

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**



**TEMA:
“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FISIOLÓGICA DE LOS ECOTIPOS
DE “CACAO” FORASTERO Y TRINITARIO *Theobroma cacao* L., EN SU
DESARROLLO DURANTE LA FASE DE VIVERO, AÑO 2017”**

**PARA OPTAR AL TITULO DE:
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**PRESENTADO POR:
AGUILAR CAZÚN, MARTA AZUCENA
QUINTANILLA ALDANA, WILLIAM ALEXANDER**

**JUNIO DE 2018
SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMERICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**



**TEMA:
“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FISIOLÓGICA DE LOS ECOTIPOS
DE “CACAO” FORASTERO Y TRINITARIO *Theobroma cacao* L., EN SU
DESARROLLO DURANTE LA FASE DE VIVERO, AÑO 2017”**

**PARA OPTAR AL TITULO DE:
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**PRESENTADO POR:
AGUILAR CAZÚN, MARTA AZUCENA
QUINTANILLA ALDANA, WILLIAM ALEXANDER**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESO DE GRADO:
MSC. RICARDO FIGUEROA CERNA. F: _____**

**DOCENTES DIRECTORES:
ING. RAFAEL ALBERTO MAGAÑA. F: _____**

ING. OSCAR MAURICIO COTO AMAYA. F: _____

**JUNIO DE 2018
SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMERICA**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES CENTRALES

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

RECTOR

DR. MANUEL DE JESUS JOYA ÁBREGO

VICE-RECTOR ACADÉMICO

ING. NELSON BERNABÉ GRANADOS ÁLVARADO

VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO

LICDO. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

SECRETARIO GENERAL

M.Sc. CLAUDIA MARIA MELGAR DE ZAMBRANA

DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

LICDO. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN

FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

AUTORIDADES

DR. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ

DECANO

M.Ed. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS

VICE-DECANO

M.Sc. DAVID ALFONSO MATA ALDANA

SECRETARIO DE LA FACULTAD

LICDO. CARLOS MAURICIO LINARES HERNÁNDEZ

JEFE DE DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

AGRADECIMIENTOS

- **A DIOS:** Por haberme guiado en todo el proceso y por seguir guiandome porque él me ha dado la fortaleza y energía para ser perseverante y constante en mi camino hacia este éxito.
- **A mi padre y mi madre:** Por la motivación y apoyo en mis estudios, y por ese esfuerzo y ayuda económica que decidieron darme. Gracias a sus esfuerzos he llegado hasta donde me encuentro, y mis logros se los agradeceré toda mi vida.
- **A mis hermanos/as:** Por animarme cuando el decaimiento intentaba hacerme desistir, muchas gracias.
- **A el Ingeniero Oscar coto:** Por su paciencia, dedicacion y compromiso al guiarnos a través de la investigación. Muchas gracias
- **A el Ingeniero José Maria Martinez:** Por su ayuda y buena voluntad al compartir sus conocimientos para bien de la investigación. Muchas gracias
- **A el Licenciado Carlos Linares:** Por su tiempo y paciencia para ayudarnos guiarnos durante la investigacion. Infinitas gracias

- **A el ingeniero Rafael Magaña:** Por su dedicación y disponibilidad para asesorar el trabajo de investigación. Muchas gracias

- **A toda la familia López López:** Por su cariño y apoyo y especialmente a Véronica López de López por sus buenos deseos y oraciones que estoy segura me fortalecieron día con día.

- **A todos los amigos, licenciados, ingenieros y familiares:** Porque en más de una ocasión que necesite de su ayuda no dudaron en brindarla. Sinceramente gracias

MARTA AZUCENA AGUILAR CAZÚN

DEDICATORIA

- **A Dios todopoderoso:** por su infinita ayuda y misericordia, por cuidarme y fortalecerme día con día. Por darme la sabiduría necesaria, paciencia y las bendiciones que sigue dándome.

- **A mi madre Berta Alicia Cazún:** por ser el motor de mis aspiraciones y la persona mas importante en mi vida, su esfuerzo y apoyo son mi motivación. Por el gran ejemplo que me ha dado, este logro es por ella.

- **A mi familia:** hermanos, hermanas, abuelos, sobrinos por confiar en mi, animarme y ayudarme tanto emocional como económicamente, siempre. Gracias.

MARTA AZUCENA AGUILAR CAZÚN

AGRADECIMIENTOS

- A nuestro asesor Ing. Rafael Alberto Magaña por su esfuerzo y disponibilidad para la realización de este trabajo de investigación en la etapa de campo y redacción del informe escrito.
- A nuestro asesor externo Ing. Mauricio Coto Amaya por su valiosa ayuda a la hora de redactar el tema de investigación por su enseñanza, esfuerzo y dedicación.
- A la Inga. Eufemia Segura Magaña coordinadora del proyecto cacao por su enseñanza colaboración y darnos la oportunidad de trabajar en el programa frutales y cacao.
- Al Ing. José María Martínez Acevedo por compartir sus conocimientos y ayudarnos en la etapa de campo.
- Al Msc. Ricardo Figueroa Cerna, coordinador de procesos de trabajos de grado, por tomarse su tiempo en la revisión del documento y asesoría en procesos administrativos.
- Al Lic. Carlos Mauricio Linares por su apoyo brindado y asesoría en los procesos administrativos.

William Alexander Quintanilla Aldana

DEDICATORIA

- A Dios todo poderoso por darme la fuerza de voluntad para luchar y enfrentarme a las adversidades y permitirme haber alcanzado uno de mis sueños.
- De manera muy especial a mí mama Rosa Marina Quintanilla Gálvez por enseñarme a perseverar siempre en mis estudios, por alentarme con mucha Fe y por el esfuerzo y consejos en todo el transcurso de mi vida y carrera profesional.
- A la memoria de mi abuelo José Emilio Cruz Paniagua por enseñarme a enfocarme en mis objetivos y salir adelante siempre, enseñarme valores y esmerarme mucho en mis estudios.
- A mi mejor amigo José Daniel Palma Aguilar por darme alientos siempre para salir adelante y nunca decaer en mi camino.
- A mi mejor amiga Ana Gladis Martínez Cisneros por estar pendiente de mí en mis estudios y darme ánimos para sobresalir siempre y aconsejarme.
- A toda mi familia y amigos que estuvieron pendientes de mí y me brindaron su apoyo siempre muchas gracias.

William Alexander Quintanilla Aldana

RESUMEN

El cultivo de cacao, es de mucho interés para los agricultores por su potencial productivo y aunque funcionan muchos viveros en la región, no hay estudios sobre morfología y fisiología del cacao en la etapa de vivero, por lo que el presente trabajo de investigación, tiene como objetivo caracterizar las plántulas de cacao en la etapa de vivero, utilizando los ecotipos forastero y trinitario.

La investigación se llevó a cabo en el vivero de cacao, ubicado en las instalaciones del Centro de Desarrollo Agropecuario San Andrés No. 1, en el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”. La semilla que se utilizó, provenía de mazorcas de árboles élite de los ecotipos forastero y trinitario ubicados en el mismo lugar.

La investigación duró 17 semanas de campo (de julio a noviembre del año 2017), se tomaron datos de características morfológicas como el color de la hoja, la forma de la hoja, altura de la planta, altura del primer par de hojas y la longitud de la raíz pivotante. Las características fisiológicas tomadas fueron el tiempo de emergencia de la plántula, tiempo de brotación del primer par de hojas, diámetro del tallo, área foliar, biomasa de la plántula, biomasa de la raíz, tiempo de germinación de la semilla, y porcentaje de emergencia de las plántulas.

El análisis de datos mostró, que las características morfológicas del ecotipo trinitario difieren en mucho a las características del ecotipo forastero. No así las características fisiológicas que en ambos ecotipos presentaron mucha variabilidad en los resultados.

