



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA
AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECURIA

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA

**“MANEJO AGRONÓMICO DEL CACAO BASADO EN
FERTILIZACIÓN Y CONTROL FITOSANITARIO EN SANTO
DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”**

AUTOR: CASTILLO SIGCHA, FABRICIO CASTILLO

DIRECTOR: ANZULES TOALA VICENTE VIDAL

SANTO DOMINGO

2018



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“MANEJO AGRONÓMICO DEL CACAO BASADO EN FERTILIZACIÓN Y CONTROL FITOSANITARIO EN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”**, realizado por el señor CASTILLO SIGCHA FABRICIO SANTIAGO, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor CASTILLO SIGCHA FABRICIO SANTIAGO para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 24 de abril del 2018

Ing. Vicente Anzules Toala Mg.Sc

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, FABRICIO SANTIAGO CASTILLO SIGCHA, con cédula de identidad N° 172496123-8, declaro que este trabajo de titulación **“MANEJO AGRONÓMICO DEL CACAO BASADO EN FERTILIZACIÓN Y CONTROL FITOSANITARIO EN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”**, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas. Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Santo Domingo, 24 de abril del 2018

FABRICIO SANTIAGO CASTILLO SIGCHA

C.C. 172496123-8



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, FABRICIO SANTIAGO CASTILLO SIGCHA, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“MANEJO AGRONÓMICO DEL CACAO BASADO EN FERTILIZACIÓN Y CONTROL FITOSANITARIO EN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Santo Domingo, 24 de abril del 2018

FABRICIO SANTIAGO CASTILLO SIGCHA

C.C: 172496123-8

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme su cariño y apoyo incondicional. A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional. A mi hermana Karina, que quiero como una madre gracias por compartir momentos significativos y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

Fabricio Santiago Castillo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de mi vida.

A mi madre, que con su ejemplo me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre escuchar sus sabios consejos.

A mi padre, que siempre he contado con su apoyo incondicional. Y que está orgulloso de la persona en la cual me he convertido.

A mi familia, por siempre presionarme para poder dar lo mejor de mí, y así lograr este importante meta en mi vida.

Gracias a todos los que me brindaron su apoyo durante mi carrera profesional.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
INDICE DE CONTENIDO.....	vii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Cacao	4
2.1.1. Generalidades	4
2.1.2. Grupos genéticos	4
2.1.3. Materiales sembrados	6
2.2. Requerimientos edafoclimáticos.....	7
2.2.1. Suelo	7
2.2.2. Precipitación	7
2.2.3. Temperatura	8
2.2.4. Vientos.....	8
2.2.5. Intensidad de Luz solar	9
2.2.6. Humedad relativa.....	9
2.3. Manejo agronómico en cacao	10
2.3.1. Densidad poblacional.....	10
2.3.2. Sombreamiento y regulación.....	10
2.3.3. Control de malezas	11
2.3.4. Podas	12
2.3.5. Fertilización	14
2.4. Enfermedades de la mazorca.....	16
2.4.1. Moniliasis del cacao	16
2.4.2. Mazorca negra.....	19
2.4.3. Marchitamiento de frutos jóvenes (Cherelle wilt)	21
2.5. Enfermedades del follaje.....	22
2.5.1. Escoba de bruja.....	22
2.6. Plagas del cacao	24
2.6.1. Barrenador del tallo (Coleóptera: Cerambycidae).....	24

2.6.2.	Cochinillas	24
2.6.3.	Hormigas	25
2.6.4.	Chinche patón	25
2.7.	Cosecha	25
2.8.	Poscosecha	26
2.8.1.	Fermentación	26
2.8.2.	Secado	27
2.8.3.	Almacenamiento	27
2.8.4.	Comercialización	28
2.8.5.	Aporte ambiental	28
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1.	UBICACIÓN	30
3.1.1.	Ubicación política	30
3.1.2.	Ubicación ecológica	30
3.1.3.	Ubicación Geográfica	31
3.2.	MATERIALES	32
3.3.	MÉTODOLOGIA	32
3.3.1.	Diseño experimental	32
3.3.2.	Análisis estadístico	35
3.3.3.	Análisis económico	36
3.3.4.	Variables de evaluación	36
3.3.5.	Información complementaria	37
3.3.6.	Fases de manejo del experimento	38
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1.	Mazorcas sanas	40
4.2.	Mazorcas afectadas con Monilia	43
4.3.	Mazorcas afectadas con mazorca negra	47
4.4.	Marchitamiento de frutos jóvenes (Cherelle wilt)	53
4.5.	Rendimiento de almendras (7% de humedad)	57
4.6.	Índice de mazorcas	59
	Análisis costo – beneficio	61
4.8.	Factores edafoclimáticos	62
V.	CONCLUSIONES	65
VI.	RECOMENDACIONES	67
VII.	BIBLIOGRAFIA	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Análisis de varianza	35
Tabla 2	Porcentaje de mazorcas sanas durante 12 meses de evaluación	42
Tabla 3.	Porcentaje de incidencia mazorcas enfermas con Monilia durante 12 meses de evaluación	45
Tabla 4.	Porcentaje de incidencia mazorcas enfermas con Phytophthora durante 12 meses de evaluación	50
Tabla 5.	Porcentaje de marchitamiento de chereles jóvenes durante 12 meses de evaluación	55
Tabla 6.	Rendimiento de almendras al 7% de humedad	58
Tabla 9.	Beneficio – costo de los tratamientos.	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Poda de mantenimiento.....	13
Figura 2	El despunte o poda de copa.....	13
Figura 3	Ciclo de monilia en mazorcas de cacao.....	17
Figura 4	Ciclo de mazorca negra en cacao.....	20
Figura 5	Marchitamiento de frutos jóvenes.....	21
Figura 6	Escoba de bruja en cacao.....	23
Figura 7	Ubicación de la investigación.....	31
Figura 8.	Porcentaje de incidencia de Monilia mes de Marzo.....	46
Figura 9.	Porcentaje de incidencia de Monilia mes de Abril.....	46
Figura 10.	Porcentaje de incidencia de Phytophthora mes de Abril.....	51
Figura 11.	Porcentaje de incidencia de Phytophthora mes de Mayo.....	51
Figura 12.	Porcentaje de incidencia de Phytophthora mes de Noviembre.....	52
Figura 13.	Porcentaje de incidencia de marchitamiento de chereles jóvenes mes de Julio	56
Figura 14.	Rendimiento en Kg/ha de almendras de cacao al 7% de humedad.....	58
Figura 17.	Valores promedio de temperatura y humedad relativa de Enero 2016 a Diciembre 2016.....	62
Figura 18.	Valores promedio de temperatura nocturna de Enero 2016 a Diciembre 2016	63
Figura 19.	Valores promedio mensual de precipitación y heliofanía de Enero 2016 a Diciembre 2016.....	64

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en el km 14 de la vía Santo Domingo-Quevedo. El objetivo es implementar prácticas agronómicas en el cultivo de cacao clon CCN-51 y con ello influir directamente en la productividad del mismo. Se utilizó un Diseño de bloques completamente al azar (DBCA). Esta investigación conto con tres repeticiones, con 16 tratamientos cada uno). Se evaluaron cuatro variables, incidencia de enfermedades (mazorcas enfermas), Porcentaje de mazorcas sanas, peso seco del cacao (kg/ha) y índice de mazorcas (kg de cacao seco al 7% de humedad). Se realizó el manejo agronómico de las unidades experimentales como control de malezas (chapia y corona), podas (Fitosanitarias y formación), eliminación de mazorcas enfermas, control de enfermedades, abonamiento y fertilización.

PALABRAS CLAVE:

- **MANEJO AGRONÓMICO**
- **PRODUCTIVIDAD**
- **CONTROL FITOSANITARIO**
- **ÍNDICE DE MAZORCAS**
- **UNIDADES EXPERIMENTALES**

ABSTRACT

This investigation was carried out in the Province of Santo Domingo de los Tsáchilas, at km 14 of the Santo Domingo-Quevedo road. The objective is to implement agronomic practices in the cultivation of cocoa clone CCN-51 and with this directly influence the productivity of the same. A completely randomized block design (DBCA) was used. This research had three replicates, with 16 treatments each). Four variables were evaluated: disease incidence (diseased ears), percentage of healthy ears, dry weight of cocoa (kg / ha) and corn coke index (kg dry cocoa at 7% moisture). Agronomic management of experimental units such as weed control (crown and crown), pruning (phytosanitary and training), elimination of diseased ears, disease control, fertilization and fertilization were performed.

KEYWORDS:

- **DRIVING**
- **AGRONOMIC**
- **PRODUCTIVITY**
- **PHYTOSANITARY CONTROL**
- **MAZORCAS INDEX**
- **EXPERIMENTAL UNITS**

I. INTRODUCCION

En Ecuador, el cacao es importante para la economía nacional por su significativa contribución a la generación de divisas por concepto de exportación. Ocupa el tercer lugar en exportaciones del sector agrícola, después del banano y de las flores (PROEcuador, 2013). Genera ocupación al 5% de la población económicamente activa del país, tanto en la fase de producción como en la comercialización e industrialización. Aproximadamente el 80% de la producción se exporta en grano, el 13% constituye materia prima para la fabricación de semi-elaborados (torta, licor, pasta, manteca, polvo y chocolates); el 7% se destina a industrias artesanales del país (Sánchez, 2013).

La producción nacional exportable del año 2015 fue de 280,000 t, incrementó en 36.35% respecto al año 2013 (178,235 t). El aumento de la producción se debió al incremento de áreas cultivadas y probablemente a las buenas prácticas agrícolas (Pozo, 2014).

Según el Censo Agropecuario del año 2000, existían 243.146 ha de cacao, en monocultivo y 191.272 ha asociadas (en total 434.418 ha), actualmente el cacao CCN-51 ocupa el 20% de la superficie sembrada con 21.7209 ha, ya que se estima que en los últimos 10 años el 90% de la superficie que fue renovada corresponde a la variedad CCN-51 (Pozo, 2014). El cacao está distribuido en 60 000 unidades productivas (ANECACAO, 2014).

Las principales provincias productoras se encuentran en el litoral ecuatoriano y son Guayas, Los Ríos con productividad de (0.92 t/ha/año) y (0.53 t/ha/año) respectivamente. Guayas tiene el 22.15% y Los Ríos 18.29% del total de la superficie sembrada (Pozo, 2014).

Santo Domingo de los Tsáchilas tiene 19,000 ha de cacao correspondiente al 4.9% del total de la superficie sembrada y productividad de 0.3 t/ha/año, debido principalmente a enfermedades como Monilia (*Moniliophthora roreri*), Mazorca negra (*Phytophthora sp.*) y marchitamiento de frutos jóvenes (Cherelle wilt). Otros aspectos que afectan la productividad son la falta de nutrición, materiales de siembra no certificados, densidades inadecuadas, plantaciones viejas, escasa o poca capacitación en aspectos de manejo del cultivo (INIAP, 2012).

En la provincia de Santo Domingo el cultivo de cacao es muy importante para la economía familiar campesina, principalmente de las zonas de Luz de América, Puerto Limón y San Jacinto del Búa, que se caracterizan por la presencia de pequeños productores que tienen de 5 a 15 ha y aportan el 8% a la producción (YANAPUMA Foundation, 2011).

Como consecuencia de la situación que ocurre en Santo Domingo, se planteó una investigación cuyo objetivo fue implementar prácticas agronómicas de manejo del cacao, considerando fertilización, abonamiento y control fitosanitario.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la implementación de prácticas agronómicas para mejorar la productividad del cacao, en Santo Domingo de los Tsáchilas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Evaluar el efecto de la fertilización

Evaluar el efecto del control fitosanitario

Determinar costo de los tratamientos

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Cacao

2.1.1. Generalidades

El cacao, es un árbol originario de las selvas de América Central y del Sur, su nombre científico es *Theobroma cacao* L. Crece mejor en climas ecuatoriales donde hay abundantes precipitaciones durante todo el año y temperaturas relativamente estables. El árbol demora 24 meses para producir frutos y de 5 a 8 años en lograr su máxima producción, sin embargo depende de tipo de cacao y condiciones de la zona (ANECACAO, 2014).

2.1.2. Grupos genéticos

Por su variabilidad genética siempre ha existido confusión en la ubicación taxonómica del cacao; pero se maneja el criterio que la especie *Theobroma cacao* comprende los grupos: Criollo, Forastero Amazónico y Trinitario (Humberto, 2010).

Criollos: Dominaron el mercado hasta mediados del siglo XVIII, es reconocido por su calidad aromática de cascara fina y suave, utilizado para la elaboración de chocolates finos.

Forastero Amazónico: Se cultiva en África Occidental y Brasil. Es un amplio grupo que contiene variedades cultivadas, semi-silvestres y silvestres.

Trinitario: Originario de la isla Trinidad, variedad obtenida a base de cruzamientos de las especies criollo y forastero.

En cuanto a la variedad Nacional de Ecuador se la ha considerado por mucho tiempo perteneciente a los forasteros, pero se lo mantiene como un grupo distintivo aparte, porque sus características de calidad se asemejan a los criollos (Villegas, 2008). El Cacao Nacional fino de aroma, cultivado en Ecuador tiene una fermentación muy corta y buen sabor y aroma, por lo que es reconocido a nivel mundial con la clasificación fino de aroma. Desde el siglo XIX es cultivado en zonas de la cuenca alta de los ríos Daule, Babahoyo, y transportado hasta el puerto de Guayaquil para su exportación, razón por la cual recibe el nombre de “cacao arriba”.

2.1.3. Materiales sembrados

Los agricultores que siembran cacao nacional, dependiendo de la zona, emplean clones recomendados por INIAP como: EET-103, EET-95, EET- 48, EET-19, EET-62, EET-96 (ANECACAO, 2014).

