

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS Y VETERINARIA  
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA



**Adaptabilidad agroclimática del cacao (*theobroma cacao* L.) en la finca la Sopera, comarca Paz Ali, municipio Puerto Morazán, departamento de Chinandega, Nicaragua, periodo 2019-2021**

**Trabajo presentado como requisito para optar al título de Ingeniero en Agroecología Tropical**

ELABORADO POR:

BR. FÉLIX JOEL GONZÁLEZ CENTENO  
BR. BRYAN SAMUEL PINEDA BÁEZ

TUTOR: DR. PEDRO JOSÉ TORUÑO

LEÓN, AGOSTO, 2021

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

## **Agradecimiento**

A Dios padre celestial por darme las fuerzas para seguir adelante cada día para lograr todas las metas propuestas en la vida, por brindarme inteligencia y sabiduría para culminar mi trabajo investigativo.

A mis padres **Félix Antonio González Vivaz** y mi madre **Alba Nubia Centeno Mendoza** por el apoyo incondicional, por instruirme cada día con buenos valores y enseñanza, a mis hermanos por el apoyo emocional para seguir adelante con mis estudios.

A mis maestros por todas las enseñanzas para ser un profesional exitoso, por todos los buenos consejos para ser mejor persona.

A mi tutor **Pedro José Toruño** por brindar ese apoyo en todos los procesos del trabajo investigativo, por el tiempo que ha dedicado con gran esmero.

**Félix Joel González Centeno**

## **Agradecimiento**

Como prioridad en nuestra vida agradezco a Dios, por haber estado conmigo en los momentos más difíciles, por darme salud, fortaleza, responsabilidad y sabiduría, por haberme permitido culminar un escalón más de mi meta en el transcurso de la vida.

A mi abuela **Sofía rodríguez Martínez**, a mis padres **Lester Paul pineda alemán** y **Claudia Eunice Baez Aguilar**, por ser los mejores, por haberme apoyado y por estar presentes en los momentos difíciles, por darme excelentes consejos en el caminar diario que con su ejemplo y dedicación me han instruido para seguir adelante en nuestra vida profesional.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-LEON , a la Facultad de Ciencias Agrarias Y Veterinaria, a sus autoridades y profesores, por abrirnos las puertas y darnos la confianza necesaria para triunfar en la vida y transmitir sabiduría a nuestra formación profesional.

A mi tutor **pedro José Toruño** por su conocimiento, experiencia, profesionalismo, por brindarnos su apoyo, confianza y ayuda incondicional durante el desarrollo de esta investigación y para lograr el éxito deseado en cada una de sus etapas

**Bryan Samuel pineda Baez**

## **Dedicatoria**

Este trabajo se lo dedico primeramente a Dios por darme sabiduría y salud para llegar hasta este punto de mi vida.

A mi madre por apoyarme en todo momento, por sus consejos sus valores por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien; pero más que nada por su amor incondicional. A mi padre por ser mi ejemplo a seguir, por la constancia y perseverancia que lo han caracterizado y que me ha infundado siempre, por el valor que me ha mostrado para seguir adelante y por todo su amor.

A los docentes del departamento de Agroecología quienes fueron pilares de enseñanzas, por guiarme en todo el proceso para llevar a cabo un aprendizaje integral útil para mi vida profesional y personal.

**Félix Joel González Centeno**

## **Dedicatoria**

A Dios, quien ha sido mi guía, fortaleza y por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me ha enseñado a valorarlo cada día.

A mis abuelas **Sofía rodríguez Martínez** y **Adelaida alemán**, a mis padres, **Lester Paul pineda alemán** y **Claudia Eunice Baez Aguilar**, por ser parte fundamental en toda mi vida, quienes con sus esfuerzos, dedicación y sus consejos me han sabido guiar en el transcurso de mi formación profesional siendo un apoyo permanente, hicieron posible que hoy termine esta etapa dentro de mi vida.

A mis hermanos **Lester pineda**, **Abigail Baez** y **Ana Baez** porque me han brindado su apoyo incondicional, durante todo este proceso, velando por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo en todo momento, depositando toda su confianza en cada reto que se me presentaba, ¡Gracias!.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

**Bryan Samuel pineda Baez**

## Índice general

Contenido	pág.
Agradecimiento .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Dedicatoria .....	v
Índice de tablas .....	viii
Índice de graficas .....	ix
Índice de anexos .....	x
RESUMEN .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	3
III. MARCO TEÓRICO .....	4
3.1 Origen del cultivo de cacao.....	4
3.2 Clasificación taxonómica del cacao.....	4
3.3 Descripción botánica de las plantas de cacao.....	4
3.3.1 Tallo .....	4
3.3.2 Raíz .....	5
3.3.3 Hojas .....	5
3.3.4 Promedio de altura, horqueta y diámetro basal del cacao al inicio de producción .....	5
3.4 Variedades del cacao.....	5
3.5 Adaptación de cacao .....	6
3.6 Requerimiento de clima y suelo .....	7
3.6.1 Precipitación .....	7
3.6.2 Temperatura.....	7
3.6.3 Suelos .....	8
3.6.4 Drenaje del suelo y su mantenimiento .....	8
3.7 Variables climáticas y el cultivo de cacao.....	8
3.8 Cambio climático .....	8
3.9 Mecanismos de adaptación del cacao .....	9
3.10 Etapa de establecimiento de un cacaotal en un sistema agroforestal .....	9
3.11 Selección del terreno .....	9

<b>3.12 Establecimiento de la sombra.....</b>	<b>9</b>
3.12.1 Sombra Temporal .....	10
3.12.2 Sombra Provisional.....	10
3.12.3 Sombra Permanente.....	10
<b>3.13 Siembra de plantación .....</b>	<b>10</b>
<b>3.14 Manejo agronómico de una plantación de cacao .....</b>	<b>11</b>
3.14.1 Poda de formación.....	11
3.14.2 Poda de mantenimiento .....	11
3.14.3 Poda fitosanitaria .....	11
3.14.4 Poda de renovación .....	11
3.14.5 Control de malezas .....	12
3.14.6 Fertilización .....	12
<b>3.15 Plagas del cacao.....</b>	<b>13</b>
3.15.1 En la Raíz.....	13
3.15.2 En el Tallo.....	13
3.15.3 En las Hojas .....	13
3.15.4 En Mazorcas .....	13
<b>3.16 Enfermedades más comunes del cacao .....</b>	<b>13</b>
3.16.1 Moniliasis.....	13
3.16.2 Mazorca negra.....	14
3.16.3 Mal de Machete .....	14
3.16.4 Escoba de bruja.....	15
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
4.1 Tipo de investigación .....	16
4.2 Descripción del área de estudio .....	16
4.3 Procedimiento para la toma de datos de la etapa de desarrollo fenológico. ....	17
4.4 Monitoreo sistemático de plagas .....	17
4.5 Monitoreo sistemático de las enfermedades .....	17
4.6 Análisis e interpretación de los resultados .....	19
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>20</b>
5.1 Precipitación y temperatura promedios de los años 2019 y 2020 .....	20
5.2 Altura de las plantas de Cacao.....	21
5.3 Altura de la horqueta.....	22
5.4 Diámetro del tallo.....	23
5.5 Estadísticos descriptivos .....	24

5.6 Incidencia y nivel de daño de plagas.....	25
5.6.1 Presencia de insectos plagas asociados al cultivo de cacao.....	25
5.7 Afectación de enfermedades en el cultivo de cacao.....	26
5.8 Incidencia de antracnosis ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ) .....	26
5.9 Severidad de la enfermedad de antracnosis .....	27
VI. CONCLUSIONES.....	29
VII. RECOMENDACIONES.....	30
VIII. BIBLIOGRAFIA .....	31
IX. ANEXOS .....	34

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L) .....	4
<b>Tabla 2.</b> Promedio de altura, horqueta y diámetro basal del cacao al inicio de producción.....	5
<b>Tabla 3.</b> Parámetro de adaptabilidad y rango de adaptación .....	6
<b>Tabla 4.</b> Escala para la medición de enfermedades foliares .....	19
<b>Tabla 5.</b> Estadísticos descriptivos .....	24



## Índice de graficas

<b>Grafica No. 1</b> Precipitación y temperatura promedios 2019-2020 comarca Paz Ali municipio Puerto Morazán Chinandega.....	
<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	20
<b>Grafica No. 2</b> Promedio de altura de las plantas de cacao, comarca Paz Ali municipio de Puerto Morazán, periodo 2019-2020.....	21
<b>Grafica No. 3</b> Promedio de altura de horqueta de las plantas de cacao, comarca Paz Al municipio de Puerto Morazán, periodo 2019-2020.....	22
<b>Grafica No. 4</b> Promedio de diámetro del tallo (cm) de las plantas de cacao, comarca Paz Al municipio de Puerto Morazán, periodo 2019-2020.....	23
<b>Grafica No.5</b> Incidencia de antracnosis ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ) en el cultivo de cacao periodo 2019-2020.....	27
<b>Grafica No. 6</b> Severidad de antracnosis ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ) en el cultivo de cacao periodo 2019-2020.....	28

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Instrumento de recolección de datos .....	34
<b>Anexo 2.</b> Precipitación y temperatura promedios 2019-2020 .....	36
<b>Anexo 3.</b> Hojas de recolección de datos fenológicos .....	37
<b>Anexo 4.</b> Hojas de muestreo para insectos plaga .....	38
<b>Anexo 5.</b> Galería de fotos .....	39
<b>Foto No.1</b> Colocación de cintas.....	39
<b>Foto No.2</b> Cintas con código de identificación de planta .....	39
<b>Foto No.3</b> Medición de diámetro utilizando vernier .....	39
<b>Foto No.4</b> Medición de altura con la utilización de cinta métrica.....	39
<b>Foto No.5</b> Inspección visual de plagas y enfermedades.....	40
<b>Foto No.6</b> Daños característicos de insecto <i>Colaspis brunnea</i> .....	40
<b>Foto No.7</b> Síntomas característicos de antracnosis provocada por ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ) .....	40
<b>Foto No.8</b> <i>Colaspis brunnea</i> en hojas de cacao.....	40
<b>Foto No.9</b> Identificación de insecto en laboratorio de entomología.....	40
<b>Foto No.10</b> Insecto plaga <i>Colaspis brunnea</i> .....	40
<b>Foto No.11</b> Recolección de muestras para análisis en laboratorio de fitopatología .....	40
<b>Foto No.12</b> Muestras de hongo ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ) .....	40
<b>Foto No.13</b> Montaje de muestras en medios de cultivo .....	40
<b>Foto No.14</b> Muestras antracnosis a 30, 60 y 90 segundos en cloro al 1 %.....	40

## RESUMEN

La investigación sobre adaptabilidad agroclimática del cacao (*theobroma cacao* L.) en la finca La sapera, comarca Paz Ali, municipio Puerto Morazán, departamento de Chinandega, Nicaragua en los periodos de evaluación, 2019-2021. Se determinó la adaptabilidad a condiciones agroclimáticas (temperatura y precipitación), la incidencia y nivel de daño de las plagas y enfermedades en árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.). Se utilizó el método de muestreo sistemático de forma aleatoria. Las plantas de cacao alcanzaron altura promedio de 2.45 m y la horqueta alcanzó altura promedio de 1.32 m de altura a los tres años de edad siendo la recomendada para esta etapa de desarrollo. Se concluye que las plantas de cacao obtuvieron buena adaptabilidad referente a esta zona de estudio, presentando buen desarrollo; árboles frondosos y buena arquitectura, el cultivo de cacao se adapta muy bien a esta zona geográfica ya que sus condiciones climáticas se mantienen dentro de los rangos de adaptación según la tabla de parámetro de adaptabilidad y rangos de adaptación del cultivo según González (2018). La plaga y enfermedad que incidieron fueron el insecto (*Colaspis brunnea*) y la enfermedad de origen fungosa, antracnosis provocada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*.

