaluadas a los 2,5 años de establecido el cultivo, para las variables altura de las plantas (cm), número de ramas, diámetro de la copa (cm), diámetro del tallo principal a los 15 cm de altura (cm). Valores que se registraron cada 15 días durante 3 meses.

3.3.2 En los frutos (mazorcas)

La toma de datos se registraron a los 2,5 años de establecidos los clones, con un tamaño de muestra de 30 mazorcas/tratamiento por una sola vez para las variables longitud de la mazorca (cm), diámetro al canal (cm), diámetro al lóbulo (cm), espesor de la cáscara al canal (cm), espesor de la cáscara al lóbulo (cm).

3.4 Recurso humano y material

EQUIPO
Cámara fotográfica filmadora digital
Computadora
Impresora HP Color
Silla de escritorio
Escritorio
Pie de rey digital
Balanza (100 kg)
Balanza (10 kg)
Bombas de fumigar (manuales)
Motomochila (bomba a motor)
MATERIALES
Machetes
Machetín
Abonos orgánicos
Tijeras de poda
SERRUCHO de poda
Limas para afilar
Palas
Cintas métricas
Esfero
Resma de papel

3.5 Análisis estadísticos.

En el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el paquete utilitario Statgraphics plus versión 5.0. Se comprobó el ajuste a la distribución normal de los datos de cada tratamiento (Kolmogorov-Smirnov) y la homogeneidad de las varianzas (Levene). Se desarrolló ANOVA de un factor y pruebas de HSD y la prueba de rango múltiple de Tukey al 5%.

CAPITULO IV

4. Resultados y Discusión

4.1 Adaptabilidad de clones de cacao

4.1.1 Caracterización Morfológica y Agronómica

En las plantas de cacao

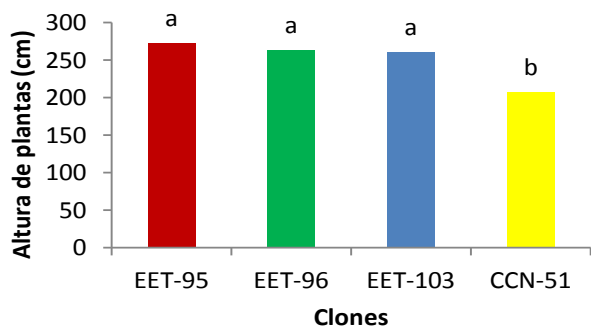
Las características del crecimiento de las plantas se muestran en la figura 1 (A, C, D), donde las variables altura de planta, diámetro de la copa y número de ramas para el clon CCN-51 mostraron los menores valores que difieren estadísticamente del resto de clones; sin embargo, no se manifestaron diferencias estadísticas respecto a los demás clones en estudio. Estas diferencias en cuanto al crecimiento se debe a la adaptabilidad mostrada por los clones promisorios, pues según Jaimez *et al.*, (2008) los diferentes cultivares de cacao expresan sus potencialidades fisiológicas de acuerdo al comportamiento de la temperatura, luz y humedad.

Respecto al diámetro del tallo (Figura 1B), el clon EET-95 se ubicó en el primer lugar difiriendo estadísticamente del resto, en un segundo rango se hallan los clones EET-96, y EET-103 y finalmente en un tercer rango CCN-51 que resulta el más delgado y por ende de menor vigor manteniendo la misma tendencia que en el resto de variables analizadas

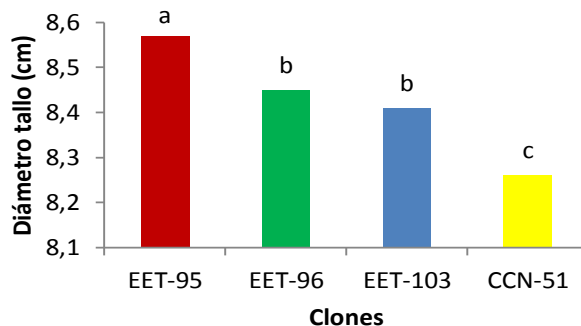
A nivel de la producción nacional ecuatoriana, el clon CCN-51 representa el 50% de las exportaciones (ANECACAO, 2015), pero su mayor producción se enmarca en zonas de la Costa, donde las condiciones climáticas son totalmente diferentes a las de la región Amazónica.