Otro material empleando es CCN 51 (Colección Castro Naranjal) obtenida en 1960 mediante el cruce de IMC 57 x ICS 95. De la progenie se seleccionó un genotipo que a su vez se cruzó con otro cacao alto Amazónico, el Canelos del Oriente Ecuatoriano. Fue de la progenie de este cruce que se seleccionó la variedad CCN 51 (ANECACAO, 2014).

Características principales del CCN-51:

- Con Alta tecnificación, es posible obtener 50 quintales por ha/año.
- El clon es autocompatible, es decir no necesita de polinización cruzada para la fructificación.
- Es un clon precoz, inicia su producción a los 24 meses de edad.
- Es tolerante a la escoba de bruja enfermedad, que ataca a la mayoría de clones de cacao.
- Tiene crecimiento erecto pero de baja altura lo que facilita y abarata las labores agronómicas como podas y cosecha.

2.2. Requerimientos edafoclimáticos

2.2.1. Suelo

Los suelos deben ser profundos para un buen desarrollo radicular, con capacidad para retener agua, porosidad suficiente para permitir la penetración de raíces, la circulación del aire y la adecuada infiltración y percolación del agua. Los suelos aptos pueden ser arcillosos o francos arenosos. Se ha observado una gran adaptabilidad a suelos en laderas con pendientes mayores a 25% con manejo de coberturas establecidos en curvas de nivel. El pH varía entre 4.5 y 8.5; siendo el óptimo de 5.5 a 6.5 (INIAP, 2012).

Características desfavorables de los suelos para el cultivo de cacao: perfil muy superficial, nivel freático alto, presencia de una capa dura, altas concentraciones de aluminio, erosión del suelo, entre otros (INIAP, 2012).

2.2.2. Precipitación

Las necesidades de agua oscilan entre 1500 a 2500 mm en las zonas bajas más cálidas y de 1200 a 1500 mm en zonas más frescas o valles altos. El cacao, es una planta sensible a la escasez de agua pero también al encharcamiento por lo que se precisarán de suelos provistos de un buen drenaje. El anegamiento o estancamiento puede provocar la asfixia de las raíces y su muerte en muy poco tiempo (INIAP, 2012).

2.2.3. Temperatura

El cacao, no soporta temperaturas bajas, siendo su límite medio anual de 21 °C. Es difícil cultivar cacao satisfactoriamente con temperaturas más bajas. Las temperaturas extremas muy altas pueden provocar alteraciones fisiológicas, por lo que la planta genera sombra evitando que los rayos solares incidan directamente incrementando la temperatura.

La temperatura determina la formación de flores. A 25 °C, la floración es normal y abundante, a 21°C o menos disminuye y provoca que en determinadas zonas la producción de mazorcas sea estacional y durante algunas semanas no haya cosecha (INIAP, 2012).

2.2.4. Vientos

La velocidad del viento de 1 metro/segundo no es perjudicial para el cacao, pero una velocidad superior a 4 metros/seg, es perjudicial a la plantación. Con brisas permanentes las hojas dejan de trabajar, se secan y luego mueren. Es necesario el uso de árboles rompevientos, para reducir la velocidad y evitar serios problemas en el cacao, altas velocidades del viento provoca: aumento de la evapotranspiración, marchitez y muerte de la planta y daños mecánicos (Batista, 2009).

2.2.5. Intensidad de Luz solar

La intensidad de luz solar en lo referente a horas de luz (1 000 horas anuales), es importante para la vida activa y productiva de la planta. Las funciones afectadas por la luz en el árbol del cacao son; fotosíntesis, apertura de los estomas, crecimiento de células, época y maduración de las mazorcas e intensidad de la floración (Villegas, 2008).

2.2.6. Humedad relativa

La humedad relativa, tiene particular importancia en los estomas de las hojas para facilitar ciertas acciones fisiológicas de la planta. Valores debajo o encima de lo normal para el cultivo (70 a 80%) proveen medios de cultivo ideales para la formación y desarrollo de hongos y otros organismos patógenos que afectan el cacao. La baja o alta humedad relativa produce apertura de los estomas y facilita el desarrollo de microorganismos nocivos para el cacao (Batista, 2009).

2.3. Manejo agronómico en cacao

2.3.1. Densidad poblacional

Dependiendo de la zona de producción en Ecuador, se presentan las siguientes alternativas de distanciamiento:

Para zonas del litoral

- 3 m x 3m (1111 plta/ha)
- 3 m x 3,5 m (952 plta/ha)
- 3,5 m x 3,5 m (816 plta/ha)

Para zonas de la Amazonia:

- 3,5 m x 4 m (714 plta/ha)
- 4 m x 4 m (625 plta/ha)

2.3.2. Sombreamiento y regulación

El cacao es un cultivo umbrófilo que se caracteriza por tolerar hasta 50% de sombra durante los primeros 3 años de vida, cuando el cultivo se ha establecido es recomendable reducir el porcentaje de sombreado hasta 25%. El objetivo del sombreado al inicio de la plantación es reducir la cantidad de

radiación que llega al cultivo y protegerlo de vientos que lo puedan perjudicar (INIAP, 2012).

2.3.3. Control de malezas

El mayor problema con malezas ocurre al establecimiento, debido a la distancia de siembra. Se debe mantener a la planta libre de malezas en un diámetro de 1m alrededor del tronco empleado control mecánico, es preferible no usar herbicidas sistémicos en la corona. Para aplicaciones fuera de la corona puede utilizarse el herbicida Paraquat 1,5 l/ha y por separado Metsulfuron-Metil para malezas de hoja ancha 30 g/ha, este control se lo realiza desde la siembra hasta los 4 años de edad del cultivo. Posteriormente, la sombra reduce la incidencia de malezas en una plantación de cacao, así como la cobertura (hojarasca) que se forma al nivel del suelo contribuye a reducir la germinación de malezas; de esta manera el crecimiento de la planta y la hojarasca juegan un papel importante en el control de malezas (INIAP, 2012).

2.3.4. Podas

Dependiendo del tipo de planta ocurrirán las podas: plantas obtenidas por multiplicación asexual (ramilla) e injertadas.

Es importante mantener la correcta formación de las plantas desde su etapa inicial, eliminando ramas que desequilibren el árbol, ramas enfermas y secas.

La poda está en función de la edad, desarrollo o su estado fitosanitario y puede ser de formación, mantenimiento o rehabilitación (Hermes, 2008).

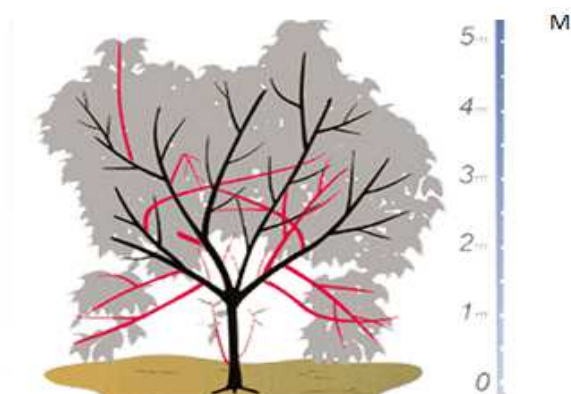
Poda de formación

La poda de formación consiste en dejar uno, dos o tres tallos, según el tipo de planta. Los chupones se eliminarán cada 15 o 30 días, así se lastimará lo menos posible el tronco principal. También se deben eliminar las ramas entrecruzadas, las ramas juntas y las que se dirigen hacia el centro y abajo, para lograr la forma adecuada de la planta, con ramas bien distribuidas (Dubon, 2015).

Poda de mantenimiento

Después del año y medio de edad, los árboles de cacao necesitan una poda ligera para lograr una buena forma del árbol, eliminando las ramas muertas o mal colocadas. Esta poda, por lo regular, se puede hacer una o dos veces por año y se aconseja realizarla en época seca, para que al iniciar las lluvias se estimule el crecimiento de las ramas. En esta poda, se debe realizar el corte de ramas largas o despunte de aquellas que se dirigen hacia arriba y

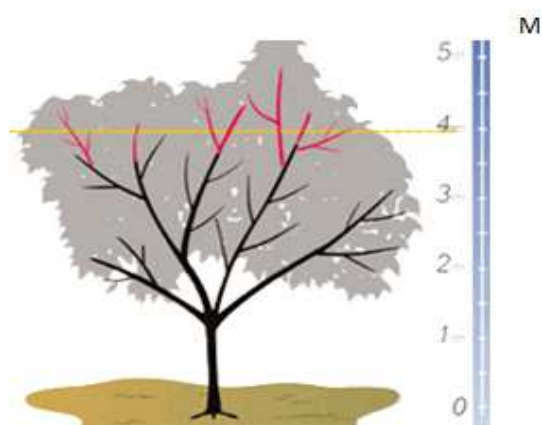
hacia abajo. Se debe eliminar ramas y ramillas juntas y entrecruzadas orientadas hacia el centro del árbol (Figura 1) (Dubon, 2015).



Fuente: (Ponce, 2015)

Figura 1 Poda de mantenimiento

El despunte se realiza a partir de los 5 años. Su objetivo es eliminar ramas altas manteniendo una altura óptima, que puede ser 3 a 4 m, así se facilita la cosecha y remoción de frutos enfermos. Además al mismo tiempo se puede realizar el despunte de ramas laterales que elimina ramas que se cruzan con árboles vecinos considerando un ancho de copa adecuado (Figura 2).



Fuente: (Ponce, 2015)

Figura 2 El despunte o poda de copa

Poda de rehabilitación

Con el paso de los años y según el manejo, los árboles de cacao se hacen improductivos, porque no se atendieron bien y crecieron libremente, o porque fueron abandonados. Una forma de poda de rehabilitación es la poda completa del tronco a una altura de 60 a 80 cm a partir del pie del tronco, se dejan crecer chupones, de los cuales se seleccionara uno o dos que formaran la nueva planta. La planta nueva se puede manejar como un nuevo árbol o se le podrá injertar yemas provenientes de árboles élite (Batista, 2009).

Pasta cicatrizante

Se utiliza para sellar o cicatrizar los cortes realizados al árbol de cacao durante la poda, principalmente de ramas y chupones gruesos. Para ello se emplea productos con ingrediente activo a base de oxiclورو de cobre, lo mezcla con cal más sustancia adherente aplicada directamente en el corte (Batista, 2009).

2.3.5. Fertilización

Fertilización según la edad y Abonamiento

Al hacer el ahoyado para plantar el cacao siempre se debe aplicar abono orgánico o fertilizante químico. A los 3 meses de la siembra, es conveniente colocar 1 kg de abono orgánico acompañado de 100g de fertilizante químico, alrededor de la planta.

Durante el primer y segundo año es recomendable aplicar de 3 a 5 kilogramos de abono orgánico y 300g de abono completo de preferencia rico en magnesio. Si no existe abono completo se debe hacer una mezcla física con fertilizantes locales, para que cada planta reciba 60g de Nitrógeno, 30g de Fosforo, 24 g de Potasio y 82 g de magnesio (Reyes, 2012).

Del tercer año en adelante la recomendación de fertilización se basa en análisis de suelo. Además se aconseja aplicar los fertilizantes tres o cuatro veces al año para evitar pérdidas de elementos por evaporación o escurrimiento facilitando así a la planta los elementos nutritivos indispensables. Las aplicaciones se debe hacer al inicio de época lluviosa y salida de la misma (Reyes, 2012).

Se recomienda la aplicación de fertilizante al voleo en la superficial de influencia de las raíces del árbol. Otro aspecto a considerar son los requerimientos nutricionales que tiene el cultivo; 438 kg/ha N, 48 kg/ha P y 633 kg/ha K. Recomendándose Nitrato de Amonio (34% de N), Fosfato mono amónico (11% N-52% de P₂O₅) y Muriato de potasio (60% de K₂O) (INIAP, 2012).

2.4. Enfermedades de la mazorca

Las enfermedades, pueden reducir el número de mazorcas por planta. Investigaciones mencionan que pueden ocasionar pérdida de hasta el 80% de mazorcas (Álvarez, 2015).

Aragundi 1974 citado por Aguirre (2015) menciona que las pérdidas de mazorcas por moniliasis alcanzan los porcentajes más altos, con relación a otras enfermedades, oscilando entre el 20 y 43%.

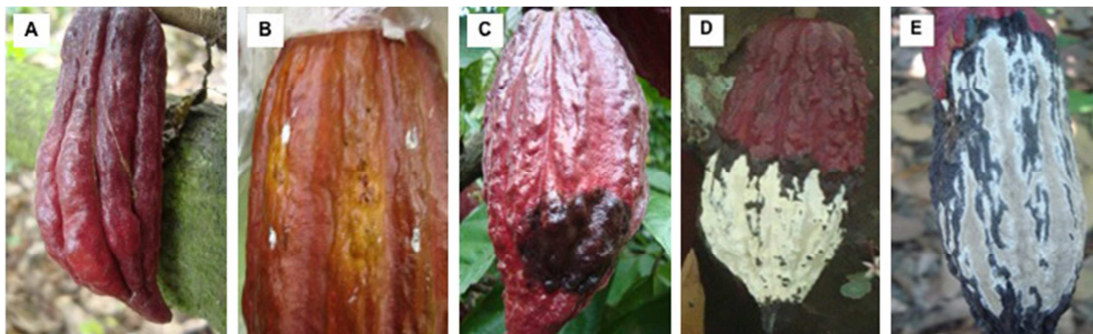
2.4.1. Moniliasis del cacao

Es producida por el hongo *Moniliophthora roreri*, que afecta los frutos del cacao. La enfermedad se manifiesta con síntomas diversos según la edad del fruto en el momento de ser atacado (Restrepo, 2012).

El hongo produce millones de esporas, que se multiplican rápidamente cuando la planta está mal manejado y el ambiente es favorable para su reproducción. Los daños ocasionados varían con el manejo del cultivo, condiciones ambientales y semilla de cacao utilizada. 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 43% (Restrepo, 2012).