## I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua ha sido un país con una larga trayectoria agrícola y ganadera fundamentada en las excelentes características de los suelos, abundantes recursos hídricos superficiales y subterráneas para el riego; condiciones climáticas favorables, aunque afectadas en algunas zonas por sequías inter estacionales y un potencial humano con alta tradición agropecuaria. Los suelos del Pacífico se originaron a partir de cenizas volcánicas en la porción norte y central. Estos suelos son francos, o sea que permiten el laboreo, optimizan la retención de humedad, y por su misma estructura y textura, mejoran el desarrollo radicular. Los suelos de Occidente son considerados como los mejores de Centroamérica, dados a su textura, son orientados a la producción de arroz, caña de azúcar y otros. (Castillo, 2011).

El cultivo de cacao fue la base de la economía indígena en Nicaragua desde antes del siglo XVII, hasta mediados del siglo XIX, posterior a eso fue sustituido por cultivos con mayores perspectivas de mercado como: el algodón (*Gossypium hirsutum L*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) y el café (*Coffea arabica L*), hicieron desaparecer grandes extensiones de cacao de la zona del pacífico, especialmente en León, Chinandega, Granada y Masaya, desplazando a los pequeños productores hacia la zona atlántica (Barberena, 2005).

Los factores climáticos críticos para el desarrollo del cacao son la temperatura y la lluvia. A estos se le unen el viento y la luz o radiación solar. El cacao es una planta que se desarrolla bajo sombra. La humedad relativa también es importante ya que puede contribuir a la propagación de algunas enfermedades del fruto. Estas exigencias climáticas han hecho que el cultivo de cacao se concentre en las tierras bajas tropicales (infoAgro, s.f.).

El cacao como rubro no tradicional que ha venido transformándose en los últimos años, logrando convertirse en un cultivo de interés nacional, aunque a la fecha no ocupe un lugar importante en la economía nacional. Desde el punto de vista socio-ambiental, este rubro cuenta con ventajas corporativas derivadas de las condiciones naturales para su producción como es el clima, suelo y humedad; su producción basada en sistemas agroforestales y el rol de las familia como un recurso humano importante para el proceso productivo (Montalvan, 2018).

Este cultivo es uno de los rubros de alto potencial agroecológico para su desarrollo, con 1,853,968.00 hectáreas de tierra, de las que se estima 14,050.00 ha están bajo cultivo con una

producción de 2,702.72 toneladas métricas en manos de 9,316 pequeños y medianos productores, organizados en un 62% en cooperativas, concentradas en las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Norte y Sur y en los departamentos de Matagalpa, Jinotega y río San Juan (Echeverri, 2015).

Nicaragua viene sufriendo un proceso de búsqueda de zonas donde antes existió el cultivo de cacao, con condiciones agroecológicas favorables para su expansión. Debido a la importancia actual de la actividad productiva y comercialización del producto cacao en el mercado externo como interno del país (Johnson et ál, 2008)

Occidente representa un gran atractivo para la expansión de áreas productivas de cacao por sus suelos con grandes características físicas apropiadas para el cultivo, sin embargo, las condiciones climáticas como son las altas temperaturas y estaciones bien marcadas de sequía dificultan el establecimiento de este rubro debido a que es originario de zonas húmedas; por lo tanto, los productores no lo toman en cuenta como una alternativa para la diversificación de sus fincas.

Se realizó una investigación en la finca la sapera del productor Gregorio Avelaes, ubicada en la comarca Paz Alí del municipio de Puerto Morazán del departamento de Chinandega. La presente investigación contribuirá como una nueva alternativa de producción de cacao nacional y a diversificar los sistemas de producción de los productores en esta zona agroecológica. Se consideran variables climáticas y fenológicas; por cuanto, en dicha zona no se han realizado investigaciones de adaptabilidad agroclimática, desarrollo fenológico y su incidencia de plagas y enfermedades en este rubro, con el fin de darle un soporte científico a los resultados; ofreciendo a los productores una nueva alternativa de producción y diversificación de sus fincas.

## II. OBJETIVOS

### General

- Determinar la adaptabilidad a condiciones agroclimáticas e incidencia de plagas y enfermedades de cacao (*Theobroma cacao* L) en la finca La Sopera comarca Paz Ali, municipio Puerto Morazán departamento de Chinandega, Nicaragua.

### Objetivos Específicos

- Caracterizar la altura de las plantas, altura de horqueta y diámetro basal del cacao (*Theobroma cacao* L) bajo las condiciones agroclimáticas de la comarca Paz Ali, departamento de Chinandega, Nicaragua.

- Determinar la incidencia y nivel de daño de las plagas y enfermedades presentes en la plantación de cacao (*Theobroma cacao* L) en la etapa fenológica de desarrollo y formación del árbol.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Origen del cultivo de cacao

El cacao tiene su origen en los trópicos húmedos de América, ya era conocido en México cuando, en 1520, desembarcaron los españoles. Se utilizaba en forma de chocolate. Según la tradición, el árbol tenía origen divino y las semillas cayeron del cielo (theos significa dios en griego y broma alimento (Anacafe, 2004).

El cultivo de cacao es un producto nativo de nuestro país y todo el territorio es apto para su cultivo. Se producen las tres variedades de cacao (el Forastero amazónico, el criollo y el trinitario (BAGSA, 2019).

Se cultiva en los departamentos de Rivas, Granada, Rio San Juan, Matagalpa, Jinotega y la Costa Caribe Norte y Sur. El cultivo del cacao requiere de la sombra de árboles especiales, generando un sistema agroforestal que se asemeja al bosque original, que corresponde a un uso adecuado de la tierra, contribuyendo a mejorar las condiciones ambientales y la economía de las familias productoras (INTA, 2010).

#### 3.2 Clasificación taxonómica del cacao

Tabla 1. Clasificación taxonómica de cacao (*Theobroma cacao* L)

Clasificación taxonómica de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L)	
Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Esterculiaceae
Genero	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>Theobroma cacao</i> L.

**Nota.** Fuente (ARCINIEGAS, 2005)

#### 3.3 Descripción botánica de las plantas de cacao

##### 3.3.1 Tallo

Las plantas de cacao, reproducidas por semillas, desarrollan un tallo principal de crecimiento vertical que puede alcanzar 1 a 2 metros de altura a la edad de 12 a 18 meses. A partir de ese

momento la yema apical detiene su crecimiento y del mismo nivel emergen de 3 a 5 ramas laterales. A este conjunto de ramas se le llama comúnmente verticilo u horqueta

### **3.3.2 Raíz**

Su sistema radicular es pivotante y de rápido crecimiento, seis series de raíces secundarias laterales de desarrollo horizontal. En los primeros 20-25 cm de tierra desde el cuello de la raíz.

### **3.3.3 Hojas**

Las hojas adultas son de color verde, de lámina simple, entera de forma que va desde lanceoladas o casi ovaladas, con una nervadura pinnada y ambas superficies glabras. Las hojas cuando jóvenes son muy delicadas por lo que son apetecidas por los insectos y dañadas por el viento poseen un color verde pálido y al alcanzar su madures hacen el cambio de color (CATIE, s.f).

### **3.3.4 Promedio de altura, horqueta y diámetro basal del cacao al inicio de producción**

Tabla 2. Altura de una planta de cacao al inicio de producción

Altura	3.59 m
Horqueta	1.40 m
Diámetro basal	18.8 cm

Nota: fuente (Villega, 2009)

## **3.4 Variedades del cacao**

Existen 3 variedades reconocidas en las cuales están divididos los cacaos.

### **3.4.1 Acriollados**

Los cacaos criollos tienen las siguiente características o tipificaciones: mazorcas cilíndricas, con diez surcos profundos simple o bien en cinco pares, cáscara verrugosa, que puede ser delgada o gruesa, con una ligera capa lignificada en el centro del peri carpio con o sin depresión en el cuello, puntas agudas en cinco ángulos, rectas o recurvadas. El color de la mazorca puede variar de un color verde hasta rojo, con semillas blancas o ligeramente pigmentadas, que pueden tener una forma cilíndrica u ovalada.

### **3.4.2 Forasteros**



Característicamente estas variedades tienen mazorcas ovoides, amelonadas con diez surcos superficiales o profundos, cáscaras lisas o ligeramente verrugosas, delgadas o gruesas con una capa lignificada en el centro del pericarpio, con los dos extremos redondos y a veces con un pequeño cuello de botella en la base. Las mazorcas son generalmente verdes con tonos blanquecinos o rosado tenue en algunas poblaciones, semillasmoradas, triangulares en corte transversal, aplanadas y pequeñas. (Johnson et ál, 2008)

### 3.4.3 trinitarios

Es la raza más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Se caracteriza por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados de color morado y sabor amargo. Dentro de esta raza destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, sambito, Calabacillo y Angoleta. (Anacafe, 2004)

### 3.5 Adaptación de cacao

Para la adaptación oportuna del cacao necesita de un clima tropical, de suelos profundos con buen drenaje, libre de acumulaciones del hierro, rico en materia orgánica y alto contenido de nutrientes. En el siguiente cuadro se describen las principales condiciones agroclimáticas del cultivo, según (Gonzalez, 2018).

Tabla 3. Parámetro de adaptabilidad y rango de adaptación

<b>Parámetro de adaptabilidad y rango de adaptación</b>	
Piso Altitudinal (Óptima)	900 msnm
Rango (Máximo y Mínimo)	0-1.200 m.s.n.m.
Temperatura (Óptima)	24° C
Rango (Mínimo y Máximo)	20-30° C
Humedad relativa	77-85% (optimo 80%)
pH Suelo	5.5 -6.5° (optimo 6,2°)
Textura Suelo	F, Fa, FL, FAL
Fotoperiodo	11.5 h/día (Sombra)
Precipitación óptima	2500 mm (bien distribuidos)
Precipitación Mínima y Máxima	1 500 -2 500 mm
Topografía	15° o 25%de pendiente máximo

---

**Fuente:** (Gonzalez, 2018)

### **3.6 Requerimiento de clima y suelo**

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, en suelos profundos, fértiles y bien drenados, ricos en materia orgánica (Arvelo et ál, 2017).

