Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Agronómica

Efecto del sombreo y la fertilización sobre el crecimiento y desempeño agronómico del cacao, clon EETP 800 en la estación experimental el Padmi, ubicada en la provincia de Zamora Chinchipe

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

José Eduardo Chamba Uchuari

DIRECTOR:

Santiago Cristóbal Vázquez Matute PhD.

Loja – Ecuador

2022

Educamos para Transformar

Certificación

Loja 30 de agosto de 2022

Ing. Santiago Cristóbal Vásquez Matute PhD.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Efecto del sombreo y la fertilización sobre el crecimiento y desempeño agronómico del cacao, clon EETP 800 en la estación experimental el Padmi, ubicada en la provincia de Zamora Chinchipe,** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agrónomo,** de la autoría del estudiante **José Eduardo Chamba Uchuari,** con **cédula de identidad** Nro. **1105670945,** una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

SANTIAGO
CRISTOBAL VASQUEZ
MATUTE

Ing. Santiago Cristóbal Vásquez Matute PhD

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **José Eduardo Chamba Uchuari,** declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación, y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi trabajo de titulación en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Firma:

Cedula de identidad: 1105670945

Fecha: 24 de enero del 2023

Correo electrónico: jose.e.chamba@unl.edu.ec

Celular: 0979541069

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Titulación.

Yo, **José Eduardo Chamba Uchuari** declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Efecto del sombreo y la fertilización sobre el crecimiento y desempeño agronómico del cacao, clon EETP 800 en la estación experimental el Padmi, ubicada en la provincia de Zamora Chinchipe,** como requisito para optar el título de **Ingeniero Agrónomo** autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinticuatro días del mes de enero del dos mil veintitrés.

Firma:

Autor: José Eduardo Chamba Uchuari

Cédula: 1105670945

Dirección: Barrio Carigan

Correo electrónico: jose.e.chamba@unl.edu.ec

Celular: 0979541069

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Santiago Cristóbal Vásquez Matute PhD.

Dedicatoria

Dedicado principalmente a mi querida madre Anita, por darme su apoyo y amor incondicional, por ser mi ejemplo y mi motivación durante todo el transcurso de mi vida. Gracias por siempre creer en mí.

A mis queridos hermanos Alexandra y Diego y especialmente a mi tía Martha por darme su apoyo incondicional, motivarme constantemente a cumplir todas mis metas y formarme como una persona de bien. Gracias por su cariño, sus consejos y por apoyarme en todo lo que he querido.

A mí querido padre que desde el cielo he sentido su presencia, la cual me permitió continuar con mi vida por el camino del bien.

José Eduardo Chamba Uchuari

Agradecimiento

A mi madre, por haberme dado la vida, por cuidarme, consentirme, corregirme y siempre motivarme a culminar con éxito mis metas propuestas. Gracias a ella y mi esfuerzo me he formado como un hombre de valores y principios.

A Dios y a la vida por siempre cuidar de mi madre, mis hermanos, mis tías y mis primas, quienes me apoyaron constantemente de una manera u otra para cumplir con esta meta propuesta. Gracias por sus consejos.

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja y a la Carrera de Ingeniería Agronómica por abrirme las puertas y por permitirme ser parte de esta noble institución; a todos los docentes por las enseñanzas brindadas a lo largo de mi formación profesional. Un agradecimiento especial al profe Santiago Vásquez, por compartir sus conocimientos y ser mi tutor en la culminación del presente trabajo, además, un agradecimiento a la Estación Experimental "El Padmi" y a todo su personal de trabajo, gracias por brindarme el espacio donde se realizó la investigación de la presente tesis.

José Eduardo Chamba Uchuari

Índice de Contenidos

Portada i

Certificación ii

Autoría iii

Carta de autorización iv

Dedicatoria v

Agradecimiento vi

Índice de tablas: x

Índice de figuras: xi

Índice de anexos xii

1. Título 1

2. Resumen 2

2.1 Abstract 3

3. Introducción 4

4. Marco teórico 6

4.1 Importancia del cultivo de cacao 6

4.2 Origen 6

4.3 Taxonomía 6

4.4 Distribución y producción mundial de cacao 6

4.5 Cultivares de Cacao 7

4.5.1 Cacao tipo Criollo 8

4.5.2 Cacao tipo Forastero 8

4.5.3 Cacao tipo Trinitario 8

4.6 Clones ecuatorianos durante la última década 8

4.7 Características del clon EETP 800 (Estación Experimental Tropical Pichilingue) 8

4.8 Condiciones recomendadas para el cultivo 9

4.9 Condiciones del suelo 9

4.9.1 Propiedades físicas 10

4.9.2 Propiedades químicas 10

4.10 Factores que influyen en el crecimiento de la planta 10

4.10.1 Sombra 10

4.10.2 Nutrición y fertilización 11

4.11 Fenología del cacao 12

5. Metodología 14

5.1 Ubicación del área de estudio. 14

5.2 Materiales 14

5.3 Diseño experimental 15

5.4 Metodología general 16

5.4.1 Fertilización 16

5.4.2 Sombra 18

5.5 Metodología para el primero objetivo 18

5.5.1 Área de sección transversal del tronco (ASTT) 18

5.5.2 Diámetro de la copa 19

5.5.3 Concentración de clorofila 19

5.5.4 Densidad estomática 19

5.5.5 Índice de área foliar (IAF) 20

5.6 Metodología para el segundo objetivo 20

5.6.1 Entrada en producción 20

5.6.2 Longitud del fruto 20

5.6.3 Peso estimado del fruto 20

5.6.4 Tasa de crecimiento absoluta (TCA) de mazorca 21

5.6.5 Tasa de crecimiento relativa (TCR) de mazorca 21

5.6.6 pH del suelo 21

5.6.7 Conductividad eléctrica del suelo (CE) 21

5.6.8 Análisis estadístico 22

6. Resultados 23

6.1 Variables morfológicas y fisiológicas 23

6.1.1 Diámetro de copa 23

6.1.2 Área de la sección transversal del tronco ASTT 23

6.1.3 Concentración de clorofila A, B y Total 24

6.1.4 Densidad estomática 25

6.1.5 Índice de área foliar 26

6.1.6 pH del suelo y conductividad eléctrica 27

6.2 Variables productivas 28

6.2.1 Entrada en producción 28

6.2.2 Longitud del fruto 28

6.2.3 Peso estimado promedio del fruto 29

6.2.4 Producción estimada por planta 30

6.2.5 Tasa de crecimiento absoluto (TCA) y tasa de crecimiento relativa (TCR) del fruto 30

6.2.6 Análisis de correlación 31

7. Discusión 33

8. Conclusiones 37

9. Recomendaciones 38

10. Bibliografía 39

11. Anexos 46

Índice de tablas:

Tabla 1. Taxonomía del cacao 6
Tabla 2. Fenología del cacao, desde estadios de crecimiento reproductivo 5-8 de cacao 12
Tabla 3. Delineamiento del diseño experimental 16
Tabla 4. Resultados de análisis de suelo realizado en el laboratorio de Manejo de Suelos y Agua de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. 17
Tabla 5. Área de la sección transversal del tronco bajo dos niveles de sombra y dos niveles de fertilización del clon EETP-800 24
Tabla 6. Tasa de crecimiento absoluto (TCA) y Tasa de crecimiento relativo (TCR) del fruto de cacao clon EETP-800.....31
Tabla 7. Correlaciones entre variables morfológicas y fisiológicas del cacao clon EETP-800 31
Tabla 8. Resultados de la variables diámetro de copa (p-valor significativo < 0,05). 47
Tabla 9. Resultados de la variables ASTT del porta injerto (p-valor significativo <0,05). 47
Tabla 10. Resultado de la variable concentración de clorofila (p-valor significativo <0,05). 48
Tabla 11. Resultados de la variable densidad estomática (p-valor significativo <0,05). 48
Tabla 12. Resultados de la variable índice de área foliar (p-valor significativo <0,05). 48
Tabla 13. Resultado de la variable pH del suelo (p-valor significativo <0,05). 49
Tabla 14. Resultados de la variable conductividad eléctrica (p-valor significativo <0,05). 49
Tabla 15. Resultados de la variable longitud del fruto (p-valor significativo <0,05). 49
Tabla 16. Resultados de la variable peso estimado del fruto (p-valor significativo <0,05). 50

Índice de figuras:

Figura 1. Principales países productores de cacao 7
Figura 2. Ubicación del lugar de estudio (Estación Experimental "El Padmi") 14
Figura 3. Esquema de campo 15
Figura 4. Fertilización del cacao clon EETP 800 17
Figura 5. Plantas de cacao clon EETP 800 con su sombra artificial establecida. 18
Figura 6. Incremento de diámetro de copa en plantas de cacao clon EETP-800 desde los 0 días a 105 días después de aplicar los tratamientos 23
Figura 7. Concentración de clorofila del clon EETP-800 a los 105 días después de aplicar los tratamientos. Las barras indican el error estándar. 24
Figura 8. Fotografías de la densidad estomática (izquierda sin sombra - derecha con sombra) 25
Figura 9. Densidad estomática en hojas de cacao clon EETP-800 a los 105 días después de aplicar los tratamientos. Las barras representan el error estándar. 25
Figura 10. Índice estomático en hojas de cacao clon EETP-800 a los 105 días después de aplicar los tratamientos. Las barras representan el error estándar. 26
Figura 11. Índice de área foliar del clon EETP-800 a los 105 días de aplicar los tratamientos. Las barras representan el error estándar. 27
Figura 12. Evolución del pH en el suelo desde 0 días a 105 días después de aplicar los tratamientos. 27
Figura 13. Niveles de conductividad eléctrica (CE) en el suelo desde 0 días a 105 días después de aplicar los tratamientos. 28
Figura 14. Curva de crecimiento de la longitud del fruto del clon EETP-800 29
Figura 15. Peso estimado del fruto en (gr) del clon EETP-800. Las barras indican el error estándar. . 29
Figura 16. Producción estimada por planta del clon EETP-800. Las barras indican el error estándar. 30

Índice de anexos

Anexo 1. Evidencias fotográficas. 46
Anexo 2. Resultados de las diferentes variables en el programa Infostat 47
Anexo 3. Análisis de suelo al iniciar el estudio en el cultivo de cacao..... 50
Anexo 4. Certificación de traducción del Abstract 52

1. Título

Efecto del sombreo y la fertilización sobre el crecimiento y desempeño agronómico del cacao, clon EETP 800 en la estación experimental el Padmi, ubicada en la provincia de Zamora Chinchipe

2. Resumen

El cacao es un cultivo de gran importancia debido a que representa un significativo aporte a la economía nacional, y ha logrado posicionarse internacionalmente por su sabor y aroma, sin embargo, en Ecuador se registran bajos rendimientos del cultivo, ya que existen factores que limitan su producción, como lo es la baja tecnificación en procesos productivos y el mal manejo agronómico, además, existe muy pocos estudios en relación a las nuevas variedades especialmente con condiciones climáticas de la Amazonia Ecuatoriana, específicamente Zamora Chinchipe. La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del sombreo y fertilización sobre el desempeño agronómico del cacao clon EETP 800, en la provincia de Zamora Chinchipe. Este estudio se realizó en la Estación Experimental "El Padmi", en Zamora Chinchipe, en un cultivo de cacao con 2 años de edad, bajo un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial, en donde se evaluó el efecto de dos niveles de sombra y dos niveles de fertilización aplicados en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones: T1 testigo (0 % sombra y 0 % fertilización), T2 fertilización (0 % sombra y 100 % fertilización), T3 sombra (80 % sombra y 0 % fertilización) y T4 sombra-fertilización (80 % sombra y 100 % fertilización). Se midieron variables morfo-fisiológicas como: diámetro de copa, área de la sección transversal del tronco (ASTT), índice del área foliar (IAF), pH del suelo y conductividad eléctrica (CE) y variables productivas como: entrada en producción, longitud del fruto, peso estimado promedio del fruto, producción estimada por planta y tasa de crecimiento absoluta (TCA) y tasa de crecimiento relativa (TCR) del fruto, los datos de estas variables fueron recolectados cada 20 días, mientras que variables como: concentración de clorofila A, B y Total, densidad e índice estomático, estos datos fueron recolectados al final del ensayo (105 días). Los resultados obtenidos indicaron que los factores sombra, fertilización y la interacción de la sombra-fertilización no influyeron significativamente en las variables morfo-fisiológicas, a excepción de la conductividad eléctrica del suelo donde esta última se incrementó debido a los tratamientos de fertilización. Los resultados sugieren que la disminución de la radiación no afecta el crecimiento de este clon, por lo que no es necesario el uso de sombra, por lo menos bajo las condiciones de este experimento.

Palabras claves: Morfo fisiológicos, productivas, sombra, fertilización

2.1 Abstract

Cocoa is a crop of great importance because it represents a significant contribution to the national economy, and has managed to position itself internationally for its flavor and aroma, however, in Ecuador low crop yields are recorded, since there are factors that limit its production, as is the low technology in production processes and poor agronomic management, in addition, there are very few studies in relation to the new varieties, especially with climatic conditions of the Ecuadorian Amazon, specifically Zamora Chinchipe. The present investigation was carried out with the objective of evaluating the effect of shading and fertilization on the agronomic performance of cocoa clone EETP 800, in the province of Zamora Chinchipe. This study was carried out at the "El Padmi" Experimental Station, in Zamora Chinchipe, in a 2-year-old cacao crop, under a completely randomized design with a bifactorial arrangement, where the effect of two levels of shade and two levels of fertilization applied in four treatments with four repetitions: control T1 (0% shade and 0% fertilization), T2 fertilization (0% shade and 100% fertilization), T3 shade (80% shade and 0% fertilization) and T4 shade -fertilization (80% shade and 100% fertilization). Morpho-physiological variables were measured such as: crown diameter, trunk cross-sectional area (ASTT), leaf area index (IAF), soil pH and electrical conductivity (EC) and productive variables such as: entry into production, length of the fruit, estimated average weight of the fruit, estimated production per plant and absolute growth rate (TCA) and relative growth rate (RGR) of the fruit, the data of these variables were collected every 20 days, while variables such as: concentration of chlorophyll A, B and Total, density and stomatal index, these data were collected at the end of the trial (105 days). The results obtained indicated that the factors of shade, fertilization and the interaction of shade-fertilization did not significantly influence the morpho-physiological variables, except for the cross-sectional area of the trunk and electrical conductivity of the soil, where the latter increased due to fertilization treatments. The results suggest that the decrease in radiation does not affect the growth of this clone, so the use of shade is not necessary, at least under the conditions of this experiment.

Key words: Morpho-physiological, productive, shade, fertilization.

3. Introducción

El cultivo de Cacao tuvo su origen en América, en el área del alto Amazonas, comprendido entre países como Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, donde se ha encontrado una alta variabilidad (Batista, 2009). En la actualidad, la producción de cacao es de 5 252.377 Tn con rendimientos promedio de 470 kg/ha, donde su principal productor es África que aporta con el 67,1 % de la producción mundial, mientras que América contribuye con el 17,0 % de la producción mundial (FAOASTAT, 2021).

