

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



**PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PREVIO A LA
OBTENCION DEL TITULO DE:
INGENIERA AGROPECUARIA**

TEMA: Precocidad de tres clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) En el
CIPCA Provincia de Napo.

AUTOR:

BERTHA MARINA PINEDA GUEVARA.

TDIRECTORA:

MsC. SANDRA SORIA.

PASTAZA - ECUADOR.

2016

RESUMEN

La investigación se desarrolló para evaluar la precocidad de tres clones promisorios de cacao nacional 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-95, EET- 96, EET-103, comparados con el clon CCN-51 utilizado como control. Se evaluaron indicadores morfológicos, agronómicos, de la precocidad. Se corroboró que los clones EET-96 y EET-103 tuvieron mayores porcentajes de cojinetes florales, por lo que se pueden considerar como precoces frente a los clones EET-95 y CCN-51 en las condiciones del CIPCA. Además el peso de semilla fresca no difirió entre los clones de cacao nacional en estudio, pero sí variaron con respecto al clon CCN-51 que presentó valores más altos. Sin embargo, en el rendimiento del peso de la semilla seca para la industria, solo en el clon EET 96 mostró rendimiento significativamente inferior al resto de los clones evaluados.

Palabras claves: Precocidad, Clones, Cojinetes florales, Chereles, *Theobroma cacao*.

ABSTRACT

The research was conducted to evaluate the precocity of three promising national cocoa clones 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 using a randomized block design, where treatments were promising clones: EET-95, EET-96, TSE-103, compared with the CCN -51 clone used as a control. Agronomic and morphological indicators of precocity were evaluated. It was confirmed that the EET- 96 and EET-103 clones had higher percentages of floral bearings, which can be considered the earlier clones compared against the EET- 5 and CCN -51 clones in CIPCA conditions. Besides the fresh seed weight did not differ between national cocoa clones studied, but they varied from the CCN -51 clone that showed higher values.

However, performance of the dry seed weight for the industry, just the single clone EET-96 showed significantly lower than the rest of the clones evaluated performance. However, performance of the dry seed weight for industry, only clone EET-96 showed significantly lower than the rest of the clones evaluated performance.

Palabras claves: Precocity, lones, floral bearings, Chereles, *Theobroma cacao*.

CAPITULO I

1. Introducción

El centro de origen y domesticación del cacao se encuentra en Mesoamérica entre México, Guatemala y Honduras, donde su uso está atestiguado desde hace 2000 años antes de Cristo. No obstante, estudios recientes demuestran que por lo menos una variedad de *Theobroma cacao* tiene su punto de origen en la Alta Amazonía y que ha sido utilizada en la región por más de 5000 años. La cultura del cacao en Ecuador es antigua, se sabe que a la llegada de los españoles en la costa del Pacífico, ya se observaban grandes árboles de cacao que demostraban el conocimiento y la utilización de esta especie en la Costa, antes de la llegada de los europeos (ANECACAO, 2015, a).

La demanda mundial de cacao y manteca de cacao es impulsado por el mercado mundial asociado a la industria del chocolate. A pesar de la recesión económica mundial después de haber tenido un impacto negativo para el chocolate pues a finales del 2009 la molienda cayó 4,4 por ciento a 3,5 millones de toneladas. La demanda anual de cacao superó el pico entre el 2008 y el 2011 y se situó en aproximadamente 4,0 millones de toneladas en el año 2013, y se espera que alcance 4,2 millones de toneladas para el 2014, según las estimaciones de la Organización Internacional del Cacao (OIC, 2015). Los directivos de esta organización consideran que los factores de la demanda con respecto al cacao son alentadores en el actual ambiente económico, particularmente en Asia, debido a la presión para el suministro y la capacidad de producción de los productores existentes, lo cual crea un entorno comercial muy prometedor para el Grupo (OIC, 2015).

En la actualidad el Ecuador posee una superioridad en este producto: más del 70% de la producción mundial de cacao fino y de aroma se cultivan en el país, convirtiéndolo en el mayor productor de cacao de aroma del mundo. Este tipo de cacao, tiene características individuales distintivas con toques florales, frutales, de nueces y almendras, especias que lo hacen único y especial, sobresaliendo con su ya conocido sabor Arriba (ANECACAO, 2015, b).

La producción y exportación de cacao Nacional representa un importante rubro de ingresos para el país; sin embargo, la baja productividad limita la posibilidad de aumentar dicho ingreso para beneficio de los actores de la cadena productiva. Una causa de sus causas es el

bajo rendimiento de las huertas tradicionales, desarrolladas a partir de la siembra de semillas de libre polinización obtenidas en las mismas huertas (Amores *et al.*; 2004).

El cacao es una especie cauliflor, es decir que las flores y frutos se forman en el tallo y las ramas maduras. El árbol produce las inflorescencias en pequeños salientes denominadas cojinetes florales. La flor es hermafrodita, pequeña (1-2 cm de diámetro), pentámera y sostenida por un pedicelo de 1 a 3 cm, con una constricción en su base. Posee cinco sépalos unidos en su base, de color blanco o rosado, con pétalos alternos fusionados a los sépalos. Cada pétalo está formado de un capuchón, cogulla o concha, que cubre las anteras del estambre (INTA, 2009)

En la región Amazónica del Ecuador (RAE) encontramos cacao en las provincias de Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Aunque la RAE se encuentra situada en el centro del origen del cacao, los colonos no tienen mayor interés sobre este cultivo, las semillas fueron traídas de la costa, así como de árboles silvestres locales (Pico *et al.*, 2012).

El cultivo de cacao en la Región Amazónica Ecuatoriana es uno de los rubros más importantes para el agricultor, y son quienes afrontan los problemas causados por las principales enfermedades, que determinan pérdidas económicas superiores al 50% de la producción. Con el fin de dar alternativas a esta problemática, también el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) a partir del año 2004, generó alternativas tecnológicas que permitan minimizar los efectos negativos de estas enfermedades a través del manejo integrado de enfermedades. Considerando la distribución de la superficie sembrada de cacao en la Región Amazónica, los ensayos se encuentran ubicados en las Provincias de Sucumbíos en los cantones Shushufindi (comunidad 11 de Julio) y Cascales (Parroquia Sevilla); en Orellana en los cantones Joya de los Sachas (Parroquia Enokanqui) y Loreto (Parroquia Ávila Huiruno); y en la Provincia de Napo en el cantón Tena (Parroquia Ahuano). Además efectuó la evaluación y adaptación de 22 clones de cacao en las provincias amazónicas, en busca de mejorar la producción y resistencia a enfermedades, actuando como control el clon CCN-51 (INIAP, 2010).

El INIAP en la Estación Experimental Central de la Amazonía continua con la investigación en el manejo integrado de las principales enfermedades del cacao que son: la monilia (*Moniliophthora roreri*), mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) y (*Moniliophthora perniciosa*), en el cultivo de cacao para la región amazónica, y que han arrojado excelentes resultados al duplicar y hasta triplicar los rendimientos del cultivo de acuerdo con Amores, Quiroz, Agama, Pilamunga, (INIAP, 2012)

En la Provincia de Pastaza no se han caracterizado con exactitud los ecotipos y variedades, sin embargo por experiencias de campo se estimó que un 98% del cacao existente, corresponde a cacao nacional mezclado con trinitario venezolano que los colonos introdujeron desde el litoral ecuatoriano en la década de los años 1960 (INIAP, 2010).

1.1. PROBLEMA

A pesar de contar con un amplio germoplasma de cacao, adaptados a las condiciones de la amazonia son escasos los estudios relacionados con los niveles de floración y su relación con los rendimientos finales.

1.2. HIPOTESIS

Los niveles de floración y cuajado del cultivo de cacao pueden depender de los factores ambientales diversos en la amazonia y contribuir a los rendimientos del cultivo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la precocidad, fenología y su relación con los rendimientos de tres clones de cacao nacional mediante la valoración de los índices de floración y su relación con el rendimiento, para delinear estrategias de producción asociadas a la fenología del cacao, en el CIPCA, perteneciente al Cantón Carlos Julio Arosemena Tola de la Provincia de Napo.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Cuantificar los índices de emisión floral en tres clones de cacao nacional: EET-95, EET-96, EET-103, comparados con el clon CCN-51.
2. Relacionar el rendimiento de los clones en estudio, comparados con el clon CCN-51.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO

2.1.1. ORIGEN Y TAXONOMIA

Los cronistas de Indias reportaron alrededor del siglo XVI el descubrimiento de unos pequeños granos de color marrón que los habitantes originarios de Mesoamérica empleaban para preparar una bebida amarga, aunque deliciosa, denominada 'xocoatl' o 'chocolatl', origen de las palabras "cacao", "cocoa", y del chocolate que conocemos hoy en día. El emperador azteca Moctezuma consideraba que esta bebida debía ser consumida por los guerreros y la elite, y que revestía un carácter sagrado y ceremonial por ser adecuada para los dioses. El botánico sueco Linneo, que conocía la buena fama del cacao, asignó un género a la especie vegetal, a la que llamó *Theobroma cacao* L. el "alimento de los dioses" (EUROPEAN FOOD INFORMATION COUNCIL - EUFIC, 2016).

El cacao llegó a Europa en 1544, cuando le fueron presentados los granos de cacao a Felipe II, quien sería el nuevo rey de España. La aristocracia española se quedó tan encantada con el cacao que se negó a revelar su existencia durante casi cien años. En aquel momento, el sabor de la bebida era amarga y se consumía por sus propiedades medicinales, o incluso por las propiedades afrodisíacas. Posteriormente la bebida se sazonaba con canela y vainilla, esta última que también provino de América, se extendieron hacia otras zonas de Europa, (EUFIC, 2016).