Los clones promisorios mostraron porte abierto, mayor número de ramas y mayor altura de las plantas, comparado con el CCN-51, estos clones exhibieron una respuesta estable y de adaptabilidad. Tal como señalaron Almeida y Valle (2007), el cacao posee diversidad de cultivares que pueden manifestarse de forma diferente en sectores con variaciones y fluctuaciones de las condiciones climáticas. Aunque según Amores *et al.*, (2009) y Amores, (2009), debido a la complejidad de factores internos y externos es muy difícil estimar la influencia del ambiente sobre el crecimiento y la producción del cacao, pero pueden comportarse bien en ambientes no apropiados, diferentes a los existentes en las condiciones de origen.

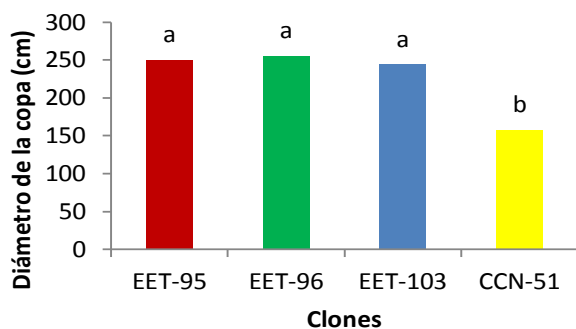
Estas consideraciones permiten inferir que los clones propios de la Amazonía deben expresar toda su potencialidad en la misma, es el caso de los tres clones promisorios en el que uno de sus progenitores es el cacao Nacional (Vasco, 2008; Escobar, 2008).



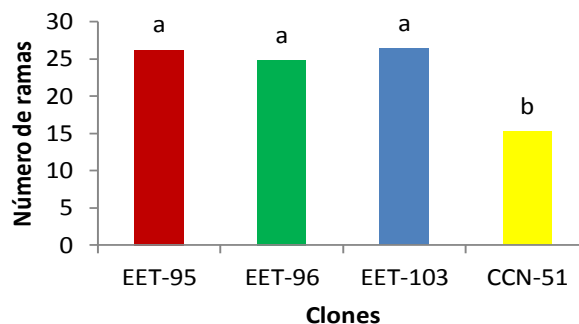
A



B



C



D

Figura 1. Altura de las plantas (A), diámetro del tallo (B), diámetro de la copa (C) y número de ramas (D) de los clones en estudio. ANOVA SIMPLE. Prueba HSD de Tukey $p \leq 0,05$. $n=30$. $ET_{\text{típico}}(A)=5,31$, $ET(B)=0,25$, $ET(C)=5,89$, $ET(D)=1,80$. Medias con letras desiguales muestran diferencias estadísticas.

En los frutos (mazorcas)

Los resultados obtenidos en cuanto a las características de los frutos se dividieron en dos partes, la primera relacionada con la longitud y el ancho de las mazorcas y la segunda con el espesor de la cáscara.

En la figura 2, se muestran los resultados de longitud y ancho de los frutos. Los clones promisorios no mostraron diferencias estadísticas entre ellos en relación con la longitud del fruto (Figura 2A), el clon CCN-51 mostró el mayor valor que se ubica en rango estadístico diferente por lo tanto a pesar de ser un clon con debilidades en las características morfológicas producen frutos de mayor tamaño.

Respecto al diámetro del fruto al canal (Figura 2B), los clones EET-95 y EET-103 resultaron los de mayores valores, con diferencias estadísticas en relación a los demás clones, estos resultados indicaron que los clones señalados con los mayores valores poseen fruto de forma más ensanchada. Sin embargo, el diámetro del fruto al lóbulo (Figura 2C), mostró a los clones EET-103 y CCN-51 con los rangos mayores. La combinación de la mayor longitud en el fruto con menor diámetro al canal indicó que el clon CCN-51 posee mayores valores del rendimiento.