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. REVISION DE LITERATURA	14
2.1 CONCEPTO E IMPORTANCIA DE CARACTERIZAR.....	14
2.1.1 ¿Qué es caracterizar?	14
2.1.2 ¿Porque es importante caracterizar?.....	14
2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	14
2.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	15
2.3.1 Origen del cacao en El Salvador.	15
2.3.2 Distribución.....	15
2.4 GRUPOS GENÉTICO.	16
2.4.1 Criollo	16
2.4.2 Forasteros	16
2.4.3 Cacaos Trinitario	17
2.5 FACTORES CLIMÁTICOS.....	17
2.5.1 Temperatura.....	18
2.5.2 Precipitación.....	18
2.5.3 Humedad relativa	19
2.5.4 Altitud	19
2.5.5 Luminosidad.....	20
2.5.6 Viento	20
2.6 FISIOLOGÍA y MORFOLOGÍA.....	21
2.6.1 Área foliar	21
2.6.2 Sistema radicular.....	21
2.6.3 Biomasa	22
2.6.4 Morfología del material genético.....	22

3. METODOLOGIA.....	23
3.1 MÉTODO, TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
3.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	23
3.3 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA	24
3.4 RECOLECCIÓN DE DATOS	25
3.5 PROCESAMIENTO Y TABULACIÓN DE DATOS.....	34
3.6 ANÁLISIS DE LOS DATOS	34
4.0 RESULTADOS Y DISCUSION	35
4.1 RESULTADOS.....	35
4.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	46
5. CONCLUSIONES.....	49
6. RECOMENDACIONES.....	49
7. LITERATURA CITADA	50
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Caracterización de semilla utilizada.	36
Cuadro 2. Características fisiológicas evaluadas previas a la toma de datos de campo	37
Cuadro 3. Datos de las características morfológicas semana 2.	37
Cuadro 4. Datos de características morfológicas semana 3.	38
Cuadro 5. Datos de características morfológicas semana 4.	38
Cuadro 6. Datos de características morfológicas semana 5.	39
Cuadro 7. Datos de características morfológicas semana 6.	39

Cuadro 8. Datos de características morfológicas semana 7.	40
Cuadro 9. Datos de características morfológicas semana 8.	40
Cuadro 10. Datos de características morfológicas semana 9.	41
Cuadro 11. Datos de características morfológicas semana 10.	41
Cuadro 12. Datos de características morfológicas semana 11.	42
Cuadro 13. Datos de características morfológicas semana 12.	42
Cuadro 14. Datos de características morfológicas semana 13.	43
Cuadro 15. Datos de características morfológicas semana 14.	43
Cuadro 16. Datos de características morfológicas semana 15.	44
Cuadro 17. Datos de características morfológicas semana 16.	44
Cuadro 18. Datos de características morfológicas semana 17.	45
Cuadro 19. Datos de características fisiológicas mes 1.	45
Cuadro 20. Datos de características fisiológicas mes 2.	46
Cuadro 21. Datos de características fisiológicas mes 3.	46
Cuadro 22. Datos de características fisiológicas mes 4.	46

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación es sobre la Caracterización de plántulas en la fase de vivero de los ecotipos forastero y trinitario de “cacao” *Theobroma cacao* L., y así poder diferenciarlos morfológica y fisiológicamente. Además de medir el desarrollo de las plántulas.

La investigación se desarrolló durante los meses de julio a noviembre del año 2017 en el CEDA¹, ubicado en las instalaciones del CENTA².

Para esta investigación se utilizó el método mixto; el tipo de investigación fue descriptivo explicativo y el diseño fue no experimental.

El interés en esta investigación es debido a que en la actualidad este cultivo se está impulsando en el país y tanto los viveristas como los productores necesitan conocer cómo se desarrollan en la fase de vivero, algo que no se ha estudiado en el país.

Desde el punto de vista eco sistémico, este cultivo beneficia grandemente a la flora y la fauna del país a través de la asociación con cultivos maderables y frutales.

La investigación se llevó a cabo en 7 etapas, que incluyo: la preparación del área de trabajo, la selección de árboles élite en la parcela de cacao del CEDA, la selección y monitoreo de mazorcas, la obtención, caracterización física y pre-germinado de las semillas, la siembra de semilla, el mantenimiento de las plántulas, la toma de datos físicos y fisiológicos y el procesamiento, tabulación y análisis de datos.

Se pudo establecer diferencias principalmente físicas entre los ecotipos de cacao estudiados siendo el ecotipo trinitario el que más sobresalió por las características físicas.

¹Centro de Desarrollo Agropecuario.

² Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 CONCEPTO E IMPORTANCIA DE CARACTERIZAR

2.1.1 ¿Qué es caracterizar?

Una forma de describir poblaciones es la caracterización esta puede realizarse por individuos, comunidades, de tipo molecular morfológico, ente otras. Así, desde un enfoque investigativo la caracterización es una etapa descriptiva con fines de identificación, la caracterización es un tipo de descripción cualitativa que puede recurrir a datos o a lo cuantitativo con el fin de profundizar el conocimiento sobre algo (Bonilla, Hurtado & Jaramillo cit. por católica del norte, 2010). La caracterización de cada individuo comunidad o población muestra las características específicas que la distinguen de las demás.

2.1.2 ¿Porque es importante caracterizar?

El objetivo general de todo programa de producción es generar plantas de alta calidad. Así, esto significa producir en el vivero plántulas que sobresalgan en cuanto a supervivencia y crecimiento inicial para un sitio determinado, o bien, que tenga un mayor desarrollo ya sea por grupos o individualmente. (Duryea y Landis cit. por vivero forestal, s. f). Desde la producción de plántulas en vivero puede determinarse los grupos o individuos que destacan en su desarrollo, a través de sus características distintivas.

2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El cacao "*Theobroma cacao*", pertenece a la familia Esterculiácea, del orden malvales.

Es un árbol o arbusto semicaducifolio de hasta 12 m de altura, y en cultivo se mantienen normalmente a 4—8 m. El tallo es glabro o parcialmente pubescente en ejes jóvenes). La corteza es oscura, gris-café. Las ramas son cafés y finamente vellosas. Las hojas son coriáceas simples, enteras, angostamente ovadas a obovado-elípticas, ligeramente asimétricas, 17—48 cm de largo y 7—10 cm de ancho, alternas. La base de las hojas es

redondeada a ligeramente cordada, ápice largamente apiculado. El pecíolo es de 14—27 mm de largo. El fruto es una baya grande, conocida como mazorca, polimorfa, esférico a fusiforme, púrpura o amarillo en la madurez, glabro, 10—20 cm de largo y 7 cm ancho, 200—1000 gr de peso y con 5—10 surcos longitudinales. El endocarpio es de 4—8 mm de grosor, duro y carnosos, y leñoso en estado seco. Las semillas son café-rojizas, ovadas, ligeramente comprimidas (Dostert et al. 2011) Contiene de 30 a 40 semillas inmersas en una pulpa mucilaginosas (Fernández Gonzáles, s. f)

2.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

2.3.1 Origen del cacao en El Salvador.

Aunque hoy en día se está impulsando el cultivo de cacao, este no es de cultivo reciente, pues desde épocas anteriores se cultivaba, producía y comercializaba, tanto que la región de Izalco se volvió muy importante para los españoles. Barillas, citado por Ramos, Rivas y Villalta, (2015) menciona:

El Cacao se adoptó como moneda quizá por escasez o a que con ella se preparaban una bebida considerada digna de los dioses. El comercio entre los indígenas durante el período precolombino se realizaba mediante el trueque de los diferentes productos que tenían a su disposición. Al avanzar en su civilización y desarrollo, adoptaron como medio de intercambio símbolos tales como pepitas o el polvo de oro, plumas de aves preciosas como el quetzal y por último, el cacao. (p.2)

2.3.2 Distribución

El cacao se cultiva en tierras bajas tropicales como lo afirma Ochse, citado por Martínez (2007):

En América el cacao se cultiva desde el sur de México hasta Brasil y Bolivia. La distribución del cacao en su estado natural en Suramérica alcanza hasta los 15° de latitud sur, en los ríos Alto Beni y Mamoré del territorio boliviano y por el norte hasta cerca de los 10° de latitud en los límites de los llanos venezolanos por las vertientes bajas de las sierras de Parimá, que dividen a Venezuela de Brasil. (p.17)

Los mayas fueron los primeros en cultivar cacao en América central, Sur América y en la zona de norte de América en México.

2.4 GRUPOS GENÉTICO.

El cacao está dividido en tres grupos genéticos, Hardy, citado por Martínez (2007), los dividió así “Criollos, Forasteros y el cruzamiento de los criollos y forasteros a los que se les denomina: Trinitarios” (p.17). Además se clasificaron por poblaciones, así: criollo centroamericanos y sudamericanos, forasteros amazónicos, y trinitarios, por lo difícil que es clasificarlos por variedades.

2.4.1 Criollo

El cacao criollo es de gran importancia económica, ya que comercialmente es catalogado como cacao fino por su aroma, sabor, alto contenido de grasa y sin astringencia. “Se trata de un cacao muy aromático que no presenta más que un ligero amargo y que es utilizado en chocolatería para la fabricación de productos de lujo” (Monroy, Hernández, Lovato, Monjaras y Rodríguez, 2016, p.12). Además de sus características sensoriales y organolépticas, también presenta características morfológicas que lo distinguen: “Se caracteriza por tener estaminoides rosados, mazorcas verdes o rojas del tipo Cundeamor, de superficie rugosa y surcos profundos; posee entre 20 y 30 semillas de color blanco o crema (...) (Argüello et al., citado por Martínez, 2007, p.18).

2.4.2 Forasteros

Los cacaos forasteros se conocen como cacao amargo o amazónico y su origen es América del sur. Estos se diferencian del cacao criollo por el color de los

estaminoides el cual es púrpura, mazorcas verdes, ausencia de rugosidad y surcos escasamente pronunciados, con más de 30 semillas también de color púrpura y al contrario del criollo, contienen alta astringencia y bajo contenido de grasa. (Arguello et al. Citado por Martínez, 2007). Estos contribuyen en gran parte a la producción mundial.