En Ecuador, se cultiva 573 833 ha de Cacao, sin embargo, se obtienen bajos rendimientos, que en promedio no superan los 500 kg ha^{-1} (ESPAC, 2019). Este cultivo se produce tanto en la región costa y amazónica del Ecuador, generando significativas fuentes de empleo, contribuyendo con el 5 % de la población económicamente activa nacional y el 15 % en el sector rural (ANECACAO, 2019) . Además, debido a sus condiciones geográficas y su riqueza de recursos genéticos, le ha permitido liberar clones como el EETP 800 (Estación Experimental Tropical Pichilingue) (FAO, 2016), mismo que posee un perfil que lo ubica dentro de los cacaos finos de aroma.

En la región Amazónica Ecuatoriana se siembra cacao en las provincias de Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Según (Ramírez, 2012), en la provincia de Zamora Chinchipe se cultiva cacao en los valles del rio Zamora-Nangaritza con una superficie de 399,42 hectáreas, esta microregión esta formada por los cantones Centinela del Cóndor, Yantzaza, Nangaritza y El Pangui, en donde el cutlvio de cacao se ha convertido en una actividad económica importante para los pequeños productores campesinos.

A pesar de que el cacao es un cultivo importante a nivel nacional, aún existe muchos factores que limitan su producción, principalmente derivados de la baja tecnificación en los procesos productivos, y por otro lado, aún se desconocen aspectos ecofisiológicos y agronómicos relacionados con la generación y determinación del rendimiento. Según Anzules *et al.,* (2018), los bajos rendimientos y el pobre desarrollo tecnológico se debe a la heterogeneidad de las fincas y las estrategias de manejo. Uno de los factores que más limita la producción es el mal manejo agronómico del cultivo, debido al desconocimiento de criterios técnicos para la nutrición del cultivo. Además, el cacao es atacado por diferentes enfermedades, las más importantes son la “monilla” Moniliophthora roreri, seguida de la “mazorca negra” Phytophthora palmivora y la “escoba de bruja” Crinipellis perniciosa (Anzules *et al.,* 2018).

Por otro lado, el cultivo de cacao tradicionalmente se ha cultivado bajo sistemas agroforestales, sugiriendo que esta especie requiere de sombra para su producción (Almeida y Valle, 2008). Pero, existen antecedentes que sugieren que el cacao puede ser producido en monocultivo a campo abierto (Suárez *et al.*, 2018; Almeida y Valle, 2008). Sin embargo, hasta la actualidad son escasos los estudios que hayan cuantificado el efecto de la disminución de la radiación sobre el crecimiento y producción del cacao, y esta información es virtualmente nula en condiciones de la zona amazónica de Ecuador usando genotipos de cacao locales.

Además, existe poco conocimiento sobre el efecto de la interacción entre los factores sombra-nutrición, se dice que bajo sombra el rendimiento del cultivo responde menos a los fertilizantes, pero la disminución del rendimiento también es menos severa (Van Vliet, Slingerland, y Giller, 2015). Los nutrientes en el suelo son de suma importancia para que exista alta producción en cacao; por ello, es evidente la influencia que tiene el genotipo en el límite máximo de absorción de nutrientes y de esta manera determinar las necesidades del uso eficiente de nutrientes para cada clon en interacción con la zona específica del cultivo (Cuenca *et al.*, 2019).

La provincia amazónica de Zamora Chinchipe tiene las condiciones óptimas para producir altos rendimientos de cacao, para ello es necesario realizar investigación la cual genere conocimientos que permita identificar la tecnología y el manejo adecuado para poder superar la problemática actual. En base a estos antecedentes el presente estudio busca generar información acerca de la influencia de la sombra y fertilización en el cacao clon EETP 800 en variables morfo-fisiológicas y productivas, y para la cual se ha planteado los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Evaluar el efecto del sombreo y fertilización sobre el desempeño agronómico del cacao clon EETP 800, en la provincia de Zamora Chinchipe.

Objetivos específicos

- Determinar la influencia del sombreo y la fertilización sobre variables morfo fisiológicas del cacao clon EETP 800.
- Establecer el efecto del sombreo y fertilización sobre parámetros productivos del cacao clon EETP 800.

4. Marco teórico

4.1 Importancia del cultivo de cacao

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene gran importancia socioeconómica en América Latina y el mundo ya que es uno de los principales productos de exportación, sea como materia prima o elaborados (Sánchez *et al*., 2019). Este cultivo se ha extendido en África, Asia, Oceanía y América, en plantaciones destinadas a producir sus almendras, que son utilizadas para la producción de chocolates y grasas por industrias alimentarias o cosmetológicas (Arvelo *et al.,* 2017).

4.2 Origen

El cultivo de cacao tuvo su origen en América, pero aún no se ha podido identificar con exactitud el lugar puntual ni su distribución. Aun hoy en día sigue siendo un tema de discusión (Estrada *et al.,* 2011). Según (Batista, 2009), el Cacao tuvo su origen en América, en el área del alto Amazonas, comprendido entre países como Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, donde se ha encontrado una alta variabilidad.

4.3 Taxonomía

Su clasificación taxonómica según (Arvelo *et al.,* 2017), es:

Tabla 1. Taxonomía del cacao

REINO	Plantae
DIVISION	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
ORDEN	Malvales
FAMILIA	Malvaceae
SUBFAMILIA	Byttnerioideae
TRIBU	Theobromeae
GÉNERO	Theobroma
ESPECIE	*Theobroma cacao L.*

4.4 Distribución y producción mundial de cacao

El cultivo de cacao está distribuido en gran parte del mundo, en regiones cálidas y húmedas en más de 50 países ubicados en cuatro continentes: África, América, Asia y Oceanía; 23 países son de América en donde se produce cacao a nivel comercial, siendo este un cultivo de gran

importancia económica, social, ambiental y cultural para los países donde se produce (Arvelo *et al.*, 2017). La producción mundial de cacao supera los 4 000 000 de toneladas de grano seco, en Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria y Camerún, concentran el 84 % de la producción mundial; el continente africano es responsable del 73 % de la producción mundial; países de América contribuyen con el 17 % de la producción mundial; Asia y Oceanía aportan el 10 % de la producción.

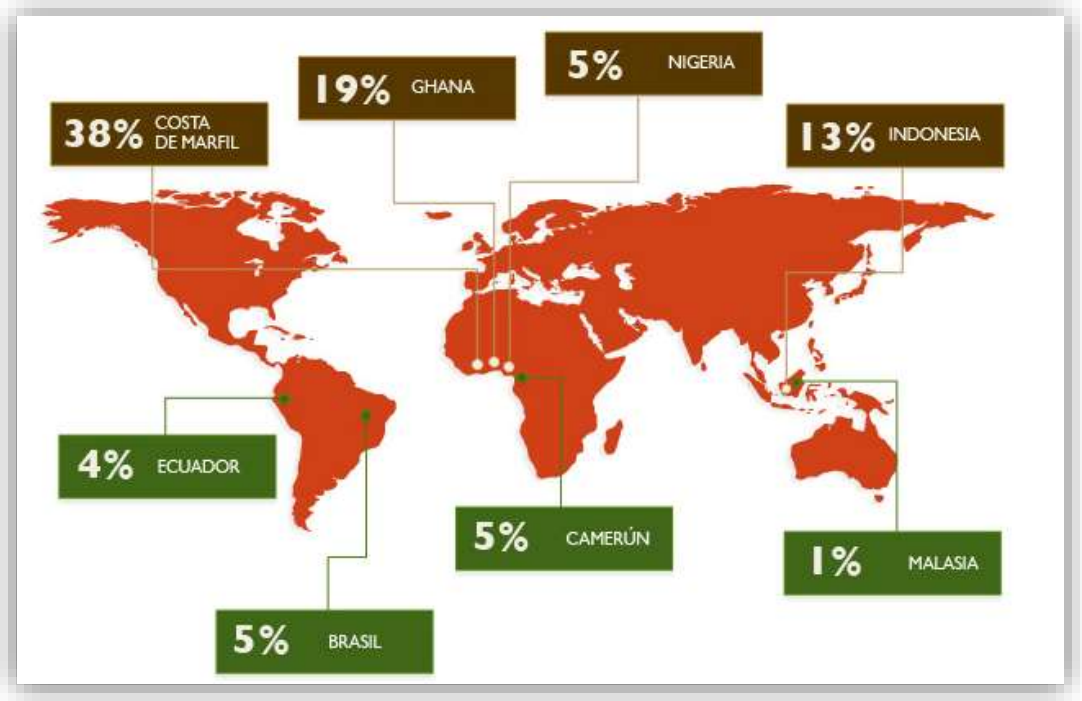

Figura 1. Principales países productores de cacao (Arvelo *et al.*, 2017)

4.5 Cultivares de Cacao

Se conocen tres tipos de cacao: el Criollo, originario de América del Sur y América Central; el Forastero, procedente de la cuenca del Amazonas; y el Trinitario que surgió en Trinidad y Tobago como un híbrido de los dos primeros tipos (Ramos *et al.*, 2020).

Además, existen aproximadamente 22 especies de Theobroma, y cerca de 15 son utilizados por su pulpa comestible o semillas. Theobroma grandiflorum (cupuaçu), Theobroma gileri (cacao de montaña), Theobroma bicolor (Macambo) y Theobroma subincanum (cacao silvestre) son otras especies utilizadas por su pula dulce, comestibles y semillas comestibles (Medina *et al.*, 2012).

4.5.1 Cacao tipo Criollo

Desarrollado en el norte de América del Sur y América Central, son frutos de finas paredes, de color rojo o amarillo, semillas grandes, redondas, de color blanco o púrpura pálido, no astringente, y son los que producen el chocolate de más alta calidad. Pero, los tipos criollos son de bajo rendimiento y susceptibles a muchas enfermedades, y son raramente cultivados (Medina *et al.*, 2012).

4.5.2 Cacao tipo Forastero

Son de la cuenca del Amazonas, y tienen una pared gruesa, fruta suave, generalmente de color amarillo, semillas aplanadas y de color púrpura. Este tipo es muy productivo y es el que domina la producción en el mundo (Medina *et al.*, 2012).

4.5.3 Cacao tipo Trinitario

Surgió en Trinidad, como un híbrido de los tipos criollo y forastero. Son muy variables, y se considera de alta calidad para la producción de chocolate. Hay miles de clones de caco en los bancos de genéticos de diferentes áreas del mundo. Alguna de las colecciones más grandes se encuentra en el Instituto de Investigación del Cacao de Tafo Ghana (6 000), la Organización Internacional del Cacao los bancos de germoplasma en Trinidad (1 872), y CEPLAC en Brasil (1 749) (Medina *et al.*, 2012).

4.6 Clones ecuatorianos durante la última década

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), cuenta con el programa Nacional de Cacao, que ejecuta investigaciones de mejoramiento genético de los clones nacionales, con el fin de obtener mejor rendimiento, mayor resistencia a plagas y enfermedades y sobre todo que estos materiales conserven sus características de sabor y aroma (INIAP, 2016).

En el mes de octubre del 2016, el INIAP realizó la liberación de 2 nuevos materiales de cacao: “AROMA Pichilingue EETP-800” y “FINO Pichilingue EETP-801”, los cuales en su conjunto superan las 2 ton/ha/años en condiciones de secano, es decir, sin aplicación de riego artificial, conservando las características de calidad sensorial (INIAP, 2016).

4.7 Características del clon EETP 800 (Estación Experimental Tropical Pichilingue)

Según (Loor *et al.*, 2018), el cacao clon EETP 800 es el resultado de un arduo trabajo por más de dos décadas de investigación y desarrollo en el área de mejoramiento, con lo cual se demuestra que sí es posible aumentar significativamente los niveles de producción por hectárea en el cacao tipo Nacional de aroma, a niveles iguales o superiores al CCN 51.

El clon EETP 800 resulto de la cruza de CCN 51 x EET 233, la planta destacó por su productividad y se clonó para posteriores evaluaciones de progenies. A partir de marzo del año 2008, durante cuatro años se evaluaron 28 clones promisorios y los testigos comerciales EET-103 y CNN 51, con lo que se confirmó la superioridad del clon EETP 800, cuyo rendimiento promedio acumulado del año 2011 (36 meses después de la siembra) fue de 2,73 kg de cacao seco por planta (Solórzano *et al.,* 2019).

Las principales características de este clon son: crecimiento semi-erecto, floración en el primer y tercer trimestre del año, mazorca inmadura color verde y amarilla en su madurez fisiológica, auto compatible, producción precoz (14 meses), índice de mazorca de 18, promedio de 46 semillas por mazorca e índice de semilla de 1,40 (Solórzano et al., 2019).

Hasta la actualidad no se ha realizado muchos estudios en cuanto a las zonas recomendadas de adaptabilidad pero, según (Loor *et al.,* 2018), diferentes pruebas experimentales en diferentes zonas productoras de cacao demostraron que el clon EETP 800 presenta un alto grado de adaptación en la parte media y alta de la cuenca del río Babahoyo, nor-occidente de Pichincha y norte de Guayas, hasta una altura máxima de 600 msnm, zonas donde el potencial genético del clon expresa su mejor comportamiento comercial.

4.8 Condiciones recomendadas para el cultivo

El cacao debe ser cultivado en zonas con condiciones ambientales que le permitan prosperar y desarrollar todo su potencial productivo, es decir, en áreas con climas cálidos y húmedos, con precipitación promedio de 1150 mm, 2500 mm y temperaturas entre los 18 °C y 32 °C, con temperaturas secas inferiores a 3 meses, en suelos profundos, fértiles y bien drenados, ricos en materia orgánica, con altitudes por debajo de los 1300 msnm (Arvelo *et al.,* 2017).

4.9 Condiciones del suelo

Según (Quiroz y Mestanza., 2012) los suelos recomendados para cultivar cacao deben ser planos (vegas) o ligeramente inclinados, también suavemente ondulados, los tres tipos de topografía deben ser fértiles y con muy poca erosión. Puesto que (Arvelo *et al.,* 2017), manifiesta que las malas condiciones edáficas de aireación, infiltración o suelos muy arenosos pueden generar condiciones desfavorables por exceso o falta de humedad, provocando problemas en la raíz y en el desarrollo de la planta.

Según Arvelo *et al.,* (2017), plantea que para la siembra de cacao se requieren suelos con las siguientes características:

4.9.1 Propiedades físicas

- Profundidad: Suelos con una profundidad de entre 0,8 y 1,5 m.
- Textura: Mediana (franco, franco-arcilloso, franco-arenoso), 30 a 40 % de arcilla, 50 % de arena y 10 a 20 % de limo.
- Drenaje: Un buen drenaje es esencial y deseable.

4.9.2 Propiedades químicas

Acidez: pH de 6 a 7 y un contenido de materia orgánica mayor a 3 %, con una relación carbono/nitrógeno (C/N) de 9 como mínimo.

Capacidad de intercambio catiónico: Superior a 12 meq por 100 g de suelo en la superficie y más de 5 meq en el subsuelo.

Fertilidad: Requiere suelos con una fertilidad media-alta, con un contenido de boro y calcio que supere a las 0,2 %, magnesio y potasio mayor a 2 y 0,24 meq por 100 g de suelo, respectivamente.