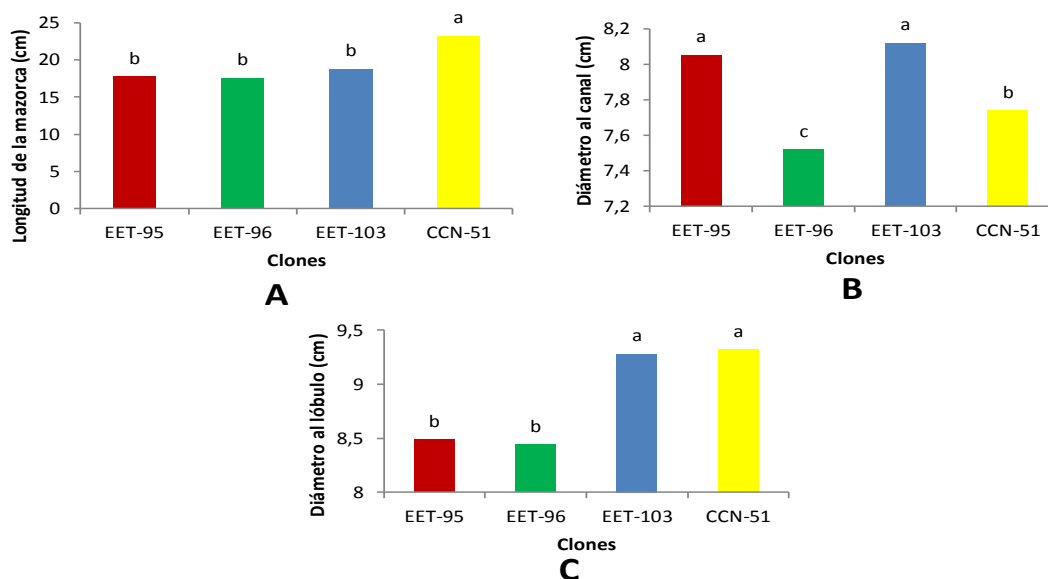


Figura 2. Longitud de la mazorca (A), diámetro de la mazorca al canal (B), diámetro de la mazorca al lóbulo (C) de los clones en estudio. ANOVA SIMPLE. Prueba HSD de Tukey $p \leq 0,05$. $n=30$. $ET(A)=0,46$, $ET(B)=0,19$, $ET(C)=0,20$. Medias con letras desiguales muestran diferencias estadísticas.

Los resultados de los análisis de las variables del espesor de la cáscara del fruto, al canal y al lóbulo se muestran en la figura 3. El clon EET-103 difirió estadísticamente de los demás clones, con el mayor valor en la variable espesor de la cáscara al canal (Figura 3A). La variable espesor de la cáscara al lóbulo (Figura 3B) se manifestó de forma muy similar a la anterior, pero en este caso el clon CCN-51, no mostró diferencias respecto al EET-103, lo que está en correspondencia con los resultados obtenidos en la variable diámetro del fruto al lóbulo, ya analizado anteriormente, donde ambos clones mostraron los mayores valores.

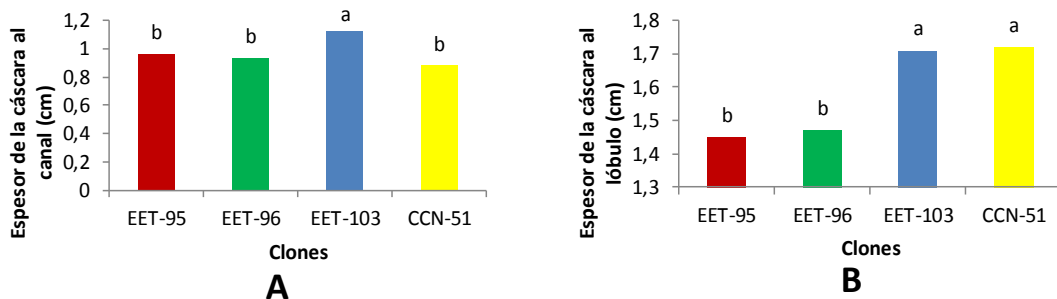


Figura 4. Espesor de la cáscara de la mazorca (fruto) al canal (A), espesor de la cáscara de la mazorca (fruto) al lóbulo (B) de los clones en estudio. ANOVA SIMPLE. Prueba HSD de Tukey $p \leq 0,05$. $n=30$. $ET_{\text{típico}}(A)=0,04$, $ET(B)=0,07$. Medias con letras desiguales muestran diferencias estadísticas.