2.4.3 Cacaos Trinitario

El cacao Trinitario se origina del cruce entre cacao criollo y forastero, manteniendo características de ambos. Suárez, Moreira y Vera, citado por Monroy et al. (2016) los describe así:

Las características genéticas, morfológicas y de calidad son intermedias entre criollos y forasteros, determinando diversos tipos de cacao (...) Constituyen un buen material para los seleccionadores, que pueden escoger, entre la multitud de combinaciones halladas, aquellas que asocian el mayor número de caracteres interesantes. (p.27)

Este cacao es muy usado para multiplicarlo por injertación sin que pierda sus características. Cuando se da un buen cruzamiento se mantienen las características más interesantes de ambos por ejemplo el sabor del cacao criollo con la rusticidad del Forastero, aumentando la producción del cacao que es más demandado por su sabor, según Davies, citado por Martínez, 2007.

2.5 FACTORES CLIMÁTICOS

El clima es determinante para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Así, las plantas durante el desarrollo están sometidas a condiciones ambientales que pueden no ser óptimas para su supervivencia, o a factores externos que ejercen efectos negativos sobre las plantas, estos factores inducen cambios en el metabolismo, los cuales pueden ser reversibles o permanentes, según Taiz y Zeiger, citados por Lozano, 2014. Los efectos desventajosos pueden provocar estrés en las plantas que son generados por condiciones no óptimas en el entorno donde se desarrolla.

El cultivo de cacao en la etapa de vivero requiere de muchos factores climatológicos para su buen desarrollo. Entre los factores más importantes, en el cultivo del cacao, se encuentran la temperatura y la precipitación, que también nos ayudan a zonificar el cultivo. La humedad relativa también tiene importancia puesto que de ella depende la facilidad de propagación de algunas enfermedades, de acuerdo con Enríquez, 2006.

Estos factores se describen de la siguiente manera:

2.5.1 Temperatura

Las condiciones óptimas de temperatura para la producción de cacao se encuentran entre 20° a 32 °C, con 25° C como temperatura media mensual óptima; algunos investigadores han fijado una temperatura mínima de 15°, según González citado por Huiman (2008). En relación a esto Enríquez (2006) menciona que: “La temperatura afecta al desarrollo de las yemas y los brotes foliares. Se estima que una diferencia de 9°C entre la máxima y la mínima, durante las medias mensuales, provoca una brotación” (p.3). La variabilidad del cacao ha hecho que se adapte a diferentes temperaturas lográndose una buena producción incluso cerca del nivel del mar, así como en zonas altas.

2.5.2 Precipitación

El recurso hídrico es de vital importancia, aunque a su vez puede ser perjudicial pues el exceso o falta de este, afecta el desarrollo de las plantas.

Arce (2003) afirma:

“El cacao es una planta que necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos. En términos generales, la lluvia es el factor climático que más variaciones presenta durante el año. Su distribución varía notablemente de una a otra región y es el factor que determina las diferencias en el manejo del cultivo. La precipitación óptima para el cacao es de 1,600 a 2,500 mm distribuidos durante todo el año.

Precipitaciones que excedan los 2,600 mm pueden afectar el cultivo de cacao en Costa Rica”. (p.9)

Este factor determina el tipo de manejo del cultivo por ejemplo cuando los períodos secos son largos debe implementarse el riego en las plantaciones, al contrario, cuando hay mucha precipitación y se da un aumento de la humedad relativa hay riesgo de ataque de enfermedades como la Monilia (*Moniliophthora roreri*) y la mazorca negra en árboles adultos, para contrarrestar estas enfermedades se organiza una calendarización de fumigación para combatir y prevenir enfermedades y plagas; además se realizan dos tipos de poda: sanitarias y de exceso de sombra.

2.5.3 Humedad relativa

La humedad relativa está relacionada con las lluvias, el porcentaje debe ser mayor al 70% bajo las condiciones del litoral ecuatoriano, y oscila entre el 70% a 80% (Roberto 2010). La importancia radica en el efecto que tiene en el desarrollo fisiológico de las plantas por ejemplo: para el cultivo de cacao, a la humedad relativa, se le considera como un factor determinante en la abertura de estomas y por lo tanto para la asimilación de CO₂. Se considera que la abertura de estomas es mayor a niveles altos, entre 76 a 89%, y disminuye con valores entre 62 y 39% (Sena et al. Citado por Lozano, 2014)

Arce (2003) menciona que existen otros factores que afectan al cacao.

2.5.4 Altitud

El cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde los 10 metros hasta los 800 metros de altitud. Sin embargo, en altitudes cercanas al ecuador las plantaciones desarrollan normalmente en mayores altitudes que van del orden de los 1000 a 1400 msnm. (p.12)

Al comparar la altitud con los factores climáticos y edafológicos como lo son la temperatura, la Precipitación, la Humedad Relativa, la fertilidad del suelo y el viento, entre otros, la altitud es un factor secundario.

2.5.5 Luminosidad

La luz es otro de los factores ambientales de importancia para el desarrollo del cacao especialmente para la fotosíntesis, la cual ocurre a baja intensidad aun cuando la planta esté a plena exposición solar, para plantaciones ya establecidas, se considera que una intensidad lumínica menor del 50% del total de la luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50% del total de la luz aumenta. (p.12)

Cuando la plantación está en la etapa de vivero y mientras se lleva al establecimiento, los técnicos del CENTA, recomiendan la siembra de sombra temporal, usando especies como el Higuerillo, *Ricinus communis* y plátano, *Musa paradísíaca*, ya que las plantas jóvenes de cacao se ven afectadas por la luz solar directa; en la etapa de vivero y establecimiento, hasta el tercer año, las plantas de cacao necesitan un 70% de sombra; y ya establecido sólo un 30% de sombra.

2.5.6 Viento

Es el factor que determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y la planta. En las plantaciones expuestas continuamente a vientos fuertes se produce la defoliación o caída prematura de hojas. En plantaciones donde la velocidad del viento es del orden de 4 m/seg, y con muy poca sombra, es frecuente observar defoliaciones fuertes. (p. 12)

La información sobre los efectos del viento para cacao es escasa y está limitada a observaciones sin soporte experimental. En general es conocida la poca tolerancia de las hojas a los vientos fuertes.

2.6 FISIOLOGÍA y MORFOLOGÍA

La fisiología y morfología de las plantas es muy importante ya que indica el desarrollo de la planta con respecto a los factores climatológicos y edafológicos en los que se encuentre. Los efectos se ven reflejados en las diferentes partes de la plántula como por ejemplo:

2.6.1 Área foliar

El área foliar permite caracterizar las hojas en: simples, enteras y de color verde bastante variable (color café claro, morado o rojizo, verde pálido) y de pecíolo corto. Warnock, Valenzuela, Trujillo, Madriz y Gutiérrez (2006) establecen que: “El área foliar (ÁF) alcanzada por una planta durante ciertos estadios específicos del desarrollo es un dato indispensable para la calibración, adaptación y en general para la aplicación racional de los modelos de simulación agroambientales” (p.23). De la magnitud que tenga el área foliar dependerá la capacidad de la cubierta vegetal que es de gran importancia para el proceso de la fuente primaria de energía.

El área foliar es afectado por diversos factores, uno de los más importantes es el estrés hídrico. Skirydz e Inzé, citado por Lozano (2014), refiere que el crecimiento de las hojas disminuye cuando los estomas se cierran, lo que a su vez provoca pérdida de agua por transpiración, se reduce la entrada de CO₂ impidiendo la efectiva realización de la fotosíntesis. El crecimiento del área foliar se disminuye por la reducción de la presión de turgencia, que restringe el desarrollo foliar y el crecimiento de nuevos brotes

2.6.2 Sistema radicular

Formado por una raíz principal o pivotante con muchas secundarias, la mayoría de las cuales se encuentran en los primeros 30 cm de suelo. La conformación del sistema radical del cacao depende del sistema de propagación utilizada en su siembra. En una planta proveniente de semilla se desarrolla una raíz principal o pivotante, que alcanza hasta 2 m de longitud (Monroy et al., 2016). El sistema

radicular también es afectado por el estrés hídrico. Al igual que al área foliar, la escasez de agua influye en el sistema radicular pero en sentido inverso puesto que en este se da un aumento y no una reducción (Lozano, 2014).