Síntomas

- A. Los chereles presentan maduración prematura, marchitez y secamiento. Los frutos de uno a tres meses se deforman y abultan.
- B. Las mazorcas afectadas de dos a tres meses presentan puntos verde oscuro o deformaciones.
- C. Las mazorcas atacadas de más de tres meses presentan puntos aceitosos, islas amarillentas o maduración parcial.
- D. Luego de los primeros síntomas, aparece una mancha color marrón o chocolate recubierta con una sustancia blancuzca.
- E. Finalmente el color blanco se torna gris con aspecto de ceniza; la razón es que la semilla de la enfermedad se presenta como un polvo que se desprende fácilmente con el viento o con el movimiento del fruto (Figura 3).



Fuente: (Garcés, 2012)

Figura 3 Ciclo de monilia en mazorcas de cacao.

Control de la enfermedad

El control de monilia se fundamenta en evitar la presencia de frutos con esporas o semillas, eliminando los frutos enfermos en cada cosecha y enterrándolos para un mejor control. Paralelamente se puede proteger los frutos durante sus primeros 3 meses de desarrollo con cualquiera de los siguientes fungicidas: Clorotalonil (Daconil), dosis 0,7 – 1,5 l/ha; Oxiclóruo de cobre, dosis 1,0 – 1,5 kg /200 l agua

Control biológico

Según investigaciones del (INIAP, 2012) las bacterias inhibieron la germinación de esporas y formación de micelio del hongo *M. roleri*.

Productos biológicos a base de *Bacillus Subtilis*, como Basubtil es un fungicida biológico cuya acción está dirigida al control de la moniliasis, sin efectos secundarios para el hombre, animales domésticos o silvestres, insectos benéficos y planta.

Dosis: Se aplica en dosis de 50 g para 12 litros de agua. No se debe mezclar con otros productos.

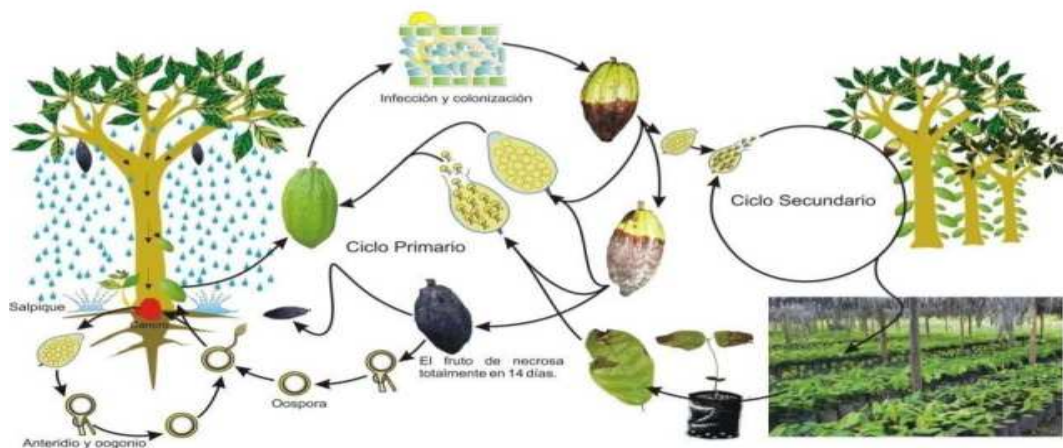
2.4.2. Mazorca negra

La enfermedad es causada por el hongo *Phytophthora spp.* Ataca raíces, hojas, tallos, frutos y ramas del cacao (Restrepo, 2012).

Síntomas

Se inicia en condiciones de alta humedad. Unas 30 horas después de ocurrida la infección se manifiestan manchas de apariencia acuosa, que luego se torna de color café, las cuales avanzan rápidamente hasta cubrir la totalidad de la mazorca. La infección puede ocurrir en cualquier parte del fruto, pero por lo general empieza en los extremos de la mazorca, donde se acumula agua. En mazorcas no maduras la lesión avanza en su interior a la misma velocidad que progresa la lesión externa y los frutos pueden verse afectados completamente en un periodo de dos semanas (Pérez, 2010).

Una vez ocurrida la infección en la mazorca, el hongo se desarrolla rápidamente y empieza a producir esporangios en pocos días. Las mazorcas enfermas continúan produciendo esporangios hasta que ocurre la destrucción del fruto. Los esporangios, zoosporas y conidias se diseminan principalmente por el agua, pero también pueden hacerlo por medio del viento, los insectos y los animales, la infección también puede aparecer en el cojinete floral y el tronco donde se forman lesiones cancerosas que se constituyen en fuente de inóculo (Larrea, 2010).



Fuente: (Pérez, 2010)

Figura 4 Ciclo de mazorca negra en cacao

Control de la enfermedad

- Efectuar las podas para bajar altura al cultivo, en el tiempo adecuado.
- Mantener el cultivo libre de malezas.
- Mantenimiento sistema de drenaje, si condiciones del suelo lo exigen.
- Recolección semanal de frutos enfermos
- Hacer dos a tres aplicaciones de productos cúpricos en dosis de 1 – 1.5 kg /200 l agua, cada 20 días cuando los frutos alcancen edad superior a cuatro meses (120 días).
- Controlar la sombra.
- Hacer aplicaciones de cal a los residuos de cosecha.
- Desinfectar la herramienta (Bradnan, 2015)

2.4.3. Marchitamiento de frutos jóvenes (Cherelle wilt)

Los chereles son susceptibles a marchitarse en dos etapas. Estos períodos se denominan marchitez primera y secundaria.

La marchitez primaria alcanza su pico a las siete semanas después de la polinización y se muestran en las paredes celulares que se establecen en el endospermo. La marchitez secundaria alcanza su pico a las 10 semanas de la polinización y disminuye en respuesta al gran aumento de metabolismo de la chereles. Se considera que los dos tipos de marchitez surgen como resultado de la falta de hormonas producidas por el endospermo, causando disminución en la absorción de agua, alimentos y materiales (Valle, 2012).

Otra causa del marchitamiento es el cambio de temperatura nocturna. Temperaturas entre 20 a 21 °C producen el marchitamiento de chereles jóvenes (Figura 5) (Valle, 2012).



Fuente: (Pérez, 2010)

Figura 5 Marchitamiento de frutos jóvenes

2.5. Enfermedades del follaje

2.5.1. Escoba de bruja

Es causada por el hongo *Crinipellis perniciosa* o *Moniliophthora perniciosa* y afecta los tejidos en crecimiento de la planta.

Síntomas

La enfermedad afecta los brotes nuevos, las flores, hojas y frutos agrandándose o engrosándose en vez de tener un crecimiento normal. El árbol produce hojas nuevas en forma de espadas y muy suaves con un color verde claro en vez del natural verde oscuro o verde rojizo, también es común que produzca más chupones que lo normal.

Entre todos los síntomas el más característico es la proliferación de yemas auxiliares en las ramas principales y secundarias, las cuales producen brotes vegetativos hipertrofiados, después de seis a siete semanas esta se seca, es durante este estadio y bajo condiciones de lluvia que fructifica el hongo (Mora, 2016).

Control

Las prácticas de poda, eliminación de chupones y mantenimiento de zanjas de drenaje son fundamentales para disminuir la incidencia de la enfermedad.

Es factible la eliminación de las escobas individuales, el tejido enfermo sobre los cojines debe ser cuidadosamente removido, cortando lo más cerca posible a la corteza (Mora, 2016).

Entre las prácticas de cultivo que conducen a favorecer las condiciones apropiadas del árbol y negativas para la enfermedad se destacan:

- Reducir o mantener una altura máxima entre 2,5 - 3 metros en las plantas de cacao.
- Realizar mínimo dos podas de mantenimiento al año, a finales o comienzo de los periodos secos, es decir, entre los meses de febrero-marzo y julio-agosto.
- Durante y después de las podas, hacer una remoción de tejidos enfermos, escobas y frutos (Figura 6) (Restrepo, 2012)



Fuente: (Batista, 2009)

Figura 6 Escoba de bruja en cacao.

2.6. Plagas del cacao

2.6.1. Barrenador del tallo (Coleóptera: Cerambycidae)

Provocan un ataque secundario, algunas especies pueden matar las plantas cuando éstas son jóvenes (menores de un año de edad). La hembra raspa la corteza tierna en la parte terminal y pone sus huevos. Al desarrollarse las larvas, penetran en el tallito y se alimentan internamente, formando pequeñas galerías; alcanzan su estado de pupas después de varios meses, provocando la muerte de las plantitas o las ramas afectadas (Álvarez, 2015), control con Thiodan (Endosulfan) 1 – 1,5 l/ha

2.6.2. Cochinillas

Provocan un debilitamiento continuado de la planta por succión del material vegetal. Pueden causar defoliación, pérdida de frutos (que se vuelven completamente blancos) y, por supuesto, la muerte de la planta. Existen varios tipos de cochinillas pero la de importancia en esta zona es la *Dysmicoccus grassii* (Batista, 2009). El control puede ser biológico o químico. Biológico con depredadores, parasitoides e incluso hongos entomopatógenos y químico con Basudin (Diazinón) 1l/ha

2.6.3. Hormigas

Cortan las hojas en forma de media luna, pueden dejar sin hojas una planta joven en poco tiempo. En plantas adultas las partes más vulnerables son los brotes nuevos por lo que hay que mantenerlos vigilados, control con Sulfluramida (Atta-kill) (Villegas, 2008).

2.6.4. Chinche patón

Afecta brotes terminales y frutos causando unas manchas o pústulas. Si el ataque se da en frutos tiernos, se los puede perder. El control cultural más adecuado es con podas fitosanitarias (Restrepo, 2012).

2.7. Cosecha

Los árboles de cacao florecen dos veces al año, siendo el principal periodo de floración en junio y julio. En los meses de septiembre y octubre tiene lugar una segunda floración pero menor. El periodo de maduración de los frutos es de aproximadamente cuatro meses. La recolección es una de las fases más importantes. El punto óptimo de recolección se produce cuando las variedades de fruto rojo (CCN-51) han tomado un color anaranjado-bermellón y los de fruta amarilla un color amarillo-verdoso (nacionales). La recolección puede ser semanal o algo más repartida según la disponibilidad de mano de obra.

Cuando se cosecha, se debe aplicar un desinfectante en las herramientas. Las mazorcas sanas se abren en el campo para extraer las almendras y trasladarlas al centro de procesado (INIAP, 2012).

2.8. Poscosecha

Dentro de la poscosecha hay varios pasos a seguir los cuales describimos a continuación:

2.8.1. Fermentación

Es un proceso bioquímico interno y externo de la semilla en la que ocurren cambios notables en su estructura.

La fermentación consiste en lo siguiente:

- Descomposición y remoción del mucílago azucarado que cubre el grano fresco, para facilitar el secado y la conservación o almacenamiento.
- Elevar la temperatura que mata al embrión, para facilitar el desarrollo del sabor a chocolate.
- Destrucción de las células pigmentadas o cambios en la pigmentación interna.
- La transformación del sabor astringente de los cotiledones.
- El desarrollo de sabor y aroma del chocolate.
- Durante la fermentación los azúcares que contienen las almendras son transformados a alcoholes por las levaduras. Estos a su vez son convertidos en ácido acético por las bacterias acéticas.

- Para la fermentación generalmente se emplea cajones de madera (Larrea, 2010).

2.8.2. Secado

Tiene como objetivo eliminar gran parte de la humedad del grano bajándolo a un 7% de humedad interna para evitar la acción de agentes patógenos que pueden dañar la calidad del grano. Se lo puede secar de manera natural al calor del sol, o también se puede secar de manera artificial ya sea usando una secadora a base de combustible (Larrea, 2010).

2.8.3. Almacenamiento

Aunque generalmente los productores comercializan de inmediato, sin embargo puede ser almacenado en costales de yute. El ambiente donde se va almacenar debe estar exento de olores extraños, como los provenientes de pesticidas, combustible, alimentos con olores penetrantes, etc. El cacao es altamente higroscópico, es decir absorbe la humedad con suma rapidez. Si se almacenan almendras con menos de 8% de humedad, pueden mantenerse en buen estado por unos cinco meses, en medios menores de 75% de humedad relativa (Larrea, 2010).

2.8.4. Comercialización

La realiza directamente al acopiador y lo venden al intermediario que compra en finca que ofrecen condiciones favorables en términos de cantidades, precio y tiempo (Larrea, 2010).

2.8.5. Aporte ambiental

Es un cultivo que se desarrolla de manera ideal dentro de los sistemas agroforestales, por ello desde el punto de vista ambiental y productivo presenta una serie aspectos positivos tales como: preservación de la biodiversidad, disminución de riesgos, mitigación de los efectos perjudiciales del sol, viento y lluvia.

En su producción los pesticidas se usan en mínimas cantidades, no hay mayor afectación al ambiente, ni a las personas que manejan las plantaciones (ANECACAO, 2014).

2.8.5.1. Producción de Biomasa

Cuando se realizan labores de podas, se genera gran cantidad de biomasa (ramas, hojas, frutos enfermos y cascaras de frutos sanos) incrementando el contenido de materia orgánica (MO). La descomposición de la MO en el suelo una vez mineralizada aumenta la capacidad de intercambio catiónico, estabiliza las propiedades físicas, protege el suelo de erosión, almacena y suministra carbono, y beneficia el hábitat donde se desarrollan los organismos responsables de mantener las funciones

ecológicas del suelo de esta forma contribuye al mantenimiento de la fertilidad y a la sostenibilidad de los sistemas productivos (Corral, 2006).

