

**Apoyo a la investigación “Prueba de eficacia y control del inductor de fitoalexinas
FITOMAX® sobre Monilia (*Moniliophthora roreri* L) en el cultivo de cacao” con
MARLETTI COMPANY S.A.S en San Vicente de Chucurí.**

**Yelman Duban Garavito Santos
Mayo de 2018**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Programa de Ingeniería Agronómica**

Apoyo a la investigación “Prueba de eficacia y control del inductor de fitoalexinas FITOMAX® sobre Monilia (*Moniliophthora roreri* L) en el cultivo de cacao” con MARLETTI COMPANY S.A.S en San Vicente de Chucurí.

**Yelman Duban Garavito Santos
1.102.723.965**

Trabajo de grado modalidad práctica empresarial presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo

**Tutor académico
Erika Karina Ramírez Siniva
Profesión: Ingeniera Agrónoma**

**Tutor externo
Diannefair Duarte Hernández
Profesión: Ingeniera Agrónoma**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Programa de Ingeniería Agronómica
Pamplona, 28 de mayo de 2018**

Agradecimientos

A Dios, por la oportunidad de vida y las bendiciones recibidas.

A mis padres, Rubiela Santos Rodríguez y José Yelman Garavito Valero por haberme brindado toda su dedicación, esfuerzo, apoyo y comprensión incondicional en los momentos difíciles.

A cada uno de mis familiares y seres amados que me alentaron positiva y emocionalmente para no desfallecer y poder alcanzar mis objetivos.

A mis amigos y todas las personas que siempre confiaron en que podía llegar a alcanzar mis metas e ideales.

A la Ingeniera Agrónoma Erika Karina Ramírez Siniva por la guía, paciencia y conocimiento brindados durante el desarrollo de esta práctica empresarial.

A la unidad técnica y al programa de investigación de la Federación Nacional de Cacaoteros del municipio de San Vicente de Chucuri por todo el apoyo brindado, conocimiento y confianza depositada para el desarrollo de esta práctica empresarial.

A la casa comercial de insumos agrícolas MARLETTI COMPANY S.A.S, por la oportunidad de desarrollar la presente práctica empresarial en esta compañía.

A la Universidad de Pamplona, que nos brindó la oportunidad de adquirir una educación superior de calidad.

Tabla de contenido

Capítulo 1	8
Introducción	8
1. Problema	10
1.1 Planteamiento del problema.....	10
1.2 Justificación	11
2. Objetivos	12
2.1 Objetivo general.....	12
2.2 Objetivos específicos	12
Capítulo 2.....	13
3. Marco de referencia	13
3.1 Antecedentes	13
3.1.1 Internacionales	13
4. Marco contextual	14
4.1 Marco teórico	15
4.3.1 Importancia del cacao	15
4.3.2 El cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao</i>).....	15
4.3.3 Moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).....	20
4.3.4 Inductores de Fitoalexinas	23
4.3.5 FITOMAX®	24
4.4 Marco legal	26
Capítulo 3.....	28
5 Metodología	28
Capítulo 4.....	34
6. Resultados	34
6.1. Protocolo ajustado a la Norma Colombiana	34
6.2. Diagnóstico sanitario del lote experimental.....	41
6.2.1 Prueba de medias para el número de frutos enfermos en los arboles muestreados	42
6.2.2 Cantidad de frutos muestreados con presencia de enfermedades.	42
6.2.3 Porcentaje de incidencia de frutos con enfermedades y frutos sanos	43
6.3. Actividades técnicas apoyadas en el marco de la investigación.....	44
7. Conclusiones	49
8. Referencias bibliográficas.....	51
Anexos.....	54

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Descripción taxonómica del Cacao</i>	16
Tabla 2. <i>Descripción taxonómica de la Monilia</i>	20
Tabla 3 <i>Propiedades fisicoquímicas del producto FITOMAX®</i>	25
Tabla 4. <i>Prueba de medias para frutos muestreados con presencia de enfermedades</i>	42

Lista de figuras

Figura 1. Numero de frutos con presencia de enfermedades y sanos	42
Figura 2. Incidencia de enfermedades en frutos.....	43
Figura 3. Lote experimental.	44
Figura 4. Calibración equipo bomba de espalda	45
Figura 5. Poda de arboles	46
Figura 6. Demarcación de variables fenológicas en los arboles	47
Figura 7. Aspersiones de productos FITOMAX®- OXICLORURO DE COBRE.....	47
Figura 8. Flor polinizada.	48

Lista de anexos

Anexo 1. Protocolo desarrollado bajo las directrices de la empresa MARLETTI COMPANY S.A.S y FEDECACAO.	54
Anexo 2. Formatos Diseñados para el registro de datos sanitario y fenológicos.....	71
Anexo 3. Actividades apoyadas en el marco de la práctica empresarial.....	73

Capítulo 1

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao*), es uno de los cultivos tropicales de mayor importancia, tanto en el ámbito nacional como internacional, ya que posee una gran relevancia económica, social y ambiental para Colombia, puesto que se constituye en una especie primordial del sistema agroforestal campesino de muchas regiones (Jaimes & Aranzazu, 2010).

En Colombia, intervienen de forma directa en su explotación más de 25 mil familias (Jaimes & Aranzazu, 2010), contando con un área de siembra de aproximadamente 90,000 hectáreas cultivadas en 24,500 fincas con una producción de 60.535 toneladas de cacao en grano seco (FEDECACAO, 2018).

Este sistema productivo tiene como principales productores los departamentos de Santander con 22,424 toneladas, Arauca 5,629 toneladas, Huila 3,787 toneladas, Antioquia 4,391 toneladas, Tolima 3,547 toneladas, Nariño 2,876 toneladas y Norte de Santander 1,814 toneladas, teniendo al departamento de Santander como el mayor productor a nivel nacional (FEDECACAO, 2015).

La mayor parte de la producción actual del país se emplea en la industria de chocolate como materia prima. El chocolate de mesa producido por la industria nacional, se destaca como un componente importante de la canasta familiar colombiana; como también otros productos de confitería que originan divisas para el país a través de la exportación. El cacao es una especie primordial en el sistema agroforestal campesino, es considerada una planta reforestadora ya que convive en equilibrio con una amplia diversidad de flora y fauna. En general, la planta de cacao se caracteriza por su amigabilidad con el medio ambiente (Jaimes & Aranzazu, 2010).

El factor que más limita la producción de cacao en el país es la presencia de enfermedades, entre la que se destaca *Moniliophthora roreri*. Alrededor de 40% de la producción se ve afectada por este patógeno, sin embargo, algunas condiciones que se relacionan con las zonas agroecológicas donde se encuentre el cultivo, la severidad del inóculo y el inadecuado manejo de la enfermedad, hacen que las pérdidas oscilen desde un 40% hasta 100%; razón por la que esta enfermedad en Colombia es considerada como la más prevalente y severa (Jaimes & Aranzazu, 2010).

En los últimos años se ha realizado múltiples estudios sobre el uso de sustancias, como alternativa para el manejo de Monilia, entre ellas los inductores de fitoalexinas, que se sintetizan a partir de una mezcla de extractos derivados de fenoles modificados químicamente y balanceadas con una mezcla de solventes, que pueden ser aplicados por vías foliares o sistémicas, estos actúan como inhibidores de crecimiento de fitopatógenos, pues interfieren en el proceso de crecimiento y reproducción de microorganismos.