4.10 Factores que influyen en el crecimiento de la planta

Hay diferentes factores que pueden afectar en el crecimiento y producción del cultivo de cacao, como lo son la sombra y nutrición.

4.10.1 Sombra

El cacao en Ecuador es un material sensible a la intensidad lumínica, situación que puede provocar defoliación de las puntas de las ramas por afectación de insectos chupadores, que intensifican su actividad debido a la falta de sombra, de allí la importancia de manejar este cultivo bajo un sistema de sombreamiento adecuado (50 % aproximadamente), dependiendo de las horas luz y de la intensidad lumínica presente en el sector donde se cultiva (Quiroz, 2010).

Se ha reportado que las plantas de cacao de los tipos criollo, forastero y trinitario se saturan a densidades de flujo fotónico comprendidas entre 400 a 600 µmol m^{-2} s^{-1} intensidades que constituyen entre 25 y 30 % de la radiación máxima en un día despejado y donde las tasas máximas de asimilación de CO2 no sobrepasen entre 6 a 7 µmol m^{-2} s^{-1} (Jaimez *et al.*, 2008). Gracias a este estudio se comprovo lo necesario que es mantener las plantas de cacao bajo sombra, ya sea en etapa de crecimiento o etapa reproductiva.

Según (Gómez *et al.*, 2014) para el cacao fino de aroma la luminosidad es variable dependiendo del ciclo productivo en el que se encuentre, siendo del 40 al 50 % para el cultivo en crecimiento (menor de 4 años) y del 60 al 75 % para plantas en producción (mayor de 4 años).

Un aspecto relevante de la poca tolerancia del cacao a altas radiacion, es el timepo de vida promedio de las hojas que se a estimado que es de 450 y 250 días en plantas bajo sombra o a plena exposicion solar, respectivamente (Jaimez *et al.*, 2008). Gracias a estos trabajos se despejan dudas e indican la necesidad de cultivar el cacao bajo sombra.

El punto crucial en sombra es la intensidad que debe haber alrededor de las plantas de cacao y esto es importante ya que afecta otros factores microclimáticos como la temperatura, humedad relativa, evaporación y disponibilidad de agua en el suelo además de factores que influyen en la fertilidad de la plantacion como velocidade de incorporación de la hojaras que sumados afectan tanto el crecimiento del cacao como su producción (Beer *et al.*, 1998).

4.10.2 Nutrición y fertilización

Es recomendable que se realice la fertilización de los cacaotales de acuerdo al análisis de suelos efectuados en las zonas donde se encuentra el cultivo y con ello establecer un plan de nutrición adecuado. La clase y cantidad de fertilizante a usarse en los cacaotales dependerá del tipo de suelo, de la cantidad de sombra y de la intensidad de las precipitaciones (Arvelo *et al.*, 2017).

El cacao necesita minerales como: Nitrogeno que participa en la división celular, aumentando el número de flores, mejora el peso y el tamaño de los frutos; Fósforo que es importante en la formación de flores, frutos y semillas, ademas, acelera la maduracion de los frutos; Potasio que es el encargado del engrosamiento de frutos y aumento de sólidos solubles (Van Vliet y Giller, 2017).

Según (Furcal, 2017), de una tonelada de semillas de cacao, incluyendo la cáscara del fruto, se extraen entre 33,45 y 37,80 kg de nitrógeno (N), entre 40,35 y 50,64 kg de potasio (K) y de fósforo (P) en un rango de 7,33 a 8,37 kg. Por otra parte (Cuenca *et al.*, 2019) menciona que existe una influencia fuerte del genotipo, en relacion a la aplicación de fertilizantes bajo las condiciones edáficas y climáticas, para ello, se sugiere determinar el uso eficiente de nutrientes para cada clon en interacción con la zona específica del cultivo, con el fin de obtener mejores ingresos, evitar desperdicios económicos y evitar la contaminación ambiental.

4.11 Fenología del cacao

A continuacion (Niemenak *et al.*, 2009) describe las etapas de crecimiento fenológico y claves de identificación BBCH extendidas de la planta de cacao, las cuales están resumidas desde el estadio 51 al 89.

Tabla 2. Fenología del cacao, desde estadios de crecimiento reproductivo 5-8 de cacao

Etapa de crecimeinto	Estado	Descripción
	51	Capullos de flores visibles (capullos primordium 150 µm de ancho).
	52	Yemas florales expandidas, aparición de la primordia sepal (yema de <1 mm de largo).
	55	Capullo florales expandidos, los sépalos encierran el capullo (capullo de 1-2 mm de largo).
Etapa princial de crecimiento 5: Emergencia de la infloresencia	56	Capullo floral expandido, aparición del pedículo (capullo de 2-3 mm de largo).
	58	Capullo florar expandido, el capullo pasa de verde a blanco (capullo de 2-4 mm de largo)
	59	Crecimiento completo del capullo floral (capullo de 6 mm de longitud y 3 mm de tamaño; pedículo de 14 mm), capullos todavía cerrados.
	60	Las primeras fores se abren.
Etapa principal del crecimiento 6: Floración	61	Comienza la floración.
	62	El 10 % de ls flores se abren.
	65	El 50 % de las flores se abren.
	69	El 90 % de las flores se abren.
	70	Frutos en el tallo princiapl o ramas visibles.
	71	Comienzo del crecimientos del fruto. Celularización del endosperma, óvulo y pericarpio desarrollados. Comienzo de la fase de marchitez. Los frutos han alcanzado el 10 % del tamño final.

	72	División del cigoto y desarrollo preliminar del embrion. Los frutos se hinchan. Los frutos han llegado al 20 % del tamño final.
Etpada principal del crecimiento 7: Desarrollo del fruto	75	Fin de la fase de marchitez. Diámetro/longitud 0,35. Los frutos han alcanzado el 50 % del tamaño final.
	76	Comienzo de la fase de no marchitamiento. Óvulo lleno de endosperma gelatinoso. Los frutos han alcanzado el 60 % del tamaño final.
	77	Grasa, proteinas de almacenamiento y antocianinas acumuladas en los cotiledones. El endospermo es reabsorbido gradualmente por el embrión. Los frutos han alcanzado el 70 % del tamaño final.
	79	Los embriones están completamente desarrollados, solo quedan rastros del endospermo alrededor de los cotiledones carnosos. Los frutos han alcanzado el 90 % del tamño final.
	81	Cambio de color de la fruta de verde o rojo a amarilla o naranja.
Estadio principal del crecimiento 8: Maduración de frutos y semillas	85	Aumento de la intensidad del color de la fruta.
	89	La fruta está completmente madura, adjunta al tallo princial o ramas y se puede cosechar con cuchillo o machete.

5. Metodología

5.1 Ubicación del área de estudio.

La investigación se realizó en la Estación Experimental "El Padmi" de la Universidad Nacional de Loja, esta se encuentra ubicada en la parroquia Los Encuentros, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe. El cantón Yantzaza presenta un clima uniforme mega térmico lluvioso (< 2500 mm anuales), caracterizado por presentar precipitaciones todo el año, los periodos de mayor precipitación se ubica en los meses de marzo y julio en donde se concentra el 48 % de la precipitación anual, temperatura uniforme (< 25 °C en promedio) y un alto porcentaje de humedad relativa (Aguilar, 2013).

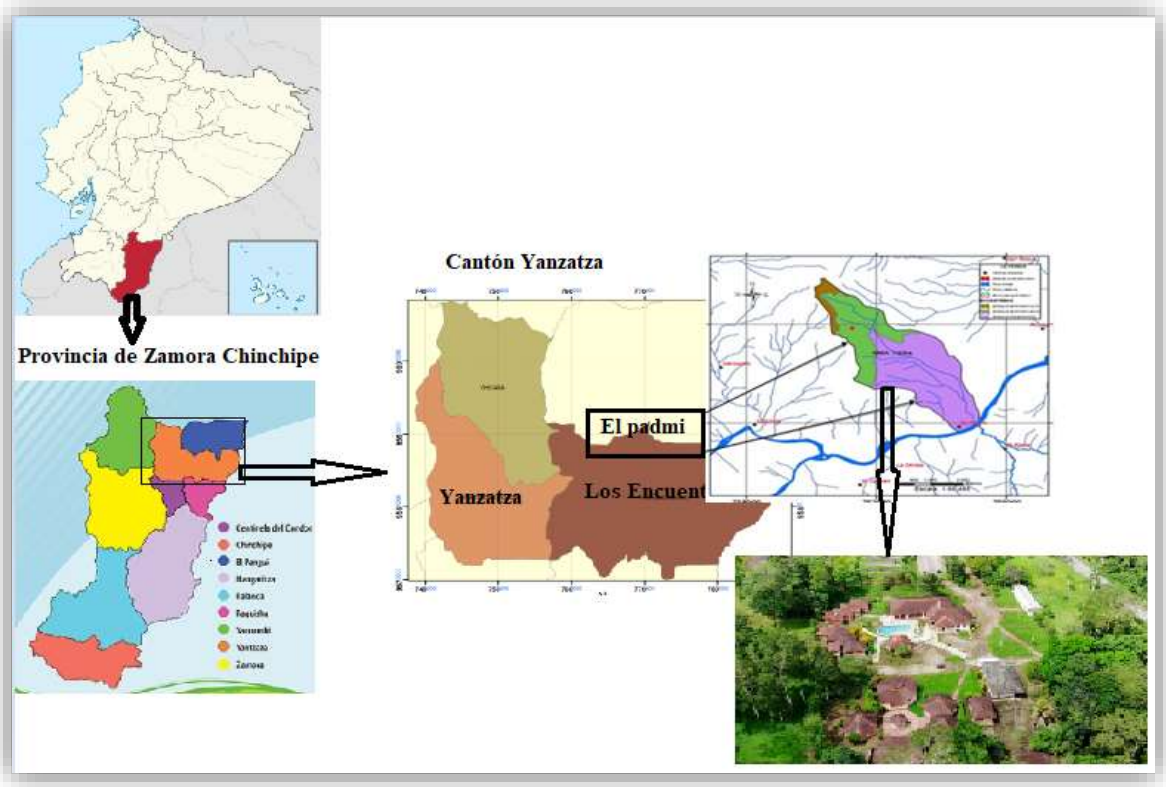

Figura 2. Ubicación del lugar de estudio (Estación Experimental "El Padmi")

5.2 Materiales

Campo: Machete, lampa, barreta, bomba de fumigar, cinta métrica, podadora, flexómetro, libreta de campo, esfero, botas, balanza, baldes, guantes, fundas plásticas, malla sarán (80 % de sombra), martillo, alicate, motosierra, papel, hielera cooler.

Insumos: Herbicida (glifosato), Ácido bórico, nitrato de Ca, DAP (18-46-0), muriato de Cl (KCL) y nitrato de amonio.

5.3 Diseño experimental

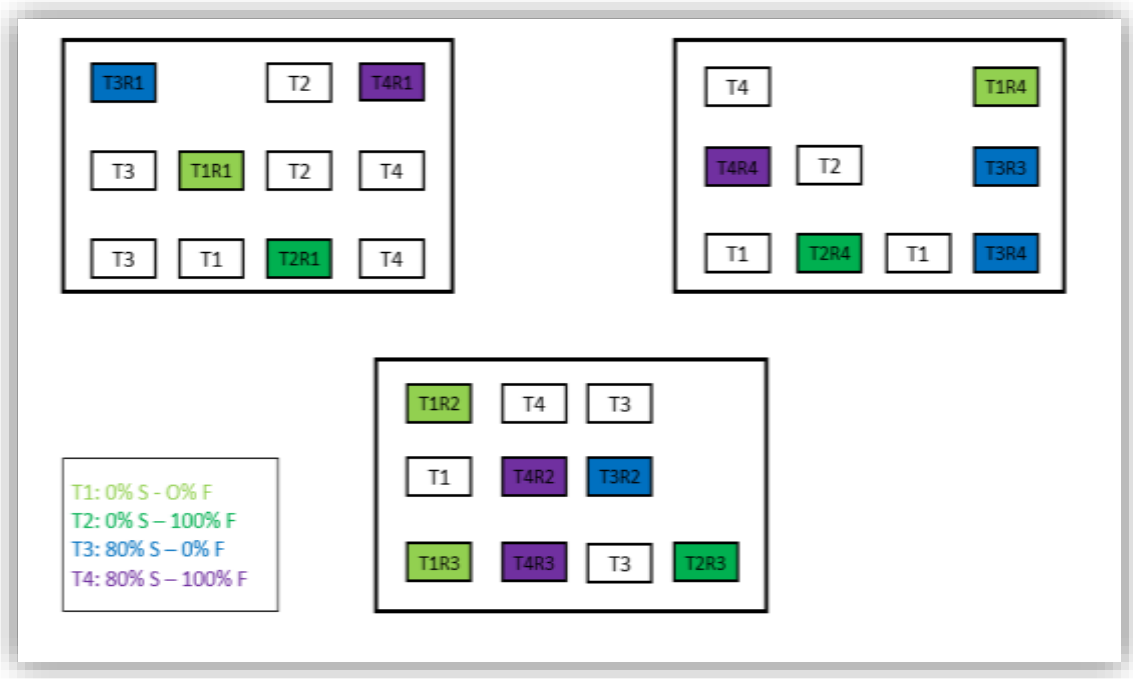

Figura 3. Esquema de campo

En la ejecución de la investigación se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo bifactorial: cuyos factores fueron la **sombra** con dos niveles (0 % y 80 %) y la **fertilización** con dos niveles (0 % y 100 %), dando un total de 4 tratamientos y 4 repeticiones, la unidad experimental es una planta de cacao clon EETP 800 (Figura 3).

Modelo matemático para el DCA:

$$\mathbf{y_{ij} = \mu + a_i + \beta_i + (a\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}}$$

Donde:

$\mathbf{y_{ij}}$ **:** Variable respuesta

$\boldsymbol{\mu}$ **:** Media poblacional

$\boldsymbol{\alpha_i}$**:** Efecto del factor sombra

$\boldsymbol{\beta_i}$**:** Efecto del factor nutrición

$(\boldsymbol{\alpha\beta})_{\mathbf{ij}}$**:** Efectos de la interacción entre el factor A y el factor B

$\boldsymbol{\varepsilon_{ij}}$**:** Error experimental

Tabla 3. Delineamiento del diseño experimental

Diseño	Cantidad
Número de tratamientos	4
Numero de repeticiones	4
Unidad experimental	Una planta de cacao
Número de unidades experimentales	16

5.4 Metodología general

Durante el lapso de 4 meses en 16 unidades experimentales, cada 20 días se evaluaron variables morfo-fisiológicas y variables productivas. La investigación se realizó en un cultivo ya establecido de cacao EETP 800 por parte de un proyecto denominado "Efecto de la radiación fotosintéticamente activa sobre cacao (*Theobroma cacaco*) en la Región sur del Ecuador y sus implicaciones agronómicas" de la Universidad Nacional de Loja. Las plantas se encontraban a una densidad de siembra de 4 m x 3.5 m, es decir 714 plantas/ha, las cuales se encontraban en el estadio 72 de acuerdo con las características descritas en la escala BBCH del cacao.