En el siglo XVII, los españoles comenzaron a cultivar los granos de cacao en la isla de Fernando Poo, actual Bioko, frente a la costa africana. Sin embargo, el desarrollo más importante del cacao como artículo de consumo a nivel mundial se inició en torno a 1880, cuando los ingleses establecieron plantaciones en la actual Ghana. Hoy en día, la costa occidental de África es todavía la mayor zona productora de cacao del mundo, aunque también en América Central y las Antillas es un cultivo destinado a la comercialización, así como en algunas zonas de Asia como Malasia, Indonesia y Filipinas, donde desempeña un papel importante en la economía de estos países, (EUFIC, 2016).

A lo largo de la historia, el cacao y el chocolate han pasado de ser considerados artículos de lujo, a convertirse en productos de consumo masivo. El hecho de que estos productos sean

hoy más comunes refleja los cambios en su naturaleza y su composición, su evolución de medicina amarga a auténtico manjar, y el uso de innovadoras tecnologías que permiten que sean más asequibles desde el punto de vista económico. Actualmente, el chocolate, un producto antiguamente reservado a dioses y reyes, es ahora favorito en el mundo, (EUFIC, 2016).

TAXONOMIA.

Según Ayestas (2009), *Theobroma cacao* .L, pertenece a la familia Malvaceae, orden Malvales. El cacao se divide en tres grandes grupos genéticos: Criollo, Forastero y Trinitario.

2.1.2. IMPORTANCIA ECONOMICA

EL CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE, 2011) reporta que económicamente para las familias productoras es un buen negocio producir y vender cacao debido a que es un cultivo que siempre tiene demanda, su precio en el mercado es estable a diferencia de otros cultivos como *Coffea arabiga* y *Phaceolous vulgaris* que además de tener precios variables enfrentan mayores riesgos de pérdida de la producción especialmente en el trópico húmedo.

El potencial de producción y exportación de cacao del Ecuador es muy alto, si se realizaran acciones de política que permitan mejorar los niveles de producción y calidad del grano. Las divisas de los migrantes han caído drásticamente y ahora que en los últimos 3 años la tasa de participación del sector agropecuario es cada vez menor en el total de las exportaciones del país, es cuando el cacao puede aparecer en el tablero como una pieza fundamental para generar divisas, toda vez que el cacao del Ecuador goza de precios estables, de una reputación envidiable y de una calidad insuperable, factores que se deberían tomar en cuenta a la hora de asignar recursos vía gasto público, inversión extranjera directa, sistema financiero público y privado, etc., y que por supuesto tenga una relación directa con la nueva matriz productiva y que se encuentre en armonía con el plan del buen vivir rural (REVISTA EL AGRO, 2013).

2.1.3. **IMPORTANCIA ALIMENTICIA Y MEDICINAL**

No en vano, el cacao es uno de los alimentos más conocidos que existen, en especial porque es un producto del que se obtiene uno de los postres más consumidos que es el chocolate. Y es que nos encontramos ante un producto natural que aporta una interesante variedad de beneficios y propiedades para la salud, capaces de estimular nuestro cuerpo, recomfortarnos y aumentar nuestro ánimo. Una buena muestra de su consumo lo tienen muchos de los productos que actualmente podemos disfrutar a partir del cacao. En este sentido, el cacao amargo se obtiene a partir de las semillas limpias del cacao, torradas y trituradas. Es en este momento es cuando se les suele añadir azúcar y leche para la elaboración del conocido chocolate con leche (Colchado, 2013).

El cacao es un alimento que nos ayuda a sentirnos bien cada vez que lo consumimos porque fundamentalmente contiene una serie de componentes que actúan como estimulantes y euforizantes, debido a la presencia de feniletilamina sustancia que actúa en el cerebro desencadenando un estado de bienestar emocional y de euforia. También, el cacao ayuda a aumentar la producción de endorfinas, hormonas que mejoran nuestro estado de ánimo. Además, es un alimento energético, cualidad que se traduce en el hecho que ayuda a recuperar fuerzas en situaciones de cansancio físico y mental, siendo útil para mantenernos más activos (Colchado, 2013).

2.1.4. **CARACTERISTICAS BOTANICAS**

De acuerdo con Dostert *et al.*, (2012) se describe al cacao como 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.

RAIZ

Según Omaña (2009), El sistema radicular está formado por raíz principal pivotante y posee muchas secundarias, la mayoría de las cuales se encuentran en los primeros 30 cm de suelo.

EL TALLO

Las plantas de cacao, reproducidas por semillas, desarrollan un tallo principal de crecimiento vertical que puede alcanzar 1 a 2 metros de altura a la edad de 12 a 18 meses. A partir de ese momento la yema apical detiene su crecimiento y del mismo nivel emergen de 3 a 5 ramas laterales. A este conjunto de ramas se le llama comúnmente verticilio u horqueta (Dostert, 2012).

LAS HOJAS

Las hojas adultas son de color verde, de lámina simple, entera de forma que va desde lanceoladas o casi ovaladas, con una nervadura pinnada y ambas superficies glabras, unidas al tallo por peciolos. Las hojas jóvenes son muy delicadas por lo que son apetecidas por los insectos y dañadas por el viento poseen un color verde pálido e incluso rojizas en los brotes, al alcanzar su madurez hacen el cambio de color (Dostert, 2012).

LA FLOR

La flor del cacao es hermafrodita es decir cuenta con ambos sexos, su polinización es estrictamente entomófila, para lo cual la flor inicia su proceso de apertura con el agrietamiento del botón floral en horas de la tarde. Al día siguiente en horas de la mañana la flor ya está abierta en su totalidad (CATIE, 2011).

BIOLOGÍA FLORAL

Las primeras flores aparecen en el tallo de las plantas de cacao uno o dos años después de que el tallo se ha lignificado. Las flores forman inflorescencias que se originan a partir de botones axilares de las hojas caducas. Las plantas adultas de cacao pueden, dependiendo de las condiciones climáticas, producir flores y frutos durante todo el año, cuando no se presentan periodos secos extremos u oscilaciones térmicas muy pronunciadas. Normalmente, las plantas muestran uno o dos periodos de mayor fructificación. El cacao produce una gran cantidad de flores, de las que sólo un 0,5 - 5% son polinizadas y producen frutos. Casi el 60 % de las flores cae después de 48 h sin ser fertilizadas. La apertura de los botones se produce generalmente en la tarde y finaliza a la mañana siguiente. El cacao tiene polinización cruzada (xenogámico) y posee un complejo sistema de autoincompatibilidad. En cultivo, sin embargo, las plantas pueden a veces ser auto compatibles (Dostert, 2012).

POLINIZACIÓN

La polinización de las plantas es la transmisión del polen hacia los estigmas de otra flor, logrando la fecundación del óvulo y la generación de un nuevo fruto. El cacao tiene polinización cruzada (xenogámico) y posee un complejo sistema de autoincompatibilidad. En cultivo, las plantas pueden a veces ser autocompatibles. La polinización es relativamente inespecífica. El ciclo de la producción de cacao, desde la polinización hasta el fruto maduro es de 6 meses en condiciones normales. La flor del cacao pareciera estar hecha para impedir una polinización muy fácil, pues su polen no está al alcance de los fugaces insectos que comen de ella; la abeja, por ejemplo, es incapaz de impregnarse de polen de cacao. El viento tampoco es un buen factor de polinización, porque el polen del cacao se humedece rápidamente en el bosque tropical y por lo tanto adquiere peso y cae. La polinización es realizada por varios insectos, por ejemplo trips, hormigas, áfidos y mosquitos pequeños; sin embargo, los principales polinizadores del cacao son insectos dípteros diminutos capaces de llegar fácilmente al polen de la flor del cacao. Dichos insectos son más abundantes en el bosque húmedo que en las plantaciones, y son uno de los principales factores para la producción de semillas de cacao. Después de una polinización exitosa, la fructificación se inicia dentro de 36 horas, los pétalos se caen y después de 72 horas los ovarios (Dostert, 2012 y HIPERNOVA.CL, 2007-2014).

EL FRUTO

La mazorca del cacao es conocido botánicamente como drupa, el tamaño y la forma dependen de las características genéticas de la planta, el medio ambiente así como el manejo de la plantación (Dostert, 2012).

2.1.5. VARIEDADES

Actualmente en el mundo existe una gran cantidad de variedades, la riqueza genética con la que se cuenta es muy amplia; aunque originalmente solo existían dos tipos: el criollo y el forastero, el cruce de estos dos especies ha dado origen al trinitario (Dostert, 2012).

CACAO CRIOLLO O DULCE

El centro de origen se encuentra principalmente en Centroamérica, Colombia y Venezuela, entre las características más sobresalientes se menciona que el fruto posee una cascara suave, con 10 surcos profundos con otro de menor profundidad termina en una punta delgada. La cascara es de color blanco o violeta, las semillas son dulces y de ellas se elabora el cacao denominado fino (Dostert, 2012).

CACAO FORASTERO O AMARGO

Su principal centro de origen se limita a la zona de América del sur y es el más cultivado tanto en África como en Brasil. Entre sus características se cita que posee una cascara dura y más o menos lisa, de apariencia redondeada y la cascara suele ser de color verde a amarillo. Las semillas son aplanadas de color morado y sabor amargo (Dostert, 2012).