#### **3.6.1 Precipitación**

Los requerimientos de agua para el cultivo de cacao están estimados de entre 1500 a 2500 mm en las zonas bajas y cálidas y de 1000 a 1500 mm en las zonas más altas o frescas. Usualmente a través del mundo en la mayoría de las regiones cacaoteras la cantidad de lluvia excede la evapotranspiración, necesitando esto suelos bien drenados para eliminar el excedente. Igualmente, la distribución de las lluvias mensualmente juega un papel importante tanto como por su falta que como por exceso. Si la época seca se prolonga relativamente en una zona, la cosecha se puede concentrar en períodos cortos, mientras que en lugares donde no existen los períodos secos prolongados, se puede obtener una cosecha permanente durante todo el año usualmente con dos o tres picos de producción no muy pronunciados (Johnson et ál, 2008).

#### **3.6.2 Temperatura**

La temperatura influye en algunos factores importantes en la producción de cacao, entre estos están la formación de flores y la maduración de frutos, como ejemplo se ha visto que, en locales más fríos, la maduración de frutos tarda desde 167 hasta 205 días mientras que las zonas más calientes con promedios de 25 a 26 °C, las mazorcas maduran en 140 a 175 días.

La mayoría de los sitios donde se produce cacao las temperaturas medias fluctúan ente 25 y 26°C. Aunque se pueden encontrar plantaciones comerciales de buenos rendimientos en zonas donde la temperatura media es de 23 °C también del otro lado del espectro.

Aunque son varios los factores que afecta temperatura, tales como latitud, topografía, nubosidad y precipitaciones, las influencias de muchos de estos factores se pueden alterar con el uso de sombra (Johnson et ál, 2008).

### **3.6.3 Suelos**

El cultivo del cacao requiere de suelos profundos y con abundante materia orgánica, que no sean pedregosos ni endurecidos, con buen drenaje durante el invierno y que conserve la humedad durante el verano (Navarro et ál, 2006).

### **3.6.4 Drenaje del suelo y su mantenimiento**

La construcción de drenajes mediante canales superficiales en la preparación del terreno, favorece la aireación del suelo, mejora la estructura y regula el nivel freático alto, esto permite mejor desarrollo de raíces. El cacao no soporta más de 10 días con el cuello de la planta bajo el agua (INTA, 2010).

### **3.7 Variables climáticas y el cultivo de cacao**

El crecimiento y desarrollo del cacao son altamente dependientes del clima. Este influye en tres fases de la producción del cultivo de cacao: la germinación, establecimiento y rendimiento. En regiones donde la precipitación y la temperatura están definidas la floración se reduce en periodos secos y de lluvia. Las variaciones en la disponibilidad del agua en épocas de verano intenso es el factor climático preponderante que controla los procesos fisiológicos de la planta. El crecimiento de las plantas jóvenes del cacao es controlado por mecanismos endógenos (factores fisiológicos y genéticos) y en las adultas por factores externos (factores ambientales) (Altamirano, 2012).

### **3.8 Cambio climático**

La cacaocultura tiene el reto de aumentar la resiliencia a los riesgos múltiples relacionados con el cambio climático y el ambiente. El cambio climático se puede definir como la variación sustantiva y significativa del clima, atribuible directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera y cuyos efectos se suman o afectan la variabilidad natural del clima. Este fenómeno es resultado del aumento de la concentración de ciertos gases en la atmósfera (gases de efecto invernadero), fundamentalmente dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, producidos por actividades humanas vinculadas al uso de combustibles fósiles, la industrialización, la agricultura y el cambio en el uso del suelo

Los factores que más importancia climática tienen para el cacao son la temperatura y la lluvia. Ellos son, sin lugar a duda, los que limitan las zonas para su cultivo y son considerados como los factores climáticos críticos para su desarrollo. En África se concentra la mayoría de las

exportaciones mundiales de cacao, a raíz de esto crecen aceleradamente en la producción. Sin embargo, en los próximos 15 años la competitividad de estos países africanos se puede ver amenazada por el incremento en la temperatura media como consecuencia del cambio climático, lo que podría disminuir considerablemente las áreas idóneas para el cultivo del cacao (Arvelo et ál, 2017)

### **3.9 Mecanismos de adaptación del cacao**

En los últimos años ha habido un gran interés a nivel mundial por reducir los impactos del cambio climático. La temperatura de la tierra ha incrementado 0.74 °C entre 1906 y 2005. Para enfrentar este incremento el principal mecanismo ha sido de mitigación mediante acciones para reducir las emisiones de GEI o aumentar las existencias en ecosistemas; Una forma de mantener estables las condiciones ambientales para la producción de cacao es su establecimiento en sistemas agroforestales o bajo sombra natural, esta ofrece un microclima favorable para el cultivo (Altamirano, 2012)

### **3.10 Etapa de establecimiento de un cacaotal en un sistema agroforestal**

El cultivo de cacao se desarrolla en un sistema agroforestal, que le ayuda a amortiguar el calor. Diferentes aspectos interactúan y juegan un rol importante dentro del sistema: conservación de suelo y agua, mejoramiento de microclima (radiación solar, temperatura, viento), protección (cortinas rompe vientos, estabilización de taludes), control de malezas (cobertura y exceso de sombra), servicios ambientales (regulación hídrica, fijación de carbono, conservación de biodiversidad) (INTA, 2010).

### **3.11 Selección del terreno**

Se recomienda realizar un reconocimiento del sitio seleccionado para conocer el nivel de fertilidad y limitantes como: mal drenaje, mantos de rocas cerca de la superficie, grados de pendiente.

### **3.12 Establecimiento de la sombra**

El cultivo de cacao en sistema agroforestal necesita sombra, la que tiene una función importante en las diferentes etapas del cultivo. Los tipos de sombra son: sombra temporal provisional y sombra permanente (Navarro et ál, 2006).

### **3.12.1 Sombra Temporal**

Brindar sombra temporal a las plantas de cacao jóvenes les ayuda a obtener un crecimiento más rápido, contribuye a reducir la evapotranspiración y genera cobertura ante la radiación solar directa. Estos cultivos solo se quedan en la parcela hasta que el cacao desarrolle totalmente su follaje, en algunos países la duración de la sombra puede variar entre 2 a 5 años (Arvelo et ál, 2017).

### **3.12.2 Sombra Provisional**

Los bananos o plátanos (*Musáceae sp.*), Serocontil (*Senna reticulada*), se consideran como sombra provisional y se siembran un año antes entre las calles del cacao. La duración de la sombra puede variar de 2 a 5 años (INTA, 2010).

### **3.12.3 Sombra Permanente**

Este tipo de sombra debe sustituir a la sombra temporal cuando el cultivo de cacao se haya desarrollado lo suficiente. La sombra permanente regula la temperatura, humedad y luz dentro del cacaotal. Además, se deben seleccionar árboles que no alojen plagas ni enfermedades que puedan afectar al cacao. Los árboles de sombra permanente mejoran las propiedades del suelo incrementando la materia orgánica y facilitando el drenaje (Arvelo et ál, 2017).

Debe ser con árboles mucho más altos que el cacao, que den sombra como: Guaba blanca (*Inga Densiflora*); Guabo (*Inga Goldmanii*); Poro (*Eritrina poeppigiana*); Laurel (*Cordia alliodora*) u otro sistema agroforestal que incluya arboles forestales y frutales cítricos, aguacate (*Persea americana*) (INTA, 2010).

### **3.13 Siembra de plantación**

La densidad de plantas que se usa en plantaciones de cacao bajo sombra es de 1,100 plantas por hectárea sembradas a 3 x 3 m en cuadro. El trazado y estaquillado se realizan según el método de siembra, se trazan líneas madres que sirven para orientar la dirección de los surcos, luego el estaquillado se hace para marcar el sitio donde se hace el hoyo para la siembra. En terreno plano asegure un buen drenaje y cuando la siembra se hace en terrenos con pendientes mayores a 10%, el trazado se hace en curvas a nivel (INTA, 2010).

### **3.14 Manejo agronómico de una plantación de cacao**

Durante el primer año del establecimiento de una plantación de cacao, se presentan pérdidas de plantas ocasionadas por daños mecánicos, animales, plagas y enfermedades. Hay que cuidar bien el plantío, para que estos daños no pasen de un 2% y efectuar las resiembras correspondientes para mantener la plantación uniforme (INTA, 2010).

#### **3.14.1 Poda de formación**

Al realizar la poda es importante balancear el crecimiento vegetativo con el reproductivo, para lograr un adecuado desarrollo y una buena producción. En la poda se remueven tejidos para reorientar o arreglar la estructura del árbol, condicionándolo para que optimice su potencial de rendimiento.

Con la poda de formación se busca una estructura (forma) apropiada del árbol, orientada a mantener en el futuro una capacidad productiva sostenida, un buen estado fitosanitario y sobre todo facilitar el manejo general del mismo (PROCACAO, 2015).

#### **3.14.2 Poda de mantenimiento**

Esta poda permite mantener la forma de la planta y la altura adecuada de 3 metros para facilitar la cosecha. Consiste en eliminar los chupones y retoños, las ramas muy juntas, las que crecen hacia adentro, las que están dañadas o muertas. También debemos despuntar las ramas que están muy altas o van hacia abajo. Esta poda es recomendable que la hagamos 1 o 2 veces por año, después de la cosecha o después de una poda de árboles de sombra (López, 2012).

#### **3.14.3 Poda fitosanitaria**

Tiene por finalidad eliminar todas las partes atacadas y/o dañadas por plagas, enfermedades o acción mecánica que se presentan en las plantas de cacao (ramas torcidas y/o desgarradas). Debe comprender también la recolección de frutos dañados o enfermos (Fedecacao, 2014).

#### **3.14.4 Poda de renovación**

La renovación de un cacaotal se efectúa cuando las plantas por su edad se vuelven improductivas. Se hace por sustitución de plantas con siembra nueva, mediante poda selectiva en etapas para no maltratar mucho la planta y en plantaciones muy deterioradas con receo de árboles, se corta el tronco a 70 cm de la base del suelo para provocar el ahijamiento y tener vástagos para injertar el material que sustituye a la planta adulta

### **3.14.5 Control de malezas**

El control de malezas es muy importante para evitar el exceso de humedad en el ambiente y facilitar la circulación del aire, reduciendo la presencia de enfermedades causadas por hongos que afecten a las plantas.

El control de las malezas es una de las labores que más absorbe presupuesto para pago de mano de obra en los primeros tres años del cultivo. Debido a la mayor entrada de luz solar al suelo hay más proliferación de malezas en ese periodo, por lo cual el control debe realizarse con la frecuencia necesaria, para no afectar el desarrollo de las plantas (PROCACAO, 2015).