El experimento consto de una primera fase, campo, la cual correspondió a la delimitación del ensayo, análisis de suelo y registro de datos de las características de crecimiento vegetativas durante un periodo de 4 meses aproximado, de octubre del 2021 a febrero del 2022. Durante estos meses se realizó el análisis de suelo. Además, se llevó un control de arvenses a través de prácticas culturales, destrucción del material vegetal infectado, aplicación eventual de herbicida (glifosato) para evitar el crecimiento excesivo de las malezas que se presentaban en el cultivo.

La segunda fase, laboratorio, se realizó en el laboratorio de Suelos y Aguas, Bromatología y Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Loja. Aquí se midió concentración de clorofila, densidad estomática, pH del suelo y conductividad eléctrica. La implementación de los tratamientos estuvo dada por la combinación de dos factores: fertilización y sombra, aplicadas en plantas de cacao clon EETP 800.

5.4.1 Fertilización

Se partió a través de la interpretación del análisis de suelo, en donde se determinó que se debía hacer una corrección de suelo con ácido bórico en dosis de 13 g/planta, misma que se realizó en dos ocasiones, una al principio y una al final (Anexo 2).

Tabla 4. Resultados de análisis de suelo realizado en el laboratorio de Manejo de Suelos y Agua de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

pH	CIC	M.O.	N	P	S	K	Ca	Mg	$\frac{Ca}{Mg}$	$\frac{Mg}{K}$	$\frac{Ca+Mg}{K}$	$\sum Bases$
	meq/100g suelo	%	ppm			meq/100ml						meq/100g suelo
4,9 Lig. ácido	13,2	10,9 Alto	138 Alto	106 Medio	122,6 Bajo	0,49 Medio	9,06 Alto	3,97 Alto	2,28 Alto	8,06 Alto	26,4 Alto	13,52

Zn	Cu	Fe	Mn	B	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
		ppm				%		
8,5 Alto	5,3 Alto	342 Alto	115,8 Alto	0,10 Bajo	41	36	23	Franco

Una vez realizada la corrección del suelo, se aplicó N, P, K y Ca a los tratamientos que contenían 100 % fertilización. Durante el ensayo se necesitaron para cada tratamiento 70 g de DAP (18-46-0), 753 g de Nitrato de calcio, 518 g de Nitrato de Amonio y 749 g de Muriato de Potasio, estas aplicaciones se realizaron cada 20 días de forma fraccionada en 6 aplicaciones, las cuales fueron colocadas a 50 cm de distancia desde la base del tallo, a un profundidad de 5 cm (Figura 4).

Figura 4. Fertilización del cacao clon EETP 800

5.4.2 Sombra

Para establecer la sombra se colocó estructuras de madera en la cual se ubicó la malla sarán o poli sombra que cubría toda el área de la planta, consiguiendo un 80 % de sombra. Esta especie de caceta se colocó para cada planta de los tratamientos tres y cuatro, los tratamientos restantes estuvieron expuestos a plena radiación solar (Figura 5).

Figura 5. Plantas de cacao clon EETP 800 con su sombra artificial establecida.

5.5 Metodología para el primero objetivo

"Determinar la influencia del sombreo y la fertilización sobre variables morfo-fisiológicas del cacao clon EETP 800".

Para cumplir el primer objetivo se evaluaron las siguientes variables, en base a esto, se construyó una tabla de datos para realizar el análisis estadístico (ANOVA, curvas de crecimiento y análisis de regresión y correlación).

5.5.1 Área de sección transversal del tronco (ASTT)

Esta medición se realizó al principio y al final del tiempo que duró la fase de campo (6 meses). Para ello, con una cinta métrica se midió el perímetro del tronco a 5 cm del suelo, dichos valores se aplicaron en la fórmula del área de la sección transversal del tronco:

$$\mathbf{ASTT} = C^2\, 4\pi^{-1}$$

Donde:

C = Circunferencia del tronco.

π = Valor constante (3,14)

5.5.2 Diámetro de la copa

Se realizó medidas en dos direcciones, la dirección Norte-Sur y la dirección Este-Oeste, tomando como referencia la proyección de los extremos de esta sobre el suelo, midiendo con una cinta métrica la distancia entre ambos extremos. Estos datos se promediaron con la fórmula (**Diámetro=** perímetro/π).

5.5.3 Concentración de clorofila

Se tomaron muestras de hojas totalmente funcionales, estas fueron lavadas, secadas y cortadas en secciones sin nervadura. Para extraer pigmentos se pesó 0.5 g de hoja, luego se introdujo esa muestra en un tubo de ensayo con 6 ml de etanol al 90 % de modo que quedaron sumergidos en el solvente orgánico, seguidamente fueron llevados a la incubadora por 20 minutos a baño maría a 80 ° C para que la clorofila salga y se disuelva en el solvente, una vez culminado este tiempo los segmentos quedaron totalmente decolorados y el solvente de color verde.

Los tubos de ensayo fueron envueltos en papel aluminio, esto para evitar la penetración de rayos solares. Finalmente se sacaron los restos de las muestras de los tubos para filtrar y centrifugar.

Para la determinación de la cantidad de cada tipo de clorofila (A, B y TOTAL) se utilizó las siguientes formulas:

$$\mathrm{Ca}\left(\frac{\mathrm{ml}}{\mathrm{g}}\right) = \{(12{,}7 \text{ x A } 663) - (2{,}69 \text{ x A } 645)\}\text{x } \frac{\text{volúmen de extracto (ml)}}{\text{peso de la hoja (g)}}$$

$$\mathrm{Cb}\left(\frac{\mathrm{ml}}{\mathrm{g}}\right) = \{(2{,}9{,}7 \text{ x A } 645) - (4{,}68 \text{ x A } 663)\}\text{x } \frac{\text{volúmen de extracto (ml)}}{\text{peso de la hoja (g)}}$$

$$\mathrm{Ca}\left(\frac{\mathrm{ml}}{\mathrm{g}}\right) = \{(20{,}2 \text{ x A } 645) - (8{,}02 \text{ x A } 663)\}\text{x } \frac{\text{volúmen de extracto (ml)}}{\text{peso de la hoja (g)}}$$

5.5.4 Densidad estomática

Esta actividad se realizó de acuerdo con la metodología de (Barrientos et al, 2003). Para ello se tomaron 30 hojas, 2 por cada de repetición de cada tratamiento, en estas hojas se aplicó una fina capa de esmalte transparente para uñas en un área pequeña en el envés de la hoja, una vez seco el esmalte la capa fue removida y montada en un portaobjetos, se tomaron dos muestras por hoja. Estas muestras fueron observadas en el microscopio con aumento de 10X y con ayuda

del programa Micro Cam.lnk se fotografió 6 campos por muestra, seguidamente para el conteo de estomas se marcó en cada fotografía un área de 120.000 um^2, este dato final fue expresado en número de estomas por mm^2.

5.5.5 Índice de área foliar (IAF)

Utilizando estimaciones alométricas y considerando el área foliar obtenida, fue determinada el área total de la cobertura foliar, el IAF da a conocer la relación entre el área foliar total y la superficie del suelo que ocupa cada planta. Es decir, al medir el ancho del total de las hojas de la planta, se calculará el índice de área foliar de la planta de cacao.

Su cálculo se dio a través de la siguiente formula:

IAF = Área foliar/superficie del suelo

5.6 Metodología para el segundo objetivo

"Analizar el efecto del sombreo y fertilización sobre parámetros productivos del cacao clon EETP 800"

Para cumplir el segundo objetivo se evaluaron las siguientes variables, en base a esto, se construyó una tabla de datos para realizar el análisis estadístico utilizando el software INFOSTAT (ANOVA, curvas de crecimiento y análisis de regresión y correlación).

5.6.1 Entrada en producción

Consistió en registrar la primera fecha en la cual determinado tratamiento inicio la producción de frutos, lo que sirvió para encontrar posibles diferencias respecto al tratamiento y sistemas de manejo.

5.6.2 Longitud del fruto

Se evaluaron tres frutos por unidad experimental, estos fueron medidos con una cinta métrica cada 20 días desde el estadio 72 (20 % del tamaño final del fruto) de la escala BBCH en cada fruto seleccionado.

5.6.3 Peso estimado del fruto

El peso del fruto fue estimado a partir de una medida alométrica basada en un análisis de regresión cuyo mejor ajuste fue el modelo potencial para el largo del fruto. Por lo que el peso del fruto fue estimado por medio del largo del fruto, la ecuación utilizada para el peso del fruto fue la siguiente: (0,0998*L^2,6806). Esta ecuación fue aplicada en frutos que fueron marcados los cuales se encontraban en el estadio 72.

5.6.4 Tasa de crecimiento absoluta (TCA) de mazorca

Las mazorcas seleccionadas para la longitud se les determinó la TCA, aquí se observó el incremento de la longitud por unidad de tiempo a través de la siguiente formula:

TCA = (Pt1 – Pt0) / (t1 – t0)

Donde:

TCA: Tasa de crecimiento absoluto (g*día*1).

Pt1 y Pt0: Variables del peso fresco en la fecha actual (t1) y la anterior (t0).

5.6.5 Tasa de crecimiento relativa (TCR) de mazorca

Las mazorcas seleccionadas para la longitud se les determinaron la TCR, aquí se observó el incremento de la longitud por unidad de tamaño y por unidad de tiempo a través de la siguiente formula:

TCR = 1/Pt0*TCA

Donde:

TCR: Tasa de crecimiento relativa (mg*g*1*día*1).

Pt0: Variable del peso fresco en la fecha anterior (t0).

5.6.6 pH del suelo

Este análisis se lo realizo cada 20 días durante el periodo que duro la fase de campo (4 meses), para ello se tomó 4 repeticiones por tratamiento (16 muestras) en las cuales se recolectaba 100 gr de suelo a 5 cm de profundidad, estas muestras procedían a ser secadas y tamizadas para posterior ser enviadas al Laboratorio de Análisis Químico de la UNL. Una vez realizado los análisis la ingeniera encargada del laboratorio enviaba los resultados mediante correo electrónico y de esta manera conocer los cambios de pH que se dieron en el suelo con la presencia de fertilizantes.

5.6.7 Conductividad eléctrica del suelo (CE)

Este análisis se lo realizo cada 20 días durante el periodo que duro la fase de campo (4 meses). De las mismas muestras de suelo que se enviaban para el análisis de pH se realizaba el análisis de CE. Una vez obtenido los resultados la docente encargada del laboratorio enviaba los mismos mediante correo electrónico.

5.6.8 Análisis estadístico

Se realizaron diferentes análisis estadísticos, entre ellos: Análisis de Varianza (ANOVA) para determinar si existió o no diferencias significativas entre los tratamientos, en caso de tener diferencias significativas se realizara prueba de TUKEY con un porcentaje del 95 % de confiabilidad, para así determinar cuál es mejor tratamiento, adicional, se realizó pruebas de correlación (índice de Correlación de Pearson 95 %), para identificar como se correlacionan las variables cuantitativas, todos estos análisis se los realizó mediante el programa INFOSTAT.

6. Resultados

6.1 Variables morfológicas y fisiológicas

6.1.1 Diámetro de copa

Dentro del periodo de evaluación, en la figura 6 se observa el diámetro de copa desde los 0 a los 105 días, el cual no presento diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos por ninguno de los factores evaluados (sombra, fertilización o S x F). Pero, se observa que las plantas testigo (T1) obtuvieron un mayor diámetro de copa con una media de 167,23 cm, mientras que las plantas con fertilización (T2) obtuvieron el menor diámetro de copa durante el ensayo con una media de 115,61 cm, estos valores no fueron significativamente diferentes entre ellos.

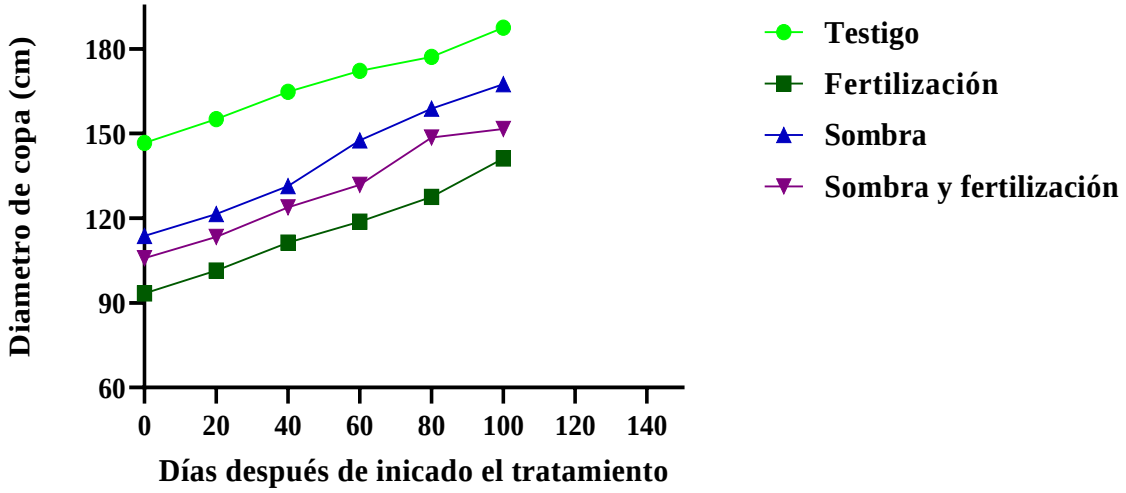

Figura 6. Incremento de diámetro de copa en plantas de cacao clon EETP-800 desde los 0 días a 105 días después de aplicar los tratamientos

6.1.2 Área de la sección transversal del tronco ASTT

En la tabla 5 se presenta el área de la sección transversal del tronco, la cual no presento diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre los factores fertilización, sombra e interacción sombra-fertilización. Sin embargo, el T2 (fertilización) tuvo mayor incremento y mayor TCA, seguido del T3 (sombra) y del T4 (sombra-fertilización) que obtuvo los menores valores tanto para el incremento y TCA, pero que no fueron significativamente diferentes del resto de tratamientos.

Tabla 5. Área de la sección transversal del tronco bajo dos niveles de sombra y dos niveles de fertilización del clon EETP-800

Tratamiento	Porta-injerto (cm^2)		Vareta (cm^2)		Incremento (cm2)		TCA cm^2. Día -1	
	0 días	105 días	0 días	105 días	Porta-injerto	Vareta	Porta-injerto	Vareta
Testigo	34,39	41,66	10,17	14,84	7,27 ns	4,67 ns	0,069 ns	0,044 ns
Fertilización	13,93	19,37	10,54	14,49	5,44 ns	3,94 ns	0,052 ns	0,037 ns
Sombra	18,67	22,49	9,18	11,51	3,82 ns	2,33 ns	0,036 ns	0,022 ns
Sombra y Fertilización	14,66	16,08	5,56	6,07	1,42 ns	0,52 ns	0,013 ns	0,005 ns

6.1.3 Concentración de clorofila A, B y Total

En la concentración de clorofila a los 105 días de la aplicación de los tratamientos, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre los factores fertilización, sombra e interacción sombra fertilización. Sin embargo, en la figura 7 se observa que el T3 (sombra), presento los valores más altos de clorofila, seguido del T2 (fertilización) y T4 (sombra-fertilización), pero estos valores no fueron significativamente diferentes entre los tratamientos.