2.6.3 Biomasa

La biomasa es muy importante en plantaciones de cultivos agroforestales. Martínez y Leiva (2014) afirma que:

Es el resultado de la transformación de la energía solar en energía química (...) En la actualidad la producción y conservación de la biomasa de cualquier cultivo cobra una importancia trascendente; porque ello contribuye, además, a la protección medio ambiental a través de la captura de carbono. (p.11)

Además Fonseca, Alice y Rey (2009) mencionan:

La biomasa es un parámetro que caracteriza la capacidad de los ecosistemas para acumular materia orgánica lo largo del tiempo y está compuesta por el peso de la materia orgánica, aérea y subterránea que existe en un ecosistema forestal. Se utiliza la fórmula: $\text{biomasa} = \frac{P''}{pP''}$ = Peso de la muestra después de la desecación y P = Peso de la muestra antes de la desecación. (p.36)

2.6.4 Morfología del material genético

Las semillas tienen diferentes medidas. Sus características morfológicas pueden ser oblongas, elípticas, u ovadas. La longitud: corta mediana o larga. La anchura: estrecha mediana, ancha. Existe una relación entre longitud y anchura. Su grosor: delgado, medio o grueso. El color del cotiledón: blanco, crema, rosa, rojo oscuro, purpura oscuro. (Avendaño, et al., 2014)

3. METODOLOGIA

3.1 MÉTODO, TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

El método que se utilizó fue mixto ya que en la presente investigación hay una combinación entre los enfoques cualitativos y cuantitativos, el tipo de la investigación descriptivo explicativo, es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren y se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas, con diseño no experimental porque se realizó sin manipular deliberadamente variables, es decir se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos basado en Sampieri, Collado, & Lucio, (2004).

3.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La fase de campo de la investigación se llevó a cabo en las instalaciones del CEDA San Andrés No. 1, CENTA, Departamento de La Libertad El Salvador, en un vivero de estructura metálica cubierto con “malla antiviral” de color blanco y “malla sarán” de color negro, con dimensiones de 14 metros de largo por 7 metros de ancho y 3 metros de alto. Las coordenadas geográficas son las siguientes: 13°48'18.0"N 89°23'41.0"W; con una elevación de 460 msnm, un promedio de precipitación media anual de 1695 milímetros, con lluvias distribuidas entre mayo y octubre y con máximas en julio. Los promedios mensuales de temperatura varían de 22.3 a 25.5°C y de 30 a 34.5°C indicados para los meses de diciembre y abril, respectivamente en la zona se presentan extensas áreas con terrenos de buena capacidad de producción, cuya continuidad se rompe por la ocurrencia de suelos poco profundos en algunas partes. Tiene buena infraestructura de comunicación y está localizada a 33.5 Km. de la capital, lo que la hace importante especialmente por haber sido distinguida como la zona agrícola donde se ubica

el proyecto de riego de Zapotitán, y que incluye el control de inundaciones y drenaje de pantanos (MARN, 2015) (ver fotografía 1 y 2)



Fotografía 1: muestra una sección del Centro de Desarrollo Agropecuario San Andrés n° 1 lugar Donde se desarrollará la investigación
Fuente: <https://www.google.es/maps>.

Fotografía 2: muestra la estructura del vivero donde se llevó a cabo el establecimiento de las plántulas de cacao.
Fuente: Autores

3.3 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

- El universo fueron todas las semillas de todos los frutos de los árboles de cacao forastero y trinitario ubicados en CEDA San Andrés No. 1 Departamento de La Libertad.
- La población fueron todas las semillas de los doce frutos cosechados de los árboles de cacao forastero y trinitario ubicados en CEDA San Andrés No. 1 Departamento de La Libertad.
- La muestra fueron las 288 semillas seleccionadas de los frutos cosechados ubicados en CEDA San Andrés No. 1 Departamento de La Libertad.

3.4 RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de los datos se hizo en 7 etapas con sus respectivas actividades desde la preparación del área de trabajo hasta la medición de las características morfológicas y fisiológicas.

ETAPA 1: PREPARACIÓN DELÁREA DE TRABAJO.

ACTIVIDADES

- Limpieza: Se realizó una limpieza dentro del vivero, también se limpió la parte externa para mantener los alrededores libres de malas hierbas y hospederos de plagas que pudieran afectar el crecimiento de las plántulas dentro del vivero.
- Curación de sustrato: se le aplicó el fungicida KOCIDE 35 WG, para prevenir el ataque de hongos y el insecticida MONARCA, para protegerlo del ataque de plagas.
- Llenado de bolsa: Se llenaron 288 bolsas de 9 cm x 12 cm, con sustrato compuesto de suelo fértil y materia orgánica en proporciones de 2 a 1 (anexo 1a y 1b)
- Ordenamiento de bolsas: Se ordenaron en 6 bloques con 48 bolsas, entre cada bloque se dejó un metro de distancia para permitir un buen manejo del vivero y evitar daños a la plántula.

ETAPA 2: SELECCIÓN DE ÁRBOLES ÉLITE EN LA PARCELA DE CACAO DEL CEDA.

En esta etapa la selección de los arboles elite se dio por medio de la técnica de selección masal que consiste en la selección artificial que se lleva a cabo para obtener mejores variedades de plantas cultivadas y en la que en cada generación se selecciona aquellas con mejores características.

- Se seleccionaron 6 árboles elite, los árboles número 149, 157, 159 con características forasteras (anexo 2a) y los árboles número 155, 158, 184 con características trinitarias (anexo 2b) de la parcela de cacao

denominada “parcela de cacao viejo o en producción” sembrada en el año 1990, ubicada en el CEDA perteneciente a CENTA.

ETAPA 3: SELECCIÓN Y MONITOREO DE MAZORCAS

ACTIVIDADES

- Selección: se revisaron las mazorcas de los árboles y se seleccionaron las más suculentas, y sanas que estaban más próximas a madurar, las mazorcas se taparon con bolsa plástica negra para evitar que su color atrajera a animales que se alimentan de estas (Anexo 3a)
- Monitoreo: las mazorcas se monitorearon diariamente hasta que comenzaron a madurar, buscando daños en ellas (anexo 3b)

ETAPA 4: OBTENCION, CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y PRE-GERMINADO DE LA SEMILLA.

ACTIVIDADES

- Obtención de semilla: se cortaron dos mazorcas de cada árbol con una tijera de podar, luego con una cuchilla marca STANLEY se abrieron haciendo un corte por la mitad para extraer la semilla.
- Caracterización de la semilla (anexo 4a y 4b): Se eligieron 7 semillas de cada árbol a las que se les retiró el mucílago de forma manual para medir el largo, ancho, y espesor, utilizando un “pie de rey”, luego se pesaron en una balanza digital marca OHAUS; posteriormente se pesaron individualmente y se sacó un promedio. Además se caracterizó el color y forma, para eso se utilizó el descriptor INIFAP³ el cual cuenta con diferentes características ilustradas.

³ Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

- Preparación de la semilla: Las semillas obtenidas se mezclaron para uniformizarlas y se eligieron 48 semillas tomando las que se encontraban en el centro de la mazorca por su mayor vigorosidad y descartando las que se encontraban en los extremos, la selección se realizó por cada árbol, haciendo un total de 288 semillas, a las que se les retiró el mucílago de forma manual.
- Pre-germinado: las semillas seleccionadas se introdujeron en agua fría a temperatura ambiente, en un recipiente plástico para estimular la germinación.

ETAPA 5: SIEMBRA DE SEMILLA.

- Después del pre-germinado de la semilla, se sembró en las bolsas preparadas previamente. Luego, las semillas pre germinadas y ordenadas por grupos de 48, se entre mezclaron con aserrín de madera, posteriormente se sembraron a una profundidad de 1 cm para permitir el correcto crecimiento de la plántula en la bolsa con sustrato, teniendo cuidado que la radícula quedara hacia abajo. Después se cubrió la plántula con viruta de madera⁴, con el propósito de controlar el crecimiento de malas hierbas, además, se aplicó con una bomba de mochila, insecticida MONARCA después de la primera semana de siembra.

⁴ Tiras finas y enrolladas en espiral producto de cepillar la madera.

ETAPA 6: MANTENIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS

ACTIVIDADES

- Aplicación de fungicida e insecticida:
Se aplicó fungicida KOCIDE que fue el recomendado por técnicos del CENTA, ya que es muy efectivo para el control de hongos y menos dañino para las plántulas (anexo 5a), 100 gramos diluido en 21 litros de agua que es la capacidad de una bomba de mochila, se aplicó al suelo y al sustrato donde se sembró la semilla. Este se aplicó cada 15 días para prevenir o eliminar cualquier tipo de enfermedad provocada por hongos. De igual manera se aplicó el insecticida MONARCA 5 EC que es un insecticida sistémico es decir que al aplicarlo en la planta, penetra hasta sus tejidos y a través de ellos se distribuye por todas sus partes. De esta forma la planta se convierte en venenosa para la plaga (anexo 5b). Se utilizó una cantidad de 25 cc diluido en 21 litros de agua; este se aplicó cada 15 días para prevenir o eliminar cualquier plaga de insectos.
- Fertilización:
Se le aplicó abono 15-15-15, en dosis de 2 gramos/bolsa, en dos posturas al mes durante cuatro meses.
- Control de malezas:
Semanalmente, se removió la maleza de las bolsas, ya que la técnica de colocar viruta sobre el sustrato funciona de manera regular ya que no se eliminó por completo del desarrollo de malas hierbas, que pudieran afectar el desarrollo de las plántulas.
- Riego: Se
regó 3 veces por semana en horas matutinas. Se tomó en cuenta la

capacidad de campo del sustrato y si era necesario se aplicaba el riego para mantener la humedad.