### **3.14.6 Fertilización**

La fertilización es una práctica tan importante o más en cacao que en algunos otros cultivos, especialmente cuando se conoce que muchos cacaotales son establecidos en suelos de condiciones físicas aceptables, pero con limitaciones químicas en uno o varios elementos.

El cacao, aunque es una planta rústica requiere de por lo menos 12 nutrientes, para ser altamente productivo de los cuales los más importantes son nitrógeno, potasio y fósforo. Es importante recordar que hay una relación entre los efectos de la luz y el grado de nutrición del cacao, es este complejo fertilización-sombra uno de los factores más decisivos para obtener buenas producciones por unidad de superficie.

Antes de iniciar un programa de fertilización es importante que el productor entienda que esta es solo una de las prácticas de manejo del cacaotal y que está conectada muy de cerca a las otras actividades culturales del cacaotero en especial las podas y el control de la sombra. Antes de iniciar un programa de fertilización, es importante hacer un análisis de suelos para de esta forma determinar las necesidades y frecuencia de aplicación. Es importante recordar que una vez realizado el cálculo de necesidades por área, que se haga lo mismo por árbol. Por lo general una cosecha de 1000kg/ha, extrae del suelo aproximadamente 44kgs de N, 10 kg de fosfato y 77 kg de potasio, así como otras cantidades de elementos menores (Johnson et ál, 2008).

### **3.15 Plagas del cacao**

#### **3.15.1 En la Raíz**

Gallina Ciega (*Phyllophaga sp.*), Gusanos cortadores (*Agriotis sp.*), son plagas masticadoras nocturnas que se presentan en áreas donde crecieron zacates (gramíneas). Se alimentan de materia orgánica en descomposición, hacen galerías en el suelo y a su paso cortan raíces de las plantas.

#### **3.15.2 En el Tallo**

El *Xyleborus sp.*, del orden Coleóptera es la plaga que más daño causa, hace galerías en la madera del árbol lo que causa la muerte de la planta en poco tiempo, sobre todo en plantas de un año. En cacao adulto se asocia con el Mal del Machete (*Ceratocystis, fimbriata*).

#### **3.15.3 En las Hojas**

Son atacadas por insectos cortadores, masticadores y chupadores de los órdenes Crisomelidos (*Diabrotica spp.*), Coleoptera, Lepidopteros como: orugas, enrolladoras de hojas y larvas esqueletizadoras de hojas. Himenoptera como los Zompopos (*Attasp.*), Abejas negras o Trigonas (*Tetragonisca angustula*).

#### **3.15.4 En Mazorcas**

Las ardillas, monos, ratas y el pájaro carpintero dañan las mazorcas y extraen las almendras. Cuando estos animales se presentan en cantidades grandes, constituyen plagas muy serias.

Entre los insectos chupadores están los Áfidos (*Aphis spp.*) del Orden Homóptera, que afectan brotes nuevos y cojines florales. Los Trips (*Trips spp.*), del orden Thysanoptera que atacan en condiciones de poca sombra y producen manchas necróticas. Los ácaros rojos (*Tetranychus urticae*) y arañas rojas (*Tetranychus turkestanii*) que producen atrofia, mal formaciones, manchas amarillas y defoliaciones de los brotes terminales. Entre las especies de chinches que son chupadores está el cápsido del Cacao (*Monalonion braconoides*), del orden Hemíptera que atacan retoños, flores, y frutos.

### **3.16 Enfermedades más comunes del cacao**

#### **3.16.1 Moniliasis**

La moniliasis del cacao es producida por el hongo *Moniliophthora roreri*, que se alimenta de los frutos del cacao y, por tanto, los daña. La enfermedad se manifiesta con síntomas diversos según la edad del fruto en el momento de ser atacado. Este hongo produce millones de esporas o



semillas, que se multiplican rápidamente cuando el cacao está mal manejado y el ambiente es favorable para la reproducción del *M. royeri*.

Los daños ocasionados por la moniliasis varían con el manejo del cultivo, las condiciones ambientales y la semilla de cacao utilizada. Por esto; es importante tener en cuenta que su impacto es muy variable dentro de los mismos clones o híbridos. En plantaciones ubicadas en zonas húmedas y sin un manejo adecuado del cultivo, es frecuente observar pérdidas superiores al 80%. Sin embargo, bajo condiciones de manejo óptimas, los daños se disminuyen considerablemente a niveles inferiores al 8% (Alarcon et ál, 2012).

### **3.16.2 Mazorca negra**

La mazorca negra, causada por especies de *Phytophthora*, inicia sobre la superficie de la mazorca con una mancha descolorida, sobre la que posteriormente se desarrolla una lesión chocolate o negra con límites bien definidos. En dos semanas, ésta se empieza a dispersar hasta alcanzar toda la superficie de la mazorca. Sobre mazorcas mayores a tres meses de edad, las infecciones inician principalmente en la punta o al final del pedúnculo que une a la mazorca). Los granos o almendras de las mazorcas enfermas permanecen sin daño por varios días, después de iniciar la infección en la cáscara. Esto significa que la cosecha frecuente puede prevenir muchas pérdidas de la producción.

Las infecciones ecuatoriales están usualmente asociadas con el daño por heridas de la superficie de la mazorca; en ella se involucra la pudrición total del tejido carnoso como también la pulpa y las semillas. Los frutos cercanos a la madurez fisiológica, con semillas no muy grandes y sin contacto cercano con la cáscara no presentan infección de semillas y pueden ser cosechados y fermentados. El patógeno aparece sobre la superficie de la mazorca como una pelusa blanquecina sobre la que se forma la masa de esporangios. La mazorca finalmente se ennegrece y marchita, y es colonizada por hongos secundarios. *P. palmivora* puede causar marchitez en mazorcas inmaduras o cerezas, pero es necesario distinguirla de la marchitez fisiológica relacionada con estrés por un excesivo número de frutos en el árbol (Suárez et ál , 2010).

### **3.16.3 Mal de Machete**

Esta enfermedad, causada por el hongo *Ceratocystis fimbriata*, puede causar pérdida total de los árboles que afecta, aunque esto solo suele suceder si no se detecta la enfermedad a tiempo. El nombre se le atribuye debido a que se distribuye por el machete o cuchillo con que se hacen los

trabajos culturales en el plantío (poda, deshierba, cosecha de mazorcas), en la mayoría de las veces el trabajador no se da cuenta cuando un árbol está infectado y de esta forma sin desinfectar la herramienta lo disemina de un árbol a otro. Los primeros síntomas de la enfermedad son la muerte de varias hojas, las que se ponen cloróticas antes de secarse. Sigue la muerte de las demás hojas hasta que todo el árbol se muere, siempre quedando las hojas secas pegadas al árbol durante varias semanas (Johnson et ál, 2008).

#### **3.16.4 Escoba de bruja**

Esta enfermedad es causada por el hongo *Crinipellis pernicioso*, A nivel de yemas tanto terminales como axilares, ocasiona una brotación anormal, presentando una concentración de ramas a partir de un solo punto, síntoma conocido como escoba.

En los cojines florales afectados las flores quedan adheridas a este por un tiempo mayor de lo normal; estas flores engrosan su pedicelo, adquieren un mayor tamaño y por lo regular el ovario se desarrolla sin ser fecundado dando lugar a los frutos llamados «chirimoyos». El cojín afectado emite brotes que presentan sintomatología de escoba de bruja.

El ataque en los frutos es más severo en los frutos menores de 3 meses. Si los frutos son atacados estando tiernos se dan en éstos malformaciones similares a las de moniliasis. Si el ataque es sobre frutos más desarrollados se presenta una mancha negra brillante circular, con daño total de sus almendras. Si los frutos son atacados cuando tienen más de 4 meses se presentan islas de color verde, rodeadas de color normal de madurez (Colonia, 2012)

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Tipo de investigación**

La investigación es de carácter descriptivo, de corte longitudinal, se describen y caracterizan las problemáticas que se presentaron en la etapa de desarrollo y formación del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) para valorizar su adaptabilidad en la zona, Municipio de Puerto Morazán comarca Paz Alí periodo 2019-2020

### **4.2 Descripción del área de estudio**

El área de estudio consta de árboles individuales de cacao (*Theobroma cacao* L.) acriollado con un promedio de tres años de edad establecidos a una distancia de 4.5 m x 3 m con una densidad poblacional de 740 plantas por hectárea, donde la unidad de muestras fueron 78 plantas. El área de cacao esta sombreada solo por plantas de musáceas (plátano) a una distancia de 4 x 2.5 m con una densidad poblacional de 1000 plantas por hectárea. El estudio se realizó en la finca La Sopera comarca Paz Ali municipio Puerto Morazán con altitud media de 4msnm, tipo de suelo franco arcilloso con pH de 7. Las condiciones agro climáticas en esta etapa de evaluación fueron 28.11°C, 1 759.79 mm para el 2019 y 28.03°C con 2 531.30 mm de precipitación para el 2020, los datos climáticos fueron proporcionados por la estación meteorológica del ingenio Monte Rosa.

Se evaluaron un total de 78 plantas las cuales presentaban una altura promedio al inicio del estudio de 1.23 m, con horqueta de 0.93m y diámetro basal 1.8 cm a edad de 22 meses, dándole seguimiento hasta los 36 meses (3 año) la cual comprende la etapa de desarrollo y formación del árbol.

Puerto Morazán es un municipio del norte del departamento de Chinandega. La cabecera de este municipio es el poblado de Tonalá (cuyo nombre oficial es Santa Rita de Tonalá). El clima de Puerto Morazán es tropical de sabana, con temperatura promedio de 27 grados Celsius. Es ligeramente más fresco que el resto del clima en el departamento de Chinandega. Está ubicado entre las coordenadas 12°50' Norte y 87°10' Oeste. Limitado al norte por el municipio de Somotillo , al sur el municipio de El Viejo , al este por Chinandega y Somotillo y al oeste por el municipio de El Viejo. Con una extensión territorial 517 Km<sup>2</sup> (Ecured, 2012).

### **4.3 Procedimiento para la toma de datos de la etapa de desarrollo fenológico.**

El número de plantas que se evaluaron se obtuvo mediante la adaptación del tipo de muestreo sistemático, donde el tamaño total de la plantación fue de 740 plantas, las cuales se dividieron entre el número de hileras (28), dando como resultado 26 plantas por hilera de las cuales se evaluaron la planta 3, 9 y 15. Las plantas de los bordes no se tomaron en cuenta ya que estas pueden alterar la información de una investigación debido a que muchos factores pueden influir en esta (Castro et ál, 2013).

Las plantas que fueron seleccionadas por cada hilera se les colocaron cintas de bolsa plásticas con código de identificación el cual reflejaba: H= número de hilera P= número de planta.

**Medición de altura:** la medición de la altura de los árboles de cacao se tomó desde la base del tallo hasta el ápice de la rama más alta con la utilización de cinta métrica expresando el resultado en metros.