La materia orgánica se incrementa cada vez que se realizan podas de formación o mantenimiento o cuando se realiza la cosecha. Una tonelada de cascara seca puede aportar al suelo (12kg N, 2,5Kg P, 42Kg K, 4,2kg Ca y 4,2kg Mg) (Álvarez, 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN

3.1.1. Ubicación política

País: Ecuador

Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas

Cantón: Santo Domingo

Parroquia: Luz de América

Comuna: El Cóngoma

3.1.2. Ubicación ecológica

Zona de vida: Bosque húmedo subtropical (bhT)

Altitud: 296 m.s.n.m.

Temperatura: 25 °C

Precipitación: 3000 mm/año.

Humedad relativa: 85%

Heliofanía: 680h luz/año

Suelo: Franco Limo arcilloso

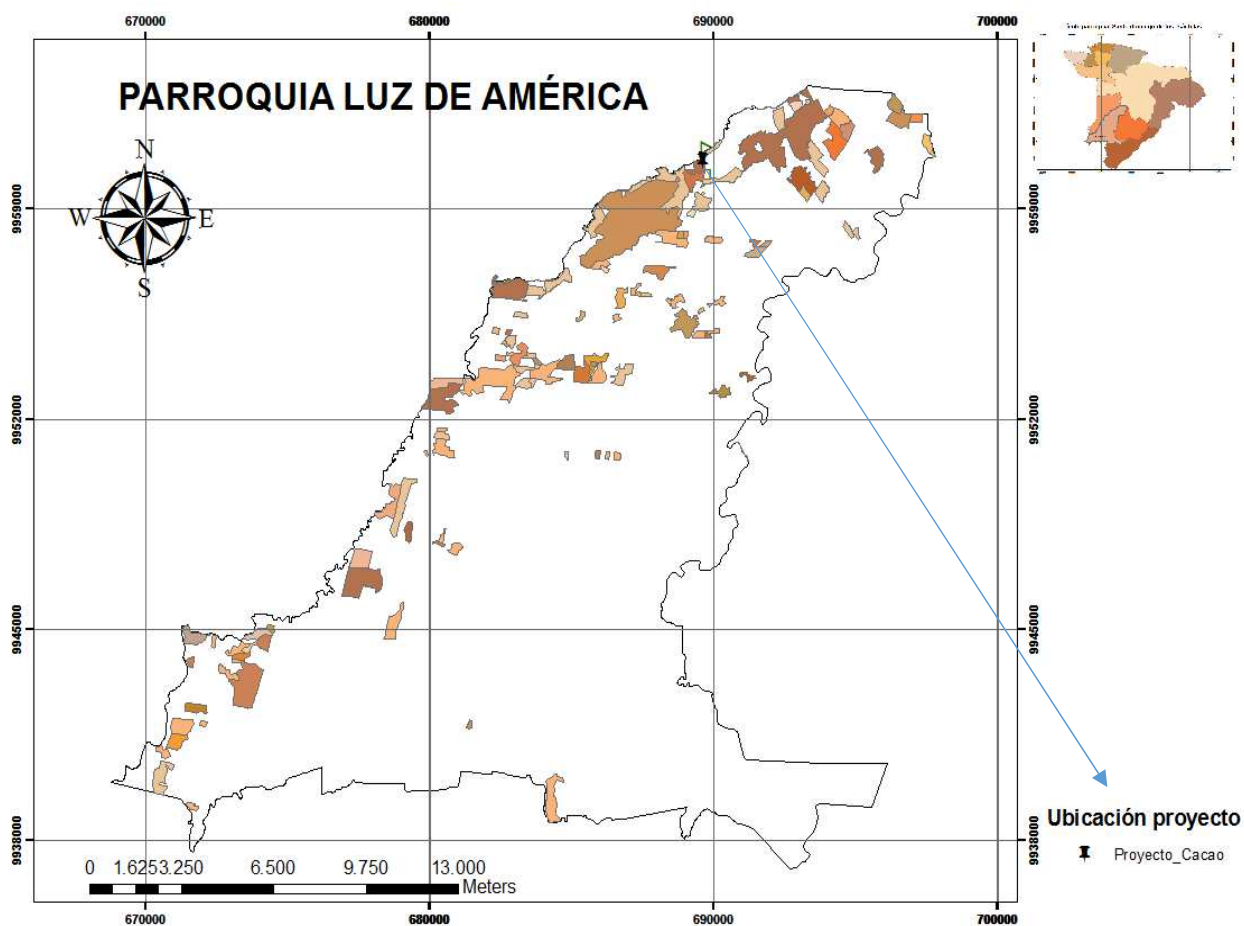
Vegetación: La vegetación típica de la zona está constituida por cultivos como: palma africana (*Elaeis guianensis*), palmito (*Bactris gasipaes*), Papaya (*Carica papaya*), piña (*Ananas comosus*), cacao (*Theobroma cacao*) plátano

(*Musa paradisiaca*), malanga (*Alocasia macrorrizos*), pasto Saboya (*Panicum maximun*) etc.

Árboles: Laurel (*Laurus nobilis*), Guaba (*Inga edulis*), Guayaba (*Psidium guajava*), Naranja (*Citrus x sinensis*), Mandarina (*Citrus reticulata*).

3.1.3. Ubicación Geográfica

Coordenadas UTM: X: 689 621 m Y: 9 960 583 m



Fuente: (Romero, 2017)

Figura 7 Ubicación de la investigación

3.2. MATERIALES

- ❖ **Herramientas:** Machete, tijeras de podar, serrucho de podar, libreta de campo, estacas, carteles, pintura, piola y cintas de color (marcador).
- ❖ **Insumos:** Abono orgánico, fertilizante (Agrofeed), fungicidas: Daconil (Clorotalonil), Comet (Pyraclostrobin), Serenade 5% (*Bacillus subtilis*) Herbicida (Paraquat 200g/l), Mancozeb y fundas de plástico.
- ❖ **Equipos:** Bomba de mochila, balanza, GPS, cámara fotográfica

3.3. MÉTODOLOGÍA

3.3.1. Diseño experimental

3.3.1.1. Factores a probar

Los factores de estudio se basaron en la investigación sobre caracterización y tipificación de fincas productoras de cacao en Santo Domingo de los Tsáchilas, realizado por Anzules (2015). Se consideró fertilización (química y orgánico); control fitosanitario (químico y orgánico), aplicados a una plantación de cacao injertado CCN-51 de 5 años de edad.

3.3.1.2. *Tratamientos*

T1	Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses	0.3 kg/pt (Agrofeed)+ 1.0 kg/pt/año de compost
T2	Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses	0.4 kg/pt (Agrofeed)+ 2.0 kg/pt/año de compost
T3	Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses	0.5 kg/pt (Agrofeed)+ 3.0 kg/pt/año de compost/
T4	Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses	
T5	Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses	0.3 kg/pt (Agrofeed)+ 1.0 kg/pt/año de compost
T6	Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses	0.4 kg/pt (Agrofeed)+ 2.0 kg/pt/año de compost
T7	Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses	0.5 kg/pt (Agrofeed)+ 3.0 kg/pt/año de compost
T8	Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses	
T9	<i>Bacillus subtilis</i> (Serenade 5%) 200g/ha, cada quince días	0.3 kg/pt (Agrofeed)+ 1.0 kg/pt/año de compost
T10	<i>Bacillus subtilis</i> (Serenade 5%) 200g/ha, cada quince días	0.4 kg/pt (Agrofeed)+ 2.0 kg/pt/año de compost
T11	<i>Bacillus subtilis</i> (Serenade 5%) 200g/ha, cada quince días	0.5 kg/pt (Agrofeed)+ 3.0 kg/pt/año de compost
T12	<i>Bacillus subtilis</i> (Serenade 5%) 200g/ha, cada quince días	
T13		0.3 kg/pt (Agrofeed)+ 1.0 kg/pt/año de compost
T14		0.4 kg/pt (Agrofeed)+ 2.0 kg/pt/año de compost
T15		0.5 kg/pt (Agrofeed)+ 3.0 kg/pt/año de compost
T16	Labores culturales	

Fuente:
(Anzules, 2015)

3.3.1.3. Tipo de diseño

Bloques completamente al azar (DBCA)

3.3.1.4. Repeticiones

Tres repeticiones por tratamiento

3.3.1.5. Características de la unidad experimental (UE)

Número de plantas UE: 15

Número de plantas parcela neta: 3

Área de la unidad experimental (UE): 210 m²

Largo: 17,5 m

Ancho: 12 m

Forma de la UE: Rectangular

Área total del ensayo: 10,080 m²

Forma del ensayo: Rectangular

3.3.2. Análisis estadístico

3.3.2.1. Análisis de varianza

Tratamientos: 16

Número de repeticiones: 3

Total:48

Tabla 1 Análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	2
Tratamiento	15
Error	30
Total	47

3.3.2.2. Coeficiente de variación

El coeficiente de variación se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \times 100$$

Cv: Coeficiente de variación

CMe: Cuadrado medio del error experimental

\bar{X} : Media general del experimento

3.3.2.3. Análisis funcional

Para la prueba de significancia se utilizó Duncan al 0,05 %

3.3.3. Análisis económico

Para el análisis económico se evaluaron costos y beneficios derivados, directa o indirectamente.

3.3.4. Variables de evaluación

Los datos fueron tomados de las 3 plantas de la parcela neta, cada 30 días durante un año.

3.3.4.1. Mazorcas sanas

Se contaron los frutos sin afectación por enfermedades.

3.3.4.2. Mazorcas afectadas con Monilia

Se procedió a contar frutos afectados con Monilia, se promediaron y expresaron en porcentaje

3.3.4.3. Mazorcas afectadas con mazorca negra

Se procedió a contar frutos afectados con Mazorca negra. Los datos se promediaron y expresaron en porcentaje.

3.3.4.4. Marchitamiento de frutos jóvenes (Cherelle wilt)

Se procedió a contar chereles afectados, los valores se promediaron y expresaron en porcentaje.

3.3.5. Información complementaria

3.3.5.1. Rendimiento de almendras Kg/ha/año (7% humedad)

El rendimiento fue obtenido de las mazorcas sanas.

3.3.5.2. Materia seca proveniente de podas

De la biomasa obtenida al podar los árboles de la UE, se tomó una muestra de 0.5kg y en laboratorio se determinó la cantidad de materia seca.

3.3.5.3. Materia seca proveniente de mazorcas sanas

De 10 mazorcas sanas de la UE, se determinó el peso de cascara, almendras y mucilago de 10 mazorcas, una muestra de cascara y mucilago se colocó en la estufa por 48 horas para obtener la materia seca.

3.3.5.4. Índice de mazorcas

Como medio informativo para determinar el índice de mazorcas, $IM = (\text{N}^\circ \text{ mazorcas} \times 1000) / (\text{Peso en gramos de las almendras secas de N}^\circ \text{ mazorcas})$. Se tomó del ensayo al azar diez mazorcas maduras y sanas, cuyas almendras fueron fermentadas y secadas.

3.3.6. Fases de manejo del experimento

3.3.6.1. Fase de implantación

Se delimitaron bloques y unidades experimentales. Para el control de malezas se efectuaron chapias y coronas de un metro de radio a cada planta, en cuatro ocasiones con frecuencia de tres meses. Se complementó con aplicaciones del herbicida Paraquat 1l/ha. Las plantas de la parcela neta fueron identificadas con cintas de plástico.

Las podas sanitarias consistieron en la eliminación de frutos y ramas enfermas o secas. La poda de despunte, se efectuó a 2,30 – 2,50 m de altura, en los cortes se aplicó el fungicida Mancozeb.

Al empezar la investigación se contabilizando mazorcas sanas y afectadas con Monilia, Mazorca negra y marchitamiento de frutos jóvenes. Las mazorcas enfermas fueron separadas de la planta. Se realizó el análisis químico de suelo y microbiológico en la Estación Experimental Tropical “Pichilingue” del INIAP.

3.3.6.2. Fase de aplicación de tratamientos

Los fungicidas químicos y orgánicos fueron aplicados foliarmente, empleando una bomba a mochila con boquilla de cono. El abono orgánico y fertilizante químico se aplicaron cuando empezó la investigación, alrededor de la corona en una franja de 20 cm.

3.3.6.3. Fase de evaluación de tratamientos

La medición de variables fue cada 30 días, contabilizando mazorcas sanas y enfermas que fueron diferenciadas por tipo de enfermedad (Monilia, Mazorca negra y Marchitamiento de frutos jóvenes).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Mazorcas sanas

Para evaluar esta variable se contaron los frutos sin afectación por enfermedades. Se realizaron 12 evaluaciones mensuales, la primera en Enero del 2016. Con el nivel de probabilidad $p < 0,05$, análisis estadístico indicó que no hubo diferencias significativas entre tratamientos durante los meses estudiados (Tabla 2).

A pesar de no haber encontrado diferencias estadísticas entre tratamientos, el mayor promedio anual fue obtenido con T1 (Clorotalonil 1kg/ha c/15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses 0.3 kg/pt Agrofeed+ 1.0 kg de compost/año) 56,2%. El menor promedio anual fue del tratamiento T11 (*Bacillus Subtilis* 200g/ha cada 15 días, 0,5 kg/plante de agrofeed y 3 kg de compost /año) 44,6%.

En general el porcentaje de mazorcas sanas, no sobrepaso el 60%, indicando una leve mejoría con la aplicación de los tratamientos, a base de fungicidas. Adicionalmente, es necesario indicar que cuando se presentan factores climáticos como altas temperaturas y vientos que ayudan a la diseminación de las esporas (Hidalgo y Suárez 2006). Temperaturas menores a 18 °C y humedad relativa mayor a 85% afectan directamente las mazorcas creando un ambiente propicio para la diseminación y formación de enfermedades fungosas. La velocidad del viento, intensidad y horas de luz solar, son de

considerable importancia, a tal extremo que pueden ser factores limitantes de la producción (Batista, 2009).