CAPITULO V

5. Conclusión y recomendación

5.1 CONCLUSIÓN

Los clones promisorios mostraron características de adaptabilidad a las condiciones del sector en estudio, dado por indicadores morfológicos y agronómicos. En los que se destacan los clones EET-95 y EET-103.

5.2 RECOMENDACIÓN

Continuar con el estudio de los clones seleccionados por un lapso de 5 años, que es donde muestran todas sus potencialidades; especialmente los clones EET-95 y EET-103 que presentaron los mejores valores debido a ser un cultivo a largo plazo donde su pico productivo lleva al quinto año.

CAPITULO VI

6. Bibliográfica

1. Afoakwa, E.; Paterson, A.; Fowler, M. y Ryan, A. 2008. Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. In: Crit. Rev. Food Sci. 48: 840-857.
2. AGAMA, J. 2005. Selección de progenies y plantas elites de cacao *Theobroma cacao* L., mediante la evaluación de características agronómicas y de resistencia a enfermedades, Quevedo - Los ríos. Trabajo de grado. Ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. pp 6 – 20.
3. AGROCADENAS. 2005. La cadena de cacao en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991 – 2005. Documento de trabajo No 58. Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agrocadenas Colombia. pp 1 – 20.
4. Almeida, AA. Valle, R. 2007. Ecophysiology of the cocoa tree. Brazilian Journal of Plant Physiology 19(4):425-448.
5. Amores, F. 2009. La investigación en cacao y el desarrollo económico de su cadena de valor. Taller Investigaciones del INIAP y el sector privado. Estación Experimental Boliche. Abril 2009. 16 pp.
6. Amores, F., Palacios, A., Jiménez, J., Zhang, D. 2009. Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nororiente de la provincia de Esmeraldas. INIAP. Estación Experimental Pichilingue. Boletín Técnico No. 135: 99pp.
7. Amores, F., Suárez, C., Garzón, I. 2010. Producción intensiva de cacao Nacional con sabor “Arriba”: Tecnología, presupuesto y rentabilidad. Manual Técnico No. 82. INIAP Pichilingue. Quevedo. Ecuador: 170 pp.
8. ANECACAO, (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao). 2013.
9. ANECACAO, (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao). Manual de cultivo de cacao. 2006. Recuperado 25 de marzo del 2016, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10404/1/Art%C3%ADculo.pdf>
10. Aranzazu, F.; Martínez, N.; Palencia, G.; Coronado, R. y Rincón D. 2009. Manejo del recurso genético para incrementar la producción y productividad del sistema de cacao