**Medición de altura de horqueta:** la altura de la horqueta que va desde la base del tallo hasta la inserción de las ramas se tomó con cinta métrica expresando los resultados en metros

**Medición de diámetro:** el diámetro basal de los árboles de cacao se tomó a 5 cm altura desde la base del tallo con la utilización de vernier expresando sus resultados en centímetros

Las mediciones para las variables sub variables fenológicas, plagas y enfermedades se realizaron cada 15 días en el periodo 2019-2020 entre los meses de septiembre-noviembre de cada año, para un total de 12 muestreos representativos.

### **4.4 Monitoreo sistemático de plagas**

Para la identificación de insectos plagas se evaluaron las mismas plantas que fueron seleccionadas mediante el tipo de muestreo sistemático, mediante la técnica de observación visual, muestreo más usado debido a que es simple de utilizar, involucra conteo directo de los artrópodos por unidad de área o hábitat, en el lugar o sitio de muestreo. Los conteos se realizaron al observar la planta entera o estructuras específicas dentro de ellas, es decir, observaciones del follaje y luego se registra la cantidad de insectos por parte (Zamorano, 2006).

### **4.5 Monitoreo sistemático de las enfermedades**

Para el monitoreo de las enfermedades se realizó un diagnóstico presuntivo por estratos de las plantas que fueron seleccionas mediante el método de muestreo sistemático donde se observó todos

los órganos de las plantas para verificar si presentaban síntomas de alguna enfermedad. Posteriormente se corroboró con un diagnóstico de laboratorio para los síntomas indicadores de la enfermedad antracnosis provocada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*.

Se seleccionó una muestra representativa del problema causado por la enfermedad antracnosis en campo; las partes recolectadas debían mostrar los síntomas característicos de la enfermedad, se evitaron muestras con daños demasiados avanzado o en estado de descomposición, las muestras se guardaron en bolsas de papel con el propósito de reducir la humedad y retrasar la descomposición de los tejidos vegetales, para luego proceder al diagnóstico en laboratorio.

Para realizar el diagnóstico en laboratorio, de las hojas de cacao con síntomas de antracnosis se cortaron trozos de 1 cm de la hoja donde mostraban los síntomas característicos del hongo, se montaron tres muestras las cuales se desinfectaron en cloro al 1% durante 30, 60 y 90 segundos por cada muestra, posteriormente se introdujeron en agua destilada por 60 segundos. Seguido las muestras de *Colletotrichum gloeosporioides* se aislaron en medio de cultivo PDA (papa dextrosa agar) al 10%.

La incidencia de la enfermedad antracnosis resulta de contar las plantas o partes de las plantas con síntomas, esto significa que puede ser expresada como porcentaje de plantas enfermas, frutos enfermos, hojas enfermas, etc. El cálculo de incidencia de la enfermedad se efectúa mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{número de plantas enfermas} \times 100}{\text{Número total de plantas evaluadas}}$$

La severidad nos permitió determinar la gravedad de las enfermedades; está referida al porcentaje de tejido afectado por la enfermedad. Se utilizó la medición de enfermedades foliares (Salazar, 2009) para minimizar los errores y que el estimado de la enfermedad sea lo más exacto posible, incrementando la precisión y exactitud de los resultados.

La primera columna muestra los niveles de severidad que el evaluador establece y la segunda columna muestra el porcentaje de tejido dañado en la planta.

La presente escala de evaluación consta de seis categorías claramente definidas, basadas en el porcentaje de daño causado por la enfermedad en el área foliar de la planta.

Tabla 4. Escala para la medición de enfermedades foliares

Escala	Descripción	Porcentaje de tejido sintomático
1	Planta sana	0
2	Inicio de infección	1-25
3	Medianamente enferma	26-50
4	Altamente enferma	51-75
5	Totalmente infectada	76-99
6	Planta muerta	100

**Fuente:** Escala para la medición de enfermedades foliares (Salazar, 2009)

Fórmula para medir la severidad.

$$\text{Severidad} = \frac{\Sigma(\text{número de plantas enfermas} \times \text{cada grado}) \times 100}{\text{Número de plantas evaluadas} \times \text{grado mayor}}$$

#### 4.6 Análisis e interpretación de los resultados

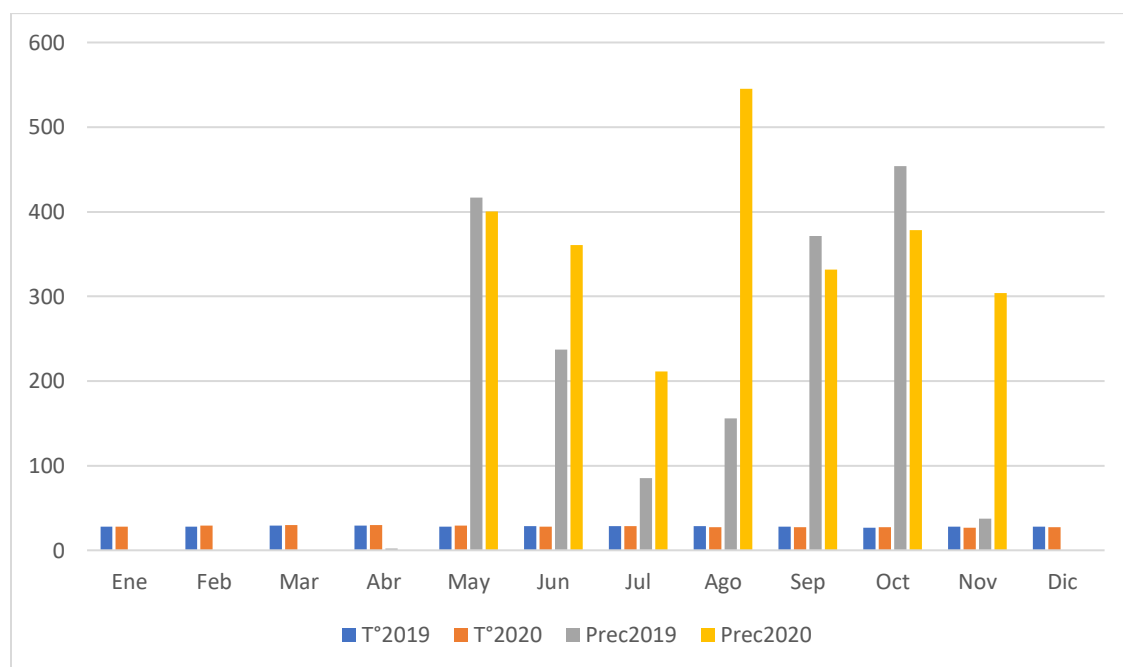
Los datos fueron ingresados a una base de datos digital en el programa Excel del paquete Microsoft Office 2010 para la elaboración de gráficos, y en programa estadístico SPSS versión 23, para elaboración de cuadro descriptivo de las variables fenológicas.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Precipitación y temperatura promedios de los años 2019 y 2020

La temperatura y la precipitación son dos variables climáticas que ejercen una gran influencia sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de cacao por el cual se consideró relacionar los datos climáticos de la zona de estudio con el comportamiento que tuvieron las plantas en estos periodos de evaluación.

La temperatura promedio en el año 2019 se mantuvieron en un rango de 26.6° C y 29.4 °C, en el año 2020 fue 26.4 °C y 29.7°C siendo estas condiciones favorables para el desarrollo del cultivo en la zona, por lo que se mantienen en el parámetro de adaptabilidad y rango de adaptación según lo descrito por Gonzales, (2018) refleja que la temperatura óptima para el cultivo es de 24° el cual tiene un rango de adaptación de 20-30°C. Las precipitaciones en el año 2019 fueron de 1,759.7 mm y en el año 2020 aumentaron a 2,531.3 mm cumpliendo con los requerimientos de agua estimados para el cultivo, Johnson *et al* menciona que el cultivo de cacao requiere de 1500 a 2500 mm por año.



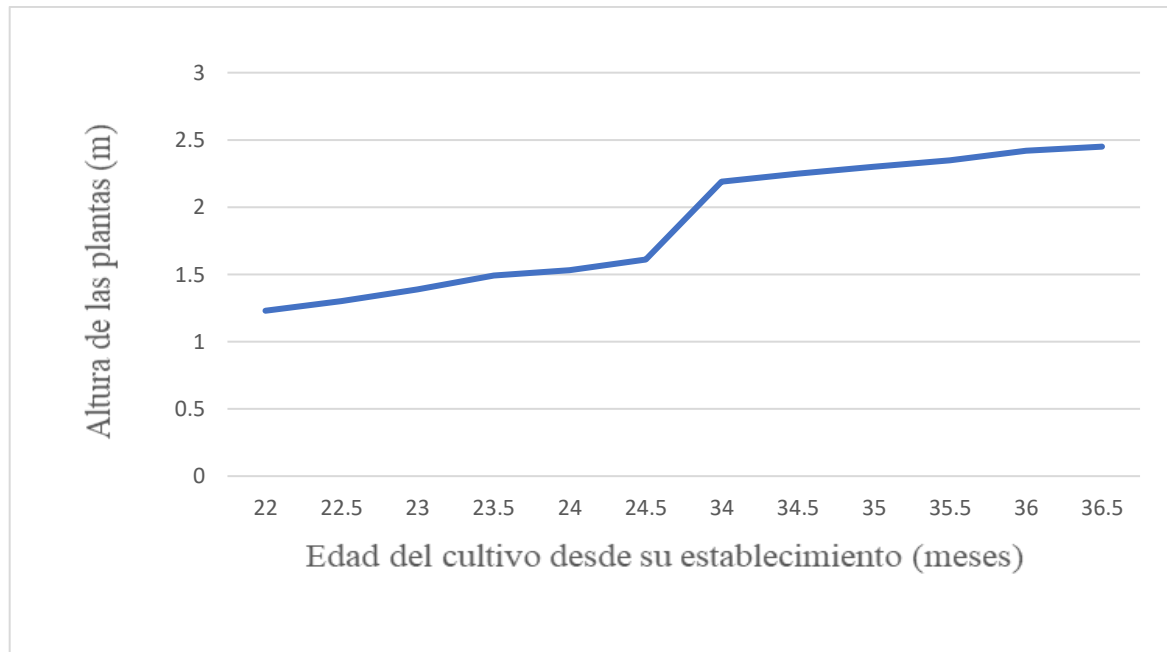
**Grafica No. 1** Precipitación y temperatura promedios 2019-2020 comarca Paz Ali municipio Puerto Morazán Chinandega.

## 5.2 Altura de las plantas de Cacao

Los resultados que a continuación se presentan corresponden a las evaluaciones de la sub variable altura de las plantas de cacao *Theobroma cacao* L de la en la etapa de desarrollo fenológico y formación del árbol.