Aplicaciones de fertilizante edáficos podrían favorecer a la planta en términos de resistencia a enfermedades, supliendo nutrientes absorbidos y brindando mayor tolerancia a factores ambientales y ataque de plagas (Restrepo, 2012). El Potasio por ejemplo, provoca una disminución en el porcentaje de afectación de Monilia, ya que proporciona a las almendras mejor estructura en la membranas celulares y no permite la entrada con facilidad de las esporas, sin embargo no se manifiestan de inmediato (Álvarez, 2015).

Aplicaciones del fungicida Daconil (Clorotalonil) evidencian un efecto beneficioso en la disminución de porcentaje de mazorcas enfermas e incremento del número de mazorcas sanas y productividad en kg/ha/año (Corral, 2006), pero su acción se ve limitada por el mal empleo de la dosis por hectárea, aplicaciones incorrectas o porque en plantaciones vecinas no se realiza control.

Adicionalmente existen otros factores colaterales que se deben considerar para que el número de mazorcas sanas obtenidas no sea el esperado en la investigación, como son materiales de siembra que a pesar de tener características del CCN-51 son de origen desconocido, pero a pesar de ello son empleados por la mayoría de los productores en la zona de Santo Domingo (Álvarez, 2015).

Tabla 2 Porcentaje de mazorcas sanas durante 12 meses de evaluación

Tratamientos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
1	52	63	60	68	69	59	56	49	42	42	45	69	56,2
2	61	60	42	63	63	49	62	46	42	45	46	71	54,2
3	51	44	48	68	75	59	51	46	43	43	44	54	52,2
4	49	40	43	56	72	54	60	47	46	45	50	58	51,7
5	55	59	54	50	64	53	73	46	42	43	51	53	53,6
6	56	56	46	46	59	46	72	41	41	39	48	58	50,7
7	51	48	48	66	59	42	59	46	50	50	59	68	53,8
8	28	57	58	64	59	48	56	41	39	40	47	54	49,3
9	35	50	50	66	58	49	44	46	39	37	43	52	47,4
10	49	66	52	62	63	42	69	40	41	41	42	53	51,7
11	46	57	35	57	69	38	70	33	28	27	29	46	44,6
12	23	50	43	47	66	43	63	37	30	31	42	72	45,6
13	45	53	51	54	50	52	62	48	47	45	45	52	50,3
14	41	55	52	64	54	38	66	35	33	36	50	46	47,5
15	46	53	49	63	47	41	63	40	39	44	45	63	49,4
16	43	56	55	63	48	41	59	40	39	40	45	55	48,7
Promedio	45,7	54,2	49,1	59,7	60,9	47,2	61,7	42,6	40,0	40,6	45,6	57,8	
Fuentes variación													
CV	25,27	27,66	18,79	20,52	17,44	13,05	19,85	12,86	14,02	13,77	13,78	19,73	
P-Valor (0,05)													
Tratamiento	0,71	0,99	0,94	0,99	0,94	0,58	0,99	0,82	0,64	0,60	0,77	0,96	

4.2. Mazorcas afectadas con Monilia

El análisis estadístico de acuerdo al $p < 0,05$ presentó diferencias significativas para tratamientos en Marzo y Abril de 2016 (Tabla 6 y 7).

En marzo presentaron menor porcentaje de afectación son T1 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses y 0.3 kg/pt de Agrofeed + 1.0 kg de compost/año); T2 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses y 0.4 kg/pt de Agrofeed + 2.0 kg de compost/año); T3 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses y 0.5 kg/pt de Agrofeed + 3.0 kg de compost/año) y T8 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses) con (1%,2%,1% y 3% respectivamente) y los tratamientos con mayor afectación fueron T10 (*Bacillus subtilis* 200g/ha, c/ quince días y 0.4 kg/pt de Agrofeed + 2.0 kg de compost/año); T11 (*Bacillus subtilis* 200g/ha, c/ quince días y 0.5 kg/pt de Agrofeed + 3.0 kg de compost/año; T12 (*Bacillus subtilis* 200g/ha, c/ quince días) y T15 (0.5 kg/pt de Agrofeed + 3.0 kg de compost/año) con (19%,10%,17% y 20% respectivamente), sugiriendo que productos a base de Clorotalonil y Pyraclostrobin, complementados con fertilización y abono orgánico contribuyeron a disminuir la enfermedad. La fertilización mejora la calidad y tamaño del fruto y brinda tolerancia al ataque de enfermedades endémicas (Restrepo, 2012).

En Abril los tratamientos que presentan menor afectación fueron T6 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses y 0.4 kg/pt de Agrofeed + 2.0 kg de compost/año); T7 (Clorotaloni 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses y 0.5 kg/pt de Agrofeed + 3.0 kg de compost/año), T11 (*Bacillus subtilis* 200g/ha, c/ quince días y 0.5 kg/pt de Agrofeed + 3.0 kg de compost/año) y T12 (*Bacillus subtilis* 200g/ha, c/ quince días) con (2%,3%,2% y 1% respectivamente) y los tratamientos con mayor afectación fueron 1,3 y 15 con (13%,14% y 17% respectivamente)

La aplicación de Clorotalonil en época de lluvias ayuda a disminuir la incidencia de Monilia en un 10%, ya que existe una mayor incidencia de la enfermedad. Este producto es protectante y de acción muy rápida y su efectividad no disminuye (INIAP, 2012). Las labores culturales como podas de mantenimiento, eliminación de frutos enfermos, control de malezas, etc, ayudan a disminuir la incidencia de la enfermedad (Garcés, 2012).

Al revisar el promedio anual por tratamientos (Tabla 5) se observó cierta similitud en la respuesta de todos los tratamientos, si comparamos el dato de la primera toma (Enero) con la última (Diciembre) podemos ver la disminución de mazorcas enfermas. El tratamiento T1 al iniciar el ensayo presento un 15% de afectación y al finalizar fue de 5% de afectación. El tratamiento testigo (T16) en Enero presento 11,6% de afectación y en Diciembre 8%, las respuestas señalan que de una u otra manera las labores culturales son fundamentales e influyen directamente en los resultados.

Tabla 3. Porcentaje de incidencia mazorcas enfermas con Monilia durante 12 meses de evaluación

Tratamientos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
1	15	7	1	13	11	15	21	17	20	10	11	5	12,2
2	14	14	2	10	9	17	22	18	19	13	11	5	12,8
3	13	3	1	14	8	15	17	20	24	15	13	14	13,1
4	21	11	8	7	13	16	13	18	18	16	10	13	13,7
5	17	11	17	5	12	16	14	20	24	13	12	8	14,1
6	10	11	11	2	15	18	21	20	17	14	12	4	12,9
7	14	11	8	3	9	15	9	18	17	12	12	7	11,1
8	13	7	3	6	13	17	8	20	23	14	14	8	12,2
9	9	13	16	6	11	17	5	20	23	11	14	9	13,1
10	20	10	19	4	11	16	7	15	15	10	10	7	12,1
11	17	10	20	2	11	17	9	18	19	11	15	7	12,9
12	29	5	17	1	11	13	5	15	18	11	10	4	11,9
13	12	13	10	11	15	14	10	16	17	14	11	6	12,2
14	11	10	10	12	10	13	10	14	15	15	10	8	11,4
15	19	23	20	17	15	17	17	16	16	15	10	10	16,3
16	11	8	13	10	13	15	8	17	16	12	13	8	12,0
Promedio	15,3	10,5	10,9	7,6	11,7	15,6	12,2	17,5	18,8	12,8	11,7	7,6	
Fuentes variación													
CV	40,02	46,24	45,4	40,91	31,76	17,58	47,26	14,26	16,56	14,68	18,74	39,33	
P-Valor (0,05) Tratamientos	0,93	0,59	0,04	0,04	0,99	0,99	0,25	0,90	0,70	0,47	0,23	0,80	

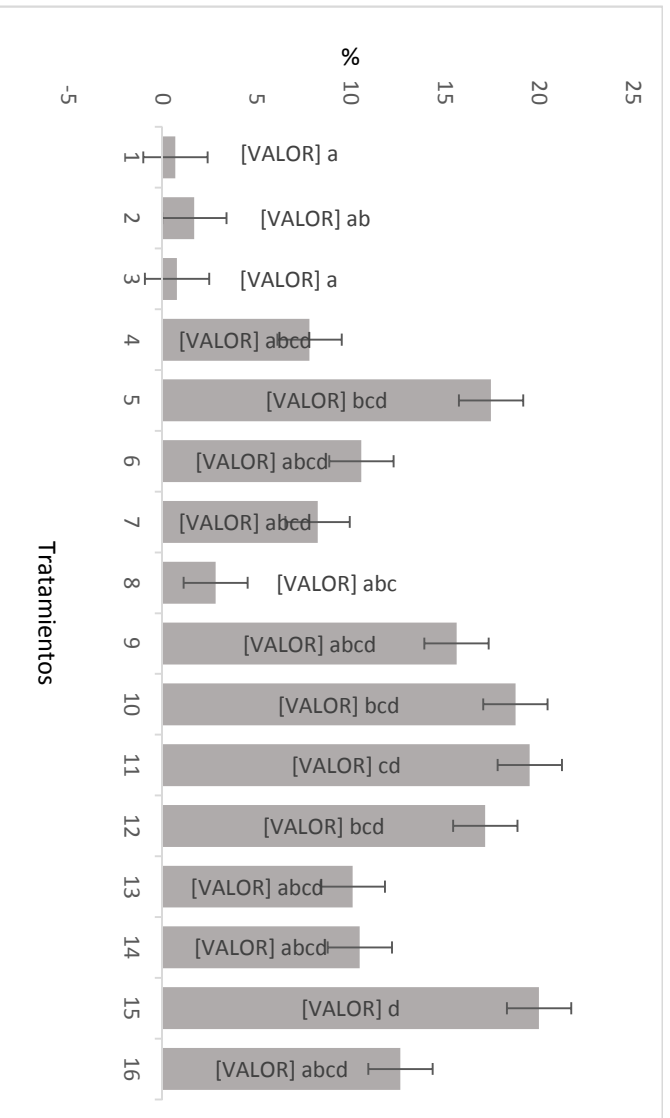


Figura 8. Porcentaje de incidencia de Monilia mes de Marzo.

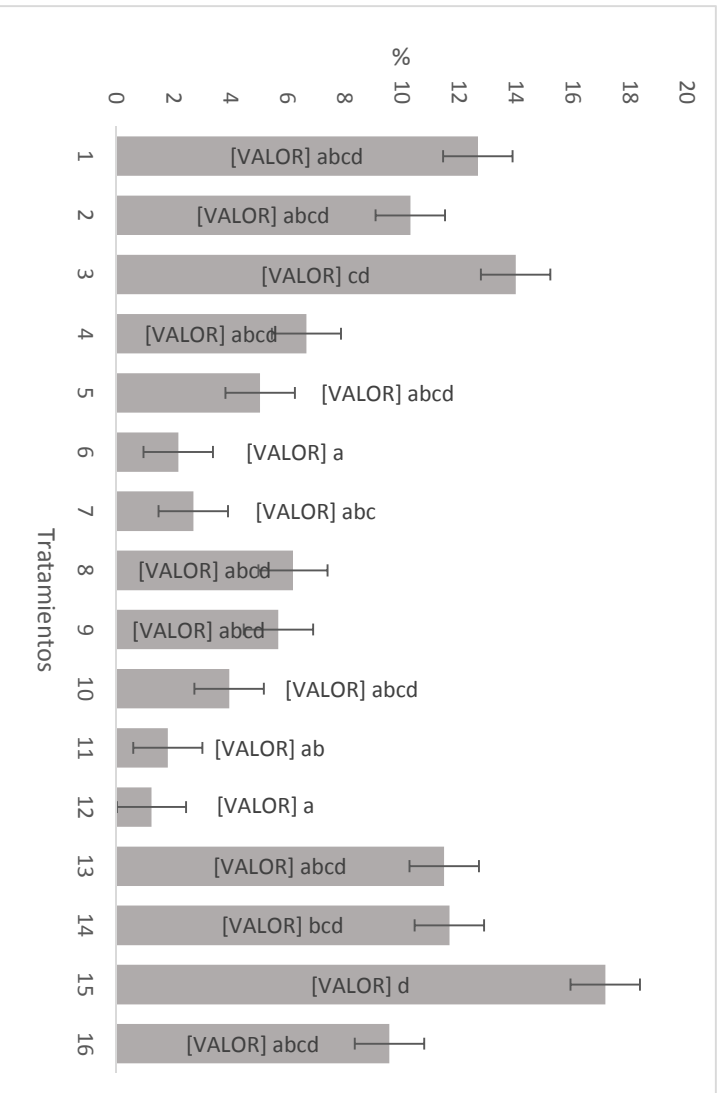


Figura 9. Porcentaje de incidencia de Monilia mes de Abril.

4.3. Mazorcas afectadas con mazorca negra

El análisis estadístico de acuerdo al $p < 0,05$ presentó diferencias significativas para tratamiento en Abril, Mayo y Noviembre (Tabla 9, 10 y 11).