- en Colombia. Unión Temporal Cacao de Colombia Uno. FEDECACAO, CORPOICA y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. pp 29 – 109.
11. Argüelles, T. 2014. El cacao en el mundo: principales países productores. Comida. EHow en español, Recuperado el 12 de marzo del 2016 de, [http://www.ehowenespanol.com/cacao mundo-principales-paises-productores-gaelria_168538](http://www.ehowenespanol.com/cacao-mundo-principales-paises-productores-gaelria_168538).
 12. Ayala, M. 2008. Manejo integrado de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) mediante el uso de fungicidas, combinado con labores culturales. En. CICYT –ESPOL. Guayaquil, Ecuador. Pp.6.
 13. Bartley, BG. 2005. The genetic diversity of cacao and its utilization. CABI Publishing, Massachusetts. 341p.
 14. Batista, L.; 2009. Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. CEDAF 250pp.Santo Domingo, República Dominicana.
 15. Bekele, F., Butler, DR. 200. Proposed short list of cocoa descriptors for Characterization. En: Working Procedures for Cocoa Germplasm Evaluation and Selection (A.B. Eskes, J.M.M. Engles y R.A Lass, eds.).CFC/ICCO/IPGRI, Montpellier,Francia, p 41- 48.
 16. Cabrera, J. (2014). Niveles de fertilización empleando SUMICOAT II en la producción en clones de cacao (*theobroma cacao* l.) asociados con teca (*Tectona grandis* L.), durante la época seca 2013.
 17. Campero, J. (2010). Recuperación de suelos degradados. Retrieved 2013 from Proyecto cacao: <http://www.monografias.com/trabajos96/proyecto-cacao-recuperacion-suelos-degradados-coca/proyecto-cacao-recuperacion-suelos-degradados-coca.shtml>.
 18. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2009. Turrialba, Costa Rica. Pp 17.
 19. CORPOICA, (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2010. *Manejo de las enfermedades del cacao en Colombia*. Programa nacional de investigación para incrementar la sostenibilidad y competitividad del cacao cultura en Colombia. Colombia. pp 90.
 20. Enríquez, G. 2004. Cacao Orgánico. En. Guía para productores ecuatorianos. Quito, Ecuador. Pp.360.

21. FAOSTAT.2015.<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>. Recuperado el 19 de marzo del 2016.
22. Gustavo A. Enríquez.2006 Fenología y fisiología del cultivo del cacao. <http://www.capecve.org/buscador/archivos/7.pdf>.
23. INIA (Centro de Investigaciones del Estado Miranda). 2008. Venezuela.
24. INIAP (Instituto nacional autónomo de investigación agropecuaria, EC). 2009. Manual de cultivo de cacao para la Amazonia ecuatoriana. Quito, EC. 25 p.
25. INIAP. 2004. Informes técnicos Proyecto Firclone. Convenio INIAPCIRAD, EET Pichilingue, Programa Cacao y café. Lab. Biotecnología. 25 p.
26. Jaimez, RE., Tezara, W., Coronel, I., Urich, R. 2008. Ecofisiología del cacao (*Theobroma cacao*): su manejo en el sistema agroforestal. Sugerencias para su mejoramiento en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 52(2): 253-258.
27. Lanaud, C.; Fouet, O.; Clément, D.; Boccara, M.; Risterucci, A.; Surujdeo, S.; Legavre, T. y Argout, X. 2009. A meta-QTL analysis of disease resistance traits of *Theobroma cacao* L. In: *Mol. Breeding* 24: 361-374.
28. Leandro, M. (2011). Efecto de los factores macro y micro climáticas y las características productivas del cacao sobre la epidemiología de la moniliasis. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, Turrialba, Costa Rica.
29. Lecaro, J.; Gavilanes, M. y Carrillo, C. 2004. Diagnóstico de la situación actual y potencial de la producción de cacao en la Amazonia Ecuatoriana. Programa GTZ – GESOREN. Quito-Ecuador. Pp. 3.
30. Loor, R. y F. Amores. 2003. Explorando la variabilidad del cacao tipo Nacional para identificar clones elite. *Revista Sabor Arriba* 2(4): 18–19.
31. Lopez, P. (2011). Paquete Tecnológico Cacao. (*Theobroma cacao* L.) Producción de planta. Recuperado el 16 de Marzo del 2016, de http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0C CoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.inifap.gob.mx%2FDocuments%2Finicio%2Fpaquetes%2Fcacao_produccion.pdf&ei=PqYeUpCDKKShsATW0IGgDw&usg=AFQjCNGC1nNOch4BJ9eE2jUDs4Vj576LjA&bvm=bv.51495398,d.cW.