En la gráfica 2, se observa la dinámica de desarrollo vegetativo de las plantas de cacao de 2 a 3 años desde su establecimiento dando como resultado una altura promedio 1.23 m a los 22 meses después del trasplante alcanzando un promedio de 1.53 m a los 24 meses, con un aumento total de 0.92 m a los 36 meses (3 años) para un promedio de altura de 2.45 m CATIE (2012) menciona que en la etapa de desarrollo y formación del árbol que inicia desde el primero al tercer año de edad la planta tiene una altura promedio de 1.50 m aumentando en la tercera etapa del ciclo de vida de cacao que consiste en el desarrollo de las copas e inicio de producción, la planta alcanza un promedio de 4 metros para el cuarto año.

Las plantas de cacao alcanzaron una altura máxima de 3.50 m a los 36.5 meses (3 años) después del trasplante, altura similar a la obtenida por Villega (2009) La cual fue 3.59 metros en condiciones edafoclimáticas óptimas para el desarrollo del cultivo.



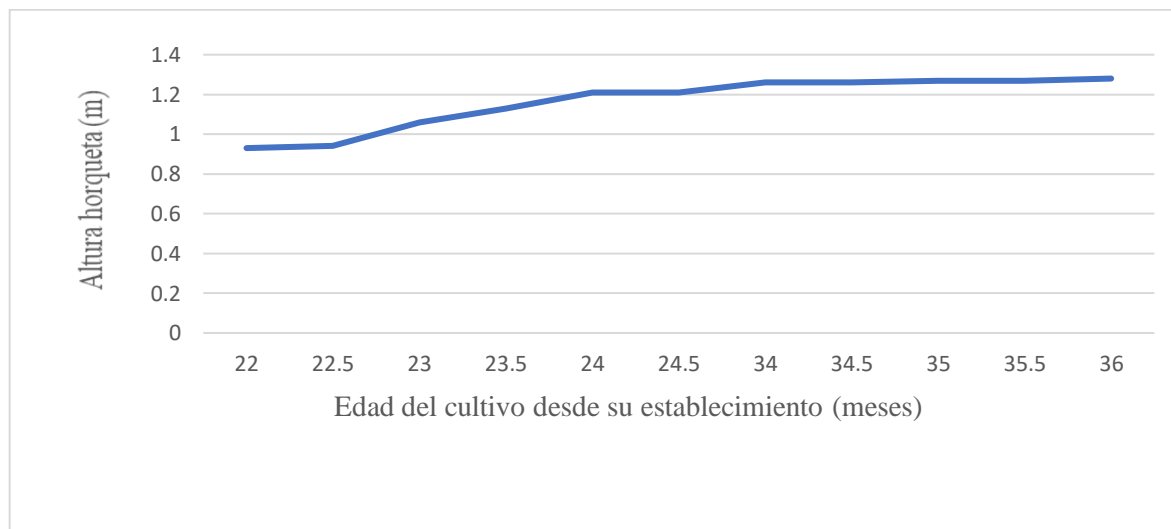
**Grafica No. 2** Promedio de altura de las plantas de cacao, comarca Paz Ali municipio de Puerto Morazán, periodo 2019-2020.



### 5.3 Altura de la horqueta

Los resultados que a continuación se presentan corresponden a las evaluaciones de la sub variable altura de la horqueta de las plantas de cacao *Theobroma cacao* L de la en la etapa de desarrollo fenológico y formación del árbol.

En la gráfica 3, podemos observar la dinámica de desarrollo de la horqueta de las plantas de cacao *Theobroma cacao* donde se aprecia la altura promedio de la horqueta desde los 22 meses ( $\approx$  dos años) hasta los 36 meses (3 años) desde su establecimiento; la cual va desde 0.93 m a 1.32 m con un aumento de 35 cm de los 2 a los 3 años; la altura promedio de horqueta en los árboles de cacao, obtenida a los 36 meses de edad en la zona de estudio, está dentro del rango de las más recomendadas las cuales van de 1.30 m a 1.50 m ya que facilita la poda de las plantaciones y el manejo de las enfermedades Meléndez (1991), por ende se determinó que el cultivo de cacao tiene buen comportamiento de adaptabilidad en estas condiciones climáticas presentando una buena altura y arquitectura en su horqueta, la cual coincide con la media obtenida por Villega (2009) en su investigación sobre Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de *Theobroma cacao* L. en Waslala, RAAN la cual fue de 1.40 m bajo condiciones óptimas de desarrollo para el cultivo.

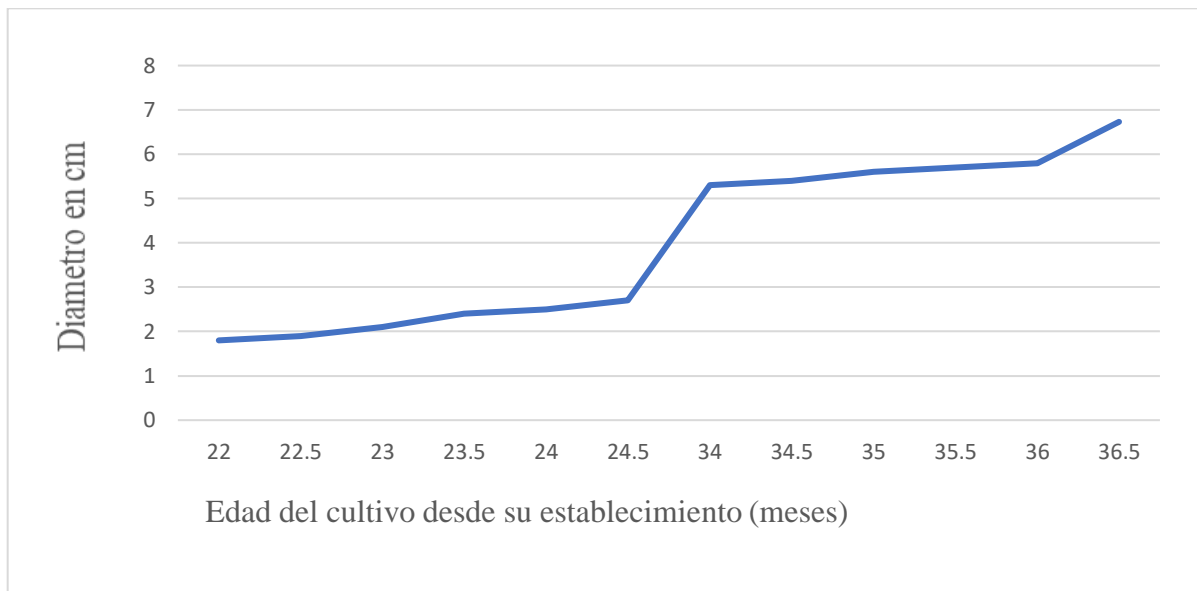


**Grafica No. 3** Promedio de altura de horqueta de las plantas de cacao, comarca Paz Ali municipio de Puerto Morazán, periodo 2019-2020.

## 5.4 Diámetro del tallo

Los resultados que a continuación se presentan corresponden a las evaluaciones del diámetro basal de las plantas de cacao *Theobroma cacao* L de la en la etapa de desarrollo fenológico y formación del árbol.

En la gráfica 4 se indican los resultados del diámetro de la base del tallo de la plantación de cacao (*Theobroma cacao* L); el promedio es de 6.73 cm a los 36.5 meses con variación de 3.3 cm para el árbol H10-P2 y 9.2 cm para el árbol H21-P1. El aumento total del diámetro de las plantas de cacao de 2 años a 3 años fue de 5.65 cm bajo la condición climática de temperatura promedio 28.1 °C precipitación de 1 759.70 mm y temperatura promedio de 28.03 °C precipitación 2 531.3 mm, para los periodos de evaluación 2019-2020. A pesar de no contar con un sistema de riego específico para el cultivo, las precipitaciones fueron de mucha importancia para el buen desarrollo que presentaron las plantas. Esta variable no es afectada por el manejo que proporciona el agricultor, pero sí por la edad del árbol y factores de fertilidad del suelo según Villega, (2009)



**Grafica No. 4** Promedio de diámetro del tallo (cm) de las plantas de cacao, comarca Paz Ali municipio de Puerto Morazán, periodo 2019-2020.

## 5.5 Estadísticos descriptivos

### Estadístico descriptivo para las sub variables de la etapa de desarrollo fenológico del cacao (*Theobroma cacao L*)

Estadístico descriptivo de las variables de la etapa fenológica de árboles de cacao a los 36 meses desde su establecimiento, Puerto Morazán, Chinandega en condiciones climáticas de 28°C, 1759.70 mm y 28.03°C, 2531.30 mm para los periodos de evaluación 2019-2020. En la siguiente tabla se puede apreciar el comportamiento dinámico de la altura de los árboles, altura de horqueta y diámetro basal del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la etapa fenológica de desarrollo en condiciones agroclimáticas de la zona de estudio donde alcanzó una media de altura de 2.46 m, con una media para la horqueta de 1.32 m, lo cual refleja que el cultivo de cacao se adapta muy bien en esta zona geográfica del país ya que sus condiciones climáticas se mantiene cercas al margen óptimo de desarrollo según Altamirano (2012) una temperatura de 29 °C, una precipitación de 1125 mm es óptima para maximizar la producción de cacao y disminuir la incidencia de las enfermedades, por dicha razón los árboles de cacao alcanzaron muy buena altura y arquitectura, ya que las condiciones del lugar donde se llevó a cabo el estudio se acercan a las antes mencionadas manteniendo un ritmo adecuado de desarrollo y baja incidencia de enfermedades.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Altura de las plantas de cacao en m	78	1.60	3.90	2.4563	.49601
Altura de la horqueta desde la base del tallo hasta la inserción de las ramas en m	78	.21	2.62	1.3153	.47255

Diámetro	78	3.30	9.20	6.62801	1.30872
de la base del tallo en cm					
N válido	78				
(por lista)					

---

Fuente: SPSS estadístico descriptivo de sub variables fenológicas

## 5.6 Incidencia y nivel de daño de plagas

### 5.6.1 Presencia de insectos plagas asociados al cultivo de cacao

Los resultados que a continuación se presentan corresponden presencia de insectos plagas que causaron daños en el cultivo de cacao *Theobroma cacao* L en la etapa de desarrollo fenológico y formación del árbol.

En la área de estudio del cultivo de cacao se presentó muy poca incidencia de plaga, donde se pudo observar al inicio de los dos periodos de evaluación, el daño de solo una especie de insectos plagas destriptivoros de acuerdo a las características de las lesiones, la afectación fue más visible en las hojas tiernas, mostrando agujeros irregulares (ver figura 6) dañando el 80% de la hoja y afectando el 90% de plantación, Por medio de las características del daño en las hojas se determinó que insecto causaba estas lesiones, siendo *colaspis brunnea*, orden coleóptera, familia chrysomelidae; insecto polípagos el cual se alimenta de tejidos vegetal de las hojas de diferentes especies de plantas, de acuerdo con los descritos por Barrera et ál (2017) donde menciona que el daño de *colaspis brunnea* en el follaje se caracteriza por mostrar agujeros de forma irregular que tiende a ser más grandes en el margen derecho de la hojas; posterior a esto se realizó una identificación del insecto en el laboratorio de entomología encontrado en un monitoreo adicional que se realizó en el área de estudio dentro del periodo de estacionalidad de la plaga donde se confirmó que el daño parecía a *colaspis brunnea* (ver figura 10).