En Abril, presentaron menor porcentaje de afectación T1 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses y 0.3 kg/pt de Agrofeed + 1.0 kg de compost/año), T2 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses y 0.4 kg/pt de Agrofeed + 2.0 kg de compost/año) y T13 (0.3 kg/pt de Agrofeed + 1.0 kg de compost/año) con (4%,3% y 9% respectivamente). Los tratamientos con mayor afectación fueron T5 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses y 0.3 kg/pt de Agrofeed + 1.0 kg de compost/año) , T10 (*Bacillus subtilis* 200g/ha, cada quince días y 0.4 kg/pt de Agrofeed + 2.0 kg de compost/año), T11(*Bacillus subtilis* 200g/ha, cada quince días y 0.5 kg/pt de Agrofeed + 3.0 kg de compost/año) y T12 (*Bacillus subtilis* 200g/ha, cada quince días) con (27%,25%, 29 y 43% respectivamente)

En Mayo, presentaron menor porcentaje de afectación T1 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses y 0.3 kg/pt de Agrofeed + 1.0 kg de compost/año), T2 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Comet 0.5 kg/ha c/ tres meses y 0.4 kg/pt de Agrofeed + 2.0 kg de compost/año), T3 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses y 0.5 kg/pt de Agrofeed + 3.0 kg de compost/año) , y T10 (*Bacillus subtilis* 200g/ha, cada quince días y 0.4 kg/pt de Agrofeed + 2.0 kg de compost/año) con (3%,2,4%,1,5 y 1,6% respectivamente). Los tratamientos con mayor porcentaje de afectación fueron T13 (0.3 kg/pt de

Agrofeed + 1.0 kg de compost/año), T14 (0.4 kg/pt de Agrofeed + 2.0 kg de compost/año), T15 (0.4 kg/pt de Agrofeed + 2.0 kg de compost/año) y T16 (Solo con prácticas culturales) con (15,2%,12,3%, 13,7% y 20,7% respectivamente)

En Noviembre, presentaron menor porcentaje de afectación T2 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses y 0.4 kg/pt de Agrofeed + 2.0 kg de compost/año), T3 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses y 0.5 kg/pt de Agrofeed + 3.0 kg de compost/año), T4 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses) y T5 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses y 0.3 kg/pt de Agrofeed + 1.0 kg de compost/año) con (11,4%,9,2%, 12,4% y 8,3% respectivamente). Los tratamientos con mayor porcentaje de afectación fueron T10 (*Bacillus subtilis* 200g/ha, cada quince días y 0.4 kg/pt de Agrofeed + 2.0 kg de compost/año) y T11 (*Bacillus subtilis* 200g/ha, cada quince días y 0.5 kg/pt de Agrofeed + 3.0 kg de compost/año) con (18,2% y 26,4% respectivamente).

La utilización de Clorotalonil (2 kg/ha), en aplicaciones semanales durante tres meses, a partir de los primeros picos más intensos de floración y dirigido a los frutos en su periodo de mayor crecimiento puede contribuir al control de enfermedades como *Phytophthora* (Hermes, 2008).

El producto Pyraclostrobin es un fungicida que presenta baja toxicidad con actividad traslaminar, por ello se ha comprobado una mediana efectividad para el control de mazorca negra, sin embargo si se aplica con dosis

recomendada (0.8 - 1 kg/ha) y frecuencia de aplicación moderada (2-3 veces al año) ayuda a disminuir la enfermedad (Landry, 2015).

Por su parte *Bacillus subtilis* en laboratorio pudo reducir un 62% la enfermedad, pero cuando se aplica en el campo disminuye de 30-40% debido a factores climáticos (vientos, lluvia) (Pérez, 2010). Se obtiene un mejor control cuando se combinan dos o más bacterias benéficas, por ejemplo *Bacillus subtilis* y *Pseudomona cepacia* disminuyendo la incidencia de la enfermedad entre 60-70% (Landry, 2015).

Labores culturales a base de podas mantenimiento y distanciamiento de siembra adecuado, reduce la incidencia de la enfermedad en 40%, sin embargo se lo debe complementar con recolección semanal de frutos afectados (Dubon, 2015).

Al revisar el promedio anual por tratamientos (Tabla 6) se observó disminución de la enfermedad en la mayoría de los tratamientos. Si comparamos el dato de la primera toma (Enero) con la última toma (Diciembre) podemos ver que disminuye la incidencia de mazorcas enfermas. El tratamiento T1 al iniciar el experimento tuvo 16% de afectación y al finalizar 2% de afectación.

El tratamiento testigo absoluto (T16) en Enero presento 30% de afectación y en Diciembre un 15% estas respuestas señalan que de una u otra forma las labores culturales son fundamentales e influyeron directamente en los resultados.

Tabla 4. Porcentaje de incidencia mazorcas enfermas con Phytophthora durante 12 meses de evaluación

Tratamientos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
1	16	15	30	4	3	10	4	14	18	18	17	2	12,6
2	11	21	37	3	2	11	2	12	10	10	11	11	11,8
3	17	25	41	10	1	11	6	11	12	13	9	5	13,4
4	18	23	29	20	4	12	14	14	13	14	12	11	15,3
5	16	20	13	27	4	10	3	12	12	12	8	10	12,3
6	20	26	28	20	3	12	4	15	17	16	12	7	15,0
7	22	27	22	14	3	16	4	16	16	16	13	10	14,9
8	37	12	25	12	3	12	7	16	15	15	14	14	15,2
9	32	20	20	17	2	11	5	12	13	14	13	6	13,8
10	6	10	15	25	2	17	2	21	24	23	18	12	14,6
11	28	17	21	29	7	23	0	26	28	27	26	20	21,0
12	25	26	18	43	5	18	9	19	20	19	16	7	18,8
13	24	15	20	9	15	19	9	19	21	20	17	10	16,5
14	33	23	24	16	12	19	12	21	22	18	14	4	18,2
15	26	13	19	10	14	18	9	21	22	20	14	12	16,5
16	30	24	22	20	21	19	21	18	21	17	18	15	20,5
Promedio	22,6	19,8	24,0	17,3	6,4	14,9	6,9	16,6	17,7	16,9	14,6	9,7	
Fuentes variación													
CV	34,59	33,92	30,55	33,44	30,32	16,34	48,7	16,94	19,22	19,4	20,61	32,24	
P-Valor (0,05)													
Tratamientos	0,38	0,84	0,94	0,01	<0,0001	0,06	0,08	0,14	0,12	0,33	0,02	0,11	

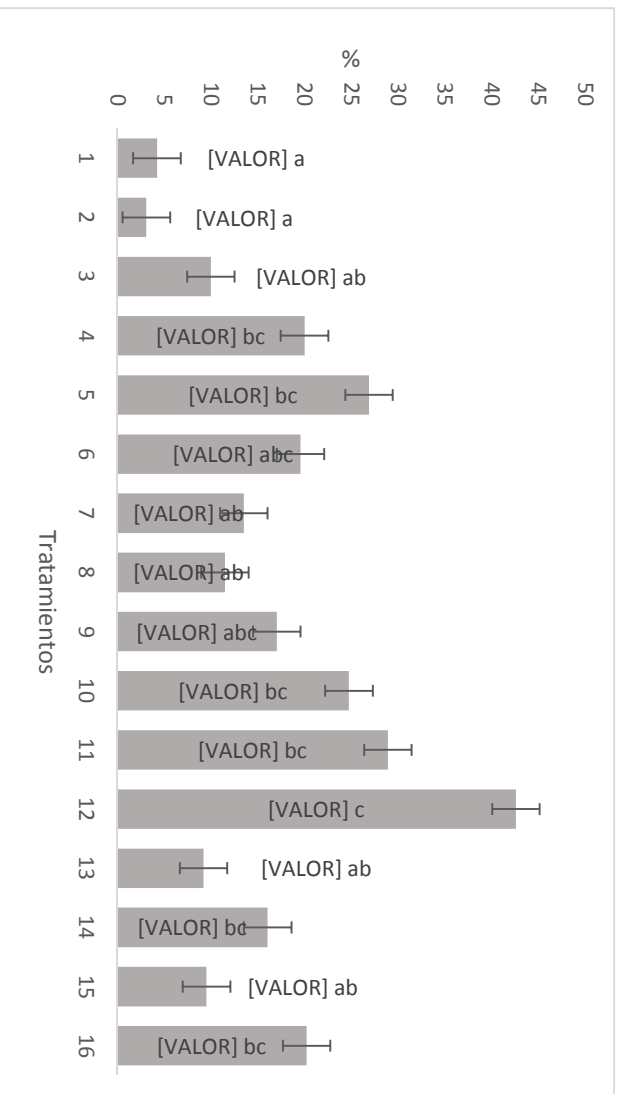


Figura 10. Porcentaje de incidencia de Phytophthora mes de Abril.

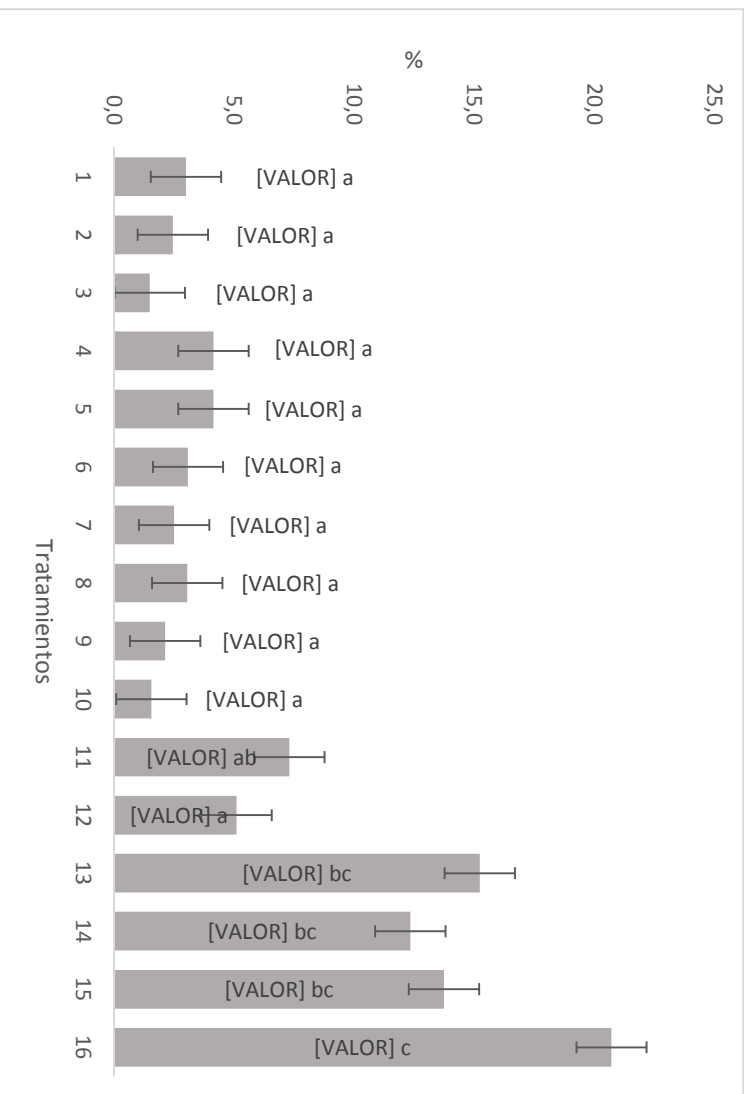


Figura 11. Porcentaje de incidencia de Phytophthora mes de Mayo.

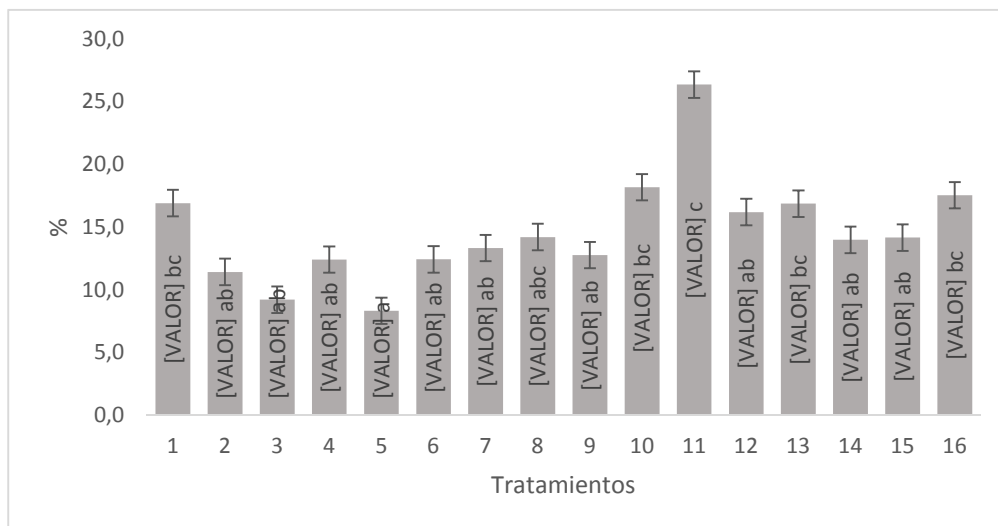


Figura 12. Porcentaje de incidencia de Phytophthora mes de Noviembre.

4.4. Marchitamiento de frutos jóvenes (Cherelle wilt)

El análisis estadístico, determino diferencias significativas para el mes Julio. Los tratamientos que presentaron menor afectación fueron T5 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses y 0.3 kg/pt de Agrofeed + 1.0 kg de compost/año) y T6 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses y 0.4 kg/pt de Agrofeed + 2.0 kg de compost/año) con (9,3% y 3,1% respectivamente). Los de mayor afectación fueron T7 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses y 0.5 kg/pt de Agrofeed + 3.0 kg de compost/año), T8 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses) y T9 (*Bacillus subtilis* 200g/ha, cada quince días) con (28,5%, 29,5% y 45,3% respectivamente).

En general, los promedios mensuales para marchitamiento de frutos jóvenes fueron altos a pesar de los tratamientos recibidos (Tabla 12), esta situación puede ocurrir por un desarreglo fisiológico nutricional, ocasionado por un discontinuo suministro de nutrientes. La planta genéticamente hace una selección de chereles y realiza un reparto de nutrientes solo a los chereles que presentan un buen saco embrionario, cuando hay una disminución de nutrientes al saco embrionario se produce lo que denominamos Cherelle wilt (Bradnan, 2015).

Además cuando los suelos presentan gran porosidad por el contenido de arena y poco o nada de arcilla los elementos se pierden con facilidad hacia las capas más profundas, permitiendo que la planta disponga de nutrientes para abastecer a cada uno de los chereles, los cuales se marchitan (Batista, 2009)

Temperaturas nocturnas menores a 20 °C podrían también producir el marchitamiento de los chereles (Valle, 2012). De acuerdo con los resultados en los últimos seis meses del experimento (Julio – Diciembre) (Tabla 7) se produjeron porcentajes elevados de marchitamiento de chereles jóvenes, que coincide con la baja de temperatura diurna y nocturna ocurrida.