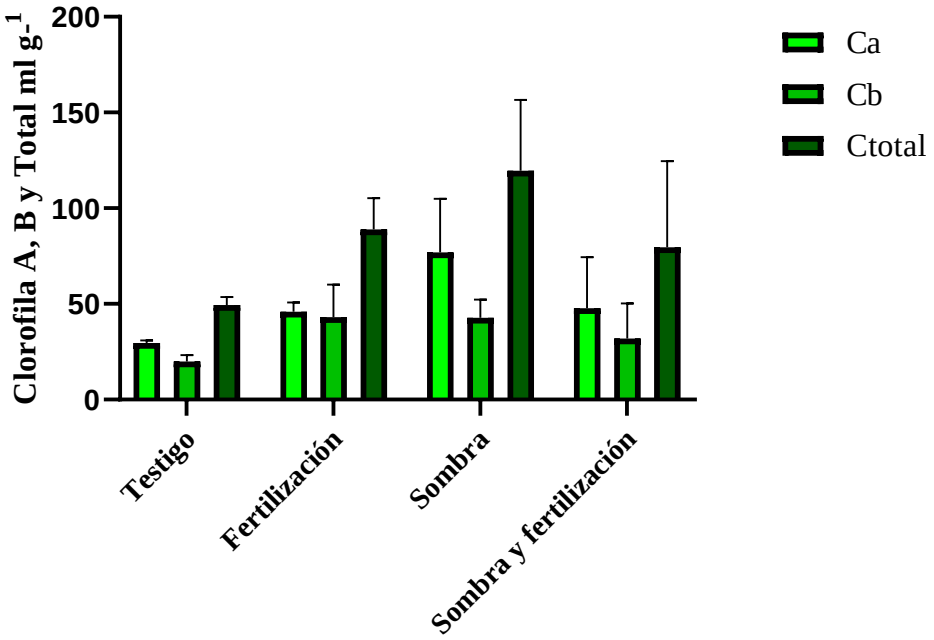

Figura 7. Concentración de clorofila del clon EETP-800 a los 105 días después de aplicar los tratamientos. Las líneas verticales indican el error estándar.

6.1.4 Densidad estomática

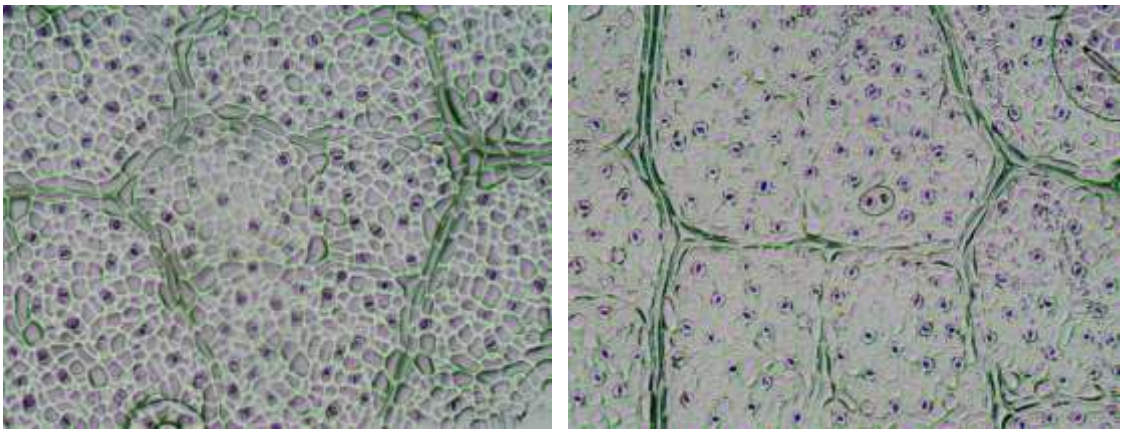

Figura 8. Fotografías de la densidad estomática (izquierda sin sombra - derecha con sombra)

En la figura 9 se observa la densidad estomática del cacao clon EETP-800 a los 105 DDAT, el cual no presentó diferencias estadísticas significativas entre los factores fertilización, sombra e interacción sombra-fertilización. El T3 (800 estomas m^2) y T4 (802 estomas/m^2) tuvieron un mayor número de estomas, seguido del T2 (758,2 estomas m^2), las plantas que contenían sombra tuvieron mayor número de estomas a diferencia de aquella que solo llevaron fertilización, pero estos valores no fueron significativamente diferentes entre los tratamientos.

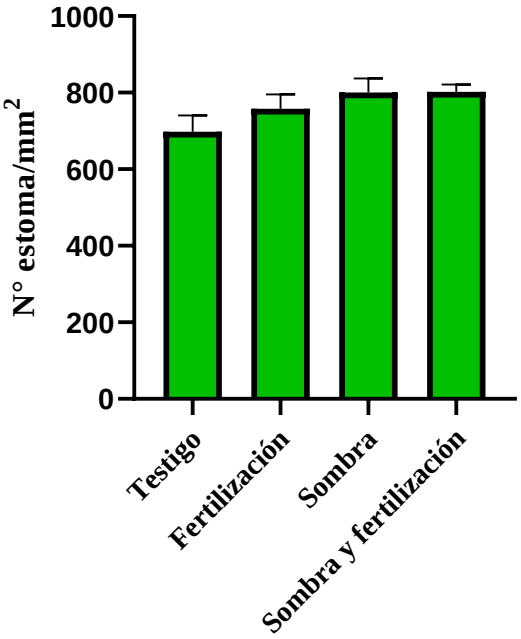

Figura 9. Densidad estomática en hojas de cacao clon EETP-800 a los 105 días después de aplicar los tratamientos. Las líneas verticales indican el error estándar.

En la figura 10 se observa el índice estomático del cacao clon EETP-800 a los 105 DDAT, el cual no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$). Sin embargo, el T3 (24,8 %) obtuvo mayor índice estomático pero estos valores no fueron significativamente diferentes a los obtenidos por el T2 (22,8 %) y T4 (23,4 %).

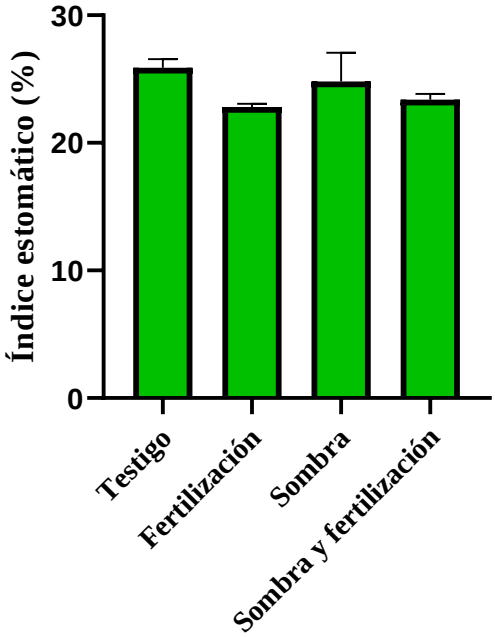

Figura 10. Índice estomático en hojas de cacao clon EETP-800 a los 105 días después de aplicar los tratamientos. Las líneas verticales indican el error estándar.

6.1.5 Índice de área foliar

En la figura 11 se muestra el índice de área foliar, el cual no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los factores fertilización, sombra e interacción sombra-fertilización. Sin embargo, el tratamiento T1 obtuvo un IAF mayor, pero este no fue significativamente diferente de los demás tratamientos.

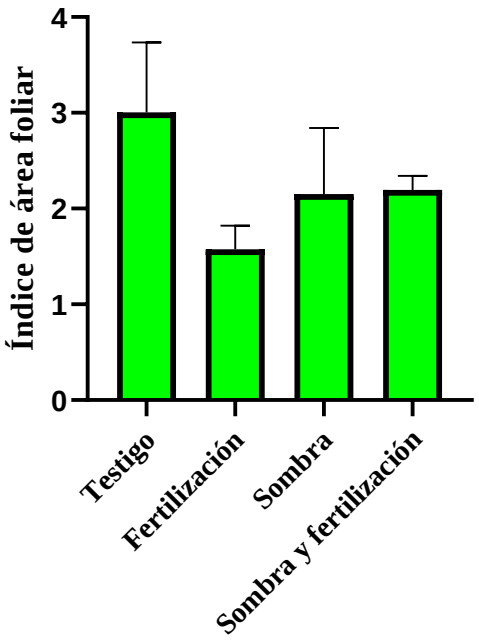

Figura 11. Índice de área foliar del clon EETP-800 a los 105 días de aplicar los tratamientos. Las líneas verticales indican el error estándar.

6.1.6 pH del suelo y conductividad eléctrica

En la figura 12 se observa la dinámica del pH en el suelo, la cual no presentó diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre los factores fertilización, sombra e interacción sombra-fertilización. Al llegar a los 80 DDAT, todos los tratamientos presentaron una reducción del pH en el suelo, encontrando que el T3 y T4 provocaron una reducción más fuerte del pH, pero estos valores no fueron significativamente diferentes entre los tratamientos.

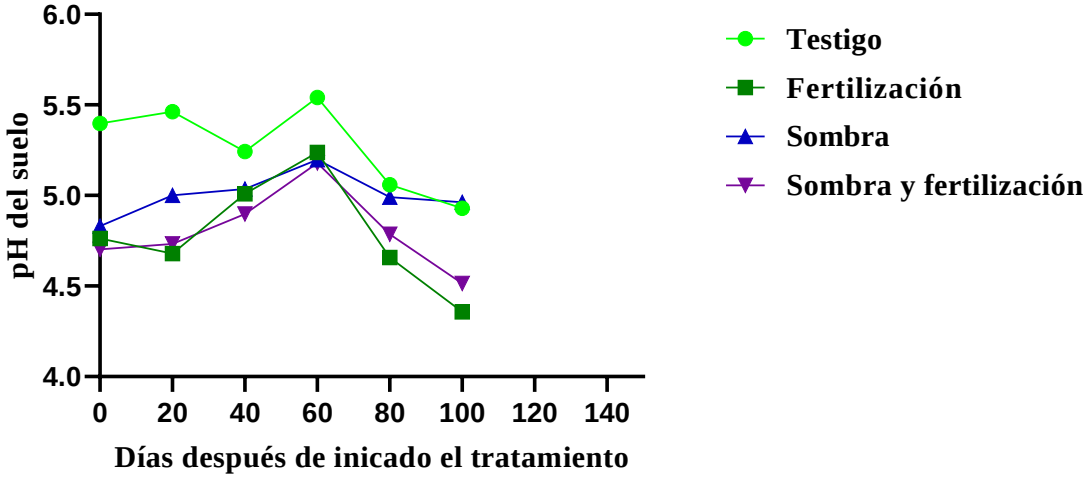

Figura 12. Evolución del pH en el suelo desde 0 días a 105 días después de aplicar los tratamientos.

En la figura 13 se observa la dinámica de la CE en el suelo, la cual presento diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los factores fertilización y sombra a los 105 días después de haber aplicado los tratamientos. Durante todo el tiempo que se llevó a cabo la investigación la CE presentó aumento y disminución; pero, al llegar al día 100 todos los tratamientos sufren un incremento, pero en especial el T2 Y T4 que aumentan de forma excesiva su CE, por lo que se puede decir que la fertilización en el cultivo tuvo respuesta a los 100 días después de haber sido aplicado, aumentando la CE en el suelo.

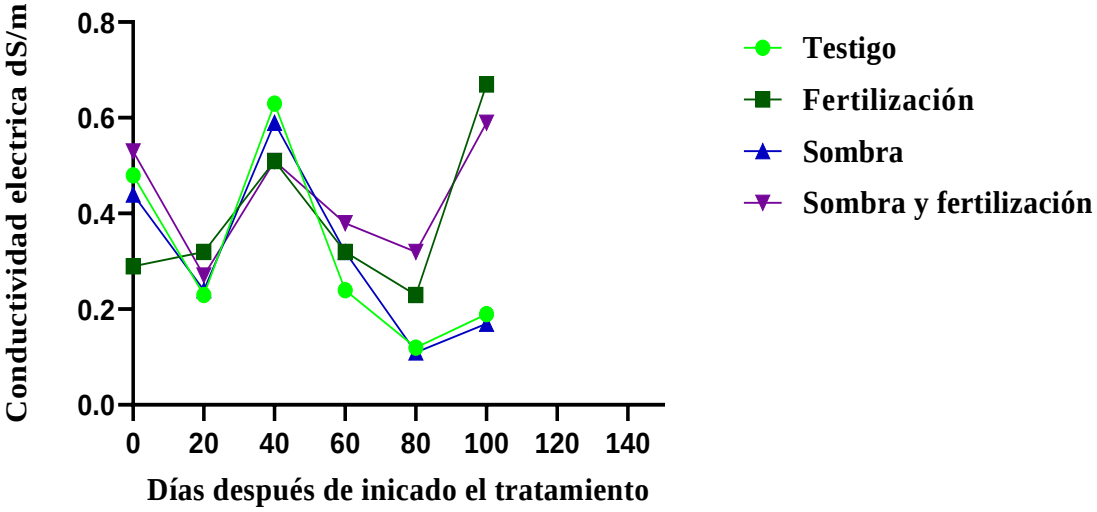

Figura 13. Niveles de conductividad eléctrica (CE) en el suelo desde 0 días a 105 días después de aplicar los tratamientos.

6.2 Variables productivas

6.2.1 Entrada en producción

El cultivo del cacao fue sembrado en la Estación Experimental "El Padmi" el 17 de octubre del 2019, este cultivo tiene aproximadamente 2 años, para el caso del clon EETP 800 su entrada de producción inicia a los 2 años después de la siembra.

6.2.2 Longitud del fruto

En la figura 14 se observa los resultados obtenidos de la longitud del fruto, en donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los factores fertilización, sombra e interacción sombra-fertilización. Sin embargo, los T3 y T4 obtuvieron frutos de mayor longitud, pero estos valores no fueron significativamente diferentes del resto de tratamientos.