CACAO TRINITARIO

Esta variedad surge del cruzamiento natural entre criollo y forastero, las mazorcas por lo general son de muchas formas y colores; las semillas son más grandes que el de las otras variedades; las plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. Actualmente es la variedad más cultivada en el mundo (Dostert, 2012).

2.1.6. CARACTERISTICAS FISIOLÓGICAS Y REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS

Los factores climáticos críticos para el desarrollo del cacao son la temperatura y la lluvia. A estos se le unen el viento y la luz o radiación solar. El cacao es una planta que se desarrolla bajo sombra. La humedad relativa también es importante ya que puede contribuir a la propagación de algunas enfermedades del fruto (ANECAFE, 2004).

Estos factores limitantes han concentrado el cultivo del cacao a un área bastante específica. Siempre se ha considerado que los límites para el cultivo del cacao, tanto al norte como al sur del ecuador terrestre, están a 20° de latitud. Sin embargo, bajo condiciones excepcionales, como en el Estado de Sao Paulo, el cultivo se encuentra en una latitud que va ligeramente más al sur de lo que tradicionalmente se considera

como límite del cultivo. Estos límites se han llamado el "límite frío". Este límite frío en países, dentro del área del ecuador terrestre, pueden ser influenciados por la altitud, la cual variará al alejarse de la línea equinoccial. En algunos lugares del Ecuador se puede encontrar cacao en condiciones relativamente buenas, a unos 1.300 msnm, al igual que en Colombia y Venezuela. En el Valle del Cauca, en Palmira, Colombia, se cultiva a unos 1.000 msnm, con buenos resultados económicos. Los otros factores que pueden limitar la producción del cacao son los factores del suelo (Enríquez, 2006).

TEMPERATURA

El cacao no soporta temperatura bajo cero, aunque éstas sean por poco tiempo. Puede crecer económicamente en lugares donde la temperatura no baja de 15°C. Las temperaturas extremas muy altas pueden afectar momentáneamente alguna de las funciones de cualquiera de los órganos del árbol, pero en todo caso, nunca hay límite caliente, si se tiene en cuenta que es un cultivo que debe estar a la sombra y que por lo tanto las altas temperaturas provenientes del contacto directo de los rayos solares se disminuye considerablemente. La temperatura también afecta la calidad de la manteca de cacao, pues las temperaturas bajas aumentan la proporción de grasas no saturadas en las semillas de cacao, lo que provoca un bajo punto de fusión de la manteca (Enríquez, 2006).

La temperatura afecta la apertura de las yemas y la brotación foliar. Se estima que una diferencia de 9°C entre la máxima y la mínima, durante las medias mensuales, provoca una brotación. En los lugares ecuatoriales, estas diferencias se mantienen bastante bajas durante casi todo el año, aunque entre diciembre y abril durante algunos días pueden alcanzar estos niveles, provocando brotes nuevos durante esta época en la mayoría de los cacaotales (Enríquez, 2006).

REQUERIMIENTO HÍDRICO

El cacao es una planta sensible a la falta de humedad en el suelo, debido a esto es importante una buena distribución de la precipitación durante el año; considerándose que el mínimo debe ser 100 mm/mes con una precipitación anual entre 1,200 a 2,800 mm/año. Si la zona es demasiado lluviosa (1,800 a 3,000 mm/año) los suelos deben presentar un buen drenaje. La humedad relativa debe ser mayor al 70%; La distribución de lluvias determina la campaña cacaotera, la cual abarca 4 etapas: Descanso, Brote, Floración, Cosecha El ciclo no es

continuo porque hay etapas que se superponen. La determinación de la campaña cacaotera es la base para la aplicación de las diversas técnicas de manejo asociadas a la cantidad de lluvia. Si la temperatura se eleva durante los días de sequía, sería desastroso para la planta de cacao, especialmente cuando se la cultiva sin sombra. La cantidad de lluvia que satisface al cultivo oscila entre 1.500 y 2.500 mm, en las zonas bajas más cálidas y en 1.000 a 1.500 mm en las zonas más frescas o los valles altos, como Quinsaloma, Echandía, Moraspungo y otros lugares altos del país (Enríquez, 2006 y Agricultura Tropical Ecuador, 2010).

LABORES CULTURALES

En algunos lugares como Quevedo, algunos meses no cubren el déficit de evapo-transpiración; sin embargo, los árboles no se ven afectados debido a varios factores. Primero, a la baja temperatura de la época, a la protección de la sombra y a la alta humedad ambiental de la zona durante esos meses. En estos lugares los picos de producción están distribuidos en dos estaciones (Agricultura Tropical Ecuador, 2010).

En aquellas zonas donde la lluvia es mayor a los 4.000 mm por año, el cacao solamente podría ser económico en un suelo muy bien drenado o en suelos accidentados donde no haya acumulaciones de agua. El anegamiento, sin que el agua corra, por unos días provoca una asfixia de las raíces y su muerte, lo que redundaría en algunos casos extremos en la muerte de la planta. La distribución de la lluvia mensualmente juega un papel muy importante, tanto por su falta como por su exceso. Si la época seca se prolonga relativamente en una zona, la cosecha se puede concentrar en picos cortos de producción mientras que en lugares donde no hay ese "período seco" muy largo, se puede tener cosecha permanente durante todo el año, con dos o tres picos no muy pronunciados (Enríquez, 2006).

EL VIENTO

Una hoja que pierde agua en pequeñas cantidades debido a la temperatura del ambiente, cierra sus estomas. De la misma manera se pierde agua debido a la presencia de una brisa permanente, pues las hojas dejan de trabajar, se secan y mueren. Si el viento es de cierta intensidad, las hojas se caen prematuramente. En las áreas costeras, donde los vientos son muy comunes y pueden alcanzar velocidades considerables, el uso de cortinas

rompe vientos es lo más común y recomendado. Si la velocidad del viento no es mayor, los árboles de sombra defienden suficientemente el cacao como para que éste no sufra daños. Hay muchas especies que se pueden usar como cortinas rompe vientos, pero siempre se debe tender a usar especies que puedan tener otra utilidad como frutales o madera fina (Enríquez, 2006).

SOMBREAMIENTO

La sombra moderada, permite el paso de un 50% a 60% de radiación solar durante los primeros En zonas con periodos de sequías estacionales y a plena exposición solar el cacao demanda de la aplicación de riego y abonamiento generoso con la frecuencia debida sin interrupciones, esta es una rama. Al comparar un cacao sin sombra y otro con sombreado moderado, ambos recibiendo cacao sin sombra con al menos el doble de productividad. Esta diferencia desaparece con el tiempo pues mientras la productividad del primer sistema declina luego de alcanzar un pico, aquella del cacao (Agrocalidad, 2010).

ACCION FISIOLOGICA DE LA LUZ

Por su acción térmica, más que luminosa, la luz es el principal factor ambiental que afecta los siguientes fenómenos fisiológicos de la planta: a) Transpiración o pérdida de agua, b) crecimiento, c) actividad metabólica, d) características químicas. El crecimiento del árbol de cacao es mayor durante los meses más calientes del año, por lo cual se ha podido determinar que el crecimiento del tronco también es mayor durante estos meses calientes y en los meses fríos se reduce, por efecto del sol las hojas tienen una transpiración acelerada siendo tres veces mayor a la de una hoja a la sombra (Enríquez, 2006).

2.1.7. REQUISITOS ECOLOGICOS

Las exigencias de temperatura han hecho que el cultivo de cacao se concentre en las tierras bajas tropicales. El cacao no soporta temperaturas bajas, siendo su límite medio anual de temperatura 21 °C ya que es difícil cultivar cacao satisfactoriamente con una temperatura más baja. Es un cultivo que debe estar bajo sombra para que los rayos solares no incidan

directamente y se incrementa la temperatura. La temperatura determina la formación de flores a 25 °C, la floración es normal y abundante (ANECAFE, 2004).

El cacao es una planta sensible a la escasez de agua pero también al encharcamiento por lo que se precisarán de suelos provistos de un buen drenaje. Un anegamiento o estancamiento puede provocar la asfixia de las raíces y su muerte en muy poco tiempo. Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos.

Vientos continuos pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras es preciso el empleo de cortavientos para que el cacao no sufra daños, (ANECAFE, 2004).

El cacao es un cultivo típicamente umbrófilo. El objetivo de la sombra al inicio de la plantación es reducir la cantidad de radiación que llega al cultivo para reducir la actividad de la planta y proteger al cultivo de los vientos que la puedan perjudicar (ANECAFE, 2004).

2.1.8. PROBLEMAS FITOSANITARIOS

Dentro de las plagas que causan daño en el cultivo de cacao podemos mencionar un gran número de plagas como la gallina ciega que afecta principalmente la raíz, las tortugillas, gusanos peludos, gusanos nocheros y grillos. Estas plagas no son difíciles de controlar con la aplicación de repelentes a base de *Capsicum annum*, *Allium sativum*, *Allium cepa*, se logran ahuyentar a acepción de la gallina ciega que su método de control es más complicado por vivir en el suelo (CATIE, 2011).

La moniliasis es causada por el hongo (*Moniliophthora roreri*) se encuentra distribuida en América Tropical, y su origen se sitúa en Colombia. Es uno de los principales factores limitantes en esta región. Causa pérdidas altamente significativas, hasta del 70% o más de la cosecha, si no se controla adecuadamente (Pérez, 2009).

La mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) es un hongo muy diferente al que produce la moniliasis, este ataca a las plantas en todas las etapas de crecimiento desde: la raíz, ramas, retoños, flores y frutos. Vive principalmente en el suelo y se transmite por la lluvia y

herramientas sin desinfectar. Su daño se presenta como manchas de color café oscuro o chocolate con bordes regulares que se ponen más oscuros y crecen hasta cubrir todo el fruto, los cuales se vuelven blandos. El mecanismo de control a utilizar es el mismo que para moniliasis así que si lo realizamos prevenimos dos enfermedades importantes (CATIE, 2011)

2.1.9. FENOLOGIA.

En la Figura 1 se describe fases fenológicas de *Theobroma cacao* L. que incluyen el desarrollo del botón floral, la floración, la fructificación y la maduración de los frutos previa a la cosecha (SENAMHI, 2009)

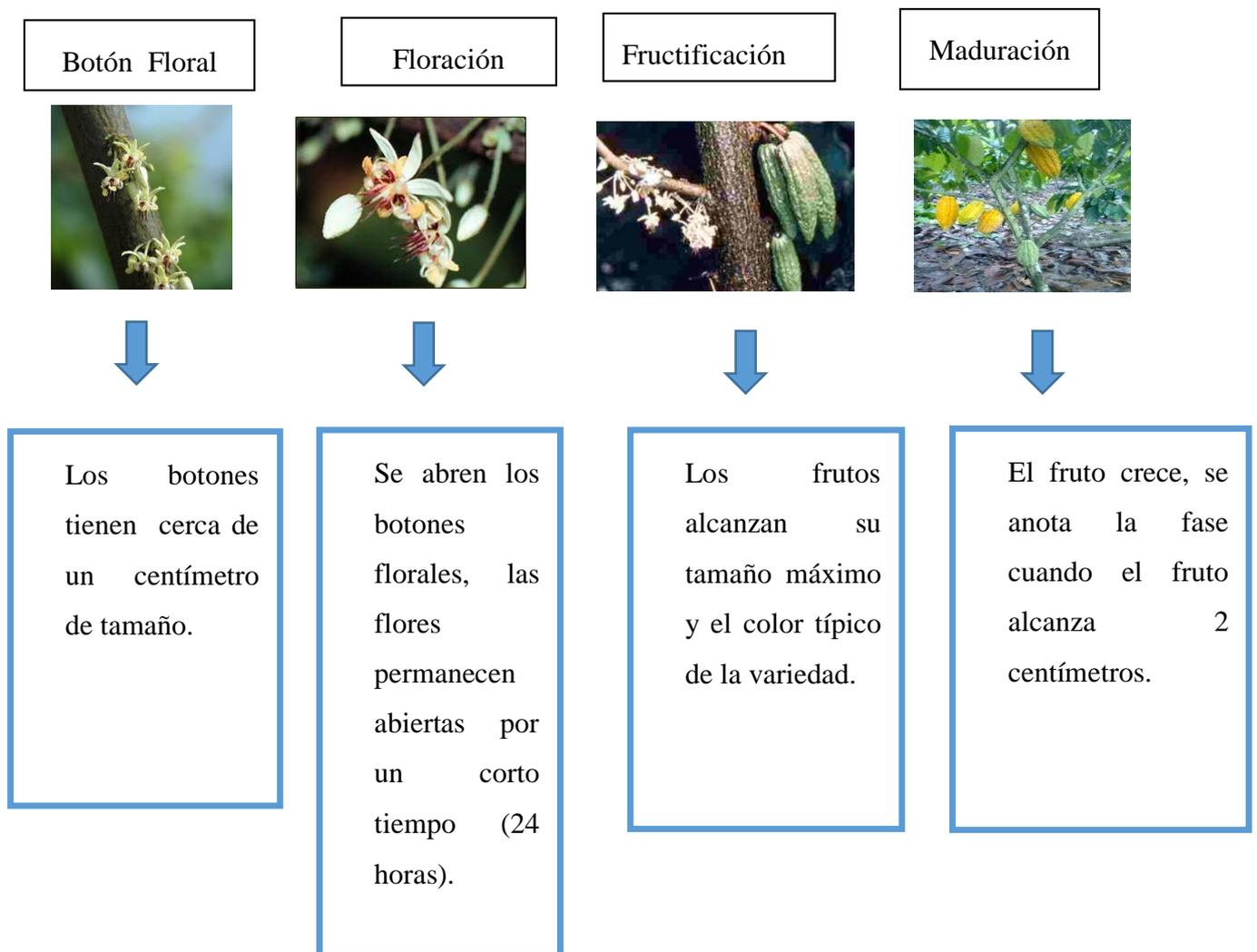


Figura 1 se describe fases fenológicas de *Theobroma cacao* (SENAMHI, 2009)

2.2. GENETICA DEL CULTIVO

En Trinidad y en Colombia a partir de 1945 y 1955 respectivamente, dada la urgencia de producir semilla híbrida para evitar el ataque de *Moniliophthora perniciosa*, (escoba de bruja) fue necesario incrementar los cruzamientos dirigidos entre materiales Amazónicos y Trinitarios, originando la semilla híbrida comercial que condujo a ampliar la diversidad de formas y colores del fruto, conservando las características de cacao fino y de aroma como herencia Trinitaria; sin embargo, en la región norte de Suramérica existe una zona claramente definida, en donde se encuentran materiales de tipo criollo, en forma natural y cultivada (Aránzazu, 2009).

Cirilo *et al.*, (2007), citado por Aránzazu, (2009) en el escenario agrícola nacional de Barlovento, Venezuela señala que existe una mezcla de diferentes tipos de materiales genéticos de cacao, provenientes del cruzamiento natural o controlado por el hombre. El cacao de la región está constituido básicamente por materiales trinitarios que se introdujeron en la misma a partir del año 1830 se caracteriza por sus cualidades de aroma y sabor.

En el 2010 fue secuenciado el genoma completo de variedades que pertenecen al grupo de los criollos (Argout *et al.*, 2010) 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 $2n=20$.

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

Los principales grupos genéticos de cacao son los siguientes: Criollo, Forastero y Trinitario. Los Criollos fue originalmente cultivado por los mayas en América Central y representa el primer grupo de cacao domesticado. El grupo de los Forasteros incluye distintas poblaciones localizadas a lo largo de la Región Amazónica desde Colombia hasta Guyanas.

Las almendras de cacao de calidad, provienen del grupo Criollo que, a diferencia del cultivar

Forastero y del Trinitario (obtenido por la recombinación de los dos primeros), 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).

El grupo Forastero cuenta con dos subgrupos bien definidos: Forasteros del Alto Amazonas, provenientes de la parte alta de la cuenca Amazónica, ríos Caquetá, Napo y Putumayo, con frutos de diversas formas y tamaños, y almendras de color violeta y Forasteros del bajo Amazonas (frutos de forma amelonada, corteza de color verde y amarillo cuando alcanzan su madurez, superficie lisa, de corteza gruesa y difícil de cortar (Aránzazu, 2009).

En la actualidad, en Ecuador se puede decir que prácticamente no existe una variedad nacional genéticamente pura del cacao, pues lo que se encuentra es una mezcla de híbridos naturales que se agrupan en una población conocida con el nombre de complejo “Nacional x Trinitario” (Loor y Amores, 2003).

2.2.1. BIOTECNOLOGÍA APLICADA AL MEJORAMIENTO GENÉTICO

Minyaka (2011) señala que la embriogénesis somática es decir la inducción de embriones partir de células no sexuales, 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. MUTAGENESIS

Los cambios epigenéticos es decir los factores no genéticos que intervienen en la determinación de la ontogenia o desarrollo de un organismo, desde el óvulo fertilizado hasta su senescencia, pasando por la forma adulta, se estudiaron en callos embriogénicos de cacao a las 12 semanas de establecidos. La embriogénesis generó 34,8% de variación somaclonal, (es decir la variación que involucra cambios en las plantas regeneradas que son transmitidos a la progenie) si son comparados con los progenitores, fundamentalmente por alelos perdidos (Rodríguez, 2010)

2.2.3. HIBRIDACION

En función de su modo de reproducción, existen 2 modelos para la producción de plantas y semillas de cacao: a) reproducción sexual, y b) reproducción asexual. Antes de decidir por el tipo de planta a sembrar, es importante documentarse sobre la demanda y requerimientos del mercado, así como conocer el material que más se adapta al lugar donde se va a realizar la siembra en función de su rendimiento, calidad y tolerancia a las principales plagas y enfermedades (Rodríguez, 2010)

REPRODUCCIÓN SEXUAL

La reproducción sexual tiene lugar por medio a la unión de dos individuos de géneros diferentes. En cacao el resultado del cruzamiento entre dos clones da lugar a una planta híbrida, cuyas características genéticas van a depender de transmisión de los caracteres de ambos padres (FUNDESYRAM. 2009)

La reproducción sexual tiene la ventaja de una producción y manejo de mayor facilidad, pues no implica la necesidad de habilidades especiales, como es la injertación. Las plantas de reproducción resultan más económicas, muestran un alto vigor híbrido, pero al mismo tiempo tienen las desventaja que suelen reproducir características indeseables que resultan en perjuicio del productor (FUNDESYRAM. 2009)

La selección de clones, la cual ha sido empleada desde 1940, consiste en propagar vegetativamente individuos superiores seleccionados a partir de una descendencia híbrida (Arciniegas, 2005).