En base a lo anterior, este trabajo tiene como objetivo apoyar técnicamente a la empresa MARLETTI COMPANY S.A.S en el desarrollo de la investigación de la “Prueba de eficacia y el efecto de la aplicación de un inductor de fitoalexinas “FITOMAX®” en el control de Monilia en el cultivo de cacao, ejecutando labores correspondientes al diseño y elaboración del protocolo de investigación y acompañamiento técnico en la ejecución de las diferentes actividades que enmarcan el desarrollo del mismo.

1. Problema

1.1 Planteamiento del problema

Una de las principales limitantes que presenta el cultivo de cacao en la actualidad es la susceptibilidad a enfermedades, la de mayor importancia hasta el momento para el caso de producción es la Moniliasis ya que puede infectar hasta el 80% del total de la fruta producida por la planta en el ciclo del cultivo (Marín, 2001).

La Moniliasis, es un desafío para los agricultores debido a su complejidad, el signo del patógeno en estados iniciales de la enfermedad no es visible y los síntomas no son inmediatamente perceptibles debido a que estos varían dependiendo de la edad del fruto en el momento de la infección (Ram y Arévalo, 1997).

El desconocimiento de prácticas agrícolas para detectar a tiempo la presencia de la enfermedad, favorecen la diseminación de esta enfermedad en las zonas cacaoteras. Los controles planteados para el manejo de esta enfermedad se hacen ineficientes por tanto es importante estudiar otros mecanismos de respuesta inmediatos para el control de Moniliasis en las zonas más afectadas del país por cuenta de esta enfermedad. El uso de estimuladores de fitoalexinas para control de Moniliasis es de gran importancia ya que el efecto positivo que generan estos productos en la planta es de gran apoyo para el manejo de patógenos, entre ellos el que producen la Moniliasis enfermedad limitante en la producción de cacao.

Para la compañía MARLETTI COMPANY S.A.S es importante la realización de este estudio ya que se desconoce el efecto que causa este producto en el cultivo de cacao, por ende, se pretende demostrar la eficacia del producto en el manejo de la Moniliasis y ratificar otros estudios realizados en países como Ecuador.

1.2 Justificación

La producción de cacao en Colombia se estima en 60.535 toneladas anuales, de las cuales la Monilia causa pérdidas por encima del 60% en campos comerciales generando que la ganancia de los productores se reduzca significativamente. En esta medida es importante buscar nuevos métodos para el manejo de esta enfermedad que reduzcan costos y generen una respuesta inmediata en el manejo de esta enfermedad tan limitante para el cacaocultor a nivel nacional.

Debido a que el uso de estimuladores de fitoalexinas con efectos fúngicos es una nueva propuesta para el control de Moniliasis y que se posee poca información acerca de estos como alternativa de manejo para la enfermedad de Monilia en el cultivo de cacao en Colombia, se hace necesario contribuir a la investigación sobre los efectos de los estimulantes de fitoalexinas sobre enfermedades fúngicas.

En este proyecto se llevó a cabo el apoyo a la evaluación del producto FITOMAX®, del laboratorio químico (GLOBAL CHEM) y comercializado por MARLETTI COMPANY S.A.S, que se proyecta lanzar al mercado como alternativa de manejo de enfermedades fúngicas en diversos cultivos entre ellos el cacao.

Con el presente estudio se pretende conocer el comportamiento y demostrar la eficiencia de este producto para control de la Moniliasis, en el municipio de San Vicente de Chucurí, donde un alto número de familias tienen como base económica este sistema productivo y donde un gran porcentaje de los costos de producción se ocupan en el manejo de esta enfermedad.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Apoyar técnicamente la investigación "Prueba de eficacia del inductor de fitoalexinas FITOMAX®, sobre el control de Monilia en el cultivo de cacao" con MARLETTI COMPANY S.A.S en San Vicente de Chucurí.

2.2 Objetivos específicos

- Diseñar un protocolo para la “prueba de eficacia del inductor de fitoalexinas FITOMAX®, sobre el control de Monilia en el cultivo de cacao”.
- Realizar un diagnóstico sanitario en la totalidad de los arboles a intervenir
- Apoyar las actividades desarrolladas en el marco del ensayo “Prueba de eficacia del inductor de fitoalexinas FITOMAX®, sobre el control de Monilia en el cultivo de cacao”.

Capítulo 2

3. Marco de referencia

3.1 Antecedentes

3.1.1 Internacionales

Según Barbosa, (2008) como cita Gómez D, & Reis E, (2011), el interés en las moléculas estimuladoras de los mecanismos naturales de defensa de la planta, de aplicación exógena, surgió por su contribución al control de patógenos y plagas, ya que presentan el potencial de disminuir y/o evitar el riesgo de emergencia de poblaciones de patógenos o plagas resistentes a productos químicos, contrarrestar parcialmente los daños químicos ocasionados a la planta por los pesticidas y finalmente originar aumento del rendimiento de las cosechas.

Marshall Ward, (1905) como cita Vivanco, J y Cosio M, (2005), postuló que los “anticuerpos” y las toxinas producidas por la planta desempeñaban una función importante para frenar el proceso infeccioso. Estos compuestos defensivos podían encontrarse, preformados, antes de la infección o podían sintetizarse en respuesta a la misma y ser, por tanto, inducibles o subsiguientes a la infección.

Según Lema, (2009) como cita Pérez, (2015), considera el fosfito de potasio como un Inductor de Resistencia (IR) en plantas de Dominico-Hartón contra *M. fijiensis*, al ser aplicadas redujo la incidencia de la enfermedad. Además, el fosfito de potasio ha sido considerado como un inductor de la Resistencia Sistémica Adquirida (SAR), esta consiste en la activación un mecanismo natural desarrollado por las plantas para defenderse del ataque de microorganismos fitopatógenos.

4. Marco contextual

La empresa MARLETTI COMPANY S A S. es una compañía multinacional presente en los países de Colombia, Ecuador, Guatemala, Brasil y México, dedicada a distribuir insumos agrícolas importados de alta calidad, amigables con el medio ambiente y con la salud humana.

El domicilio social de esta empresa es en la vereda El Estanco, municipio Tenjo, departamento Cundinamarca. La forma jurídica de MARLETTI COMPANY S.A.S es Sociedad Por Acciones Simplificada y su principal actividad es "Cultivo de flor de corte".

El desarrollo de esta práctica empresarial se llevará a cabo en el departamento de Santander, municipio de San Vicente De Chucuri y se contó con el apoyo de la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO), que es una organización de carácter gremial dedicada a la investigación, la transferencia de tecnología y la comercialización para el fomento del cultivo del cacao con mayor impacto en Colombia.

Puntualmente, esta práctica empresarial se llevará a cabo en el departamento de Santander, municipio de San Vicente de Chucuri, Finca La Vega, propiedad de la Parroquia San Vicente Ferrer y el Instituto Cristiano de Promoción Campesina (ICPROC), ubicada a 4 kilómetros del casco urbano, en la vereda Santa Inés parte Baja.

4.1 Marco teórico

4.3.1 Importancia del cacao

En Colombia, el cacao es un cultivo tradicional de economía campesina cultivado en parcelas de tamaño pequeño o mediano con unidades productivas de 3,3 hectáreas en promedio, el cultivo de cacao se convierte en un cultivo de economía de subsistencia, de la que el agricultor percibe aproximadamente el 75% de su ingreso. El cultivo del cacao demanda gran cantidad de mano de obra, se estima que de esta actividad viven aproximadamente 35.000 familias (SIC, 2011).