ETAPA 7: TOMA DE DATOS MORFOLÓGICOS Y FISIOLÓGICOS.

Para el desarrollo morfológico de las plántulas de cacao en vivero se tomó en cuenta que este es un cultivo umbrofilo es decir que debe de mantenerse bajo sombra para que tenga buen desarrollo.

Las condiciones del vivero donde se llevó a cabo esta investigación tenía las condiciones óptimas de sombra y luz adecuadas para este cultivo, que es el 70% de sombra y 30% de paso de luz solar que es lo recomendado por los técnicos de CENTA.

Para la toma de datos de: altura de plántula, altura de primer par de hojas, brotación de plántula, brotación del primer par de hojas, número color y forma de hojas, diámetro del tallo, se seleccionó una muestra de 10 plántulas de las 48 que se tienen en cada bloque. El muestreo se realizó por medio de la fórmula para la estimación de muestras⁵:

$$n = \frac{N + z_a^2(p)(q)}{d^2(N-1) + z_a^2(p)(q)}$$

Dónde:

N= 48

$Z_a^2 = (1.96)^2$ representa el 95% de seguridad de resultados.

P= 0.05 representa la certeza de la muestra.

q= 0.95 constante.

$d^2 = (0.03)^2$ constante.

Sustituyendo:

⁵Comunicación personal, Ing. Agr. Jaime Ayala, Técnico del CENTA, 22 de mayo del 2017.

$$n = \frac{48 + (1.96)^2(0.05)(0.95)}{(0.03)^2(48-1) + (1.96)^2(0.05)(0.95)}$$

$$n = \frac{48 + 3.8416(0.0475)}{(0.0009)(47) + (3.8416)(0.0475)}$$

$$n = \frac{(51.8416)(0.0475)}{(0.0009)(48) + (3.8416)(0.0475)}$$

$$n = \frac{2.4624}{0.0423 + 0.1824}$$

$$n = \frac{2.4624}{0.2247}$$

$$n = 10.95$$

ACTIVIDADES

Toma de datos de factores atmosféricos

- Para la toma de temperatura y humedad relativa se utilizó un hidrotérmetro marca Taylorel cual estuvo colocado dentro del vivero donde se revisó y tomó nota en la ficha de campo para llevar un registro diario y posteriormente sacar un promedio de estos factores climáticos que estuvieron presentes durante el tiempo que se llevó a cabo la investigación. Para la precipitación pluvial se utilizó un pluviómetro de jardín, el cual, de igual manera se colocó dentro del invernadero y de la misma manera se tomó nota de los datos para luego sacar un promedio. Estos datos se tomaron 5 días a la semana.

Descripción de toma de datos de las características morfológicas

- La medición del color de la hoja se realizó con la ayuda de la tabla MUNSELL COLOR CHARTS FOR PLANT TISSUES para diferenciar los colores de las hojas de los ecotipos durante las 17 semanas que se llevó a cabo la investigación, para esto se colectó una pequeña muestra de las hojas más tiernas de cada una de las 10 plántulas elegidas por cada bloque para posteriormente en forma secuencial y ordenada se compararon con los colores obtenidos esto se realizó a la segunda semana de haber sembrado las semillas (anexo 6a)
- Para diferenciar la forma de las hojas se utilizó una guía utilizada en cátedra de botánica para la descripción de especies, se visualizaba la forma que más se repetía en cada una de las plántulas seleccionadas y se compararon con las formas de hojas que presentaba la guía tomando nota en una ficha de campo elaborada para tomar los datos, esta actividad se realizó semanalmente a partir de la segunda semana de siembra.
- Altura de la plántula: la medición se hizo con una cinta métrica marca Stanley de 3 m, esta se colocó desde la altura del sustrato hasta el ápice de cada una de las plántulas seleccionadas, realizándolo cada semana a partir de la segunda semana de brotación (anexo 6b)
- Altura del primer par de hojas: se utilizó la cinta métrica marca Stanley de 3 m, colocándola desde el sustrato midiendo la altura hasta primer par de hojas de cada plántula seleccionada tomando nota en la ficha de campo semanalmente partiendo desde la segunda semana de siembra.

- El Diámetro del tallo se midió con el instrumento pie de rey, en cada una de las plantas seleccionadas, este dato se obtuvo semanalmente a partir de la segunda semana de siembra.
- Longitud de la raíz pivotante: para tomar la medida se sacaron 5 plántulas de cada bloque elegidas previamente, al momento de sacar las muestras se rompieron las bolsas evitando dañar la raíz (anexo 6c); se lavaron con agua retirando todo el sustrato adherido y posteriormente se llevaron al laboratorio. Con la ayuda de la cinta métrica se tomó la medida de todas las plántulas seleccionadas desde el cuello de la raíz hasta donde finalizara. Esto se hizo cada mes, obteniendo un total de cuatro mediciones.

Toma de datos de características fisiológicas

- Tiempo de emergencia de la plántula: después de la siembra de las semillas en el sustrato se contabilizó el número de días en que las plántulas tardaron en emerger, sacando un promedio para establecer en cuanto tiempo se tardó en brotar el material por árbol.
- Tiempo de brotación del primer par de hojas en la ficha de campo se contabilizó el número de días que tardaron en brotar las primeras hojas de las plántulas seleccionadas partiendo desde el día en que se sembraron las semillas, sacando un promedio para comparar entre ecotipos.
- Porcentaje de biomasa de la plántula y biomasa de la raíz se extrajeron 5 plántulas de cada bloque seleccionadas previamente al azar, se sacaron de la bolsa y con agua se les limpió el sustrato adherido en las raíces, después cada planta se cortó con una tijera de podar dividiéndola en dos partes las cuales fueron raíz y planta (anexo 6e). Luego, se pesaron en estado fresco con una balanza digital, luego se introdujeron en bolsas de

papel craft para depositarlas en un deshidratador solar, después de 4 días se sacaron y se pesaron en seco sacando un porcentaje por medio de la fórmula **Materia seca (%) = P/p 100**. Anotando en la ficha respectiva.

- Área foliar para esta medición se hizo uso del aparato llamado área meter LI-3100 C que mide el área, longitud, ancho máximo y ancho promedio de las hojas en cm². Se extrajeron 5 plantas de cada bloque elegidas previamente donde se limpiaron para introducirla a un deshidratador solar de metal, cada planta fue colocada en una bolsa de papel craft, durante 4 días se sacó el deshidratador en el cual la temperatura ascendía a los 100°C, al momento de estar secas completamente se cortaron las hojas y se pusieron en el área meter para determinar el área foliar total en cm² de cada plántula seleccionada, este proceso y toma de datos se realizó durante 4 meses (anexo 6f)
- Tiempo de germinación de la semilla: con las semillas elegidas de cada mazorca cosechada se procedió a lavarlas y quitarles el mucilago, se colocaron en un recipiente plástico con agua fría y se contabilizó el número de días que tardaron en germinar siendo un día exacto en el cual se pudo observar la salida de la radícula estando listas para sembrar en el sustrato ya preparado.
- Porcentaje de emergencia de las plántulas: a partir del día de siembra se contabilizó el número de plántulas brotadas de cada bloque para obtener el porcentaje de emergencia, ello se realizó con una regla de tres.
- El porcentaje de germinación: se obtuvo contabilizando el número de semillas que germinaron de cada árbol, tomando las 48 semillas de cada uno como el 100%.

Nota: todos los datos se registraron en fichas de campo semanales.

(Anexo 7a)

3.5 PROCESAMIENTO Y TABULACIÓN DE DATOS.

Se tomaron medidas de las diferentes características, durante 4 meses los datos obtenidos se anotaron semanalmente en fichas de campo. En dichas fichas se especifica el dato de cada una de las plantas seleccionadas por ecotipo que sirvieron como muestra. Se obtuvo un promedio por árbol para cada semana el cual se realizó de forma manual para posteriormente realizar el mismo procedimiento con la medida de tendencia central “media o promedio” obteniendo un dato general de las 17 semanas por árbol, este se obtuvo de forma electrónica en tablas del programa Microsoft Excel.

3.6 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se usó la medida de tendencia central “media” haciendo un análisis comparativo por medio de cuadros, además de correlacionar diferentes características para la determinación del grado de influencia de estas entre los ecotipo.

4.0 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 RESULTADOS

Se presentan acá, los resultados obtenidos de la investigación. Los cuadros 1 y 2 contienen los resultados de la caracterización de la semilla y de las características fisiológicas previas a la toma de datos.

Cuadro 1. Caracterización de semilla utilizada.

CARACTERÍSTICAS	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Peso de la semilla (gr)	1.4	1.4	1.4	1.4	2	2	2	2
Longitud de la semilla (cm)	2.12	1.85	2.17	2.04	2.21	2.27	1.97	2.15
Ancho de la semilla (cm)	0.8	1.07	0.86	0.91	1.06	0.98	0.62	0.88
Grosor de la semilla (cm)	0.35	0.36	0.36	0.36	0.66	0.4	0.27	0.44
Color	Rojo oscuro	Rojo oscuro	Rojo oscuro	Rojo oscuro	Rosa	Rosa	Rojo oscuro	Rosa
Forma	Ovada	Ovada	Oblonga	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada

Cuadro 2. Características fisiológicas evaluadas previas a la toma de datos de campo.