Cabe recalcar que este ha sido el único insecto plaga que ha causado daño al cultivo en los periodos de evaluación de dicha investigación, la cual es una plaga temporal atacando al cultivo a inicios de la temporada lluviosa presentándose entre los meses de abril a junio.

### **5.7 Afectación de enfermedades en el cultivo de cacao**

Los resultados que a continuación se presentan corresponden a la incidencia y severidad de la enfermedad antracnosis provocada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, en el cultivo de cacao *Theobroma cacao* L en la etapa de desarrollo fenológico y formación del árbol.

En el área de estudio del cultivo de cacao, ubicado en puerto Morazán Chinandega comarca Paz Ali, con condiciones climáticas de 28°C, 1759.70 mm y 28.03°C, 2531.30 mm para los periodos de evaluación 2019-2020, no se presentó una incidencia significativa de síntomas indicadores de enfermedades que afectaran la plantación, siendo la única enfermedad de origen fungosa que se presentó en el cultivo la antracnosis provocada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, ocasionando manchas de color café-oscuro que se inician en las puntas y luego avanzan a lo largo de la vena (nervadura) central (ver figura 7), llegando a dañar hasta casi un tercio de la lámina foliar, a pesar que esta enfermedad afecta más en las zonas calurosas en dicha área no se presentó un porcentaje alto de severidad siendo la mayor de 23.5% ya que entre los factores que favorecen el avance de la enfermedad una de ellas es la alta humedad la cual no prevalece por tiempos prolongados en esta dicha zona. Aunque en el país no hay reportes de grandes pérdidas económicas por esta enfermedad en otras regiones causa afectaciones mayores como lo es en el caso de Venezuela es la más prevalente (endémica) en las regiones productoras de cacao (*Theobroma cacao* L.) de acuerdo a Cedeño L, (2018).

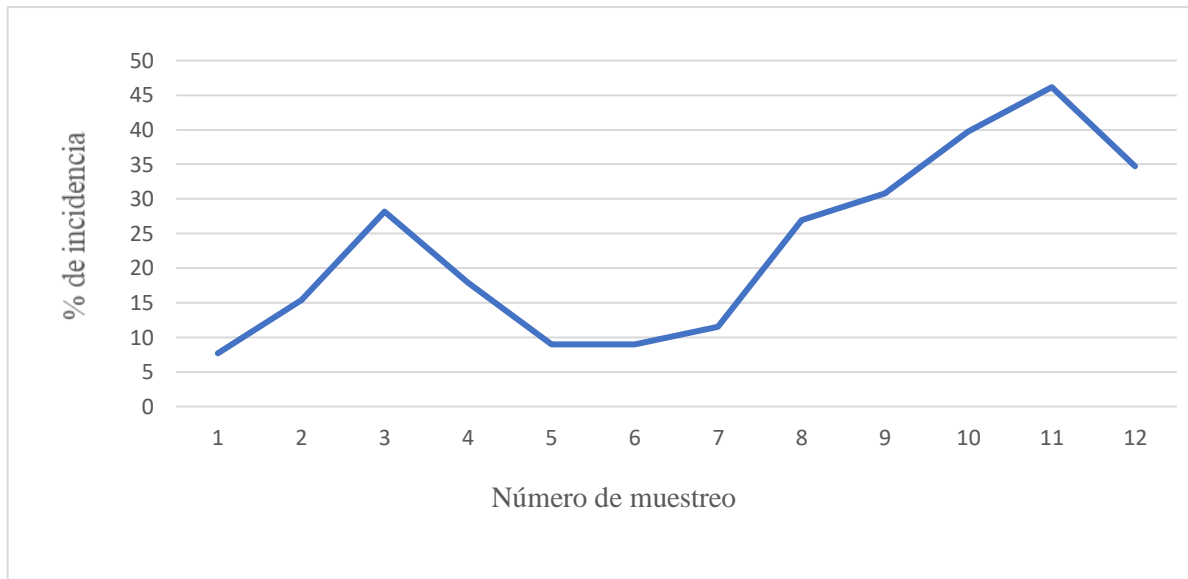
### **5.8 Incidencia de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*)**

En la gráfica número 5 se observan los resultados de la incidencia de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en el periodo de evaluación del año 2019 fue en el muestreo número 3 donde 22 plantas presentaron los síntomas de la enfermedad correspondiendo a una incidencia de 28.21 % siendo este el porcentaje más alto de incidencia en este año; en el año 2020 el porcentaje más alto de incidencia fue de 46.6% equivalente a 36 plantas enfermas que corresponde al muestreo número 11. El muestreo número 10 fue el segundo que presentó más plantas con los síntomas de esta enfermedad siendo 31 con un porcentaje de incidencia de 39.74%.

Cabe recalcar que en los muestreos donde se mostró mayor incidencia de la enfermedad fueron los meses que hubo mayores precipitaciones, siendo de 454.20 mm para el mes de octubre del año 2019, y en el año 2020 el mes de octubre tuvo precipitación de 378.20 mm y 304 mm en el mes de noviembre del mismo año, esto pudo provocar la diseminación de la enfermedad hacia las otras

plantas por el grado de humedad que había. Según Cedeño (2018) el exceso de humedad, la falta de agua y la carencia de nutrimento favorecen la aparición y desarrollo de la antracnosis.

En el periodo de evaluación del año 2020 se observa en la gráfica que hubo mayor porcentaje de incidencia esto fue debido a que las precipitaciones en este año aumento 771.6 mm más que el año anterior favoreciendo las condiciones para la diseminación de la enfermedad. La infección del follaje se da durante la estación lluviosa y son diseminadas por el viento, el agua de lluvia o de riego, insectos y herramientas de acuerdo con Phillips, W Cerda, R (2011).



**Grafica No.5 Incidencia de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en el cultivo de cacao periodo 2019-2020.**

### **5.9 Severidad de la enfermedad de antracnosis**

En la gráfica número 6 se observan los resultados de la severidad que causo la enfermedad de antracnosis provocada por el hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en el periodo de evaluación del año 2019 fue en el muestreo número 3 donde se presentó el mayor porcentaje de daño con 9.4, en el año 2020 el mayor porcentaje de daño fue de 15.3 correspondiente al muestreo número 11.

Es relevante mencionar que en los muestreos donde se mostró mayor severidad de la enfermedad fueron los meses que hubo mayores precipitaciones, siendo de 454 .20 mm para el mes de octubre del año 2019 y de 304 mm en el mes de noviembre 2020.

A pesar de que hubo un porcentaje significativo de afectación foliar provocado por (*Colletotrichum gloeosporioides*), no representa una amenaza de daño económico para el cultivo ya que el nivel de la enfermedad fue ubicado en el grado dos de infección que va de 1% a 25% de acuerdo con la escala para la medición de enfermedades foliares realizada por Salazar, (2009) la cual representa el porcentaje de tejido afectado por la enfermedad; el bajo nivel de infección se da debido a que el desarrollo de la enfermedad se ve influenciada por la incidencia de rayo UV según Vásquez *et al* (2017) los cuales influyen en esta zona de estudio.



**Grafica No. 6** Severidad de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en el cultivo de cacao periodo 2019-2020

## VI. CONCLUSIONES

Las plantas de cacao obtuvieron una altura máxima de 3.50 m con horqueta de 1.32 m similares a las obtenidas por Villega (2009) la cual fue 3.59 m de altura con horqueta de 1.40 m en su investigación sobre, caracterización morfológica de cien árboles promisorios de *Theobroma cacao* L. en Waslala, RAAN, Nicaragua, en condiciones edafoclimáticas óptimas para el desarrollo del cultivo, por cuanto, se determinó que las plantas de cacao presentan buena adaptabilidad referente a esta zona de estudio, presentando un buen desarrollo; árboles frondosos y con buena arquitectura, las plantas se adaptan muy bien a esta zona geográfica ya que sus condiciones climáticas se mantienen dentro de los rangos de adaptación según la tabla de parámetro de adaptabilidad y rangos de adaptación del cultivo descrita por González, (2018).

El estudio realizado y los resultados obtenidos, hasta el momento, demuestran que el cultivo de cacao constituye una alternativa productiva que pudiera tener un papel importante en la reactivación de la producción agrícola tropical y, en particular, bajo las condiciones agroclimáticas de temperatura y precipitación, dos de las variables importantes para la adaptabilidad climática en esta área geográfica.

En los muestreos realizados en el área de estudio se presentó solo una plaga; *Colaspis Brunnea*, provocando 90 % de daño foliar, sin embargo, la plantación mostró una buena repuesta recuperándose rápidamente de este daño.

La incidencia mayor de la enfermedad antracnosis en las plantas de cacao fue de 46.16%, sin embargo no provoco un nivel de daño económico en la plantación ya que el grado de infección se mantuvo en la escalada 2 de infección foliar siendo la severidad menor a 25%.



## **VII. RECOMENDACIONES**

Continuar con la investigación para conocer la máxima producción y adaptabilidad productiva de los árboles de cacao evaluados en las condiciones agroclimáticas de puerto Morazán Chinandega.

Promover el establecimiento de áreas de cultivo de cacao bajo sistemas SAF con asocio de cultivo de musáceas para un mayor aprovechamiento del área.

Elaborar un calendario de actividades agronómicas que se realizan en el cultivo para tener un mayor control y manejo de la plantación.

Realizar un plan de manejo al ataque del insecto plaga *Colaspis brunnea* al inicio del periodo lluvioso.