El cacao se cultiva en casi todo el territorio nacional, pero se concentra básicamente en cuatro zonas agroecológicas, siendo la zona de la Montaña Santandereana que comprende los departamentos de Santander y Norte de Santander, donde se concentra cerca del 50% de las unidades productivas, donde el cultivo de cacao posee alto impacto social (Oliveros, D, 2013). El departamento de Santander ubicado al Nor-orienté de Colombia, es el mayor productor del país, siendo líder en esta actividad económica (Pabón, 2016).

En Santander existen varios municipios dedicados a esta actividad, donde el potencial se centra específicamente en los municipios de San Vicente y Carmen de Chucurí, cacaoteros por excelencia, que cuentan con características edafoclimáticas especiales que favorecen la producción (Oliveros, D, 2013).

4.3.2 El cultivo de cacao (*Theobroma cacao*).

El cacao es un árbol perenne nativo del trópico americano; fue domesticado hace más de 2000 años por poblaciones mesoamericanas, quienes cultivaron una variedad de cacao de alta calidad aromática denominado Criollo, probablemente originario de la parte norte de Suramérica. (Motamayor, 2002) como cita (Jaimes y Aránzazu, 2010).

El cacao se constituye como el alimento más completo por su poder energético, su aporte de minerales, vitaminas, fibra, sustancias estimulantes, el cacao contiene antioxidantes en niveles superiores al té verde, la corteza del pan las fresas o el ajo que según se cree son determinantes para prevenir el cáncer, las cualidades nutricionales del cacao se pueden medir por su color, puesto que cuanto más oscuro sea, más antioxidantes contiene. En países desarrollados, hace parte de la dieta cotidiana familiar al lado de frutas, carnes, cereales y verduras. La mayor parte de la producción actual del país la consume la industria de chocolate como materia prima y en sus procesos se generan gran cantidad de empleos, al igual que para la comercialización de los productos elaborados (FEDECACAO, 2015)

4.3.2.1 Clasificación taxonómica

Tabla 1.

Descripción taxonómica del Cacao

Clasificación taxonómica	
Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clases	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Tribu	Theobromeae
Género	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>T. cacao</i>

Nota: Tomado y adaptado del Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico.

4.3.2.2 Morfología

El cacao tiene un sistema radicular que posee una raíz principal pivotante con muchas raíces secundarias, la mayoría de ellas se encuentran en los primeros 30 cm de suelo. Hojas simples, enteras y de color verde bastante variable (color café claro, morado o rojizo, verde pálido) y de pecíolo cortó. Flores son pequeñas y se producen, al igual que los frutos, en racimos pequeños sobre el tejido maduro mayor de un año del tronco y de las ramas, alrededor en los sitios donde antes hubo hojas. Las flores son pequeñas, se abren durante las tardes y pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente. El cáliz es de color rosa con segmentos puntiagudos; la corola es de color blancuzco, amarillo o rosa. Los pétalos son largos. La polinización es entomófila destacando una mosquita del género *Forcipomyia*. Fruto de tamaño, color y formas variables, pero generalmente tienen forma de baya, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo lisos o acostillados, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto es gruesa, dura o suave y de consistencia como de cuero (Ortiz, 2013).

4.3.2.3 Requerimientos del cultivo

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 (Ortiz, 2013).

La temperatura media anual requerida para el cultivo de cacao está alrededor de 24° C, nunca debe exceder de 30° C. Es importante que el cambio brusco de temperatura entre el día y la noche no sea superior a 9° C. Las bajas temperaturas de la noche permiten la formación de rocío sobre el tejido vegetal, favoreciendo la germinación de las esporas de los patógenos entre 4 y 8

a.m., cuando las temperaturas son más altas. Las temperaturas inferiores a 17° C en épocas húmedas favorecen el desarrollo de *Phytophthora* sp, y el ataque a frutos en cultivares susceptibles, como el clon CCN 51 (Jaimes y Aránzazu, 2010).

En cuanto a requerimientos de agua 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. Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos. Los Vientos continuos pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras es preciso el empleo de cortavientos para que el cacao no sufra daños. Los cortavientos suelen estar formados por distintas especies arbóreas (frutales o madereras) que se disponen alrededor de los árboles de cacao también para brindar sombra. El objetivo del sombreado al inicio de la plantación es reducir la cantidad de radiación que llega al cultivo para reducir la actividad de la planta y proteger al cultivo de los vientos que la puedan perjudicar. Cuando el cultivo se halla establecido se podrá reducir el porcentaje de sombrero hasta un 25 o 30 %. La luminosidad deberá estar comprendida más o menos al 50 % durante los primeros 4 años de vida de las plantas, para que estas alcancen un buen desarrollo y limiten el crecimiento de las malas hierbas. Para el sombrero del cultivo se emplean las llamadas especies para sombra, que generalmente son otros árboles frutales intercalados en el cultivo con marcos de plantación regulares. Las especies más empleadas son las musáceas (plátano, topochos y cambures) para sombras temporales y de leguminosas como el poró o bucare (*Erythrina* sp.) y las guabas (Ingas) para sombras permanentes. En nuevas plantaciones de cacao se están empezando a emplear otras especies de sombrero que otorgan un mayor beneficio económico como son especies maderables (laurel,

cedro, cenízaro y terminalia) y/o frutales (cítricos, aguacate, zapote, árbol del pan, palmera datilera, etc.) (Zorrilla, 2017).

La humedad del suelo es el mayor limitante, ya que suelos mal drenados favorecen la presencia de microorganismos patogénicos que ocasionan pudrición y muerte de las raíces. Un adecuado suelo para el cultivo del cacao requiere: (1) valores de pH cercanos a 6,2; (2) sumas de bases alrededor de 12 cmol/100 g; (3) contenido de fósforo (P) de 20-25 mg/dm⁻³; (4) saturación de bases cercana a 60%; (5) materia orgánica por encima de 3,5%; (6) relación calcio-magnesio en la capa del suelo entre los primeros 0 a 15 cm aproximada a 4; (7) la relación Ca + Mg/K mayor a 25 y (8) ausencia de limitaciones físicas (Díaz, 2001).

4.3.2.4 Principales labores en el cultivo

Preparación del suelo en esta labor se debe tener un cuidado específico ya que el suelo es el medio fundamental en el desarrollo de cacaotales. Se debe proteger contra los rayos directos del sol ya que éstos degradan rápidamente la capa de humus que puedan contener. Antes del trasplante se realiza un trazado y posteriormente se procede a realizar los agujeros en cada sitio aplicando en este momento los debidos correctivos del suelo en caso de ser requeridos. Otro factor importante son las arvenses ya que pueden reducir la producción considerablemente, ya que compiten con el cacao por agua, luz, y nutrientes, espacio radicular y además se constituyen en potenciales hospederos de plagas y enfermedades. Para el control de arvenses se realiza la integración de varios métodos entre ellos el control mecánico o, desyerbe esta es la estrategia más adecuada para el control de arvenses y la que puede representar hasta el 50% de los costos de manejo en los tres primeros años. Otra labor importante es la poda ya que es necesario ejecutarla en forma correcta y oportuna, de acuerdo con las características de desarrollo de las plantas en cada zona. De lo contrario se producen mayores costos y detrimentos de la

producción, al igual que se predispone a las plantas al ataque de enfermedades. El manejo de las enfermedades y plagas también representa otra labor importante para el manejo del cultivo de cacao ya que estas representan una parte importante en detrimento de la producción anual de cacao en el país (FEDECACAO, 2015).