Tabla 5. Porcentaje de marchitamiento de chereles jóvenes durante 12 meses de evaluación

Tratamientos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
1	16	15	9	15	17	17	19	20	20	19	22	28	18,2
2	14	5	19	24	25	23	13	25	30	28	25	13	20,3
3	19	28	10	8	16	16	27	22	21	21	26	27	20,1
4	11	27	20	18	11	18	13	21	23	25	23	18	19,0
5	12	10	15	18	19	21	9	22	22	23	24	16	17,6
6	15	7	15	33	23	25	3	25	25	25	27	31	21,2
7	14	14	22	18	30	27	28	21	17	18	15	15	19,9
8	22	23	15	19	26	23	29	23	23	24	21	24	22,7
9	24	17	14	11	29	23	45	22	25	27	28	34	24,9
10	24	15	15	9	25	25	21	24	20	21	30	28	21,4
11	9	16	24	13	13	23	21	23	25	29	30	28	21,2
12	23	19	22	9	18	26	23	29	32	35	32	16	23,7
13	19	19	19	25	19	15	18	17	16	21	28	32	20,7
14	15	12	14	9	24	30	13	30	30	32	27	42	23,2
15	9	11	12	10	24	23	11	23	24	22	31	15	17,9
16	16	12	10	7	19	25	12	25	24	27	25	23	18,8
Promedio	16,4	15,6	16,0	15,4	21,0	22,3	19,2	23,2	23,6	24,8	25,8	24,4	
Fuentes variación													
CV	42,97	32,69	41,51	36,81	25,68	13,18	34,65	16,2	15,46	17,24	17,91	31,23	
P-Valor (0,05)													
Tratamiento	0,97	0,20	0,94	0,18	0,59	0,20	0,05	0,93	0,51	0,70	0,81	0,45	

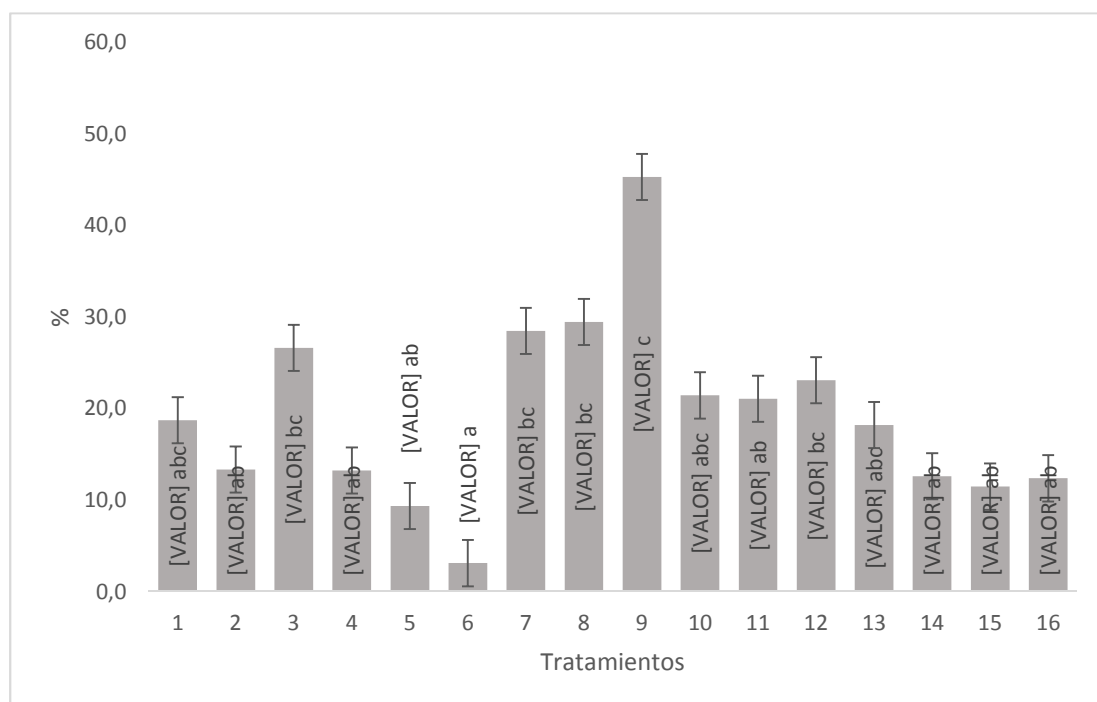


Figura 13. Porcentaje de incidencia de marchitamiento de chereles jóvenes mes de Julio

4.5. Rendimiento de almendras (7% de humedad)

De acuerdo con el análisis estadístico, hubo diferencias significativas entre tratamientos. Los de mayor respuesta productiva fueron T1 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 15 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ tres meses y 0.3 kg/pt de Agrofeed + 1.0 kg de compost/año; T5 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses y 0.3 kg/pt de Agrofeed + 1.0 kg de compost/año); T6 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.4 kg/ha c/ seis meses y 0.4 kg/pt de Agrofeed + 2.0 kg de compost/año y T7 (Clorotalonil 1kg/ha c/ 30 días + Pyraclostrobin 0.5 kg/ha c/ seis meses y 0.5 kg/pt de Agrofeed + 3.0 kg de compost/año) con (1232; 1150; 1119 y 1161 kg/ha/año respectivamente).

Los tratamientos con menor respuesta en productividad fueron T11 (*Bacillus subtilis* 200g/ha c/15 días y 0.5 kg/pt de Agrofeed + 3.0 kg de compost/año y T16 (Testigo: Solo prácticas culturales) con (516 y 682 kg/ha/año respectivamente).

Considerando los resultados obtenidos, la aplicación de fungicidas químicos, complementada con fertilización, abonamiento y labores culturales pueden haber contribuido al mejoramiento de la productividad.

Cuando se realizan labores culturales de control de malezas, podas de mantenimiento, eliminación y enterrado de frutos enfermos, aplicación de fungicidas, fertilización de acuerdo a estados fenológicos de la planta, encalado, el rendimiento del cultivo se incrementa. (Enriquez & Paredes, 1989).

Tabla 6. Rendimiento de almendras al 7% de humedad

Tratamientos	Promedio
T1	1232
T2	931
T3	1081
T4	1001
T5	1150
T6	1119
T7	1161
T8	1030
T9	761
T10	906
T11	516
T12	847
T13	881
T14	907
T15	875
T16	682
Fuentes variación	
CV	29,5
P-Valor (0,05) Tratamiento	0,02

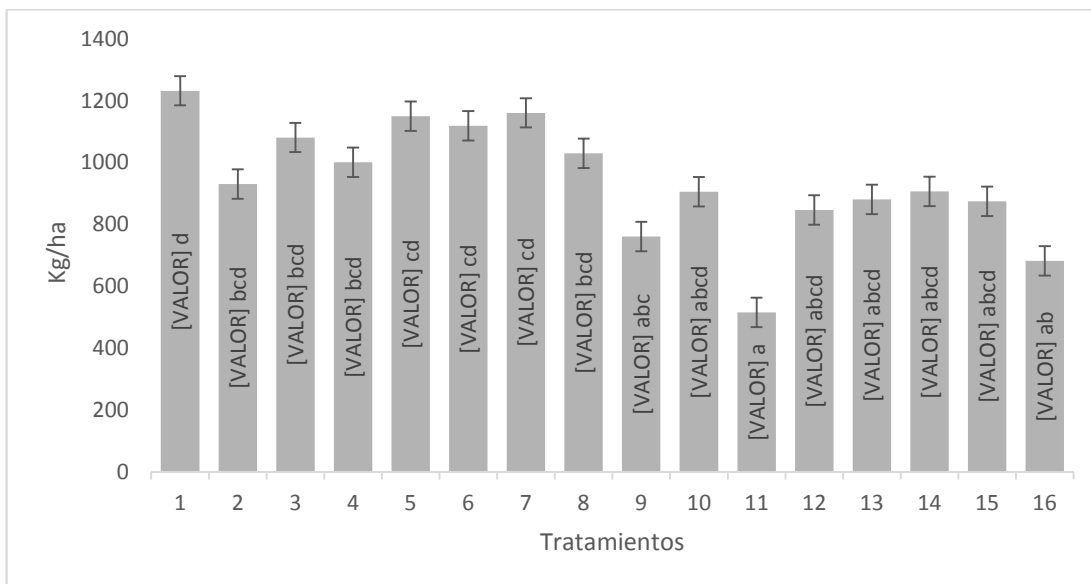


Figura 14. Rendimiento en Kg/ha de almendras de cacao al 7% de humedad

4.6. Índice de mazorcas

Como dato adicional del ensayo, se cosecharon 10 mazorcas sanas de tamaño promedio (25,5 cm largo y 9,8cm de ancho). Se extrajeron las almendras, se escurrió y procedió a fermentar y secar, hasta lograr que la almendra tenga un 7% de humedad.

Aplicado un regla de tres se procedió al respectivo cálculo.

Peso semilla seca: 0,065 kilogramos

Entonces:

$$1 \text{ mazorca} = 0,065 \text{ kg de semilla seca}$$

$$X \text{ mazorca} = 1 \text{ kg de semilla seca}$$

$$X = 15 \text{ mazorcas}$$

Para obtener 1 kilogramo de almendras secas al 7% de humedad se necesitan 15 mazorcas.

4.7. Análisis económico

Tabla 7. Beneficio – costo de los tratamientos.

Concepto	Unidades	Tratamiento															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Rendimiento promedio	qq	27,1	28,5	23,8	22	25,3	24,6	25,5	22,6	16,7	19,9	11,4	18,6	19,4	19,9	19,2	15,0
Rendimiento ajustado (-5%)	qq	25,7	27,1	22,6	20,9	24	23,4	24,2	21,5	15,9	18,9	10,8	17,7	18,4	18,9	18,2	14,3
Beneficio bruto	USD	1927,5	2032,5	1695	1567,5	1800	1755	1815	1612,5	1192,5	1417,5	810	1327,5	1380	1417,5	1365	1072,5
Costos totales	USD	750,0	872,0	1036	472,0	669,7	737,7	955,7	391,7	678,0	746,0	964,0	400,0	558,0	680,0	844,0	280,0
Beneficio neto	USD	1177,5	1160,5	659,0	1095,5	1130,3	1017,3	859,3	1220,8	514,5	671,5	-154,0	927,5	822,0	737,5	521,0	792,5

Análisis costo – beneficio

De acuerdo con el análisis realizado, el beneficio neto del tratamiento T8 (Clorotalonil 1kg/ha c/30 días + Pyraclostrobin 0.5kg/ha c/seis meses) fue de 1220,8 USD anuales, e inversión de 391,7 USD.

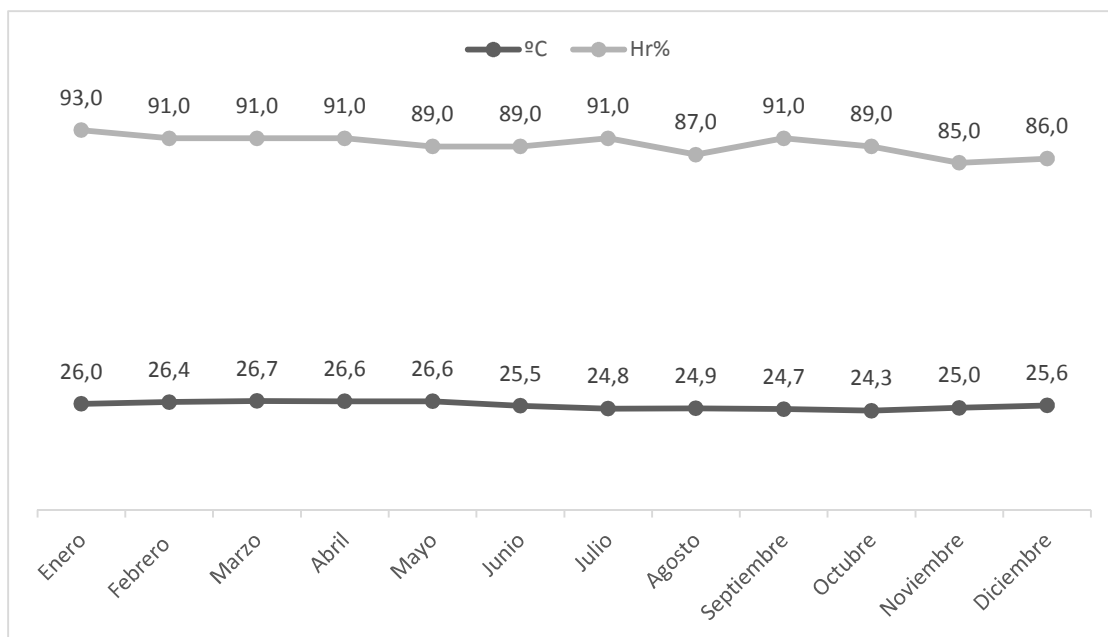
El tratamiento más costoso fue T3 (Clorotalonil 1kg/ha c/30 días + Pyraclostrobin 0.5kg/ha c/seis meses y 0.5 kg/pt agrofeed + 3.0 kg/pt/año de compost) y un beneficio neto de 659 USD anuales e inversión de 1036 USD.

El tratamiento T16 (Labores culturales) tuvo beneficio neto de 792,5 USD anual e inversión de 280 USD.

El tratamiento T11 *Bacillus subtilis* (Serenade 14%) 200 g/ha, c/15 días + 0.5 kg/pt (Agrofeed) + 3.0 kg/pt/año de compost, tuvo un beneficio neto 810 USD anuales e inversión de 964 USD. Presento pérdidas de 154 USD anual.