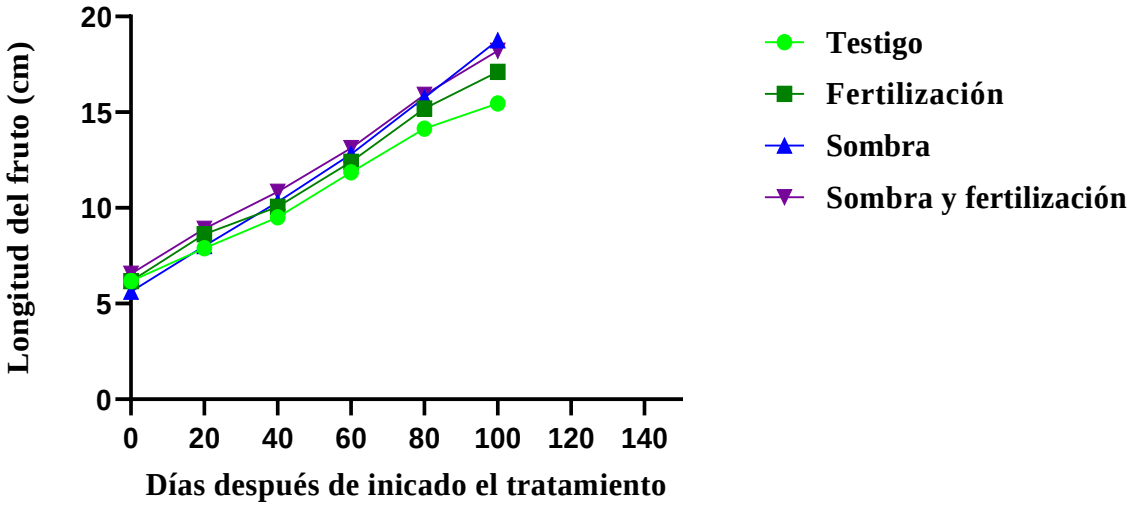

Figura 14. Curva de crecimiento de la longitud del fruto del clon EETP-800

6.2.3 Peso estimado promedio del fruto

En la figura 15 se observa una estimación del peso del fruto, para esta variable no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los factores fertilización, sombra e interacción sombra-fertilización. Los tratamientos con un mayor promedio de peso estimado fueron el T4, el T3, seguido por el T2 y por último el T1 el cual tuvo un menor promedio de peso estimado del fruto; por lo que se podría decir que la sombra y la interacción sombra-fertilización en el cacao clon EETP 800, favorecerán al peso del fruto con valores entre 218,44 a 260,9 gr/planta, pero que estos valores no son significativamente diferentes.

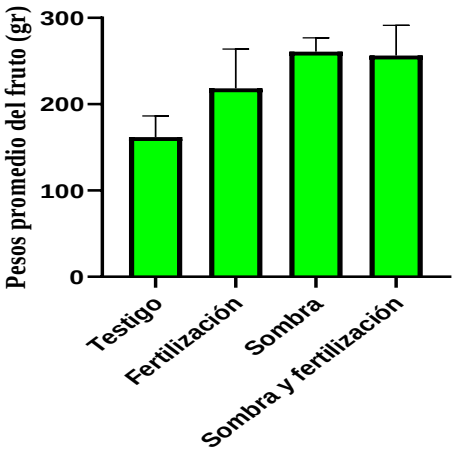

Figura 15. Peso estimado del fruto en (gr) del clon EETP-800. Las líneas verticales indican el error estándar.

6.2.4 Producción estimada por planta

En la figura 16 se observa una estimación de la producción por planta, en donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (p > 0,05) entre los factores fertilización, sombra e interacción sombra-fertilización. El tratamiento con una mayor tendencia de producción fue el T4, por lo que se podría decir que, la interacción sombra-fertilización tendrá un efecto positivo, ya que tendrá una producción promedio entre 0,52 a 0,56 kg/planta.

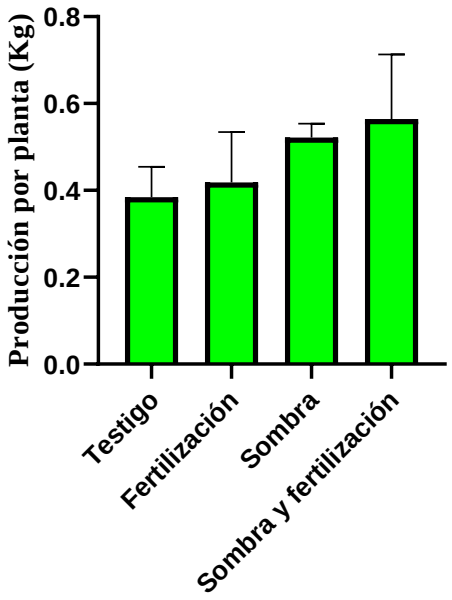

Figura 16. Producción estimada por planta del clon EETP-800. Las líneas verticales indican el error estándar.

6.2.5 Tasa de crecimiento absoluto (TCA) y tasa de crecimiento relativa (TCR) del fruto

En la tabla 6 se puede observar los datos obtenidos de la TCA y TCR, los cuales no presentaron diferencias estadísticas significativas (p > 0,05) entre los factores fertilización, sombra e interacción sombra-fertilización. Sin embargo, el tratamiento que tuvo mayor TCA (0,125 g) y TCR (0,022 mg) fue el T3, seguido del T4 con un TCA (0,111 g) y TCR (0,017 mg), el T2 tuvo un TCA (0,104 g) y un TCR (0,017 mg) y el tratamiento con menor TCA y TCR fue el T1, pero estos valores no son significativamente diferente entre ellos.

Tabla 6. Tasa de crecimiento absoluto (TCA) y Tasa de crecimiento relativo (TCR) del fruto de cacao clon EETP-800

Tratamiento	TCA (g)	TCR (mg)
T1: Testigo	0,088	0,014
T2: Fertilización	0,104	0,017
T3: Sombra	0,125	0,022
T4: Sombra y fertilización	0,111	0,017
C. V.	61,22	55,02
Fertilización	ns	ns
Sombra	ns	ns
Sombra y fertilización	ns	ns

6.2.6 Análisis de correlación

En la tabla 7 se encuentra el análisis de correlación entre las variables: incremento del diámetro, TCA diámetro, ASTT incremento, Índice de área foliar (IAF), pH, Conductividad Eléctrica (CE), clorofila, densidad estomática y peso del fruto.

Tabla 7. Correlaciones entre variables morfológicas y fisiológicas del cacao clon EETP-800

Variable (1)	Variable (2)	Pearson	p-valor
Incremento diámetro	TCA diámetro	0,38	0,23
	ASTT V.	0,39	0,21
	IAF	0,21	0,51
	pH	0,19	0,55
	CE	0,07	0,82
	C total	0,03	0,92
	Densidad estomática	-0,42	0,17
	Peso del fruto	-0,2	0,54
TCA diámetro	ASTT V.	0,17	0,59
	IAF	0,4	0,2
	pH	0,14	0,67
	CE	-0,08	0,81
	C total	-0,46	0,13
	Densidad estomática	-0,01	0,98
	Peso del fruto	-0,18	0,57
ASTT vareta	IAF	0,3	0,34
	pH	0,44	0,16
	CE	-0,09	0,77
	C total	-0,3	0,35
	Densidad estomática	-0,64	0,03
	Peso del fruto	-0,57	0,05
I A F	pH	0,55	0,06

	CE	-0,08	0,82
	C total	-0,25	0,44
	Densidad estomática	0,08	0,8
	Peso del fruto	-0,49	0,11
pH	CE	-0,41	0,18
	C total	-0,28	0,38
	Densidad estomática	-0,41	0,19
	Peso del fruto	-0,33	0,29
CE	C total	-0,15	0,64
	Densidad estomática	-0,13	0,7
	Peso del fruto	-0,31	0,32
Clorofila total	Densidad estomática	0,03	0,92
	Peso del fruto	0,38	0,22
Densidad estomática	Peso del fruto	0,59	0,04

En esta tabla se puede destacar las correlaciones positivas más significativas entre: densidad estomática con peso del fruto (r = 0,59 y p-valor = 0,04), IAF con pH (r = 0,55 y p-valor = 0,06); y las variables que presentaron una alta correlación negativa son: ASTT V. con densidad estomática (r = -0,64 y p-valor = 0,03), ASTT V. con peso del fruto (r = -0,57 y p-valor 0,05) y IAF con peso del fruto (r = -0,49 y p-valor = 0,11)

7. Discusión

Durante el periodo de tiempo en el que se evaluó el cultivo, en el parámetro morfo-fisiológicos (conductividad eléctrica) las plantas presentaron diferencias estadísticas significativas, (Jaimez *et al.*, 2008), señala que cultivar cacao en ambientes sombreados y con fertilización baja afectan al crecimiento y producción del caco. Las variables (Diámetro de copa, Área de la sección transversal del tronco ASST, Concentración de clorofila, Densidad estomática, índice de área foliar y pH del suelo) no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, esto pudo suceder debido al tiempo que duro el ensayo (105 días), dicho tiempo no debió ser el adecuado para poder diferenciar el crecimiento en los tratamientos, esta opinión se puede dar gracias al estudio de (Snoeck *et al.*, 2016), quien afirma que la fertilizacion en el cultivo de cacao requiere un manjeo a largo plazo, debido a que los arboles tienen la capacidad de estabilizar el pH cuando un elemento ácido o alcalino se agrega al suelo, el cual puede diferir en las respuestas a la fertilización. Para las variables productivas, el tratamiento fertilización-sombra (T4), tuvo un mejor desarrollo a diferencia de los demás tratamientos, esto puede que esté relacionado con la heterogeneidad de las plantas al iniciar la aplicación de los tratamientos, ya que este estudio es el seguimiento de un proyecto que se ha venido ejecutando continuamente.

La variable diámetro de copa no presentó diferencias estadísticas significativas, pero se pudo evidenciar que el T1 (0 % sombra y 0 % fertilización) presento mayor ritmo de incremento durante el tiempo de evaluación, lo cual indica que ni el factor sombra ni el factor fertilización influyeron en el diámetro de copa, resultado tiene semejanza con el estudio de (Villar Salvador, 2003), el cual afirma que las plantas que están en mejores condiciones de captar más recurso del ambiente (luz, agua y nutrientes) tienen mayor capacidad competitiva y logran mayor biomasa en menos tiempo. Además, Carrillo *et al.*, (2012), recalca que la sombra en cultivos perennes: modifica el rémgimes de luz (tanto en calidad como en cantidad), temperatura y humedad del aire, que afectan directamente a la fotosíntesis, crecimiento y produccion de cacao. Toda esta información recalca el porque el tratamiento testigo tuvo mayor diametro de copa en comparación a los demas tratamientos.

En el ASTT tanto para el incremento y TCA, no presentaron diferencias estadísticas significativas durante el tiempo que duro el estudio, el tratamiento que obtuvo mayor incremento de ASTT y TCA fue el T1 (testigo). Estos resultados indicaron que ni la sombra ni la fertilizacion influyeron al incremento del ASST y TCA, a diferencia del estudio realizado

por Álvarez *et al.,* (2015), en donde utilizaron enmiendas orgánicas e inorganicas y demostraron que la fertilización produce un incremento en el desarrollo del tallo. Así mismo Hipólito *et al.,* (2017) en su estudio realizado demostro que en cultivares de cacao los valores mas altos se dieron en plantas con biofertilización. En lo que respecta al ASTT y TCA con estos estudios no se encuentra relación alguna.

En la concentración de clorofila A, B y Total, no se encontraron diferfencias estadisticas, pero el tratamiento con mas concentración de clorofila A, B, y Total fue el T3 (sombra), esta información concuerda con la investigación de Jaimez *et al.,* (2008), en donde manifiesta que necesariamente las plantas de cacao deben ser sembradas bajo sombra parcial, aquí las plantas mantienen mayores concentraciones de clorofila que influyen en mayores tasas de asimilación de CO_2. Además, los resultados de Almeida y Valle, (2008) son similares ya que en su estudio encontro que la baja disponibilidad de luz, induce a las células a un incremento en la concentración de clorofila para recompensar la interacción de luz y optimizar la fotosíntesis.

Los tratamientos con fertilizacion T4 y T2 no incidieron en la concentración de clorofila, estos resultados fueron independientes de la fertilizacion, presumiendo que el suelo no presento deficit nutricional, sin embargo Arias, (2020) en su estudio determino que el contenido de clorofila más elevado se observo en hojas de cacao fertilizadas con las dosis más altas de N.

Las menores concentraciones de clorofila A, B y Total se entoncraron en el T1 (testigo), estos resultados concuerdan con el estudio de (Azcón y Talón , 2008) el cual señala que las plantas experimentan estrés por luz cuando las clorofilas absorven más energía luminosa que la que puede ser utilizada para la fotosíntesis. Así mismo (Pérez, 2009) señala que el exeso de luz tiende a saturar las hojas. Esta información explica el porque el T1 tuvo las menores concetraciones de clorofila, es decir que las plantas no toleraron la excesiva radiación solar ya que según Jaimez *et al.,* (2008) señala que las plantas de caco se saturan a densidades de flujo fotónico comprendidas entre 400 a 600 µmol m^{-2} s^{-1}, dichas intensidades comprenden entre el 25 y 20 % de la radiación máxima de un día despejado.

En cuanto a la densidad estomatica no se encontraron diferencias significativas, sin embargo, la mayor media se registro en los tratamiento T3 y T4 los cuales presentaban sombra, con lo que podemos concluir que la sombra y la interaccion sombra-fertilización tiene un efecto positivo en el número de estomas pero no son significativamente diferentes de los demas tratamientos, estos resultados son contradictorios a los expuesto por Jaimez *et al.,* (2018) y Guanaschelli *et al.,* (2009) los cuales manifiestan que plantas a plena exposición de luz

incrementan el número de estomas y por ende los valores en conductancia estomática y tasa de asimilación. Pero, Tian *et al.,* (2016) argumenta que la cantidad de estomas puede variar de acuerdo a las condiciones ambientales del cultivo, estas mismas pueden cambiar entre plantas de una misma especie, en hojas de una misma planta y en sectores de una misma hoja.

En cuanto a los reusltados del índice del área foliar no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, si embargo, el tratamiento con mayor IAF fue el T1 (testigo), esta información es contradictoria a lo expuesto por James y Bell, (2000) y Suárez *et al.,* (2018), los caules aseguran que las plantas que se desarrollan en ambientes con sombra, tiene mayor incremento del IAF a dieferencia de plantas que estan expuestas a la radiación solar directa. Según Rada *et al.,* (2005) y Sostert *et al.,* (2011) mencionan que si bien el cacao es un árbol tolerante a la sombra, el sombreado muy intenso (árboles de sombra y autosombreado) no solo disminuyen el crecimento y rendimiento, sino que tambien conlleva a bajas tasas de asimilación de CO2, menor producción de frutos y una alta población de plagas y enfermedades. Esta información tiene mucha similitud al estudio que se realizó, ya que las plantas además de tener sombra al 80 %, los arboles presentes en la zona de estudio tambien generaban sombra, lo cual pudo provocar la presencia de insectos que habian en plantas con sombra, tales como hormigas y grillos, causando daños a las hojas de las plantas.

En cuanto al pH del suelo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, pero se pudo observar que todos los tratamientos tuvieron la misma tendencia de crecimiento, sin embargo, llegado a los 60 DDAT el pH en los diferentes tratamientos empezo a disminuir considerablemente, según Rosas *et al.,* (2017) menciona que el proceso de acidificación del suelo tiene una tendencia natural en regiones tropicales lluviosas, es decir, las altas precipitaciones y al arrastre de fertilizantes por escorrentia vendrian a ser la razon del porque hubo una disminucion del pH en la zona de estudio. Además, para sustentar estas variaciones del pH, Fernández *et al.,* (2017), indican que las variaciones de pH en el suelo son menores cuando las partículas de suelo son más pequeñas. En nuestro estudio se encontraron valores de pH con rangos entre 4.5 y 5.6, valores que son tolerados por el cultivo según lo reportado por Batista, (2009) y Snoeck *et al.,* (2016) quienes mencionan que el rango optimo de pH para el cultivo de cacao esta entre 5.0 a 6.5.