32. Marcano, M. 2007. Cartografía genética de factores del rendimiento y de caracteres morfológicos, en una población cultivada de cacao criollo “moderno” *Theobroma cacao* L., mediante un análisis de asociación. Trabajo de grado para optar al título de Doctor en Ciencias Médicas Fundamentales. Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, Mérida. 227 p.
33. Martinez, W. (2007). Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia. From <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1666E/A1666E.PDF>.
34. Minyaka, E., Niemenak, N., Issali, EA., Sangare, A., Denis, NO. 2011. Sulphur depletion altered somatic embryogenesis in *Theobroma cacao* L. Biochemical difference related to sulphur metabolism between embryogenic and non embryogenic calli. African Journal of Biotechnology 9(35): 5665-5675.
35. Motamayor, J.; Lachneaud, P.; DA Silva E Mota, J.; Loor, R.; Kuhn, D.; Brown, J. y Schnell, R. 2008. Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L.). In: *PLoS ONE* 3: e3311.
36. Motamayor, J.; Risterucci, A.; López, P.; Ortiz, C.; Moreno, A. y Lanaud, C. 2002. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. In: *Heredity* 89: 380- 386.
37. Phillips, MW. Arciniegas, L., Mata, QA. 2012. Catálogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales. Costa Rica: CATIE.70 p.
38. Powis, T.; Cyphers, A.; Gaikwad, N.; Grivettill y Cheong, K. 2011. Cacao use and the San Lorenzo Olmec. In: *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S. A.* 108(21): 8595-8600.
39. PROECUADOR. 2013. Análisis del sector cacao y elaborados. Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. Pp 42. Recuperado el 02 de Febrero del 2016, de <http://www.anecacao.com/index.php/es/cacao-en-ecuador/historia-del-cacao.html>.
40. Rodríguez, LC., Andrew, CW., Wilkinson, MJ .2010. Progressive erosion of genetic and epigenetic variation in callus-derived cocoa (*Theobroma cacao*) plants. *New Phitologist* 186(4):856-868.
41. Sánchez, FM., Garcés, FF. 2012. *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. En el cultivo de cacao. *Scientia Agropecuaria* 3: 249 – 258.

42. Santander, V. (2010). Plan de comercio exterior y negocios internacionales para exportar cacao en grano “fino de aroma” desde la parroquia la unión, Esmeraldas hacia Hamburgo, Alemania, Escuela Politécnica del Ejercito, Quito–Ecuador.
43. Soria, J. 2014. Ecuacocoa. Breve historia del cultivo de cacao en el ecuador. Origen del cultivo y exportación en América Tropical. Recuperado el 04 de marzo del 2016 de, http://www.ecuacocoa.com/espanol/index.php?option=com_content&task=view&id=127&Itemid=51
44. Sullca, J. (2013). Paquete Tecnológico de manejo integrado del cacao. Recuperado el 22 de Marzo del 2016, de <http://www.inia.gob.pe/cacao/paquete%20tecnol%20c3%93gico%20%20cacao.pdf>.
45. Tapia E. (2014) - Redactora de la pepa de oro que le dio al Ecuador, 13 de noviembre.
46. Untuña, J. (2014). Niveles de fertilización empleando SUMICOAT II en la producción de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) asociados con Fernansánchez.
47. Vasco, M.A. 2008. Avances en el desarrollo de nuevas variedades de cacao en el Ecuador. Situación actual y perspectivas. INIAP. Santiago de Méndez. Ecuador. Pp.60.
48. Vázquez, A.; Molina, F.; Nuñez, J. y Salvador, M. 2012. Potencial de los marcadores moleculares para el rescate de individuos de *Theobroma cacao* L. de alta calidad. En: Revista de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A.C., BioTecnología. Vol 16, no 1: 36 – 46.
49. Vespa, A. 2008. Relaciones hídricas e intercambio gaseoso en *Theobroma cacao* en dos tipos de suelos. Trabajo especial de grado. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 69 p.
50. Villavicencio, M. 2010. Caracterización morfológica, fisiológica y patogénica de *Moniliophthora roreri* aislados de cinco Provincias de la Costa Ecuatoriana. Tesis para optar por el título de Ingeniera Agrícola y Biológica. ESPOL (Escuela Superior Politécnica del Litoral). Guayaquil, Ecuador. 85 pp.
51. Zambrano, M. (2013). Evaluación de tres métodos de propagación clonal, bajo dos tipos de cubierta, utilizando dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) genéticamente diferentes, en su fase de prendimiento definitivo a nivel comercial en Santo Domingo de los Tsáchilas”.