4.3.3 Monilia (*Moniliophthora roreri*)

La moniliasis es una enfermedad fúngica que ataca el cultivo de cacao, causada por el basidiomicete *M. roreri*, está presente en la mayoría de los países latinoamericanos y se adapta a diversidad de ambientes. En Colombia la enfermedad es devastadora y las estrategias de control tradicional han generado resultados colaterales como el fortalecimiento de la resistencia genética de cepas del hongo en algunas regiones (Álvarez y Martínez, 2014).

4.3.3.1 Clasificación taxonómica de la Monilia

Tabla 2.

Descripción taxonómica de la Monilia

Taxonomía	
Reino	Fungi
División	Basidiomycota
Clase	Basidiomycetes
Orden	Agaricales
Familia	Marasmiacea
Género	<i>Moniliophthora</i>
Especie	<i>Moniliophthora roreri</i>

Nota: Tomado de (Marín, 2001) Manejo integrado de enfermedades del cacao.

La moniliasis, es la principal enfermedad del fruto de cacao en Latinoamérica, esta enfermedad ha causado pérdidas por encima del 60% en campos comerciales del Perú, Ecuador y Colombia (Marín, 2001).

4.3.3.2 Morfología

Moniliophthora roreri posee un micelio hialino, ramificado y septado con doliporos (característica de los Basidiomicetes). Las esporas son de pared gruesa y maduran en cadena basípetamente para luego desprenderse del micelio, pueden ser globosas (diámetro de 9 μm) o elipsoides (8,6 μm de ancho x 11,8 μm de largo) (Torres de la Cruz, 2010).

4.3.3.3 Ciclo de vida del hongo *M. roreri*, y síntomas de la enfermedad

El ciclo inicia con las esporas del hongo en formas de polvillo que viajan a través del viento, la lluvia e insectos que ayudan a diseminar las esporas, inmediatamente ocurre la infección de frutos, esta puede ocurrir en cualquier estado de desarrollo de los frutos, posterior a esto al cabo de 30 a 45 días después de la infección se presentan los primeros síntomas como gibas en frutos pequeños o manchas cafés en frutos más desarrollados, luego de 3 a 7 días sobre la mancha café aparece el micelio y luego las esporas que forman un grupo acumulado abundante de color crema, posteriormente las esporas vuelven a empezar su ciclo infectando otros frutos (FHIA, 2003).

La germinación y penetración de los conidios de *M. roreri* sobre los frutos de cacao es el punto débil del hongo, pues es en esa etapa cuando el efecto de las condiciones ambientales adversas puede ser más perjudicial al patógeno. La maduración del hongo ocurre bajo condiciones óptimas de calor y humedad, más de 25 °C y 85% de humedad relativa. Las esporas pasan de fruto a fruto tanto dentro del mismo árbol como de árboles vecinos, mayormente con la acción del viento y con menor influencia por el agua de lluvia y algunos insectos. El conidio necesita de la presencia de agua para germinar, ya que la moniliasis incrementa su incidencia en los meses de lluvia.

Al cabo de dos a seis horas el conidio puede penetrar al interior de los frutos. A mayor cantidad de inóculo, ocurre una mayor incidencia y mayor severidad del daño. Puede suceder un incremento del inóculo en el ambiente, cuando habiendo frutos esporulados en los árboles se efectúan labores de cultivo, pues con esta labor mecánica se favorece la liberación de los conidios (FHIA, 2003).

4.3.3.4 Manejo de la moniliasis

- Manejo cultural (remoción de frutos): la práctica de control cultural consistente en la remoción de frutos enfermos, es la más importante para el control de la Moniliasis. Se trata de cortar las mazorcas con síntomas de la enfermedad, especialmente antes de la etapa de esporulación, con el objeto de impedir que el hongo alcance su etapa reproductiva. El propósito fundamental de la remoción de mazorcas es disminuir la cantidad de esporas (inóculo) presente dentro del cultivo, y evitar la contaminación de las mazorcas que están en formación (Sánchez, 1982) como cita (Zorrilla, 2017).
- Manejo químico: El uso de fungicidas ha sido sugerido para controlar la Moniliasis del cacao en diversos lugares, sin embargo, en la mayoría de casos se considera que son poco efectivos y costosos, determinando que este método sea poco apropiado. Algunos fungicidas a base de cobre combaten esta enfermedad; la dificultad estriba, en mantener cubierta o protegida la mazorca durante su periodo de crecimiento (Arévalo y Suárez, 1992) como cita (Zorrilla, 2017).
- Manejo biológico: El control biológico es la manipulación directa e indirecta por parte del hombre a los agentes vivos que de forma natural tienen capacidad de control. Se pudo detectar algunos organismos potenciales antagónicos correspondientes a *Trichoderma*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas cepacia* y *Pseudomonas putida*. su comportamiento en el campo ha reducido la germinación de esporas y formación de micelio del hongo *M. rozeri*,

especialmente si se retiran las mazorcas enfermas de la plantación, según lo afirma (Falcóni, 2003) como cita (Zorrilla, 2017).

- Manejo por medio de resistencia genética: Entre los cultivares de la especie *Theobroma cacao* hay diferencias en la susceptibilidad a *M. royeri*, donde muestra que en esta especie existen fuentes de resistencia al hongo. Aún no se ha descubierto un material inmune a *M. royeri*, pero de las pruebas en Ecuador, Colombia, Costa Rica, y ahora en Honduras, se conoce que hay cultivares (clones o híbridos) que, consistentemente muestran menor número de mazorcas infectadas. Ejemplo de esos materiales son: UF-273, EET-75, EET-233, UF-296, CC-210, IMC-67 y el CC-266 (FHIA, 2003).

4.3.4 Inductores de Fitoalexinas

La base fisiológica y bioquímica de la resistencia de plantas al ataque de patógenos, hongos y bacterias; se encuentra relacionada con la biosíntesis de metabolitos secundarios implicados en los procesos infecciosos. Muchos cambios bioquímicos ocurren en las plantas después de una infección y algunos de estos cambios se han asociado con la expresión del mecanismo de defensa, produciendo sustancias llamadas fitoalexinas (García y Pérez, 2003).

Las fitoalexinas se sintetizan en las células sanas adyacentes a las células dañadas y se acumulan tanto en tejidos necróticos resistentes, como susceptibles, es decir, se producen restringidamente en un sitio alrededor del lugar de infección. La resistencia ocurre cuando una o más fitoalexinas alcanzan una concentración suficiente para inhibir el desarrollo del patógeno (Agrios, 1996). Se ha descrito que antes de una infección, se encuentran en una concentración casi detectable. Después de una infección son sintetizadas rápidamente, casi en horas después del ataque del patógeno y son tóxicas para un amplio espectro de hongos y bacterias patógenas (Taiz y Zeiger, 1991).

La resistencia a las enfermedades en las plantas superiores puede deberse a la existencia de estructuras o barreras físicas, como el espesor y dureza de la cutícula, el tamaño y forma de los estomas o la distribución del esclerenquima, pero también a la presencia de compuestos inhibidores en el interior de los tejidos o formados como respuesta a la infección. Estas sustancias recibieron el nombre de fitoalexinas, es decir, protectoras de plantas. Hoy en día se acepta que las fitoalexinas son compuestos tóxicos de bajo peso molecular, que no se encuentran en los tejidos sanos, sino que se forman cuando el tejido sufre algún daño, y que se acumulan en los lugares próximos a la infección, contribuyendo a la limitación del desarrollo del patógeno. Todas las fitoalexinas son en su inmensa mayoría compuestos fenólicos (Duran y Ruiz, 1993).