Para los resultado de la conductividad electrica, todos los datos fueron menores a 1 dS m^{-1} lo que significa que los suelos no presentaron problema de sales, asi lo indica Barbaro *et al.,* (2005), quien menciona que a mayor CE mayor es la concentración de sales, por ende, para un

suelo es conveniente que la CE sea baja. Este estudio guarda relacion con lo expuesto por Morales y Serrano (2019) quienes en su estudio realizado en el Puyo tambien encontraron valores bajos de CE, que van desde los 0,25 a 0,65 dS m^{-1}.

En los resultados de la longitud del fruto no se encontraron diferencias significativas, pero se evidencio que el tratamiento con mayor longitud de fruto fue el T3 y T4, por lo que se puede decir que el factor sombra y la interacción sombra-fertilización favorece al incremento de la longitud de los frutos, estos resultados contradicen a lo expuesto por Boulay *et al.*, (2000) quien manifiesta que con el manejo intensivo los monocultivos se puede incrementar la producción dos o tres veces en comparación con sisemas mixtos tradicionales, pero James Quiroz, (2010) expone que el cacao ecuatoriano es un material sensible a la intensidad luminica, la cual puede provocar defoliación de las puntas de las ramas por afectación de insectos chupadores que intensifican su actividad debido a la falta de sombra y por consecuente afectaran al fruto.

Las variables peso estimado del fruto, producción estimada por planta, tasa de crecimiento absoluta (TCA) y tasa de crecimiento relativo (TCR) del fruto, no presentaron diferencias estadísticas significativas, en estas cuatro variables el T3 (sombra) se obtuvo las estimaciones mas altas del ensayo, seguido del T4 (sombra-fertilización). Según MAG, (2011) expone que el número de frutos para considerar un arból productivo se encuentra en un rango de 30 a 40 frutos. Para Furcal, (2018) encontro que el tratamiento con K el cual tambien contaba con sombra obtuvo promedios en los frutos de 513.66 g y 525,9 g en el primer y segundo año de cosechas, estos resultados son muy elveados en comparación a los obtenidos en nuestoro estudio, ya que el T4 (sombra-fertilización) expresaron medias de 260,3 g por fruto. Además, Cueva, (2013) expone que el cacao es exigente en nutrientess y mas aun cuando esta expuesto a poca o niguna sombra debido a que aumenta la tasa fotosintetica, pero, cuando el cultivo se desarrolla bajo sombra, se puede llegar a un equilibrio por la mineralización de la materia órganica que aporta elementos nutricionales y a la lenta desacomposición de ésta (Cueva, 2013). Estas son la posibles razones del porque el T4 (sombra-fertilización) y el T3 (sombra) tienden a tener mayor producción de frutos a diferencia de los otros tratamiento, es decir, las plantas que no contengan sombra requeriran más recursos para la producción de frutos.

8. Conclusiones

- Los niveles de sombra y fertilización aplicados en el estudio no tuvieron influencia significativa en variables morfo-fisiologicas y del suelo, como son, el diametro de copa, área de seccion tranversal del tallo, concentración de clorofila, densidad estomática e índice estomático, índice de área foliar y pH del suelo.
- No existio efectos sinificativos de la fertilizacion y sombreo sobre las variables productivas, longitud y peso de mazorca, tasa de crecimieto del fruto y producción por planta.
- La ferttilización tuvo un efecto acidificante en el suelo, asi como, hubo un incremento la CE en el suelo, sin embargo, esto no afecto al crecimiento del cacao.

9. Recomendaciones

- Para futuros estudios, se recomienda cubrir perfectamente el área de las plantas que estan sometidas a sombra, además, despejar todo el area de estudio de material que pueda causar una sombra adicional a las plantas, para poder obtner resultados precisos acerca del factor sombra.
- En plantas que se apliquen fertilizantes, realizar monitoreos muy seguidos sobre las condiciones fisicas y quimícas del suelo, para evitar posibles problemas de acidificación e incremetos de conductividad electrica.
- Para determinar el grado de absorción de nutrientes, se recomienda evaluar la producción inicial de las plantas que contengan con este factor (fertilización).

10. Bibliografía

Aguilar, A. (2013). "Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe". *(Tesis de maestria).* Universidad de Cuenca, Cuenca.

Almeida, A. A., & Valle, R. (28 de February de 2008). Ecophysiology of the cacao tree. *SCIELO*, *19*(4), 426-448. Obtenido de https://www.scielo.br/j/bjpp/a/cH3fMFFp6wY4mfZYFPmS7cj/?format=pdf&lang=en

Álvarez Carrillo, F., Rojas Molina, J., & Suárez Salazar , J. C. (2015). Contribución de esquemas de fertilización orgánica y convencional al crecimiento y producción de Theobroma cacao L. bajo arreglo agroforestal en Rivera. *SCIELO*, *16*(2), 307-314.

ANECACAO. (2019). *Sector exportador de cacao*. Recuperado el 05 de Agosto de 2022, de http://www.anecacao.com/uploads/estadistica/cacap-ecuador-2019.pdf

Anzules Toala, V., Borjas Ventura, R., Castro Cepero, V., & Julca Otiniano, A. (2018). Caracterización de fincas productoras de cacao (Theobroma cacao L.) en Santo Domingo de Los Tsáchilas, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, *8*(2), 39 - 50.

Arias, P. F. (2020). Evaluación de la fertilización nitrogenada y de silicio sobre el rendimiendo en cacao CCN-51, en fase productiva. *(Tesis de Ingenieria).* Universidad Central del Ecuador, Quito.

Arvelo Sánchez, M. Á., González León, D., Maroto Arce, S., Delgado López, T., & Montoya Rodríguez, P. (2017). *Manual Técnico del Cultivo de Cacao Prácticas Latinoamericanas.* San José: IICA.

Azcón Bieto, J., & Talón , M. (2008). *Fundamentos de fisiología vegetal.* Barcelona: McGraw-Hill Interamericana. Obtenido de https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetal2008Azcon..pdf

Barbaro, L., Karlaniam, M., & Mata, D. (2005). Importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. *Instituto de Floricultura CIRN*, *3*(1), 1-15. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf

Barrientos Priego, A., Borys, M., Trejo, C., & López López , L. (2003). Índice y densidad estomática foliar en plántulas de tres razas de aguacatero. *Revista Fitotecnica Mexicana, 26*(4), 285 - 290.

Batista, L. (2009). *Guía Técnica El Cultivo de Cacao.* Santo Domingo, República Dominicana: Teófilio Suriel.

Beer, J., Muschler, R., Kass, D., & Somarriba, E. (1998). Sahde management in coffe and cacao plantations. *ResearchGate*, 139-164.

Boulay, M., Somarriba, E., & Olivier, A. (2000). Fenología de cacao bajo árboles de sombra en Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas, 7*(26), 43-45. Obtenido de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6316/Fenologia_de_cacao.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carrillo Álvarez , F., Molina Rojas, J., & Salazar Suarez, J. C. (2012). Simulación de arreglos agroforestales de cacao como una estrategia de diagnóstico y planificación para productores. *SCIELO, 13*(2), 145-150.

Cuenca Cuenca, E. W., Puentes Páramo, Y. J., & Menjivar Flores, J. C. (2019). Efficient use of nutrients in fine aroma cacao in the province of Los Ríos-Ecuador. *Revista Facultad Nacional de Agronomia, 72*(3), 8963-8970.

Cueva Benavides, A. (2013). *Sombreamiento - Agroforesteria Nutrición - Fertilización - Fisiologia.* Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de https://es.scribd.com/document/356668294/Texto-N%C2%BA-3-Sombreamiento-Fertilizacion-Cacao-Mayo-2013

ESPAC. (Abril de 2019). *ecuadorencifras.gob.ec.* Obtenido de Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2018: ecuadorencifras.go.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac-2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf

Estrada, W. J., Romero Castellano, X. G., & Moreno Peraza, J. A. (2011). *GUÍA TÉCNICA DEL CULTIVO DE CACAO MANEJADO CON TÉCNICAS AGROECOLÓGICAS.* San Salvador: CATIE.

FAO. (2016). Recuperado el 21 de 06 de 2021, de Liberación de clones de alto rendimiento EETP 800 y EETP 801: http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/449707/

FAOASTAT. (2021). *Producción/rendimiento de cacao en Grano en el mundo 2019*. Recuperado el 21 de 06 de 2021, de FAO: http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize.

Fernández Lizarazi, J. C., Bohorquez Santana, W., & Rodríguez Villate, A. (2017). Dinámica nutricional de cacao bajo diferentes tratamientos de fertilización con N, P y K en vivero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 10*(2), 367-380. Obtenido de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_horticolas/article/view/4702

Furcal Beriguete, P. (2017). Nutrient extraction by coco fruits in two locations in Costa Rica. *Agronomía mesoamericana, 28* (1), 113.

Furcal Beriguete, P. (Marzo de 2018). Fertilización del cultivo de cacao (Theobroma cacao L) en un cantón de la Región huetar norte de Costa Rica. *TEC Teccológico de Costa Rica*, 1-45. Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/11075/fertilizacion_cultivo_cacao_canton_region.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gómez Aliaga, R., García Blas, R., Tong, F., & Gonzalez Huertas, C. (2014). *issuu.* Recuperado el 24 de 08 de 2021, de PAQUETE TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DEL CACAO FINO DE AROMA: https://issuu.com/devida-peru/docs/paquete_tecnologico_cultivo_cacao

Guanaschelli, A., Mantese, A., & Battaglia, A. (2009). Cambios anatómicos y morfológicos en plántulas de Eucalyptus sp. en respuesta a diferentes niveles de luz. *SCIELO, 44*(3-4), 273-285. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-23722009000200005

Hipólito Romero, E., Cargaño Montiel, M., Ramos Prado, J., Vázquez Cabañas, E., López Reyes, L., & Ricaño Rodríguez, J. (2017). Efecto de inoculantes bacterianos edáficos mixtos en el desarrollo temprano de cultivares mejorados de cacao (Theobroma cacao L.) en uns sistema agroforestal tradicional del norte de Oazaca, México. *Revista Argentina de Microbiología, 49*(4), 356-365.

INIAP. (Octubre de 2016). *Programa Nacional de Cacao del INIAP desarrolla clones de cacao de alta productividad*. Obtenido de INIAP:

http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/programa-nacional-de-cacao-del-iniap-desarrolla-clones-de-cacao-de-alta-productividad/

Jaimez, R. E., Amores Puyutaxi, F., Vasco , A., Loor, R., Tarqui, O., Quijano, G., . . . Tezara, W. (2018). PHOTOSYNTHETIC RESPONSE TO LOW AND HIGH LIGHT OF CACAO GROWING WITHOUT SHADE IN AN AREA OF LOW EVAPORATIVE DEMAND. *Portal de Revista UN, 23*(1), 95-103.

Jaimez, R., Amores Puyutaxi, F., Vasco, A., Gastón Loor, R., Tarqui, O., Quijano , G., . . . Tezara, W. (2018). Respuestas fotosíntéticas de cacao cultivado sin sombra a alta y baja radiacion en áreas de baja demanada evaporativa. *Acta Biologica Colombiana, 1*, 95-103. Obtenido de https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-886089

Jaimez, R., Tezara, W., Coronel, I., & Urich, R. (2008). Ecofisiología del cacao (Theobroma cacao): su manejo en el sistema agroforestal. Sugerencias para su majoramiento en Venezuela. *REVISTA FORESTAL VENEZOLANA, 52*(2), 253-258.

James Quiroz, V. (2010). *Sistemas de sombra de cacao con maderables.* Guayaquil: INIAP. Obtenido de https://books.google.es/books?id=53kzAQAAMAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

James, S., & Bell, D. (15 de September de 2000). Influence of light availability on leaf structure and growth of two Eucalyptus globulus ssp. globulus provenances. *Tree Physiology*, 1007-1018. Obtenido de https://doi.org/10.1093/treephys/20.15.1007

Larrea L, M. (2008). *El cultivo de cacao nacional: Un bosque generoso "Manual de campo para la implementación de prácticas amigables con la biodiversidad en cultivo de Cacao Nacional.* Quito: Ana Carolina Benítez.

Loor, R., Sotomayor , I., Jiménez, J., Tarqui, O., Rodríguez , G., Casanova, T., & Quijano , G. (2018). *INIAP-EETP800 e INIAP-EETP 801 NUEVOS CLONES DE CACAO FINO Y DE AROMA CON ALTO RENDIMIENTO*. Obtenido de INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue: https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5240/1/INIAPBEETPP436.pdf

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR). (Febrero de 2011). *Desarrollo cacaotero y diversificación productiva en Talamanca.* Recuperado el 13 de julio de 2022, de

Desarrollo cacaotero y diversificación productiva en Talamanca: http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/sixaola-proy02-CR-Cacao.pdf

Medina, J. D., Coronel, M. A., & Angel, O. A. (2012). CACAO: Operaciones Poscosecha. *FAO*, 78.

Mohotti, A. J., & Lawlor, D. W. (2002). Diurnal variation of photosynthesis and photoinhibition in tea: effects of irradiance and nirogen supply during growth in the field. *Journal of Experimental Botany, 53*(367), 313-322. Obtenido de https://academic.oup.com/jxb/article/53/367/313/430447

Morales Arteaga, J. F., & Serrano Neira, V. C. (2019). Cuantificación del servicio ecosistémico de alamacenamiento de carbono en el suelo de los ecosistemas Bosque Siempre-Verde de Tierras Bjas, Bosque Siempre-Verde de Pie de Monte y Bosque Siempre-Verde Andino Montano Bajo de la provincia del Napo. *(Tesis de Ingeniero Ambiental).* Unbiversidad Politécnica Salesiana de Quito, Quito. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16960

Moreno Galvis, R. (1965). Algunos aspectos de la fertilización en cacao (Theobroma cacao L.) con observaciones preliminares sobre su respuesta a la aplicación de tres elementos mayores al suelo. *Protal de Revistas UN, 15*(1-4), 36 p.

Niemenak, N., Cilas, C., Rohsius, C., Bleiholder, H., Meier, U., & Lieberei, R. (2009). Phenological growth stages of cacao plants (Theobroma sp.): codification and description according to the BBCH scale. *Annals of Applied Biology, 156*(1), 13-24.

Pérez, E. (2009). Fotosíntesis: Aspectos básicos. En E. Perez , *Biología Vegetal (Fisiología vegetal)* (págs. 1-47). Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de https://eprints.ucm.es/id/eprint/9233/1/Fisiologia_Vegetal_Aspectos_basicos.pdf

Quiroz V., J., & Mestanza V., S. (2012). *ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE UNA PLANTACIÓN DE CACAO.* Guayaquil: INIAP.