CARACTERÍSTICAS	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Porcentaje de germinación	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Tiempo de germinación	1 día	1 día	1 día	1 día	1 día	1 día	1 día	1 día
Tiempo de emergencia de la plántula	7.7 días	7.5 días	7 días	7.4 días	8.1 días	7.2 días	6.8 días	7.4 días
Porcentaje de emergencia de las plántulas	97.91%	81.25%	93.75%	90.97%	91.66%	95.83%	93.75%	93.74%
Tiempo de brotación del primer par de hojas	10.5días	11.1días	10.7días	10.7días	11.9días	11.2días	10.6días	11.2días

A partir del cuadro 3 hasta el 18 se presentan los resultados de las características morfológicas.

La toma de datos en campo se comenzó a partir de la segunda semana después de la siembra, ya que en la primera semana el material se encontraba en período de emergencia.

Cuadro 3. Datos de las características morfológicas semana 2.

SEMANA 2	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	6.5 cm	6.4 cm	6.36cm	6.42 cm	7.9 cm	8.1 cm	8.1 cm	8.03 cm
Diámetro del tallo	0.11 cm	0.1cm	0.12cm	0.11 cm	0.1 cm	0.1 cm	0.1 cm	0.1 cm
Número de hojas	2 hojas	2 hojas	2 hojas	2 hojas	2 hojas	3 hojas	3 hojas	3 hojas
Altura del primer par de hojas	6.1 cm	6.2cm	6.24 cm	6.18 cm	7.65 cm	7.9 cm	7.9 cm	7.81 cm
Forma de hojas	oblonga	Lanceolada						
Color de hojas	2.5GY5/8	5GY 7/10	5GY 7/10	5GY 7/10	5GY 6/8	2.5GY 7/8	2.5GY 7/8	2.5GY 7/8

Cuadro 4. Datos de características morfológicas semana 3.

SEMANA 3	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	11.7 cm	10.8 cm	11.3	11.26 cm	16.86 cm	15.8 cm	13.6 cm	15.42 cm
Diámetro del tallo	0.14 cm	0.12 cm	0.15 cm	0.13 cm	0.1 cm	0.19 cm	0.18 cm	0.15 cm
Número de hojas	3 hojas	3 hojas	3 hojas	3 hojas	4 hojas	4 hojas	4 hojas	4 hojas
Altura del primer par de hojas	11.3 cm	8.8 cm	10.5 cm	10.2 cm	16.1 cm	15.1 cm	14 cm	15.06 cm
Forma de las hojas	Oblonga	Lanceolada						
Color de las hojas	2.5GY 5/8	5GY 7/10	5GY 7/10	5GY 7/10	5GY 6/8	5GY 6/8	2.5GY 7/8	5GY 6/8

Cuadro 5. Datos de características morfológicas semana 4.

SEMANA 4	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	13.47 cm	11.8 cm	13.2 cm	12.82 cm	19.28 cm	16 cm	16.08 cm	17.12 cm
Diámetro del tallo	0.18 cm	0.17 cm	0.15 cm	0.16 cm	0.15 cm	0.25 cm	0.2 cm	0.20 cm
Número de hojas	5 hojas	3 hojas	4 hojas	4 hojas	4 hojas	4 hojas	5 hojas	4 hojas
Altura del primer par de hojas	12.07 cm	8.83 cm	11.7 cm	10.86 cm	16.43 cm	15.6 cm	14.55 cm	15.52 cm
Forma de las hojas	Oblonga	Lanceolada						
Color de las hojas	5GY 6/8	5GY 4/6	5GY 4/6	5GY 4/6	5GY 5/8	5GY 5/10	5GY 5/8	5GY 5/8

Cuadro 6. Datos de características morfológicas semana 5.

SEMANA 5	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	14.21 cm	12.88 cm	15.05 cm	14.04 cm	18.83 cm	17.3 cm	16.42 cm	17.51 cm
Diámetro del tallo	0.2 cm	0.28 cm	0.17 cm	0.21 cm	0.32 cm	0.32 cm	0.29 cm	0.31 cm
Número de hojas	6 hojas	5 hojas	5 hojas	5 hojas	5 hojas	4 hojas	6 hojas	5 hojas
Altura del primer par de hojas	12.42 cm	11.34 cm	11.82 cm	11.86 cm	16.68 cm	15.39 cm	14.65 cm	15.57 cm
Forma de las hojas	Elíptica	Lanceolada	Lanceolada	Lanceolada	Elíptica	Elíptica	Lanceolada	Elíptica
Color de las hojas	5GY 4/8	5GY 4/6	5GY 4/6	5GY 4/6	5GY 5/8	5GY 4/6	5GY 4/6	5GY 4/6

Cuadro 7. Datos de características morfológicas semana 6.

SEMANA 6	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	14.85 cm	14.26 cm	15.04 cm	14.71 cm	20.15 cm	18.62 cm	17.4 cm	18.72 cm
Diámetro del tallo	0.31 cm	0.3 cm	0.23 cm	0.28 cm	0.38 cm	0.35 cm	0.29 cm	0.34 cm
Número de hojas	9 hojas	7 hojas	7 hojas	8 hojas	7 hojas	7 hojas	9 hojas	8 hojas
Altura del primer par de hojas	12.53 cm	12.04 cm	11.9 cm	12.15 cm	16.9 cm	15.6 cm	14.7 cm	15.73 cm
Forma de las hojas	Elíptica	Lanceolada	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
Color de las hojas	5GY 4/8	5GY 4/8	5GY 4/6	5GY 4/8	5GY 4/6	5GY 4/6	5GY 4/6	5GY 4/6

Cuadro 8. Datos de características morfológicas semana 7.

SEMANA 7	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	15.11 cm	14.75 cm	15.45 cm	15.10 cm	22.05 cm	20.04 cm	17.95 cm	20.01 cm
Diámetro del tallo	0.32 cm	0.36 cm	0.33 cm	0.33 cm	0.43 cm	0.42 cm	0.36 cm	0.40 cm
Número de hojas	10 hojas	8 hojas	8 hojas	9 hojas	8 hojas	7 hojas	11 hojas	9 hojas
Altura del primer par de hojas	12.67 cm	12.33 cm	11.95 cm	12.31 cm	17.02 cm	15.62 cm	14.95 cm	15.86 cm
Forma de las hojas	Elíptica	Lanceolada	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
Color de las hojas	5GY4/8	5GY 4/8	5GY 4/6	5GY 4/8	5GY 4/6	5GY4/4	5GY4/6	5GY 4/6

Cuadro 9. Datos de características morfológicas semana 8.

SEMANA 8	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	15.47 cm	16.08 cm	15.8 cm	15.78 cm	23.08 cm	21.13 cm	19.46 cm	21.22 cm
Diámetro del tallo	0.36 cm	0.36 cm	0.35 cm	0.36 cm	0.44 cm	0.43 cm	0.4 cm	0.42 cm
Número de hojas	10 hojas	8 hojas	9 hojas	9 hojas	9 hojas	8 hojas	13 hojas	10 hojas
Altura del primer par de hojas	12.80 cm	12.39 cm	11.99 cm	12.39 cm	17.26 cm	15.69 cm	15.10 cm	16.01 cm
Forma de hojas	Elíptica	Lanceolada	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
Color de las hojas	5GY 4/4	5GY 4/4	5GY 4/4	5GY 4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY 4/4

Cuadro 10. Datos de características morfológicas semana 9.

SEMANA 9	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	16.25 cm	16.37 cm	15.9 cm	16.17 cm	24.5 cm	21.58 cm	20.95 cm	22.34 cm
Diámetro del tallo	0.44 cm	0.43 cm	0.45 cm	0.44 cm	0.51 cm	0.51 cm	0.45 cm	0.49 cm
Número de hojas	11 hojas	9 hojas	9 hojas	10 hojas	9 hojas	11 hojas	15. hojas	12 hojas
Altura del primer par de hojas	12.95 cm	12.58 cm	12.03 cm	12.52 cm	17.38 cm	15.66 cm	15.44 cm	16.16 cm
Forma de las hojas	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
Color de las hojas	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4

Cuadro 11. Datos de características morfológicas semana 10.

SEMANA 10	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	18.93 cm	17.5 cm	18.05 cm	18.16 cm	26.23 cm	25.3 cm	24.34 cm	25.29 cm
Diámetro del tallo	0.44 cm	0.43 cm	0.47 cm	0.44 cm	0.53 cm	0.53 cm	0.46 cm	0.50 cm
Número de hojas	15 hojas	10 hojas	11 hojas	12 hojas	11 hojas	12 hojas	17 hojas	13 hojas
Altura del primer par de hojas	13.77 cm	12.98 cm	12.15 cm	12.96 cm	17.54 cm	15.66 cm	15.76 cm	16.36 cm
Forma de las hojas	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
Color de las hojas	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4

Cuadro 12. Datos de características morfológicas semana 11.