LA REPRODUCCIÓN ASEXUAL

Este método de reproducción de cacao se realiza utilizando los tejidos vegetativos de las plantas élite, que pueden ser yemas, ramas o estacas. A partir de estos tejidos de las plantas seleccionadas se forma una la nueva planta de cacao. El método más utilizado es el injerto (Lutheran World Relief, 2013)

2.2.4. SELECCIÓN

La semilla debe proceder de plantas que presenten las características de cacao criollo. La selección se debe realizar considerando los siguientes aspectos: a) que sean plantas adaptadas a la zona y que no presenten alta susceptibilidad a las principales enfermedades del lugar, b) deben producir más de 50 mazorcas en promedio por año, c) el color de las almendras debe ser blanco a violeta pálido y de peso promedio fresco de 2 gramos por semilla, y d) las mazorcas deben contener entre 25 a 30 semillas cada una (MAGAP, 2011)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. GENERALIDADES

3.1. UBICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN EDAFOCLIMÁTICA DEL ÁREA

La investigación se desarrolló a partir del 01 de febrero al 15 de marzo del 2016 en el marco del Proyecto “EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES CLONES DE *THEOBROMA CACAO* L. NACIONAL, EN EL CIPCA, PROVINCIAS NAPO Y PASTAZA” a partir de datos registrados a partir de marzo 2013, situado en la Región Amazónica Ecuatoriana, Provincia Napo, Cantón Arosemena Tola; vía Puyo-Tena Km 44, junto a la desembocadura de los ríos Piatúa y Anzu, a 527 msnm. Las variables meteorológicas registradas durante la etapa de la investigación se muestran en la Tabla 2.

En un suelo del orden Inceptisoles es decir suelos que evidencian un incipiente desarrollo podogenético, (SoilSurvey Staff, 2003), con las características físico-químicas que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1. 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

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
Al			
Clase textural	Franco-Arcilloso		

3.2. ESTABLECIMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Con un cultivo que se estableció a fines de noviembre del 2012, con plántulas 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, con 12 hojas, tallo de 15 mm de diámetro y altura de 40 cm, sin síntomas de plagas, vigorosas y homogéneas.

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 3.

Tabla 3. Diseño de campo para la evaluación de la adaptabilidad de los clones evaluados

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 *-Theobroma cacao* L (cacao) *-Musa* sp (plátano) - *Inga edulis* (guaba) estas últimas especies como sombra permanente.

Con 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, que contenía las siguientes proporciones de macronutrientes: N; 2,1 %, P; 1,73 % y K; 2,51 %, con dosis de un kilogramo por planta que fue aplicado en 3

ocasiones al año. Se le realizaron cuatro podas a las plantas, las mismas fueron de formación y saneamiento.

ANÁLISIS DE SUELO: El análisis de suelo se realizó según los métodos que se señalan en la Tabla 4.

Tabla 4. Métodos seguidos en el análisis de suelo.

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.

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

En el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el paquete utilitario Statgraphics Plus versión 5.1. 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 prueba de rango múltiple o HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey al 95%. Para el cálculo del área foliar se realizó un análisis de regresión múltiple, mediante ANOVA, $p \leq 0,01$. Los datos en porcentajes fueron transformados por $\arcsen\sqrt{p}$ para su procesamiento estadístico.

3.4. CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA EN LAS PLANTAS DE CACAO

Seis plantas/tratamiento/réplica. A los 2,5 años del establecimiento.

- Inicio de floración. Este indicador se determinó el 3 de Diciembre de 2013, al transcurrir el año de la plantación.
- Número de cojinetes florales (se realizó la sumatoria hasta el momento definido (2,5 años).
- Número de frutos (se realizó la sumatoria hasta el momento definido (2,5 años).
- Número de frutos cosechados (se realizó la sumatoria hasta el momento definido (2,5 años).

EN LOS FRUTOS (MAZORCAS)

Las variables evaluadas se registraron a los 2,5 años de establecidos los clones, con un tamaño de muestra de 30 mazorcas/tratamiento.

- Masa (peso) de la mazorca (kg).
- Masa de la semilla fresca (kg).
- Masa de la placenta (kg).

EN LAS SEMILLAS FERMENTADAS Y SECAS

Muestra de 15 semillas/tratamiento, donde se determinó:

- Longitud de la semilla (mm).
- Ancho de la semilla (mm).
- Espesor de la semilla (mm).
- Número de semillas por fruto.
- Masa de una semilla (g).
- Masa de semilla/mazorca (kg).

DETERMINACIÓN DE RELACIONES MAZORCA Y SEMILLA

- Índice de Mazorca (fruto): Número de mazorcas necesarias para formar un kilogramo de cacao seco (bueno menos de 20).
- Índice de Semilla: Masa (peso) promedio de 100 semillas fermentadas y secas (bueno mayor de 1,3 g).

Estas determinaciones se realizaron según Bekele y Butler (2000), se evaluaron 5 frutos por árbol en 6 plantas por tratamiento, en total 30 frutos.

Rendimiento: kg/ha, de las plantas evaluadas por tratamiento y réplica (30 plantas). A los 2,5 años de establecidas.

4. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

En la Tabla 5y 6 se reportan los equipos y materiales utilizados en la investigación.

Tabla 6. Equipos

Cantidad	Equipo	Cantidad	Equipo
1	Cámara fotográfica filmadora digital	1	Computadora
1	Impresora HP Color	1	Silla de escritorio
1	Escritorio	8	Pie de rey digital
2	Balanzas (100 y 10 kg)	2	Bombas de fumigar (manuales)
1	Motomochila (bomba a motor)	2	Motoguadaña

Tabla 7. Materiales

Cantidad	Materiales	Cantidad	Materiales
1	Machete	1	Machetín
1	Podones	1	Tijeras de poda
1	SERRUCHO de poda	1	Limas para afilar
1	Pala	1	Cinta métrica
1	Balde	200 sacos	Abono orgánico
1	Resma de papel	1	Cuadernos

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRECOCIDAD DE LOS CLONES DE CACAO

4.1.1. CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA Y AGRONÓMICA

EN LAS PLANTAS DE CACAO

Los resultados de la floración, cuajado y frutos cosechados se muestran en la figura 2. Este es un proceso que determina el rendimiento de mazorcas y por tanto de la producción de semillas secas.

En cuanto al número de cojinetes florales (Figura 6A), los tres clones promisorios no difirieron estadísticamente entre sí y mostraron los valores mayores, pero si se encontraron diferencias de estos respecto al CCN-51.

En la variable número de frutos formados (Figura 6B), los tres clones mostraron los valores mayores y se diferenciaron estadísticamente del clon CCN-51, pero el clon EET-95 tuvo diferencias estadísticas con el EET-103 y CCN-51, por lo que resultó el de mejor respuesta.

No obstante para, el número de frutos cosechados (Figura 6C) fue superior en el clon CCN-51 y, los tres clones promisorios no difirieron entre si y mostraron comparativamente valores inferiores. Estas variables son decisivas en los rendimientos de semillas secas están muy relacionadas con la pérdida de frutos debido al marchitamiento fisiológico de las “chereles”, que conlleva a una eliminación y caída de frutos de pequeño tamaño (Amores *et al.*, 2010), además el clon CCN-51 no fue afectado por moniliasis, en cambio la presencia de este patógeno si provocó pérdidas en los clones promisorios.

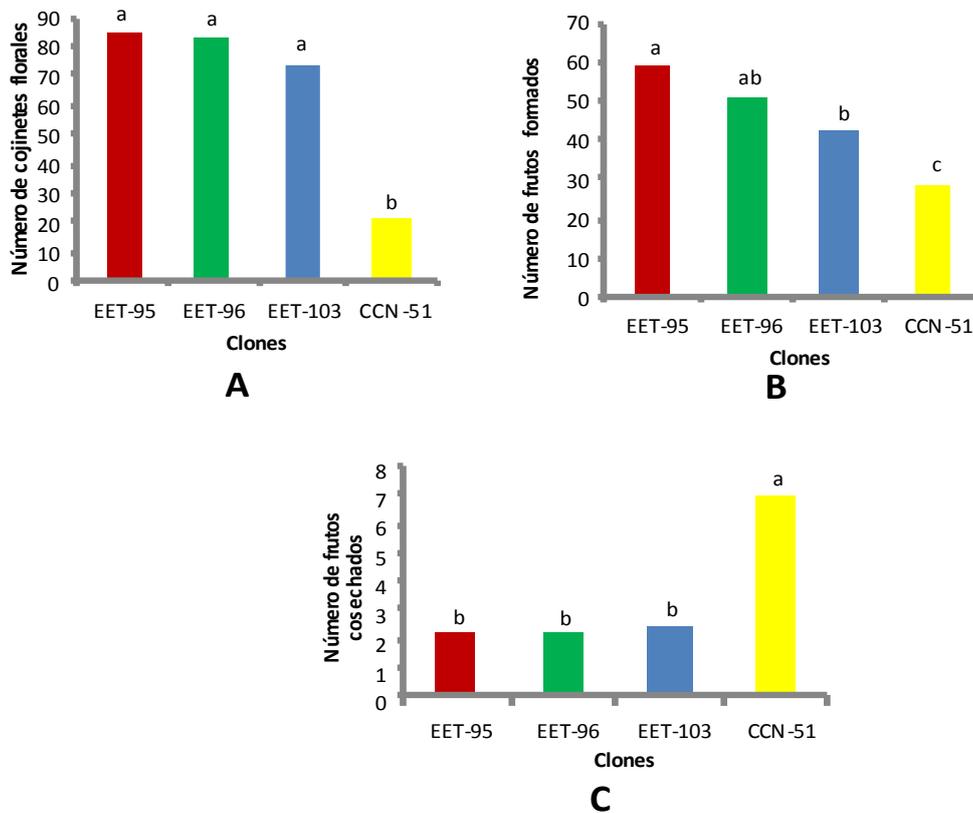


Figura 6. Número de cojinetes florales (A), número de frutos formados (B), número de frutos cosechados (C) de los clones en estudio. ANOVA SIMPLE. Prueba HDS de Tukey $p \leq 0,05$. $n=30$. E Típico(A)=9,60, ET (B)=4,66, ET(C)=0,44. Medias con letras desiguales muestran diferencias estadísticas.