4.8. Factores edafoclimáticos

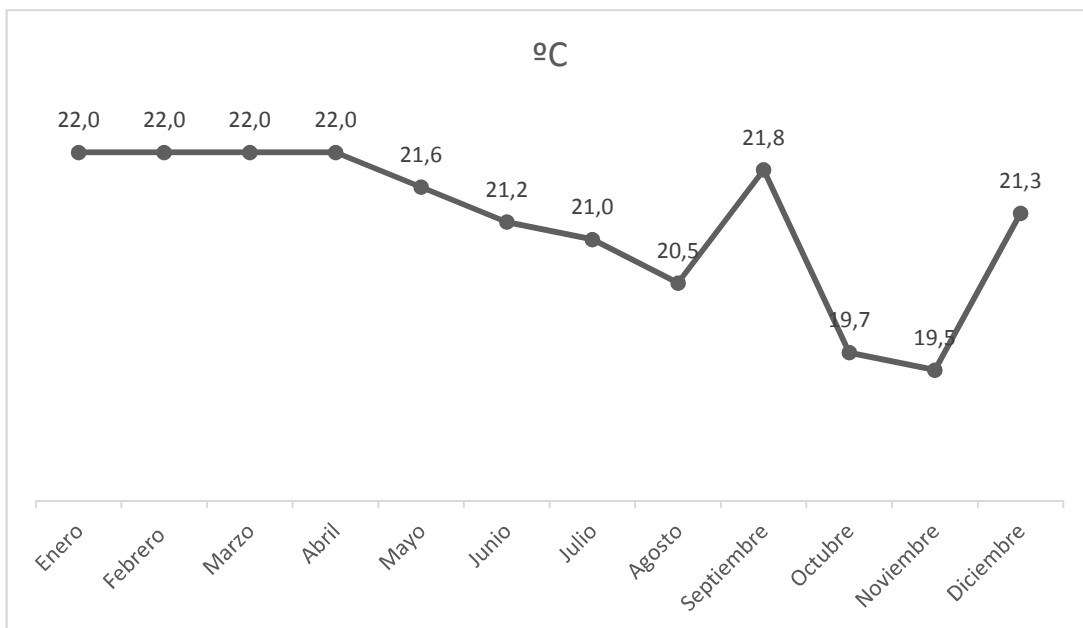
Los valores promedios de temperatura, humedad relativa, precipitación y heliofanía correspondientes a los meses de Enero 2016 a Diciembre 2016 (INAMHI). Se observan en la figura 18.



Fuente: (INAMHI, 2016)

Figura 15. Valores promedio de temperatura y humedad relativa de Enero 2016 a Diciembre 2016.

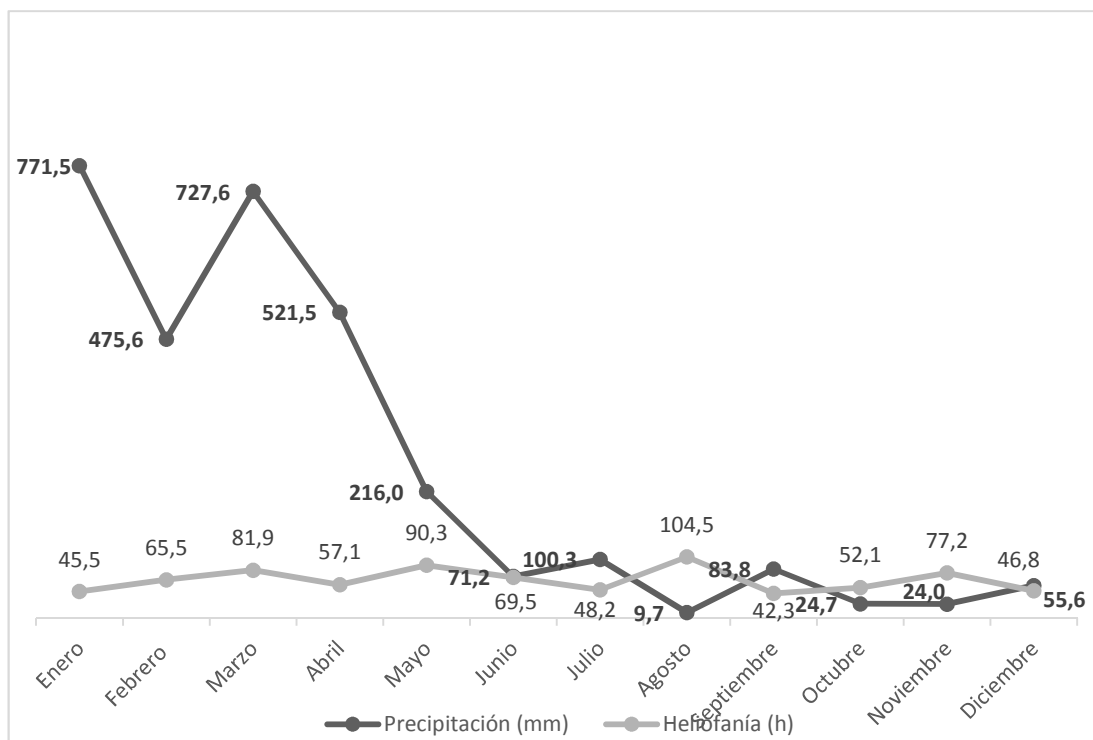
Los valores promedios de temperatura mensual señalaron para el 2016 que no hubo una marcada oscilación; sin embargo, la temperatura máxima ocurrió en Abril y Mayo con 26,6 °C. La menor fue en el mes de Octubre con 24,3 °C. Para el meteoro humedad relativa los valores promedio oscilaron entre 85 y 93%. Los valores más bajos ocurrieron en los meses de Noviembre y Diciembre con 85 y 86% respectivamente.



Fuente: (INAMHI, 2016)

Figura 16. Valores promedio de temperatura nocturna de Enero 2016 a Diciembre 2016

En la figura 19 los valores promedio de temperatura nocturna más baja se registraron durante los meses de Octubre y Noviembre con 19,7°C y 19,5°C respectivamente.



Fuente: (INAMHI, 2016)

Figura 17. Valores promedio mensual de precipitación y heliofanía de Enero 2016 a Diciembre 2016

En la figura 20 se observan valores promedios mensuales de precipitación y heliofanía (Horas/luz). Los meses que presentaron mayor precipitación fueron Enero y Marzo con 771,5 mm y 727,6 mm respectivamente.

Los meses que presentan mayores horas de heliofanía son Mayo y Agosto con 90,3 h y 104,5 h respectivamente.

V. CONCLUSIONES

- ❖ Todas las unidades experimentales recibieron labores culturales de control de malezas, podas sanitarias, poda de despunte y eliminación de frutos enfermos.

- ❖ Durante el tiempo de experimentación el valor promedio de temperatura diurna fue 25,6°C y nocturna de 21,2°C, humedad relativa de 89,4%, precipitación de 256,79mm y heliofanía de 65,1 horas.

- ❖ La variable mazorcas sanas no presento diferencias estadísticas entre tratamientos durante la investigación, no obstante los mayores promedios anuales fueron presentados por los tratamientos T1, T2 y T7 con 56,2%; 54,2%; 53,8% respectivamente. El tratamiento testigo T16 obtuvo 48,7%

- ❖ La variable mazorcas afectadas con Monilia presento diferencia estadística en el mes de Marzo con menor porcentaje de afectación para los tratamientos T1 y T3 con 1%, y para el mes de Abril el menor porcentaje de afectación fue para T11 y T12 con 2% y 1% respectivamente. El tratamiento T16 obtuvo 13 y 10% respectivamente.

- ❖ La variable mazorcas afectadas con Mazorca negra mostro diferencias significativas en el mes de Abril el menor porcentaje de afectación se observó en tratamientos T1 y T2 con 4% y 3% respectivamente. En el mes de Mayo, el menor porcentaje de afectación fue presentado por T2 y T3 con 2% y 1% respectivamente. En Noviembre, el menor porcentaje de afectación fue T3 y T5 con 9% y 8% respectivamente. En los meses mencionados el tratamiento testigo T16 obtuvo 20%, 21% y 18% respectivamente.

- ❖ La variable Marchitamiento de mazorcas jóvenes, presentó diferencias significativas entre tratamientos solo en el mes de Julio, la menor afectación ocurrió con el tratamiento T6 con 3,1%. El testigo T16 obtuvo el 12% de afectación.

- ❖ Las prácticas agronómicas como podas de formación, eliminación de frutos enfermos, aplicación de fungicidas, fertilización edáfica, encalado y control de malezas son esenciales para que el cultivo obtenga el mejor rendimiento.

- ❖ El análisis económico determinó que T8 fue el tratamiento que en el análisis costo-beneficio presento mejor beneficio neto con 1220,8 USD e inversión de 391,7 USD.

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Para el incremento de la productividad de cacao se deben considerar labores culturales como; podas sanitarias de ramas y frutas enfermas, control de malezas y despunte de copa para regular la altura de la planta.

- ❖ El producto orgánico Serenade 14% a base de (*Bacillus subtilis*) se debería probar con diferentes dosis y tiempos para determinar su real aporte en la productividad del cultivo.

- ❖ Se debe implementar parcelas demostrativas con los tratamientos sobresalientes a fin de socializar el conocimiento y lograr su adopción.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, F. (Julio de 2015). Scielo. Obtenido de Manejo y conservación del suelo: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v16n2/v16n2a12.pdf>
- ANECACAO. (2014). Recuperado el 24 de Noviembre de 2015, de <http://www.anecacao.com/es/inicio.html>
- Anzules, V. (2015). Caracterización y tipología de sistemas de producción de cacao en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú, 6.
- Anzules, V. (2015). Sustentabilidad de sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao*) en Santo Domingo de los Tsáchilas . Santo Domingo.
- Batista, L. (2009). El cultivo de cacao. Obtenido de Centro para el desarrollo agropecuario y forestal: <http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>
- Bradnan, S. (2015). Patógenos del cacao. Obtenido de Cherelle wilt : http://www.pestnet.org/fact_sheets/cocoa_sunscald__cherelle_wilt_137.pdf
- Corral, R. (Diciembre de 2006). Congreso ecuatoriano de ciencia de suelo. Obtenido de Fijación y almacenamiento de carbono en cultivos perennes: <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/15.-Fijacion-y-Almacenamiento.pdf>
- Dubon, A. (Octubre de 2015). Infocacao. Obtenido de Podas en el cultivo de cacao: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No3_Oct_u_2015.pdf
- Enriquez, G., & Paredes, A. (1989). El cultivo del cacao. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=3JRfK0v_pYMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false
- Garcés, F. (02 de Febrero de 2012). Scientia Agropecuaria. Obtenido de Moniliasis en el cultivo de cacao: file:///C:/Users/FABRY_PC/Downloads/Dialnet-MoniliophthoraRoreriCifYParEvansEtAlInTheCropOfCoc-5113820.pdf
- GPTSÁCHILA. (2016). GAD Provincial. Obtenido de <http://www.gptsachila.gob.ec/index.php>
- Hermes, R. (2008). Centro agronómico tropical de investigación. Obtenido de Programa de desarrollo y conservación: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1822E/A1822E.PDF>
- Humberto, C. (Noviembre de 2010). Monitoreo de parcelas. Recuperado el 16 de Octubre de 2015, de Como establecer parcelas demostrativas: <http://ceibaguante.org/estudiosypublicaciones/Salud/Monitoreo%20de%20Parcelas%20IntegralesHuertosMedicinales.pdf>
- INAMHI. (Mayo de 2016). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>

- INIAP. (Julio de 2012). Recomendaciones para el cultivo de cacao. Recuperado el 24 de Noviembre de 2015, de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Cacao.pdf>
- Landry, C. (Agosto de 2015). Instituto de investigaciones de sanidad. Obtenido de Sanidad vegetal: <http://www.redalyc.org/pdf/2091/209149784016.pdf>
- Larrea, M. (Agosto de 2010). Cultivo de cacao. Obtenido de Manual de campo para implementación de prácticas amigables: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43804.pdf>
- Mora, P. (Marzo de 2016). Inocuidad y calidad agroalimentaria. Obtenido de Escoba de bruja en cacao: <http://www.cesaveson.com/files/docs/campanas/vigilancia/fichas2016/ESCOBA.pdf>
- Pérez, M. (2010). Manejo y control de enfermedades en cacao. Costa Rica: Masaje.
- Ponce, R. (2015). Universidad Estatal de Quevedo. Obtenido de Manejo de enfermedades en el cultivo de cacao: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1287/1/T-UTEQ-0010.pdf>
- Pozo, T. (2014). Boletín situacional cacao. Obtenido de Coordinación general del sistema de información nacional: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2014/dboletin-situacional-de-cacao-2014-actualizado.pdf>
- PROEcuador. (2013). Instituto de promoción de exportaciones e inversiones. Obtenido de Análisis del sector cacao: http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC_AS2013_CACAO.pdf
- Restrepo, J. (Julio de 2012). Línea agrícola. Obtenido de Manejo fitosanitario del cacao: <http://www.ica.gov.co/getattachment/c01fa43b-cf48-497a-aa7f-51e6da3f7e96/-nbsp;M;anejo-fitosanitario-del-cultivo-de-Cacao.aspx>
- Reyes, C. (2012). Cultivo y producción de cacao. Lima, Perú: RIPALME.
- Romero, O. (Mayo de 2017). Croquis de ubicación geográfica. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.
- Sánchez, F. (9 de Abril de 2013). Universidad técnica estatal de Quevedo. Obtenido de Productividad de clones de cacao zona bosque húmedo tropical: http://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_V7%20N1%203Mora nte.pdf
- Valle, A. (2012). Journal of experimental botany. Obtenido de <http://jxb.oxfordjournals.org/content/7/2/252.abstract>
- Villegas, P. (2008). CATIE. Obtenido de Programa de educación y conservación: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1823E/A1823E.PDF>