Realizar podas de formación y eliminación de chupones para un mejor desarrollo y arquitectura de las plantas.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Alarcon et ál, (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de cacao*. Recuperado el 5 de julio de 2021, de <https://www.ica.gov.co/getattachment/c01fa43b-cf48-497a-aa7f-51e6da3f7e96/->
- Altamirano, (2012). *Propuestas de adaptación de la producción de cacao en Waslala, Nicaragua ante el cambio climático*. Obtenido de CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL.
- Anacafe, (2004). *ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE* . Obtenido de <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/05/Cultivo-de-Cacao.pdf>
- ARCINIEGAS, (2005). *CARACTERIZACIÓN DE ÁRBOLES SUPERIORES DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) SELECCIONADOS POR EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CATIE*. . Obtenido de [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4571/Caracterizacion\\_de\\_arboles\\_superiores\\_de\\_cacao.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4571/Caracterizacion_de_arboles_superiores_de_cacao.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arvelo et ál, (2017). *Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas / Instituto Interamericano de cooperacion para la agricultura*. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario%20General/OneDrive%20-%20Universidad%20Nacional%20Aut%C3%B3noma%20de%20Nicaragua%20Le%C3%B3n%20-%20UNAN-Le%C3%B3n.%20Bicentenario%201812-2012/Documents/BVE17089191e%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario%20General/OneDrive%20-%20Universidad%20Nacional%20Aut%C3%B3noma%20de%20Nicaragua%20Le%C3%B3n%20-%20UNAN-Le%C3%B3n.%20Bicentenario%201812-2012/Documents/BVE17089191e%20(1).pdf)
- BAGSA, (2019). *BOLSA AGROPECUARIA DE NICARAGUA, S.A-* citado el 29 de abril, 2021. Obtenido de <https://bagsa.com.ni/donde-se-cultiva-cacao-en-nicaragua/>
- Barberena, (2005). *INTA*. Obtenido de [cenida.una: https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REF01M547.pdf](https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REF01M547.pdf)
- Barrera et ál, (2017). *Extractos vegetales: alternativa de control de Colaspis sp. (Coleoptera: Chrysomelidae)*. Obtenido de [http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/218/218899002/html/index.html#redalyc\\_218899002\\_ref49](http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/218/218899002/html/index.html#redalyc_218899002_ref49)
- Castillo, (2011). *determinacion de la fertilidad de los suelos del occidente de nicaragua*. UNAN-LEON, departamento de agroecologia , leon.
- Castro et ál, (abril de 2013). *Scielo*. Obtenido de Scielo: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362013000200011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000200011)
- CATIE. (2012), *El ciclo de vida y el manejo del cacaotal*. Obtenido de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/7924>

- CATIE, (s.f). *Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas*. Obtenido de <https://biblioteca.fundesyam.info/biblioteca.php?id=4632>
- Cedaño, L., Carrero, C, (2018). *Antracnosis del cacao*. Recuperado el 24 de mayo de 2021, de [https://www.researchgate.net/publication/329815091\\_ANTRACNOSIS\\_DEL\\_CACAO](https://www.researchgate.net/publication/329815091_ANTRACNOSIS_DEL_CACAO)
- Colonia, (2012). Obtenido de MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE CACAO: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/010-e-cacao.pdf>
- Echeverri, (2015). *produccion moderna del cacao*. INTA, El Rama.
- Ecured, (2012). puerto morazan .
- Engormix, (2006). *engormix* . Obtenido de <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/el-cultivo-cacao-t26412.htm>
- Fedecacao, (2014). *Cacaocultura renovada* . Recuperado el 5 de julio de 2021, de <https://www.fedecacao.com.co/site/images/pyardley2.pdf>
- Gonzalez, (2018). *El cultivo de cacao optenido de https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-cacao/*. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-cacao/>
- infoAgro, (s.f). *EL CULTIVO DEL CACAO (1ª parte)*. Obtenido de [infoAgro.com](http://infoagro.com): <https://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>
- INTA, (2010). *guia tecnologica del cultivo de cacao*. Instituto Nacional De Tecnologia Agropecuaria, Managua-Nicaragua. Obtenido de [https://issuu.com/inta\\_tecnologia\\_agropecuaria/docs/name5aeff4](https://issuu.com/inta_tecnologia_agropecuaria/docs/name5aeff4)
- Johnson et ál, (2008). *Manual de manejo y produccion del cacaotero*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01J71.pdf>
- López, (2012). “*ASISTENCIA TÉCNICA DIRIGIDA EN MANEJO DE PODA Y FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CACAO, UNALM*”. Recuperado el 12 de julio de 2021, de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/010-c-cacao.pdf>
- Melendez, (1991). *repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr*. Obtenido de [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4080/sombras\\_temporales\\_para\\_cacao.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4080/sombras_temporales_para_cacao.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Montalvan, (2018). *Fomento de la cacao cultura sostenible*. Siuna.
- Navarro et ál, (2006). *Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales*. Obtenido de Navarro
- Phillips, W., Cerda, R, (2011 ). *enfermedades del caco en centroamerica-Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)*. Costa Rica. Recuperado el 25 de Mayo de 2021, de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H20-10877.PDF>

- PROCACAO, (2015). *BOLETIN INFOCACAO*. Recuperado el 12 de julio de 2021, de CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE CACAO: [https://cadenacacao.hn/wp-content/uploads/2018/03/InfoCacao\\_No2\\_Sept\\_2015.pdf](https://cadenacacao.hn/wp-content/uploads/2018/03/InfoCacao_No2_Sept_2015.pdf)
- PROCACAO, (2015). *BOLETIN INFOCACAO*. Recuperado el 5 de junio de 2021, de poda de formación en el cultivo de cacao: [http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao\\_pdfs/infocacao/InfoCacao\\_No3\\_Octu\\_2015.pdf](http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No3_Octu_2015.pdf)
- Salazar, (2009). *enfermedades de hortalizas* . Leon.
- Suárez et ál , (2010). *MANEJO DE LAS ENFERMEDADES DEL CACAO (Theobroma cacao L) EN COLOMBIA, CON ÉNFASIS EN MONILIA (Moniliophthora roreri)*. Recuperado el 5 de junio de 2021, de [https://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub\\_doctecnicos/fedecacao-pub-doc\\_04A.pdf](https://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_04A.pdf)
- Vásquez et ál, (27 de abril de 2017). *Uso combinado de radiación UV-C y biorecubrimiento*. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rbf/a/pp9YCHXwQBbJXsTvwSK5Dxv/?format=pdf&lang=es>
- Villega, (2009). *Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de Theobroma cacao L. en Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009* . Obtenido de [https://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/files\\_mf/ayestavillega2009.pdf](https://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/ayestavillega2009.pdf)
- Zamorano, (2006). *zamorano.edu*. Obtenido de [zamorano.edu: https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4123/1/208580.pdf](https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4123/1/208580.pdf)

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Instrumento de recolección de datos

<b>Variab</b> les	<b>Subvariables</b>	<b>Unidad de medidas</b>	<b>Procedimientos del muestreo</b>
Etapa fenológica	Altura de la planta	Metros (M)	Desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta. Utilizando el vernier se medirá la base del tallo.
	Diámetro del tallo	Centímetros (Cm)	
	Altura de la Horqueta	Metros (M)	
Climáticas	Temperaturas	Grados	Estos datos se recolectarán en una base meteorológica del ingenio mote rosa.
	Precipitación	Mm	
Plagas	Insectos plagas	Números enteros	Con una red entomológica se harán redadas sobre las plantas de cacao para capturar los insectos.
Enfermedades	Incidencia	%	Se medirá con el número de plantas enfermas divididas con el total de las plantas muestreadas y el resultado se multiplicará por 100. Dando el % de incidencia de la enfermedad.

---

Severidad

%

Se estratificarán las plantas evaluadas para sacar el grado de infección luego se multiplicará el número de plantas enfermas por el grado mayor de infección se dividirá entre el total de plantas evaluadas y se multiplicará por 100 para sacar el porcentaje de daño en la plantación.

---

**Anexo 2.** Precipitación y temperatura promedios 2019-2020

2019	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	promedio
Temperatura													
Promedio.	27.6	27.9	29.0	29.4	28.2	28.8	28.6	28.3	27.7	26.6	27.7	27.6	28.1
Precipitación													
promedio	-	-	-	1.9	416.7	237.3	85.1	156.1	371.2	454.2	37.2	-	1,759.7
2020													
Temperatura													
Promedio.	28.2	28.9	29.5	29.7	28.9	27.8	28.3	27.4	27.3	27.0	26.4	27.1	28.0
Precipitación													
promedio	-	-	-	-	400.3	360.5	211.2	545.3	331.8	378.2	304.0	-	2,531.3

Fuente: Estación meteorológica del ingenio Monte Rosa en Puerto Morazán.

**Anexo 3.** Hojas de recolección de datos fenológicos  
Hojas de recolección de datos

**universidad nacional autónoma de Nicaragua-  
León departamento de agroecología**

**hoja de muestreo para la toma de datos fenológicos**

**lugar** \_\_\_\_\_

**finca** \_\_\_\_\_

**cultivo** \_\_\_\_\_

<b>Fecha</b>	<b>Edad del cultivo</b>	<b>Número de plantas</b>	<b>Altura (M)</b>	<b>Diámetro (CM)</b>	<b>Altura de horqueta (M)</b>
		1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
		16			
		17			
		18			
		19			
		20			



**Anexo 4.** Hojas de muestreo para insectos plaga

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León**  
**Departamento de agroecología**

Hoja de toma de datos de organismos y tipo de daños en el cultivo dentro del Agro-ecosistema.

Cultivo \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Edad del cultivo \_\_\_\_\_

N° de planta	Dato de los insectos	Tipo de daño	Nivel de daño
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			

**Anexo 5. Galería de fotos**



**Foto No.1** Colocación de cintas



**Foto No.2** Cintas con código de identificación de planta



**Foto No.3** Medición de diámetro utilizando vernier



**Foto No.4** Medición de altura con la utilización de cinta métrica



**Foto No.5** Inspección visual de plagas y enfermedades



**Foto No.6** Daños característicos de insecto *Colaspis brunnea*



**Foto No.7** Síntomas característicos de antracnosis provocada por (*Colletotrichum gloeosporioides*)



**Foto No.8** *Colaspis brunnea* en hojas de cacao



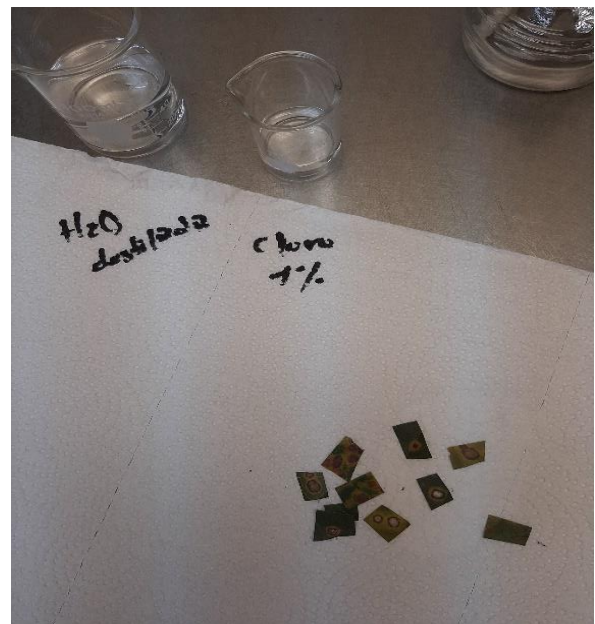
**Foto No.9** Identificación de insecto en laboratorio de entomología



**Foto No.10** Insecto plaga *Colaspis brunnea*



**Foto No.11** Recolección de muestras para análisis en laboratorio de fitopatología



**Foto No.12** Muestras de hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*)



**Foto No.13** Montaje de muestras en medios de cultivo



**Foto No.14** Muestras antracnosis a 30, 60 y 90 segundos en cloro al 1 %.