En la Tabla 8 se muestra la floración evaluada al año de establecido el cultivo. Los clones EET-96 y EET-103 tuvieron mayores porcentajes de cojinetes florales, por lo que se pueden considerar como más precoces que los clones EET-95 y CCN-51 en las condiciones del CIPCA.

Tabla 8. Porcentaje de floración en función de las plantas que mostraron cojinetes florales al año de establecida la plantación.

Clon	Número total de plantas	Número de plantas con cojinetes florales	Porcentaje
EET - 95	30	6	20,0
EET - 96	30	10	33,3
EET - 103	30	9	30,3
CCN - 51	30	6	20,0

En la Figura 7. (A, B, C) se muestran los resultados de las variables masa del fruto (mazorca), la masa de la semilla fresca y masa de la placenta.

Las variables que a continuación se analizan tienen relación directa con el rendimiento esperado.

Los resultados de los análisis de estas tres variables mostraron que el clon CCN-51 presentó el mayor valor, con diferencias estadísticas respecto a los tres clones promisorios, los que no tuvieron diferencias entre sí. Estos resultados indicaron que el clon CCN-51, que mostró mayor masa de la mazorca, aunque posee una masa de la placenta superior, también presentó una mayor masa de semillas frescas, lo cual redundó en un mayor rendimiento.

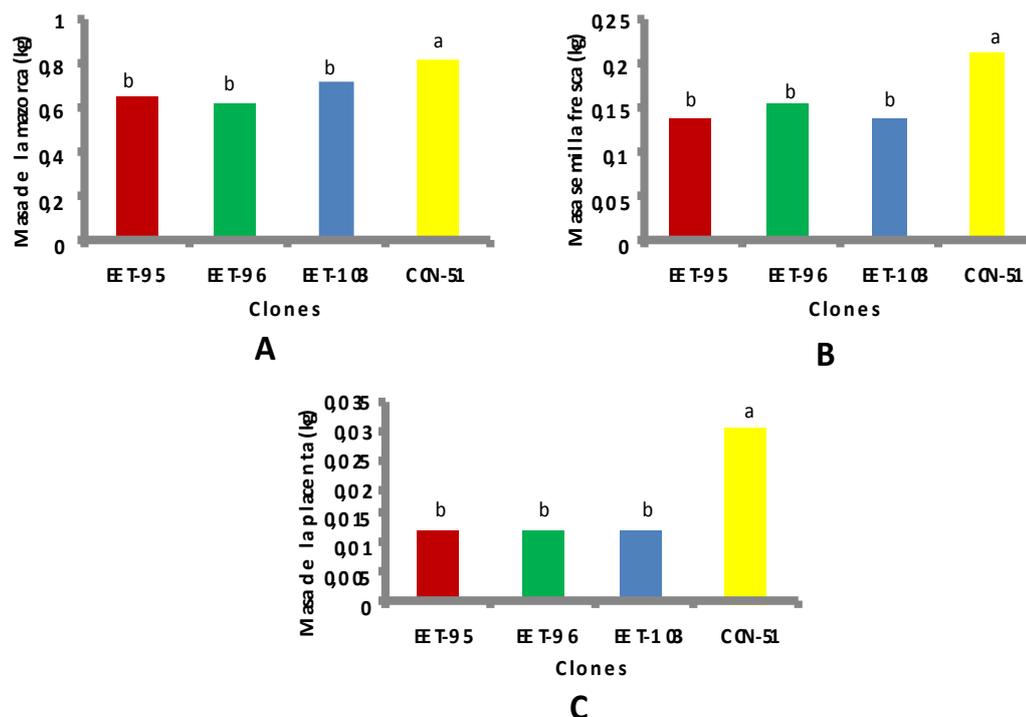


Figura 7. Masa de la mazorca (A), Masa de semilla fresca (B), Masa de la placenta(C) de los clones en estudio. ANOVA SIMPLE. Prueba HSD de Tukey $p \leq 0,05$. $n=30$. E Típico(A)=0,03, ET (B)=0,005, ET(C)=0,001. Medias con letras desiguales muestran diferencias estadísticas.

EN LAS SEMILLAS FERMENTADAS Y SECAS

En la Figura 8. se muestran los resultados de características físicas de las semillas. En cuanto a la longitud de las semillas en mm (en la Figura 8A) los tres clones promisorios mostraron valores superiores y estadísticamente diferentes respecto al clon CCN-51. El clon EET-103 mostró diferencias con respecto a los demás clones. El ancho de las semillas (mm) también fue superior en el clon EET-103 (Figura 8B); sin embargo, en cuanto al espesor de la semilla (Figura 8C) los clones EET-95, EET-103 y CCN-51 expresaron los mayores valores, sin diferir estadísticamente entre ellos y con diferencias respecto al EET-96.

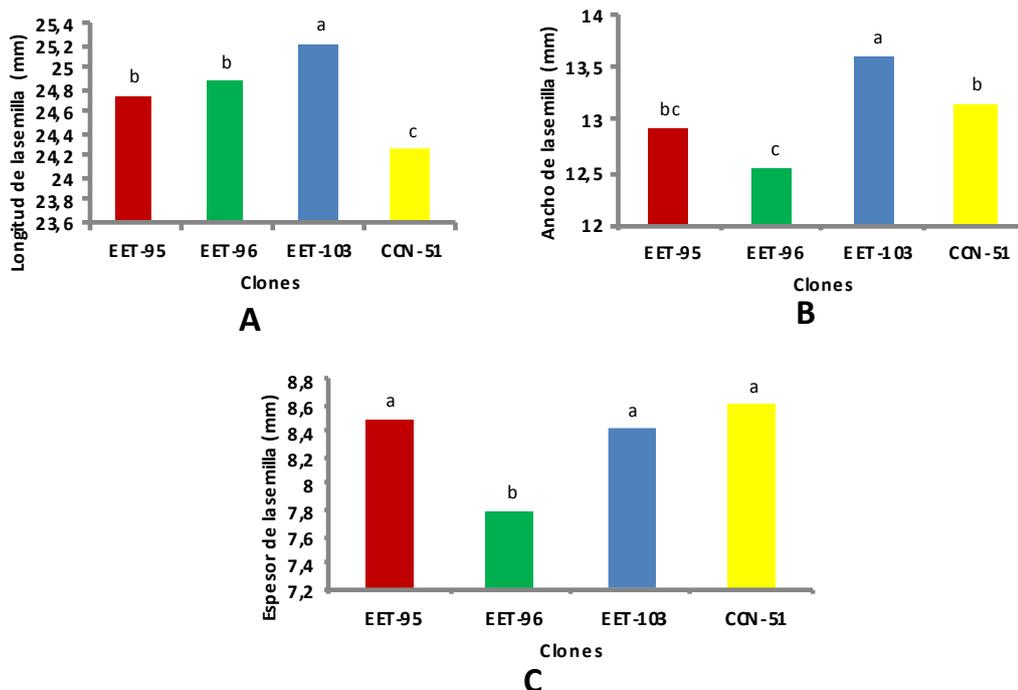


Figura 8. Longitud de la semilla (A), Ancho de la semilla (B), Espesor de la semilla (C) de los clones en estudio. ANOVA SIMPLE. Prueba HSD de Tukey $p \leq 0,05$. $n=30$. E Típico(A)=0,20, ET (B)=0,24, ET(C)=0,21. Medias con letras desiguales muestran diferencias estadísticas.

El análisis de los resultados relativos a otras características de la semilla se muestra en la figura 9. El número de semillas/mazorca (fruto), (Figura 9A), indicó que el clon CCN-51 difirió respecto a los clones promisorios, con el valor más alto. El clon EET-103 que siguió al CCN-51, mostró diferencias en relación a los otros dos clones promisorios. Cirilo *et al.*, (2007) en el Estado Miranda, Venezuela, encontró que el 91% de los materiales de cacao recolectados, registraron más de 30 semillas por fruto, resultados similares se obtuvieron en la presente investigación, donde todos los clones mostraron valores muy superiores a 30 semillas.

La Figura 9. B, revela que en cuanto a la masa de una semilla no se produjeron diferencias estadísticas entre los clones CCN-51, EET-95 y EET-103, los que manifestaron los mayores valores. El valor más bajo se registró en el clon EET-96, con diferencias estadísticas respecto a los clones citados. En cambio, respecto a la masa de semillas/mazorca (Figura 9C), los clones CCN-51 y EET-95 y EET 103 difirieron estadísticamente con respecto al clon EET 96 y manifestaron los mayores valores.