Quiroz, J. (2010). *SISTEMAS DE SOMBREO DE CACAO CON MADERABLES.* Guayaqul: Guayaquil, EC: INIAP, Estación Experimental Litoral Sur, Programa Naciona de cacao.

Rada, F., Jaimez, R., García Núñez, C., Azócar, A., & Ramírez, M. (2005). Water relations and gas exchange in Theobroma cacao var. Guasare under periods of water deficit. *SCIELO, 22*(2), 112-120.

Ramírez, T. (2012). Situación de la producción de cacao en la provincia de Zamora Chinchipe: línea base 2009. *CEDAMAZ, 2*(1), 73-77. Obtenido de https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/109

Ramos Ospino, A., Gómez Alvaréz, M., Machado Sierra, E., & Aranguren, Y. (2020). Caracterización fenotípica y genotípica de cultivares de cacao (Theobroma cacao L.) de Dibulla, La Guajira, Colombia. *CIENCIA & TECNOLOGÍA AGROPECUARIA, 21*(3), 17.

Rosas Patiño, G., Puentes Páramo, Y. J., & Menjivar Flores, J. C. (2017). Relación entre el pH y la disponibilidad de nutrientes para cacao en un entisol de la Amazonia colombiana. *SCIELO, 18*(3), 529-541. Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v18n3/0122-8706-ccta-18-03-00529.pdf

Salinas, J. L., & Tarrasón, C. (2019). *Sabores únicos con impacto positivo: el futuro del cacao amazónico ecuatoriano*. Obtenido de PROAmazonía: https://www.proamazonia.org/sabores-unicos-con-impacto-positivo-el-futuro-del-cacao-amazonico-ecuatoriano/#:~:text=En%20la%20regi%C3%B3n%20Amaz%C3%B3nica%20el,de%20la%20provincia%20de%20Sucumb%C3%ADos.

Sánchez, V., Zambrano, J., & Iglesias, C. (2019). *La Cadena de Valor del cacao en América Latina y El Caribe.* Quevedo: Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina 2019. Obtenido de http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5382

Snoeck, D., Koko, L., Joffe, J., Bastida, P., & Jagoret, P. (20 de Febrero de 2016). Nutrición y Fertilización del Cacao. *Springer International Publishing, 19*, 155-202. Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-3-319-26777-7_4

Solórzano, R., Amores, F., Vasco, S., Quiroz, J., Casanova, T., Garzón, A., . . . Zambrano, F. (2019). INIAP-EETP-800 AROMA 'AROMA PICHILINGUE', NUEVA VARIEDAD ECUATORIANA DE CACAO FINO DE ALTO RENDIMIENTO. *Revista fitotecnia mexicana, 42*(2), 187-189.

Sostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M., & Weigend, M. (octubre de 2011). *Botconsult.* Obtenido de Hoja Botánica: Cacao: http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf

Suárez Salazar, J. C., Melgerejo, L. M., Casanoves, F., Di Rienzo, J., & Da Matta, F. (1 de Noviembre de 2018). Limitaciones de la fotosíntesis en hojas de cacao bajo diferentes sistemas agroforestales en la Amazonía colombiana. *PLOS ONE, 13*(11), 1-13. Obtenido de https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0206149

Tezara Tezara, W., De Almeida, J., Valencia Valencia, E., Cortes Cortes, J., & Bolaños Bolaños, M. (2015). ACTIVIDAD FOTOQUÍMICA DE CLONES ÉLITES DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) ECUATORIANO EN EL NORTE DE LA PROVINCIA ESMERALDAS. *Revista Científica Interdisciplinaría Investifación y Saberes, 4*(3), 37-52.

Tian, M., Yu, G., Él , N., & JihuaHou. (2016). Características morfológicas y anatómicas de las hojas de bosques de coníferas tropicales a templados: mecanismos y factores que influyen. *Scientific reports*. Obtenido de https://doi.org/10.1038/srep19703

Van Vliet, J. A., Slingerland, M., & Giller, K. E. (2015). *Mineral Nutrition Of Cocoa A Review.* Wageningen: Wageningen University and Research Centre.

Van Vliet, J., & Giller, K. (2017). Mineral Nutrition of Cocoa: A Review. *WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH, 141*, 185-270.

Villar Salvador, P. (2003). Importancia de la calidad de planta en los proyestos de revegetación. En J. M. Nicolai Ibarra, J. M. Rey Benayas, & T. Espigares Pinilla, *Restauración de Ecosistemas Mediterráneos* (págs. 66-80). España: Universidd de Alcalá / Asociasión Española de Ecología Terrestre.

11. Anexos

Anexo 1. Evidencias fotográficas.

Figura 17. Establecimiento de malla sarán 80 %.

Figura 18. Procedimiento para determinar concentración de clorofila.

Figura 19. Traslado de hojas que serán utilizadas para densidad estomática.

Figura 20. Aplicación de esmalte para poder observar estomas**.**

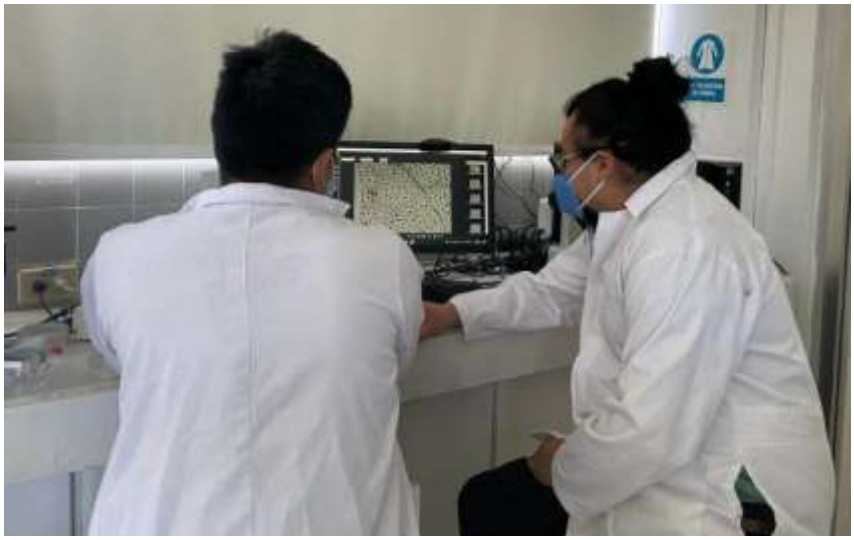

Figura 21. Observación de estomas con aumento 10x.

Anexo 2. Resultados de las diferentes variables en el programa Infostat

Tabla 8. Resultados de la variables diámetro de copa (p-valor significativo < 0,05).

RABS 24/02/2022

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS 24/02/2022	15	0,33	0,15	49,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2336,95	3	778,98	1,81	0,2038
Sombra (%)	104,65	1	104,65	0,24	0,6318
Fertilización (%)	2170,73	1	2170,73	5,04	0,0463
Sombra (%)*Fertilización (..	226,01	1	226,01	0,52	0,4840
Error	4738,54	11	430,78		
Total	7075,49	14			

Tabla 9. Resultados de la variables ASTT del porta injerto (p-valor significativo <0,05).

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS vare	15	0,48	0,34	59,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,73	3	3,58	3,40	0,0570
Sombra	4,30	1	4,30	4,09	0,0681
Fertilización	5,55	1	5,55	5,29	0,0421
Sombra*Fertilización	0,08	1	0,08	0,07	0,7938
Error	11,55	11	1,05		
Total	22,28	14			

Tabla 10. Resultado de la variable concentración de clorofila (p-valor significativo <0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS C TOTAL	12	0,40	0,18	72,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3980,03	3	1326,68	1,81	0,2229
Sombra	3111,49	1	3111,49	4,25	0,0732
Fetilización	547,83	1	547,83	0,75	0,4122
Sombra*Fetilización	320,71	1	320,71	0,44	0,5266
Error	5856,40	8	732,05		
Total	9836,43	11			

Tabla 11. Resultados de la variable densidad estomática (p-valor significativo <0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS Densidad estom (esto..	15	0,13	0,00	78,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2440,25	3	813,42	0,54	0,6637
Sombra	858,19	1	858,19	0,57	0,4656
Fertilización	1279,20	1	1279,20	0,85	0,3759
Sombra*Fertilización	137,20	1	137,20	0,09	0,7681
Error	16521,78	11	1501,98		
Total	18962,03	14			

Tabla 12. Resultados de la variable índice de área foliar (p-valor significativo <0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS IAF	12	0,37	0,14	80,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,02	3	0,34	1,59	0,2673
sombra	0,01	1	0,01	0,03	0,8597
Fertilización	1,01	1	1,01	4,69	0,0622
sombra*Fertilización	0,01	1	0,01	0,03	0,8597
Error	1,72	8	0,22		
Total	2,74	11			

Tabla 13. Resultado de la variable pH del suelo (p-valor significativo <0,05).

RABS 24/02/2022

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS 24/02/2022	15	0,21	0,00	87,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	3	0,02	0,95	0,4481
Sombra	4,0E-03	1	4,0E-03	0,16	0,6930
Fertilización	0,06	1	0,06	2,51	0,1417
Sombra*Fertilización	3,2E-03	1	3,2E-03	0,13	0,7244
Error	0,27	11	0,02		
Total	0,34	14			

Tabla 14. Resultados de la variable conductividad eléctrica (p-valor significativo <0,05).

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS 24/02/2022	15	0,56	0,44	75,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	3	0,05	4,67	0,0244
Sombra	4,7E-03	1	4,7E-03	0,48	0,5044
Fertilización	0,13	1	0,13	13,51	0,0037
Sombra*Fertilización	0,01	1	0,01	0,78	0,3963
Error	0,11	11	0,01		
Total	0,25	14			

Tabla 15. Resultados de la variable longitud del fruto (p-valor significativo <0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS Largo	31	0,08	0,00	58,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,44	3	0,81	0,79	0,5082
Sombra	1,73	1	1,73	1,69	0,2047
Fertilizacion	0,07	1	0,07	0,07	0,7918
Sombra*Fertilizacion	0,34	1	0,34	0,33	0,5704
Error	27,68	27	1,03		
Total	30,12	30			

Tabla 16. Resultados de la variable peso estimado del fruto (p-valor significativo <0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS Peso estimado de frut..	31	0,05	0,00	61,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1502,12	3	500,71	0,48	0,6992
Sombra	494,28	1	494,28	0,47	0,4973
Fertilizacion	13,10	1	13,10	0,01	0,9117
Sombra*Fertilizacion	799,69	1	799,69	0,77	0,3892
Error	28190,52	27	1044,09		
Total	29692,65	30			

Anexo 3. Análisis de suelo al iniciar el estudio en el cultivo *de cacao.*

MC-LASPA-2201-01

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.
Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240

INFORME DE ENSAYO No: 21-0806

NOMBRE DEL CLIENTE: Campoverde Cordova Rosa Carolina
PETICIONARIO: Campoverde Cordova Rosa Carolina
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Campoverde Cordova Rosa Carolina
DIRECCIÓN: PADMI, Yanzatza, Zamora Chinchipe

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 04/11/2021
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 11:37
FECHA DE ANÁLISIS: 04/11/2021
FECHA DE EMISIÓN: 10/11/2021
ANALISIS SOLICITADO: CIC

N° muestra	K	Ca	Mg	Na	Suma de bases	Saturación de bases	CIC	Identificación de la muestra
	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	(%)	meq/100 g suelo	
21-31246	1,03	9,39	4,50	0,84	15,8	SATURADO	13,2	Muestra 1

RESPONSABLES DEL INFORME

JOSE ALONSO LUCERO MALATAY
LABORATORISTA

IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA
RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electronico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la informacion.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.
Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec

INFORME DE ENSAYO No: 21-0806

NOMBRE DEL CLIENTE: Campoverde Cordova Rosa Carolina
PETICIONARIO: Campoverde Cordova Rosa Carolina
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Campoverde Cordova Rosa Carolina
DIRECCIÓN: PADMI, Yanzatza, Zamora Chinchipe

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 04/11/2021
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 11:37
FECHA DE ANÁLISIS: 04/11/2021
FECHA DE EMISIÓN: 10/11/2021
ANALISIS SOLICITADO: S4

Análisis			N		P		S		B		K		Ca		Mg		Zn		Cu		Fe		Mn		Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases*	MO		CO.*	Textura (%)				IDENTIFICACIÓN
Unidad	pH		ppm		ppm		ppm		ppm		meq/100g		meq/100g		meq/100g		ppm		ppm		ppm		ppm					meq/100g	%		%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	
21-3146	4,9	M Ac	138	A	106	A	122,6	A	0,90	B	0,49	A	9,06	A	3,97	A	8,5	A	5,3	A	342	A	115,8	A	2,28	8,06	26,43	13,52	10,9	A		41	36	23	FRANCO	Muestra 1

Análisis	Al+H*		Al*		Na *		C.E. *		N. Total		*		K H2O*	P H2O*	Cl*		N-NO3*	IDENTIFICACION
Unidad	meq/100g						dS/m		%		ppm		ppm	ppm	ppm			

OBSERVACIONES:

*** Ensayos no solicitados por el cliente**

METODOLOGIA USADA			
pH =	Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg =	Olsen Modificado
L.Ca =	Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn =	Olsen Modificado
		B =	Curcumina

INTERPRETACION					
pH				Elemento	
Ac =	Acido	N =	Neutro	B =	Bajo
LAc =	Liger. Acido	LAl =	Liga. Alcalino	M =	Medio
PN =	Prac. Neutro	Al =	Alcalino	A =	Alto
RC =	Requieren Cal			T =	Toxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasion
Al+H =	Titulación NaOH

INTERPRETACION							
Al+H,Al y Na		C.E.				M.O y Cl	
B =	Bajo	NS =	No Salino	S =	Salino	B =	Bajo
M =	Medio	LS =	Lig. Salino	MS =	Muy Salino	M. =	Medio
T =	Toxico					A =	Alto

JOSE ALONSO
LUCERO
MALATAY
LABORATORISTA

IVAN RODRIGO
SAMANIEGO
MAIGUA
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electronico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la informacion.

* Opiniones de interpretación ,etc,que se indican en este informe constituye una guia para el cliente.

Anexo 4. Certificación de traducción del Abstract

Loja, 05 de enero de 2023

CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN

Yo, Lic. Eduardo Luis Cuenca Alulima, Licenciado en Ciencias de la Educación mención Inglés, registro N° 1031-2021-2400859

CERTIFICO:

Que he realizado la traducción de español al idioma ingles del resumen del trabajo de tesis denominado: **"Efecto del sombreo y la fertilización sobre el crecimiento y desempeño agronómico del cacao, clon EETP 800 en la estación experimental El Padmi, ubicada en la provincia de Zamora Chinchipe"** de autoria de **José Eduardo Chamba Uchuari,** con número de cédula **1105670945,** egresado de la carrera de Ingeniería Agronómica de la facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, es fiel traducción al idioma Inglés a mi saber y entender.

Lo certifico en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso de este documento como estime conveniente

EDUARDO LUIS
CUENCA
ALULIMA

Lic. Eduardo Luis Cuenca Alulima

C. I. 1104812928

Registro del SENECYT: 1031-2021-2400859