4.3.5 FITOMAX®

Es un estimulador de fitoalexinas distribuido por la casa comercial MARLETTI COMPANY S.A.S, compuesto por una mezcla de extractos derivados de trifenilcarbino modificados químicamente y balanceadas con una mezcla de solventes que optimizan su efectividad y permite un excelente cubrimiento en la aplicación.

4.3.5.1 Ingrediente activo

FITOMAX® posee como ingrediente activo: Cloruro de Dimetil p-diaminonitritil amonio 2.43%.

4.3.5.2 Modo de acción

FITOMAX®, actúa como inhibidor de fitopatógenos, pues interfieren el proceso de crecimiento y reproducción de microorganismos, encapsulándolos e inhibiendo su medio de desarrollo. A su vez tiene un efecto deshidratante que inhibe el crecimiento del patógeno en las estructuras presentes en la superficie de la planta. De otra forma actúa mediante el sistema de resistencia inducida (IR), estimulando inductores de resistencia como es el ácido salicílico, que a su vez

activa mecanismos de alerta propios de las plantas como defensa al ataque de hongos fitopatógenos.

4.3.5.3 Propiedades fisicoquímicas de FITOMAX®

Las propiedades físicas y químicas se describen a continuación en la siguiente tabla

Tabla 3

Propiedades fisicoquímicas del producto FITOMAX®

Parámetro	Descripción
Apariencia	Líquido homogéneo fluido no translúcido
Color	Azul noche (RAL 5022)
Olor	Alcohólico
pH (10%)	3,14 – 3,70
Densidad	1,025- 1,050 g/cm ³
Compatibilidad	Con fungicidas, bactericidas, agroquímicos, productos a base de Bacillus.
Solubilidad	Total en agua
Estabilidad	Estable a temperatura ambiente y en su envase original

Nota: Tomado de ficha técnica FITOMAX® comercializadora GLOBAL CHEM. Modificada por autor

4.3.5.4. Características del producto FITOMAX®

FITOMAX®, posee tres características importantes, entre ellas Inhibir fitopatógenos, estimulación de inductores de resistencia y recuperación hídrica en la planta en casos de deshidratación, evitando la pérdida de turgencia, marchitamiento, disminución del alargamiento celular, cierre de estomas, reducción de la fotosíntesis, la respiración, y la interferencia en varios procesos metabólicos básicos, provocados por la disminución del contenido hídrico.

4.3.5.5 Dosis

Para el cultivo de cacao según ensayos realizados en Ecuador se establecieron dosis de 2 L/ha.

Teniendo como referencia 1000 plantas por hectárea.

4.4 Marco legal

Las siguientes son las normas ambientales específicas que se tendrán en cuenta en esta práctica empresarial:

- La Ley 23 de 1973 tiene como objeto prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional.

1. Art. 2. El medio ambiente es un patrimonio común; por lo tanto, su mejoramiento y conservación son actividades de utilidad pública, en las que deberán participar el Estado y los particulares. Para efectos de la presente Ley, se entenderá que el medio ambiente está constituido por la atmósfera y los recursos naturales renovables.

- Decreto 775 del 16 de abril de 1990 del Ministerio de salud Por el cual se reglamentan parcialmente sobre uso y manejo de plaguicidas.

1. Artículo 2: Régimen Aplicable al Uso y Manejo de Plaguicidas. El uso y manejo de Plaguicidas estarán sujetos a las disposiciones contenidas en la Ley 09 de 1979, el Decreto 2811 de 1974, Reglamento Sanitario Internacional, las demás normas complementarias previstas en el presente Decreto y las que dicten los Ministerios de Salud y de Agricultura o sus institutos adscritos

ACUERDO No. 186 Que compila y actualiza el reglamento académico estudiantil de pregrado de la Universidad de Pamplona.

CAPÍTULO VI. TRABAJO DE GRADO

ARTÍCULO 35.- Definición de Trabajo de Grado: En el Plan de Estudios de los programas, la Universidad establece como requisito para la obtención del título profesional, la realización

por parte del estudiante, de un trabajo especial que se denomina “TRABAJO DE GRADO”, por medio del cual se consolida en el estudiante su formación integral, que le permite:

- a. Diagnosticar problemas y necesidades, utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad.
- b. Acopiar y analizar la información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicas.
- c. Desarrollar planes y ejecutar proyectos, que le permitan demostrar su capacidad en la toma de decisiones.
- d. Formular y evaluar proyectos.
- e. Aplicar el Método Científico a todos los procesos de estudio y decisión.

ARTÍCULO 36.- Modalidades de Trabajo de Grado: El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en:

- Práctica Empresarial: comprende el ejercicio de una labor profesional del estudiante en una empresa, durante un período de tiempo. Cuando el estudiante seleccione esta modalidad, deberá presentar al Director de Departamento el anteproyecto, que debe contener: nombre de la empresa, descripción de las características de la empresa, objetivos de la práctica, tipo de práctica a desarrollar, tutor responsable de la práctica en la empresa, cronograma de la práctica, presupuesto (si los hubiere) y copia del convenio interinstitucional Universidad – Empresa o carta de aceptación de la empresa

Convenio de cooperación para el desarrollo de prácticas profesionales No. 0025 de 2018 suscrito entre la Universidad De Pamplona y MARLETTI COMPANY S.A.S

Capítulo 3

5 Metodología

Para lograr los objetivos de esta práctica empresarial se tuvo como fin apoyar técnicamente la investigación “Prueba de eficacia y control del inductor de fitoalexinas FITOMAX[®] sobre la enfermedad de Monilia (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao”, para lograrlo se establecieron tres objetivos específicos y se desarrollaron para cada uno de ellos las siguientes actividades:

Como primer objetivo se planteó, diseñar un protocolo para la “Prueba de eficacia del inductor de fitoalexinas FITOMAX[®], sobre el control de Monilia en el cultivo de cacao”. Para el logro de este objetivo se diseñaron dos protocolos, el primero para la empresa MARLETTI COMPANY S.A.S, establecido bajo las directrices planteadas por la dirección del programa de investigación de la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO). El protocolo se puede ver en el Anexo 1 y se describe a continuación.

- La elaboración del protocolo se inició con revisión de literatura sobre el cultivo de cacao, inductores de resistencia y de antecedentes sobre estudios realizados con fitoalexinas en cacao y otros cultivos, esto con el fin de estructurar la metodología a emplear en la ejecución de las actividades y las variables a medir durante el transcurso de la investigación.
- Consecutivamente se establecieron los objetivos de la investigación siguiendo las directrices de la empresa MARLETTI COMPANY S.A.S, que tenían como propósito evaluar la eficacia del producto FITOMAX[®] sobre la enfermedad de *M. roreri* en plantas de cacao.

- Establecidos los objetivos, se seleccionó un lote de cacao a manera que presentara las siguientes características: uniformidad del material genético, edad, porte, distribución espacial y condiciones agroecológicas.
- Posteriormente se realizó un listado de todas las herramientas, insumos, recursos necesarios para el desarrollo de la investigación.
- En avance y construcción del protocolo se realizó la metodología a desarrollar en la presente investigación donde se detalló la forma de ejecutar cada una de las actividades: diseño de trabajo en campo, labores técnicas en campo, diseño experimental, variables de respuesta, análisis de datos, y el cronograma de actividades establecido para la ejecución de cada una de las actividades antes mencionadas.
- Consecutivamente se planteó la presentación de los resultados y la evaluación de cada una de las variables sanitarias y fenológicas evaluadas sugiriendo realizar un análisis estadístico de varianza, seguidamente una comparación de media por la prueba de TUKEY, donde se pudiera analizar cada uno de los resultados obtenidos.
- Por último, se adjuntaron las fuentes bibliográficas utilizadas como referencias para la construcción del protocolo descrito anteriormente.