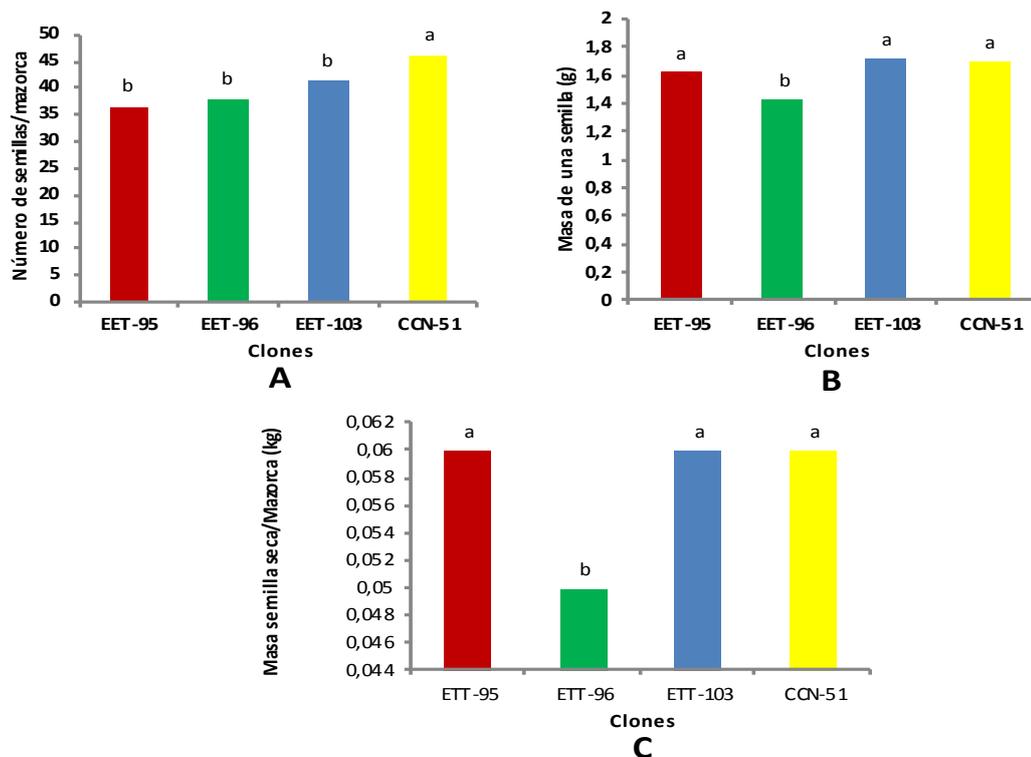


Figura 9. Número de semillas /mazorca (A), Masa de una semilla (B), Masa de la semilla/mazorca (C) de los clones en estudio. ANOVA SIMPLE. Prueba HSD de Tukey $p \leq 0,05$. $n=30$. E Típico(A)=2,08, ET(B)=0,06, ET(C)=0,03. Medias con letras desiguales muestran diferencias estadísticas.

El índice de semilla presentó gran variación de acuerdo a los clones en estudio. Los clones EET-103 y CCN-51 mostraron los mayores valores, de la misma forma se mostraron los resultados del índice de mazorca, con los menores valores en los clones mencionados. Todos los clones en estudio manifestaron características óptimas en cuanto a estos indicadores, ya que están por encima de 1,3 g en el índice de semilla y menor de 20 mazorcas para formar un kilogramo de semillas secas (Tabla 9).

Tabla 9. Índice de mazorca e Índice de semilla de acuerdo con los clones estudiados.

Clon	Índice de semilla	Índice de mazorca
EET-95	1,63	18
EET-96	1,42	17
EET-103	1,73	16
CCN-51	1,70	14

Parthasarathy *et al.*, (2004) al analizar un conjunto de plantas rescatadas en Barlovento, Venezuela encontraron índices de semilla entre 0,8 y 1,8 g. De estas plantas, 11 materiales presentaron valores superiores a 1,3 g, valor que se considera aceptable dadas las condiciones adversas de crecimiento en que se encontraban dichas plantas. Por su parte Cirilo *et al.*, (2007) al caracterizar plantas rescatadas encontraron que el 78,4% presentaron índices de almendras iguales a 1,3 g/almendra. En el caso de la presente investigación se obtuvieron valores superiores a este indicador en todos los clones evaluados.

Según Arciniegas (2005), al evaluar un conjunto de árboles seleccionados encontró índices de semilla entre 0,6 a 2,3 g con un promedio de 1,2 g. En la mayoría de los casos los genotipos que registraron un índice de semilla superior a 1,8 g tienen como progenitor al CCN-51, este clon fue utilizado como testigo en esta investigación.

En trabajos de adaptabilidad de clones promisorios realizados en la estación Napo-Payamino, (Paredes *et al.*, 2007) determinaron valores de índice de semillas de 1,2 g en el clon EET-103, 1,3 en el clon EET-95 y 1,4 g en el clon CCN-51, los resultados obtenidos en el actual trabajo fueron superiores en estos tres clones.

Arciniegas (2005) obtuvo un índice de mazorca de 24,5 frutos necesarios para obtener un kilogramo de cacao seco y fermentado en diferentes accesiones que analizó. Por su parte Cirilo *et al.*, (2007) obtuvieron valores de este indicador que oscilaron entre 13,8 y 20 al estudiar un grupo de plantas rescatadas.

En trabajos de adaptabilidad de clones promisorios realizados en la estación Napo-Payamino, Paredes *et al.*, (2007) determinaron valores de índice de mazorca de 19 en los clones EET-103 y EET-95 y en el clon CCN-51 de 17, los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron mejores en estos tres clones, ya que el número de mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de semillas secas fue menor.

EN LOS RENDIMIENTOS EN CONDICIONES DE ESTABLECIMIENTO (2,5 AÑOS)

Como se observa en la tabla 8, el rendimiento en el clon CCN-51 alcanzó el más alto valor, mientras los clones promisorios mostraron rendimientos más bajos, aunque entre ellos los clones EET-95 y EET-96 tuvieron los rendimientos más altos. Estos rendimientos se vieron influenciados por la masa de semilla seca/fruto y el número promedio de frutos cosechados/plantas, en el clon CCN-51 se alcanzó el mayor valor de frutos cosechados.

Tabla 10. Indicadores básicos para el cálculo del rendimiento a los 2,5 años de establecidos los clones en estudio.

Clon	Masa de semilla seca/fruto (kg)	Número promedio de frutos/planta.	Población de plantas/ha.	Rendimiento (kg/ha).
EET-95	0,05	2,20	625	68,75
EET-96	0,05	2,26	625	68,75
EET-103	0,06	2,50	625	93,75
CCN-51	0,06	7,03	625	263,62

De acuerdo con los resultados obtenidos por Paredes *et al.*, (2007) en las condiciones de Lago Agrio y para un período similar al de desarrollo de esta investigación (2,5 años), el clon CCN-51 alcanzó un rendimiento de 222 kg/ha, inferior al obtenido en la presente investigación (263,62 kg/ha), sin embargo los rendimientos de los clones EET-95 (255 kg/ha), EET-96 (256 kg/ha) y EET-103 (161 kg/ha) fueron muy superiores en aquellas condiciones.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los clones EET-96 y EET-103 tuvieron mayores porcentajes de cojinetes florales, por lo que se pueden considerar como más precoces que los clones EET-95 y CCN-51 en las condiciones del CIPCA.
- El peso de semilla fresca no defirió entre los clones de cacao nacional en estudio, pero si defirieron con el clon CCN-51 que presento valores más altos; sin embargo, en el rendimiento seco para la industria solo el clon EET 96 mostro rendimiento significativamente inferior al resto de los clones evaluados.

5.2. RECOMENDACIONES

- Establecer procedimientos para el manejo de la floración y cuaje de frutos de cacao.

CAPITULO VII

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✚ AGRICULTURA TROPICAL Ecuador, 2010. Condiciones de clima y suelo para el cacao. Disponible en: <http://agricultura-tropical-ecuador.blogspot.com/2010/11/condiciones-de-clima-y-suelo-para-el.html>

- ✚ AGROCALIDAD 2010, Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao Resolución Técnica No.183. Disponible en: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/Guia-BPA-cacao1.pdf>

- ✚ ANECACAO (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao- Ecuador) 2015 a, Historia del cacao. Disponible en: <http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/historia-del-cacao.html>

- ✚ ANECACAO (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao- Ecuador) 2015 b, El cacao, uno de los más significativos símbolos de nuestro país.
Disponible en: <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacao-en-ecuador.html>

- ✚ Amores, F.; Quiroz, J.; Agama, J., Pilamunga, M.; Vasco, A. 2004. Evaluación multilocal de nuevos clones de cacao nacional para la costa ecuatoriana. INIAP. *In* Disponible en: http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/EVALUACION_MULTILocal_%20NUEVOS_CLONES_CACAO_NACIONAL.pdf

- ✚ 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.

- ✚ Aranzazu, F., Martínez, N., Palencia, G., Coronado, R., 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. Disponible en: http://www.worldcocoafoundation.org/wpcontent/uploads/files_mf/perezzuniga2009.pdf

- ✚ Arciniegas, AM. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L) por el programa de mejoramiento genético del CATIE, Tesis Mag.Sc.Turrialba. Costa Rica.125 Pp.

- ✚ Argout, X., Salse, J., Marc Aury, J. et al. 2011. The genome of *Theobroma cacao*. *Nature Genetics* 43(2):101-109.