SEMANA 11	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	21 cm	18.52 cm	18.92 cm	19.48 cm	28.35 cm	28.6 cm	25.67 cm	27.54 cm
Diámetro del tallo	0.46 cm	0.45 cm	0.48 cm	0.46 cm	0.52 cm	0.57 cm	0.47 cm	0.52 cm
Número de hojas	14 hojas	10 cm	11 hojas	12 hojas	12 hojas	12 hojas	19 hojas	14 hojas
Altura del primer par de hojas	13.36 cm	13.19 cm	12.55 cm	13.03 cm	17.62 cm	15.67 cm	15.93 cm	16.40 cm
Forma de las hojas	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
Color de las hojas	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4

Cuadro 13. Datos de características morfológicas semana 12.

SEMANA 12	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	22.4 cm	19 cm	20.38 cm	20.59 cm	29.55 cm	29.67 cm	29.55 cm	29.59 cm
Diámetro del tallo	0.49 cm	0.49 cm	0.51 cm	0.49 cm	0.56 cm	0.58 cm	0.54 cm	0.56 cm
Número de hojas	17 hojas	14 hojas	12 hojas	14 hojas	14 hojas	14 hojas	22 hojas	17 hojas
Altura del primer par de hojas	13.64 cm	13.44 cm	12.46 cm	13.18 cm	17.83 cm	15.71 cm	16.12 cm	16.55 cm
Forma de las hojas	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
Color de las hojas	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4

Cuadro 14. Datos de características morfológicas semana 13.

SEMANA 13	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	24.3 cm	21.43 cm	22.31 cm	22.68 cm	31.43 cm	31.96 cm	31.75 cm	31.71 cm
Diámetro del tallo	0.54 cm	0.56 cm	0.55 cm	0.55 cm	0.61 cm	0.69 cm	0.58 cm	0.62 cm
Número de hojas	20 hojas	14 hojas	13 hojas	16 hojas	15 hojas	18 hojas	24 hojas	19 hojas
Altura del primer par de hojas	13.65 cm	13.66 cm	12.7 cm	13.33 cm	17.96 cm	15.93 cm	16.39 cm	16.76 cm
Forma de las hojas	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
Color de las hojas	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4

Cuadro 15. Datos de características morfológicas semana 14.

SEMANA 14	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	27.62 cm	25.01 cm	24.69 cm	25.77 cm	33.05 cm	34.51 cm	35.02 cm	34.19 cm
Diámetro del tallo	0.57 cm	0.57 cm	0.56 cm	0.56 cm	0.62 cm	0.69 cm	0.63 cm	0.64 cm
Número de hojas	21 hojas	14 hojas	14 hojas	16 hojas	17 hojas	18 hojas	27 hojas	21 hojas
Altura del primer par de hojas	13.84 cm	13.99 cm	12.57 cm	13.56 cm	18.7 cm	15.93 cm	16.58 cm	17.07 cm
Forma de las hojas	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
Color de las hojas	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4

Cuadro 16. Datos de características morfológicas semana 15.

SEMANA 15	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	32.5 cm	28.35 cm	26.95 cm	29.26 cm	34.6 cm	35.7 cm	42.45 cm	38.18 cm
Diámetro del tallo	0.57 cm	0.58 cm	0.57 cm	0.57cm	0.62 cm	0.71 cm	0.63 cm	0.65 cm
Número de hojas	23 hojas	14 hojas	15 hojas	17 hojas	19 hojas	18 hojas	28 hojas	22 hojas
Altura del primer par de hojas	14.25 cm	14.04 cm	12.6 cm	13.63 cm	18.28 cm	15.93 cm	16.7 cm	16.97 cm
Forma de las hojas	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
Color de las hojas	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4

Cuadro 17. Datos de características morfológicas semana 16.

SEMANA 16	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	37.5 cm	30.95 cm	29.3 cm	32.58 cm	40.6 cm	41.95 cm	45.75 cm	42.76 cm
Diámetro del tallo	0.63 cm	0.6 cm	0.58 cm	0.60 cm	0.68 cm	0.73 cm	0.73 cm	0.71 cm
Número de hojas	26 hojas	16 hojas	16 hojas	19 hojas	21 hojas	20 hojas	31 hojas	24 hojas
Altura del primer par de hojas	14.53 cm	13.35 cm	12.73 cm	13.53 cm	18.39 cm	15.95 cm	16.9 cm	16.98 cm
Forma de las hojas	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
Color de las hojas	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4

Cuadro 18. Datos de características morfológicas semana 17.

SEMANA 17	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Altura de la plántula	40.25 cm	33.4 cm	31.99 cm	35.21 cm	42.6 cm	45.25 cm	49.34 cm	45.73 cm
Diámetro del tallo	0.68 cm	0.67 cm	0.6 cm	0.65 cm	0.69 cm	0.75 cm	0.82 cm	0.75 cm
Número de hojas	26 hojas	18 hojas	18 hojas	21 hojas	23 hojas	22 hojas	33 hojas	26 hojas
Altura del primer par de hojas	14.98 cm	13.78 cm	12.76 cm	13.84 cm	18.45 cm	15.98 cm	17.38 cm	17.27 cm
Forma de las hojas	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
Color de las hojas	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4	5GY4/4

Apartir del cuadro 19 al 22 se muestran los resultados obtenidos de las características evaluadas cada mes.

Cuadro 19. Datos de características fisiológicas mes 1.

MES 1	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Biomasa de plántula	26.69%	26.62%	32.35%	28.55%	27.67%	28.90%	22.45%	26.34%
Biomasa de raíz	27.33%	24.33%	31%	27.55%	35.04%	27.82%	18.50%	27.12%
Longitud de raíz	13.9cm	12.58 cm	7.68 cm	11.38 cm	6.8 cm	13.44 cm	14.02 cm	11.42 cm
Área foliar	52.98cm ²	105.74cm ²	149.08cm ²	102.6 cm ²	149.12 cm ²	145.8 cm ²	81.61 cm ²	125.51 cm ²

Cuadro 20. Datos de características fisiológicas mes 2.

MES 2	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Biomasa de plántula	27.94%	28.92%	35.29%	30.71%	33.09%	33.34%	27.76%	31.39%
Biomasa de raíz	27.88%	27.85%	31.71%	29.14%	24.52%	29.04%	23.56%	25.70%
Longitud de raíz	17cm	14.16 cm	13.52 cm	14.89 cm	9.68 cm	17.4 cm	14.64cm	13.90 cm
Área foliar	247.25 cm ²	229.33 cm ²	278.62 cm ²	251.73 cm ²	365.08cm ²	304.54cm ²	382.34cm ²	350.65 cm ²

Cuadro 21. Datos de características fisiológicas mes 3.

MES 3	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Biomasa de plántula	30.51%	28.98%	35.97%	31.82%	33.48%	34.21%	31.42%	33.03%
Biomasa de raíz	18.64%	24.84%	29.51%	24.33%	32.78%	20.13%	21.33%	24.74%
Longitud de raíz	15.12 cm	14.16cm	12.24 cm	13.84 cm	11.4 cm	12.88 cm	10.2 cm	11.49cm
Área foliar	434.69 cm ²	469.44 cm ²	313.83 cm ²	405.98 cm ²	467.77 cm ²	543.88 cm ²	885.92 cm ²	632.52 cm ²

Cuadro 22. Datos de características fisiológicas mes 4.

MES 4	FORASTERO			PROMEDIO	TRINITARIO			PROMEDIO
	Árbol 149	Árbol 157	Árbol 159		Árbol 155	Árbol 158	Árbol 184	
Biomasa de plántula	31.97%	32.09%	39.15%	34.40%	33.71%	35.20%	33.05%	33.98%
Biomasa de raíz	17.01%	15.34%	25.07%	19.14%	21%	23.73%	23%	22.57%
Longitud de raíz	19.06 cm	15.76 cm	16.9 cm	17.24cm	15.12 cm	17.24 cm	34.85 cm	22.40 cm
Área foliar	822.82 cm ²	886.73 cm ²	436.35 cm ²	715.3 cm ²	686.58 cm ²	1005.57 cm ²	2107.01 cm ²	1266.38 cm ²

4.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Partiendo de que uno de los objetivos fue caracterizar el desarrollo morfológico y fisiológico de los ecotipos de cacao forastero y trinitario en la etapa de vivero, los resultados obtenidos en esta investigación, demuestran que si hay algunas diferencias entre ambos ecotipos.