Seguido a esto se planteó un protocolo alternativo, ajustado a la reglamentación vigente, según la Norma Andina y la regulación nacional colombiana del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), elaborado bajo los parámetros del manual para elaboración de protocolos para ensayos de eficacia del PQUA (Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola) donde se establecen cada una de las directrices a seguir en el desarrollo de la investigación.

Como segundo objetivo se proyectó realizar un diagnóstico sanitario a la totalidad de los arboles a intervenir en el ensayo, este se ejecutó de la siguiente manera.

En el desarrollo de este objetivo inicialmente se demarcaron los arboles requeridos para la ejecución de la investigación, ya identificado los árboles se inició el diagnóstico sanitario de forma individual árbol a árbol donde se hizo la toma de datos para cada una de las variables de la siguiente manera:

- Frutos sanos: se recorrió observando cada una de las ramas del árbol, registrando el número de frutos sanos presentes en el mismo.
- Cherelles (frutos secos): se examinó cada una de las ramas del árbol, registrando el número de frutos secos presentes en el mismo.
- *Moniliophthora perniciosa*, escoba de bruja (fruto, cojín y rama): se realizó un recorrido analizando cada una de las ramas del árbol, registrando el número de frutos, cojines florales y ramas infectados con la enfermedad escoba de bruja.
- Frutos infectados con *Phytophthora* sp: se revisó cada una de las ramas del árbol, registrando el número de frutos con *Phytophthora* sp encontrados.
- Frutos con Monilia: se hizo un recorrido observando cada una de las ramas del árbol, registrando el número de frutos infectados con la enfermedad de Monilia.

Posterior al registro de datos se efectuó un análisis sanitario para determinar la variable incidencia para cada una de las enfermedades, *M. rozeri*, *Phytophthora* sp, *Moniliophthora perniciosa*, en el lote experimental. El porcentaje de incidencia de las enfermedades se calculó según la ecuación planteada por Cárdenas P, (2017), que se muestra a continuación.

$$\text{Incidencia} = \frac{ME}{MT} \times 100$$

Dónde, ME = número de frutos enfermos evaluados y MT = número total de frutos evaluados.

Como tercer objetivo se estableció, apoyar técnicamente las actividades desarrolladas en el marco de la investigación “Prueba de eficacia del inductor de fitoalexinas FITOMAX[®], sobre el control de *Monilia* en el cultivo de cacao”. Para el logro del objetivo se desarrollaron las siguientes actividades:

- Identificación y reconocimiento del lote experimental: se efectuó un recorrido por el área de cultivos de la finca “La Vega” con el fin de seleccionar un lote de cacao establecido, identificado el lote se realiza la elección de 90 árboles dentro del mismo teniendo en cuenta la uniformidad en características físicas como (porte, arquitectura, vigor), así mismo teniendo en cuenta el posicionamiento de los árboles en el lote se buscaba que los mismos gozaran de igualdad en condiciones agroecológicas (sombra, luz, agua).
- Elaboración de formatos para la recolección de datos, en esta labor se diseñaron formatos para el registro de los datos sanitarios, evaluando variables como: frutos sanos, frutos con *Monilia*, frutos infectados con *Phytophthora* sp, frutos, cojines florales y brotes infectados con escoba de bruja, cherelles. También se diseñaron formatos para registro de datos fenológicos en donde se evaluaron variables como: diámetro de tallo, floración y brotación de ramas.
- Calibración de la bomba de espalda: se asesoró al operario para la calibración del equipo, inicialmente se explicó toda la parte de indumentaria de seguridad necesaria para las aplicaciones, posterior a esto se explicó el uso correcto del equipo y sus accesorios. La calibración del equipo se inició con la graduación de la boquilla de aspersión ya que el equipo cuenta con una perilla de regulación con cinco niveles para la salida de líquido,

calibrada la boquilla se continuo con la evaluación del líquido necesario para las aspersiones para esto se utilizó un litro de agua depositado en el equipo esto con la finalidad de saber el número de árboles que se podían asperjar con un litro de agua en esta labor.

- Poda de árboles: Para el desarrollo de esta actividad se hizo un acompañamiento técnico a la ejecución de esta labor asesorando al operario encargado sobre el uso de equipos y la forma correcta de realizar esta labor cultural, indicando las partes del árbol a eliminar como: chupones, ramas enfermas, frutos enfermos, frutos sanos, flores, cualquier otro tipo de ramas que van en contra de la arquitectura del árbol.
- Demarcación de variables fenológicas: esta labor se realizó con el acompañamiento de los técnicos de campo del programa de investigación de la Unidad Técnica de la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO) San Vicente de Chucuri. Apoyando la selección del área a escoger para las observaciones y registro de datos para las variables de floración, y brotación, a su vez se hizo la marcación de las mismas con aerosol para tener la referencia en la toma de datos, en los 90 árboles intervenidos en el ensayo.
- Aplicaciones de los productos (FITOMAX®-OXICLORURO DE COBRE): Se asesoró al operario, en compañía del personal técnico del programa de Investigación de la Federación Nacional de Cacaoteros sobre la forma correcta de aplicación de cada uno de los productos, además de recalcarles los intervalos de aplicación y la recomendación de el buen uso de los equipos en cada una de las aplicaciones de los productos.

- Polinización asistida: Se apoyó técnicamente en el desarrollo de las polinizaciones asistidas, orientando al operario sobre las técnicas empleadas para la ejecución de esta labor.

Capítulo 4

6. Resultados

6.1. Protocolo ajustado a la Norma Colombiana

Para el logro del primer objetivo de esta práctica empresarial, se diseñó un protocolo para la evaluación de productos químicos basado en la normatividad colombiana del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la Norma Andina y el Manual de Elaboración de Protocolos para Ensayos de Eficiencia de Productos Químicos de Uso Agrícola con fines de registro (PQUA) y se recomendó a la compañía MARLETTI COMPANY S.A.S la aplicación de este en próximas investigaciones, dicho protocolo se detalla a continuación.

ENSAYO DE EFICACIA CON FINES DE REGISTRO DEL INDUCTOR DE FITOALEXINAS FITOMAX[®] EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L).

MARLETTI COMPANY S.A.S

Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO)

Departamento Técnico de Investigación FEDECACAO

A. Condiciones experimentales

6.1.1. Objetivo del ensayo

- Demostrar la eficacia agronómica y biológica del producto FITOMAX[®] en el cultivo de cacao

6.1.2. Selección del cultivo y cultivar o variedad

Se realizó el reconocimiento de un lote de cacao que posee un área de 1 hectárea, localizado en una parte del área de cultivos de la finca La Vega propiedad de la parroquia San Vicente Ferrer y el Instituto Cristiano de Promoción Campesina (ICPROC), que posee diferentes tipos de materiales genéticos de cacao de los que se identificaron 120 árboles que posean el material

genético más susceptible a *Monilia*, para la elección de los árboles se hizo un recorrido en búsqueda de árboles posean las mismas condiciones agroecológicas y características físicas (porte, arquitectura) esto teniendo en cuenta el posicionamiento de los árboles en el lote.