- ✚ ASOCIACION NACIONAL DE EXPORTADORES DE CAFÉ – ANECAFE. 2004. Cultivo de cacao Disponible en: <http://portal.anacafe.org/Portal/Documents/Documents/2004-12/33/7/Cultivo%20de%20Cacao.pdf>

- ✚ Ayestas, E. 2009, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de *Theobroma cacao* L. en Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009. Disponible en: http://www.worldcocoafoundation.org/wpcontent/uploads/files_mf/ayestavillega2009.pdf

- ✚ Bartley, BG. 2005. The genetic diversity of cacao and its utilization. CABI Publishing, Massachusetts. 341p.

- ✚ CATIE. 2011. Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas. Disponible en: http://biblioteca.catie.ac.cr/descargas/Estrada_et_al_Guia_Tecnica_Cacao.pdf

- ✚ Cirilo V, Sánchez P, Castillo A, Gonzales R, Valera A. 2007. Selección y rescate PGR-Newsletter Estado Miranda, Venezuela p 51-53.

- ✚ Colchado Quevedo, J. 2013. EL CACAO, Disponible en: <http://elcacaoestrategiasdeaprendizaje.blogspot.com/>

- ✚ Dostert, N, Roque, J, Cano, A, La Torre, M y Weigend, M, 2012. *Theobroma cacao* L, Hoja Botánica. Disponible en: http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf

- ✚ Enríquez, G. A. 2006. Fenología y fisiología del cultivo del cacao, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería Agronómica, Disponible en: <http://www.capecve.org/buscador/archivos/7.pdf>

- ✚ EUROPEAN FOOD INFORMATION COUNCIL (EUFIC). 2016 Los orígenes del cacao - el alimento de los dioses. Disponible en: <http://www.eufic.org/article/es/artid/cacao/>

- ✚ Figura 1 se describe fases fenológicas de *Theobroma cacao* L. que incluyen el desarrollo del botón floral, la floración, la fructificación y la maduración de los frutos previa a la cosecha

- ✚ FIGURA: 02,DE BOTON FLORAL DE CACAO. Disponible en: https://www.google.com.ec/search?q=BOTON+FLORAL+CACAO&biw=1280&bih=623&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwipxLHV2YvMAhUIdj4KHTPpAZcQ_AUIBigB#tbn=isch&q=BOTON+FLORAL+CACAO+NACIONAL+&imgdii=JB1yuTTHq-DIgM%3A%3BB1yuTTHq-DIgM%3A%3BNiCh0BfdJQOkXM%3A&imgcr=JB1yuTTHq-DIgM%3A

✚ FIGURA:03, DE FLORACION DE CACAO . Disponible en:

https://www.google.com.ec/search?q=BOTON+FLORAL+CACAO&sa=X&biw=1280&bih=623&site=webhp&tbm=isch&tbo=u&source=univ&ved=0ahUKEwipxLHV2YvMAhUIdj4KHTPpAZcQsAQIGQ#tbm=isch&q=FLORACION+++CACAO&imgdii=RTvDp9I-7ea4RM%3A%3BRTvDp9I-7ea4RM%3A%3BEF5pqEBo52Lf_M%3A&imgrc=RTvDp9I-7ea4RM%3A

✚ FIGURA:04, FRUCTIFICACION DE CACAO. Disponible en:

https://www.google.com.ec/search?q=BOTON+FLORAL+CACAO&biw=1280&bih=623&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwipxLHV2YvMAhUIdj4KHTPpAZcQ_AUIBigB#tbm=isch&q=FRUCTIFICACION+CACAO+NACIONAL+&imgrc=Tc_dbyC3cC7BOM%3A

✚ FIGURA: 05, MADURACION DE CACAO. Disponible en:

https://www.google.com.ec/search?q=BOTON+FLORAL+CACAO&biw=1280&bih=623&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwipxLHV2YvMAhUIdj4KHTPpAZcQ_AUIBigB#tbm=isch&q=FRUCTIFICACION+CACAO+NACIONAL+&imgrc=Tc_dbyC3cC7BOM%3A

✚ Figura 6. Número de cojinetes florales (A), número de frutos formados (B), número de frutos cosechados (C) de los clones en estudio.

✚ Figura 7. Masa de la mazorca (A), Masa de semilla fresca (B), Masa de la placenta(C) de los clones en estudio.

✚ Figura 8. Longitud de la semilla (A), Ancho de la semilla (B), Espesor de la semilla (C) de los clones en estudio

✚ Figura 9. Número de semillas /mazorca (A), Masa de una semilla (B), Masa de la semilla/mazorca (C) de los clones en estudio

- ✚ FUNDESYRAM. 2009. Biblioteca Agroecología; la polinización en el cultivo de cacao. Disponible en: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3732>

- ✚ HIPERNOVA.CL, 2007-2014, El cacao plantaciones, producción, polinización, plagas, variedades, composición y efectos del cacao. Disponible en: <http://www.hipernova.cl/Notas/ElCacao.html>

- ✚ INIAP. 2010. Genera prácticas para el manejo del cultivo de cacao en la Región Amazónica. Disponible en: http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=135:iniap-genera-practic-as-para-el-manejo-del-cultivo-de-cacao-en-la-region-amazonica&catid=97&Itemid=208

- ✚ INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. (INTA). 2009. Guía tecnológica del cultivo de cacao. Nicaragua. Disponible en: http://www.canacacao.org/uploads/smartsection/19_Gui_cacao_INTA_Nicaragua_2010.pdf

- ✚ Loor, R., Amores, F. 2003. Explorando la variabilidad del cacao tipo Nacional para identificar clones élités. Revista Sabor Arriba 2(4):18–19.

- ✚ Lutheran World Relief, 2013. Aprendiendo e Innovando sobre la Producción de plantas de cacao en ivero., Guía 3. Disponible en: <file:///C:/Users/UEA/Desktop/cacao%20reproduccion.pdf>

- ✚ Marita, JM., Nienhuis, J., Pires, JL., Aitken, WM. 2001. Analysis of genetic diversity in Theobroma cacao with emphasis on witches broom disease resistance. Crop Science 41: 1305-1316.

- ✚ MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA ACUACULTURA Y PESCA, MAGAP. III CNA / SIGAGRO; INEC / ESPAC, 2011. Material genético de cacao. Disponible en: <http://www.ecuaquimica.com.ec/cacao.pdf>

- ✚ 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.

- ✚ Motamayor, J., Lachneaud, P., DA Silva, E., Mota, J., Loor, R., Kuhn, D., Brown, J., Schnell, R. 2008. Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L.). In: *PLoS ONE* 3: e3311.

- ✚ Omaña, D. 2009. Puro cacao. Disponible en: <http://purocacaounesur.blogspot.com/2009/04/morfologia-y-taxonomia.html>

- ✚ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL CACAO 2015. MERCADO MUNDIAL DEL CACAO. Disponible en: <http://www.unitedcacao.com/index.php/es/corporate-profile-es/global-cocoa-market-es>

- ✚ Parthasarathy, J., George, K.V. Phillips, S., Enríquez, GA. 2004. Catálogo de cultivares de cacao. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. Oficina Nacional de Semillas. Serie Técnica, Boletín Técnico. p 18-60.

- ✚ Paredes, N., Tinoco, L., Bermeo, F. 2007. Obtención de clones de cacao para la amazonía ecuatoriana. INIAP- Estación Experimental Napo-Payamino. pp 1-2.

- ✚ Pérez, J. 2009. Evaluación y caracterización de selecciones clonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) del Programa de Mejoramiento del CATIE. Disponible en: http://www.worldcocoaoundation.org/wpcontent/uploads/files_mf/perezzuniga2009.pdf

- ✚ Pico, J.;Calderon, D.; Fernandez, F., Diaz, A. 2012, Guía del manejo integrado de enfermedades del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonia, INIAP. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/guia-del-manejo-integrado-de-enfermedades-del-cultivo-de-cacao-theobroma-cacao-l-en-la-amazonia.pdf>

- ✚ Powis, T., Cyphers, A., Gaikwad, N., Grivetti, I., Cheong, K. 2011. Cacao use and the San Lorenzo Olmec. In: Proc. Natl. Acad. Sci. U.S. A. 108(21): 8595-8600.

- ✚ Ruiz Erazo, X. A. 2014. Diversidad genética de cacao *Theobroma cacao* L. con marcadores moleculares microsatélites. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Posgrados, Palmira, Colombia Disponible en:<http://www.bdigital.unal.edu.co/39793/1/7211504.2014.pdf>

- ✚ REVISTA EL Agro, 2013, El cacao en la economía del Ecuador, Disponible en: <http://www.revistaelagro.com/2013/03/20/el-cacao-en-la-economia-del-ecuador/>

- ✚ 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.

- ✚ SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. (SENAMHI) Manual de observaciones fenológicas. Disponible en: http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/manual_fenologico.pdf

- ✚ Tabla 1. Variables meteorológicas registradas durante la etapa de la investigación.
- ✚ Tabla 2. Características físicas y químicas del suelo antes del montaje de la investigación.

- ✚ Tabla 3. Diseño de campo para la evaluación de la adaptabilidad de los clones evaluados

- ✚ Tabla 4. Métodos seguidos en el análisis de suelo.

- ✚ En la Tabla 5y 6 se reportan los equipos y materiales utilizados en la investigación.

- ✚ Tabla 8. Porcentaje de floración en función de las plantas que mostraron cojinetes florales al año de establecida la plantación.

- ✚ Tabla 9. Índice de mazorca e Índice de semilla de acuerdo con los clones estudiados.

- ✚ Tabla 10. Indicadores básicos para el cálculo del rendimiento a los 2,5 años de establecidos los clones en estudio.