Para caracterización morfológica de las semillas de ambos ecotipos que se tomaron para la siembra, se consideró lo siguiente:

- El Peso de las semillas fue uniforme, sin embargo, sobresale el peso de las semillas del ecotipo trinitario, el cual presenta una diferencia de 0.60 gr superior con respecto al forastero;
- El Largo de la semilla fue mayor en el ecotipo trinitario por una diferencia de 0.11 cm.
- El Ancho de la semilla, es el del ecotipo forastero el que sobresale con una diferencia de 0.03 cm.
- El Grosor de la semilla fue mayor en el ecotipo trinitario con una diferencia de 0.08
- El Color fue diferente para ambos ecotipos, mostrándose el ecotipo forastero con un color rojo oscuro y el ecotipo trinitario con un color rosa.
- La forma de la semilla fue ovada para ambos ecotipos.

Las características fisiológicas de la semilla tomadas en el cuadro número 2 demuestran que no hay una diferenciación entre los ecotipos con base en la germinación de la semilla y el tiempo que tarda en emerger la plántula. Pero si hubo una mayor emergencia de plántulas en el ecotipo trinitario, con un 2.77% de diferencia sobre el ecotipo forastero. En cuanto al tiempo de brotación del primer par de hojas, se dio primero en el ecotipo forastero, habiendo una diferencia de aproximadamente 12 horas de diferencia con respecto al ecotipo trinitario.

El color y la forma de la hoja fue irregular desde la segunda semana hasta la octava semana, posteriormente desde la semana nueve hasta la semana diecisiete se mantuvo el color 5GY 4/4 (ver anexo 6a) y la forma de la hoja elíptica para ambos ecotipos.

Las características morfológicas aumentaron de forma muy significativa, en toda la investigación lo cual se puede comprobar en el cuadro número 3 que representa el inicio de toma de datos, donde los resultados obtenidos en la semana 2 reflejan que el ecotipo trinitario, a pesar de presentar una mínima diferencia debajo del resultado del ecotipo forastero, en la característica “diámetro del tallo”, alcanzó un mayor desarrollo en las demás características en un periodo de 8 días.

Mientras que en los datos reflejados en los cuadros 4 hasta el 10 que representa la mitad de tiempo de la investigación, se observa que en la novena semana el ecotipo trinitario mostró en la altura de la plántula un aumento de 1.12 cm comparándolo a la octava semana. En el caso del diámetro del tallo, únicamente en la semana 2 presentó diferencia por debajo de los resultados del ecotipo forastero, ya que en las siguientes 7 semanas el diámetro presentó un mayor desarrollo. El número de hojas se mantuvo igual en ambos ecotipos durante cuatro semanas, a partir de la semana 4 hasta la semana 7, en las siguientes semanas el ecotipo trinitario presentó un mayor número de hojas.

Con base a la altura del primer par de hojas, en la tercera semana el ecotipo trinitario mostro un aumento de 5.94 cm arriba del ecotipo forastero la cual fue la mayor diferencia presentada en las primeras 9 semanas.

En los datos tomados en los cuadros del 11 al 17 que representa el final de la investigación podemos determinar qué: la altura de la plántula del ecotipo forastero tuvo un mayor aumento de la semana 14 a la 15 con un aumento de

3.49 cm; mientras que el mayor aumento del ecotipo forastero se observó de la semana 15 a la 16, con un aumento de 4.58 cm.

También, de las últimas 8 semanas, en tres de éstas, el aumento del diámetro del tallo fue igual en ambos ecotipos así: de la semana 10 a la 11 hubo un aumento de 0.02cm, de la semana 12 a la 13 presento un aumento de 0.06cm, y de la semana 14 a la 15 tuvo un 0.01 cm de aumento, para ambos ecotipos. Las últimas 8 semanas al igual que las primeras 9, el ecotipo trinitario sobre sale con mejores resultados.

En la toma de datos de características fisiológicas que se hizo cada mes, en las cuales el ecotipo trinitario mostró un mayor desarrollo, solo se tomaron en cuenta las características de porcentaje de biomasa y área foliar, y no se tomaron en cuenta las características de longitud y porcentaje de biomasa de raíz por la variación de resultados observados, debido a que en algunos casos, al momento de sacar la plántula de las bolsas se perdía parte de la raíz.

El porcentaje de biomasa presentó un mayor resultado en el ecotipo forastero mientras que el área foliar al igual que las características morfológicas presentaron un mayor desarrollo en el ecotipo trinitario. Cabe mencionar que el ecotipo trinitario no solo presenta un mayor desarrollo en la etapa de vivero, sino también, en la caracterización del material utilizado.

Las 17 semanas que duró la etapa de vivero equivalen a: primera semana, en la cual el material se encontraba en periodo de emergencia; 16 semanas restantes en la cual se evaluaron las características morfológicas y fisiológicas.

Tomando como base estos datos, podría decirse que, de las características observadas, las del ecotipo trinitario, en su mayoría, presentan un valor superior al forastero, lo cual puede deberse a heterosis, dado que el ecotipo trinitario es un híbrido y presenta mayor vigorosidad, producto de la cruce del ecotipo criollo y forastero.

5. CONCLUSIONES

- ✓ Con base en las características morfológicas el ecotipo forastero se diferenció del trinitario en la fase de vivero.

- ✓ Con base en las características fisiológicas no se pueden diferenciar los ecotipos en la fase de vivero, debido a la variedad de datos en los resultados.

- ✓ El desarrollo morfológico del ecotipo trinitario fue mayor que el desarrollo del ecotipo forastero en la fase de vivero.

- ✓ El ecotipo trinitario es mejor material que el ecotipo forastero para producir en vivero.

6. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a CENTA y a la UES comparar las características morfológicas y fisiológicas del cacao criollo, con los resultados de este trabajo.

- ✓ Considerar el repetir esta investigación en época seca y así poder establecer si existe diferencia en el desarrollo para ambos ecotipos.

7. LITERATURA CITADA

- Avendaño Arrazate, C.H. et al. (2014). Manual Grafico de Descriptores Varietales de cacao (*Theobroma cacao* L) Primera Edición, edición, publicación especial n°5. Chiapas México.
- Castañeda Monroy et al (2016). Guia de conceptos básicos de genética en cacao, para su aplicación en la caracterización de germoplasma de cacao nativo de El Salvador. Mesa Nacional del cacao en El Salvador C. A.
- Catolica del norte (2010) Instrumento de caracterización. **Centro de Desarrollo virtual, CEDEVI**, Coordinación Gestión del Conocimiento.Vol 1. Recuperado de <http://www.ucn.edu.co/sistema-investigacion/Documents/instrumento%20para%20caracterizar%20experiencias.pdf>
- Enríquez, G. A. (2006). Fenología y fisiología del cultivo del cacao. Seminario Taller Internacional: Producción, calidad y Mercadeo de cacaos especiales, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.
- Fernández Gonzales, J. (S. F) Enciclopedia Practica de La Agricultura y La Ganadería, editorial Océano.
- Fonseca, A., Alice, F., & Rey, J. M. (2009). Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica BOSQUE 30(1): 36-47,<https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/5223174.pdf>
- Garcia Lozano, J. (2014). Caracterización de las respuestas fisiológicas y bioquímicas en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) sometidos a diferentes niveles de déficit hídrico (Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de <http://agricultura-tropical-ecuador.blogspot.com/2010/11/condiciones-de-clima-y-suelo-para-el.html>
- Huiman, F. S. (2008). Ecofisiología de cacao: "Plantación del cultivo de cacao". Diplomado 2007-U.N.A.S, TINGO MARIA. Recuperado de <http://diplomado2007unas.com/2008/01/ecofisiologia-del-cacao.html>
- Google maps (2017) recuperado de: <https://www.google.es/maps>

MARN Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, boletín climático anual.

(2015) recuperado de:

<http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima/climatico+anual/>

. Martínez, J. W. (2007). Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia. (Tesis de Magister Scientiae, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1666E/A1666E.PDF>

Martínez Romero, A., & Leyva Galán, A. (2014). LA BIOMASA DE LOS CULTIVOS EN EL AGROECOSISTEMA. SUS BENEFICIOS AGROECOLÓGICOS. *Cultivos Tropicales*, 35 (1), 11-20. <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193230069002.pdf>

Paredes Arce, M. (2003). Manual del cultivo de cacao (programa para el desarrollo de la amazonia, proamazonia). Perú, ministerio de agricultura. Recuperado de <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/215.pdf>

Ramos, Rivas & Villalta (2015). Evaluación de diferentes técnicas de injerto en cacao (*Theobroma cacao L.*) y su incidencia en el prendimiento en fase de vivero. requisito para optar al título de: ingeniera agrónomo. ciudad universitaria, el salvador.

Sampieri, Collado & Lucio (2004) metodología de la investigación. México, DF. McGraw-Hill Interamericana.

Vivero forestal (s. f) Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Capítulo 3: caracterización de las plantas. Recuperado de https://rngr.net/publications/vivero-forestal-produccion-de-plantas-nativas-a-raiz-cubierta/caracterizacion-de-las-plantas/at_download/file

Warnock, R. et al. (2006). Área foliar, componentes del área foliar y rendimiento de seis genotipos de caraota. Vol. 56-2006. Recuperado de www.scielo.org.ve/pdf/at/v56n1/art02.pdf