6.1.3. Identificación de la enfermedad a controlar

La *Monilia* (*Moniliophthora roreri*), es la principal enfermedad del fruto de cacao en Latinoamérica, esta enfermedad ha causado pérdidas por encima del 60% en campos comerciales del Perú, Ecuador y Colombia, *Moniliophthora roreri* es un hongo de la clase Basidiomycetes (Imperfectos) del Orden Agaricales. Aún no se conoce su estado perfecto (sexual), por lo que se cree que su reproducción se realiza sólo asexualmente por conidios (Marín, 2001).

6.1.4. Biología de la enfermedad

6.1.4.1 Ciclo de vida

Inicia con las esporas del hongo en formas de polvillo que viaja a través del viento, la lluvia e insectos que ayudan a diseminar las esporas, inmediatamente ocurre la infección de frutos esta puede ocurrir en cualquier estado de desarrollo de los frutos, posterior a esto al cabo de 30 a 45 días después de la infección se presentan los primeros síntomas como gibas en frutos pequeños o manchas café en frutos más desarrollados, luego de 3 a 7 días sobre la mancha café aparece el micelio y luego las esporas que forman un grupo acumulado abundante de color crema, posteriormente las esporas vuelven a empezar su ciclo infectando otros frutos (FHIA, 2003).

6.1.4.2 Comportamiento

El proceso de germinación y penetración de los conidios de *M. roreri* sobre los frutos de cacao es el punto débil del hongo, pues es en esa etapa cuando el efecto de las condiciones ambientales adversas puede ser más perjudicial al patógeno. La maduración del hongo ocurre bajo

condiciones óptimas de calor y humedad, más de 25 °C y 85% de humedad relativa. Las esporas pasan de fruto a fruto tanto dentro del mismo árbol como de árboles vecinos, mayormente con la acción del viento y con menor influencia por el agua de lluvia y algunos insectos. El conidio necesita de la presencia de agua para germinar, ya que la Moniliasis se incrementa en los meses de lluvia. Al cabo de dos a seis horas el conidio puede penetrar al interior de los frutos. A mayor cantidad de inóculo, ocurre una mayor incidencia y mayor severidad del daño. Puede suceder un incremento del inóculo en el ambiente, cuando habiendo frutos esporulados en los árboles se efectúan labores de cultivo, pues con esta labor mecánica se favorece la liberación de los conidios.

6.1.5. Condiciones del experimento

6.1.5.1. El experimento se desarrollará a libre exposición bajo las siguientes condiciones agronómicas.

Se realizará inicialmente una poda a la parcela en esta poda se eliminarán chupones, ramas enfermas, frutos enfermos y todo tipo de ramas que van en contra de la arquitectura del árbol adicionalmente se eliminaran flores para asegurar que los árboles inicien nuevamente su ciclo productivo, por otra parte, se efectuará una fertilización al tratamiento testigo. El manejo de arvenses se hará de forma mecánica al segundo mes de iniciado el experimento en todo el lote a intervenir.

6.1.5.2. El terreno presenta las siguientes características:

- Tipo de suelo: franco arcilloso
- Distancias de siembra y tipo: tres bolillos 3 x 3
- Humedad relativa: 80 %
- Temperatura: 25%

6.1.6. Ubicación geográfica y características agroecológicas

Esta investigación se realizará en el departamento de Santander, Municipio San Vicente de Chucuri, vereda Santa Inés, Finca La Vega, propiedad de la Parroquia San Vicente Ferrer, situada una Altura de 442 m.s.n.m con una temperatura de 25 °C, humedad relativa de un 80% y con un área de 4 hectáreas distribuidas en cultivos de cítricos, cacao, plátano.

6.1.7. Diseño del experimento

6.1.7.1. Tamaño de la parcela

La parcela conto con un área aproximadamente de 1100 m². Y con un total de 120 árboles a intervenir.

6.1.7.2 Número de repeticiones

- El diseño experimental que se utilizara se denomina bloques completamente aleatorizados, que constará de 4 tratamientos:

T1: Testigo absoluto sin ninguna aplicación de productos fúngicos.

T2: FITOMAX[®] 2 ml/112 ml agua árbol aplicada cada 15 días durante el transcurso del cultivo.

T3: FITOMAX[®] 1,5 ml/112 ml agua árbol aplicada cada 15 días durante el transcurso del cultivo.

T4: OXICLORURO DE COBRE en dosis de 4,5 g/3,5 L agua cada 15 días durante el transcurso del ciclo del cultivo.

Cada uno de los 4 tratamientos estará distribuido de 30 árboles cada uno en 3 repeticiones para un total de 120 árboles, la distribución de los árboles será realizada de la siguiente manera,

cada tratamiento contará con 10 árboles dispersos aleatoriamente en cada uno de las 3 repeticiones.

B. Aplicación de los tratamientos

6.1.8. Producto que se prueba

FITOMAX®

Es un estimulador de fitoalexinas con función esporicida, compuesto por una mezcla de extractos derivados de trifenilcarbino modificados químicamente y balanceadas con una mezcla de solventes. FITOMAX® actúa como inhibidor de fitopatógenos, pues interfieren el proceso de crecimiento y reproducción de microorganismos, encapsulándolos e inhibiendo su medio de desarrollo. A su vez tiene un efecto deshidratante que inhibe el crecimiento del patógeno en las estructuras presentes en la superficie de la planta. De otra forma actúa mediante el sistema de resistencia inducida (IR), estimulando inductores de resistencia como es el ácido salicílico, que a su vez activa mecanismos de alerta propios de las plantas como defensa al ataque de hongos fitopatógenos. Otra de sus funciones importante que provoca la recuperación hídrica en la planta en casos de deshidratación, evitando la pérdida de turgencia, marchitamiento, disminución del alargamiento celular, cierre de estomas, reducción de la fotosíntesis, la respiración, y la interferencia en varios procesos metabólicos básicos, provocados por la disminución del contenido hídrico.

6.1.8.1. Ingrediente activo: FITOMAX® posee como ingrediente activo Cloruro de Dimetil p-diaminonitril amonio 2.43%.

6.1.9. Modo de aplicación

6.1.9.1. Tipo de aplicación: la aplicación se realizará de forma terrestre con aspersiones foliares en el contorno de los árboles

6.1.9.2. Tipo de equipo usado: Bomba de espalda a motor marca (STIHL)

- Cilindrada: 56.5 cm³
- Potencia: 2.6/3.5 kW/CV
- Peso (completa): 11.1 kg
- Velocidad: 1.260 m³/h
- Alcance Horizontal: 12 m
- Alcance Vertical: 11.5 m
- Capacidad del depósito: 14 lt
- Capacidad del tanque de combustible: 1.5 lt

6.1.10. Momento y frecuencia de aplicación

Se realizarán aplicaciones en los tratamientos 2, 3 y 4 desde el inicio del ciclo productivo una vez realizada la poda de mantenimiento. El número de aplicaciones a realizar será de 10, con frecuencias quincenales por 6 meses o hasta el final del ciclo productivo.

6.1.11. Dosis y volúmenes

- En el tratamiento 2 a los 30 árboles se realizarán aplicaciones de forma foliar con una dosis de 60 ml de producto FITOMAX[®] diluidos en 3.5 litros de agua.
- En el tratamiento 3 a los 30 árboles se efectuarán aplicaciones de forma foliar con una dosis de 45 ml de producto FITOMAX[®] diluidos en 3.5 litros de agua.
- Tratamiento 3 a los 30 árboles se ejecutarán la aplicación del producto OXICLORURO DE COBRE en dosis de 4,5 g de producto diluido en 3.5 litros de agua

C. Modo de evaluación, de registro de datos y de mediciones

6.1.12. Toma de datos de producción y sanitarios de los árboles previo a la aplicación

del producto: el registro de estos datos se hace con el fin de proporcionar un diagnóstico sanitario de los árboles previo a la ejecución del proyecto, donde se tomarán los siguientes datos, frutos infectados con *Monilia*, frutos sanos, frutos con *Phytophthora* sp, frutos con escoba de bruja, cherelles, escoba de bruja en rama y en cojines florales

6.1.12.1. Toma de datos sanitarios y variables fenológicas: se aplicará un registro cuantitativo como se describe a continuación.

Las variables fenológicas se evaluarán de la siguiente forma:

- Diámetro de tallo: con un flexómetro se tomará la circunferencia del tronco a 20 cm de altura desde el inicio del troco del árbol, la medición se realizará mensualmente durante el ciclo de ejecución del ensayo.
- Brotación de rama: pasada la poda se seleccionará una rama donde se evaluará la elongación a partir de la nueva brotación que se genere, esta evaluación se efectuará con un flexómetro semanalmente durante el ciclo de ejecución del ensayo
- Floración: para realizar la evaluación de la floración se seleccionará un espacio de 1m de una rama secundaria a partir de la inserción con el tronco, donde se contará el número de flores abiertas generadas en este espacio generadas.

Análisis de variables producción, y sanitarias:

- Dentro de las variables sanitarias y de producción se tomarán datos de frutos sanos, cherelles, escobas de bruja (cojín, rama), frutos infectados con *Phytophthora* sp, y frutos

infectados con *Monilia*. La toma de datos se realizará árbol a árbol de la siguiente forma una antes de la poda y las siguientes cada 15 días después del inicio del periodo de floración.

6.1.13. Efectos directos sobre el cultivo

La fitototoxicidad se evaluará de forma cualitativa con observaciones mensuales a cada uno de los arboles observando si se presenta algún tipo de daño a causa de las aplicaciones del producto FITOMAX®.

6.1.14. Efectos sobre otros organismos no objetos de control y sobre especies benéficas

El producto no causa efectos en otros organismos ya que es un producto biológico amigable con el medio ambiente y de acción de contacto específico para hongos.

6.1.15. Registro cuantitativo de datos sobre el rendimiento del cultivo

Este se evaluará de forma cuantitativa registrando el número de frutos sanos que se obtienen en los árboles donde se aplicó el producto y comparándolos con los frutos sanos obtenidos en los arboles testigo.

6.2. Diagnóstico sanitario del lote experimental

El diagnóstico sanitario se ejecutó en cumplimiento del segundo objetivo del presente trabajo, realizado un análisis cuantitativo a los 90 árboles seleccionados para prueba de eficiencia del producto FITOMAX®, donde se evaluaron las enfermedades: *Moniliophthora. roreri*, *Phytophthora* sp, escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), los abortos florales y los frutos sanos presentes en los mismos. Se calculó el porcentaje de incidencia de cada una de las enfermedades y se realizó una prueba de medias para establecer cuál de las enfermedades tuvo mayor presencia en el lote, como se describe a continuación:

6.2.1. Prueba de medias para el número de frutos enfermos en los árboles muestreados

En la tabla 4. Se exponen los resultados de la prueba de medias donde se evidencia que, de un total de 927 frutos muestreados en 90 árboles, se presenta un promedio de 10,3 frutos por árbol, de los cuales 4,744 presentaron infección de *M. royeri*, 0,756 mostraron síntomas de *Phytophthora* sp, 0,589 evidenciaron presencia de *M. perniciosa* (escoba de bruja), y 4,211 de estos frutos no presentó ninguna enfermedad.

Tabla 4.

Prueba de medias para frutos muestreados con presencia de enfermedades

Estadísticos	Sanas	<i>M. royeri</i>	<i>Phytophthora</i> sp	<i>M. perniciosa</i>	Total muestreadas
Media	4,211	4,744	0,756	0,589	10,3
Desviación estándar	2,1437	3,6889	1,0201	0,7014	5,6736

Nota: Archivo personal

6.2.2 Cantidad de frutos muestreados con presencia de enfermedades.

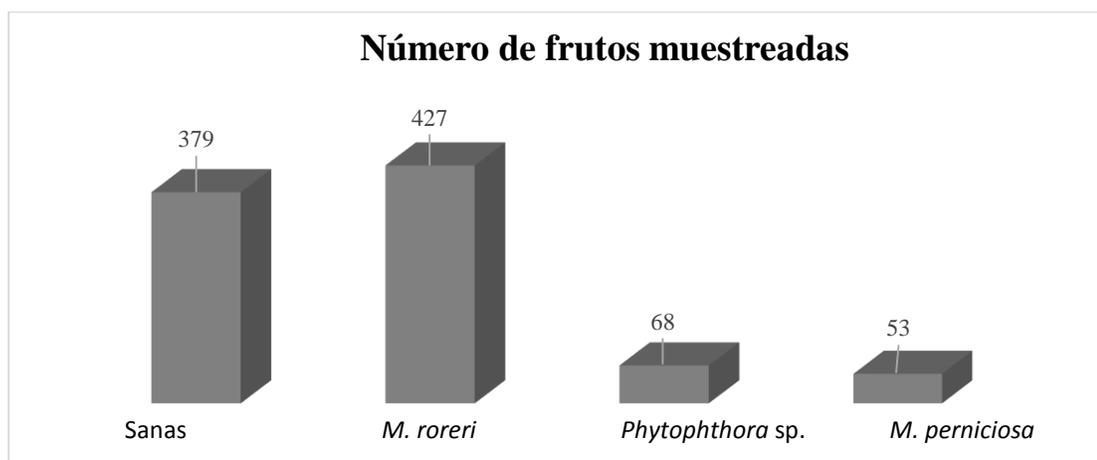


Figura 1. Numero de frutos con presencia de enfermedades y frutos sanos

Nota: Archivo personal

El esquema muestra la distribución de los 927 frutos evaluados de acuerdo a la presencia de enfermedades, teniendo como resultado que, de los frutos muestreados, 427 se encontraban

infectados con *M. roreri*, 68 evidenciaron presencia de *Phytophthora sp.*, 53 mostraron síntomas de *Moniliophthora perniciosa* (escoba de bruja) y 379 de los frutos no manifestaban ningún tipo enfermedad.

6.2.3 Porcentaje de incidencia de frutos con enfermedades y frutos sanos

El gráfico nos muestra la distribución de porcentajes de frutos sanos y las proporciones de incidencia de cada una de las enfermedades presentes en los frutos evaluados del lote experimental, obteniendo como resultado que el 46,06 % presentaron *M. roreri*, 7,34% evidenciaron *Phytophthora sp.*, el 5,72% mostraron síntomas de *M. perniciosa* (escoba de bruja) y el 40,88% de los frutos no reflejaron ninguna enfermedad. Estos resultados se asemejan con estudios realizados por (Rodríguez E, 2006) en donde plantea que “la moniliasis en Colombia impacta alrededor de 40% de la producción anual de cacao, lo que es equivalente, en términos de pérdidas de grano comercial a 28.000 toneladas”.

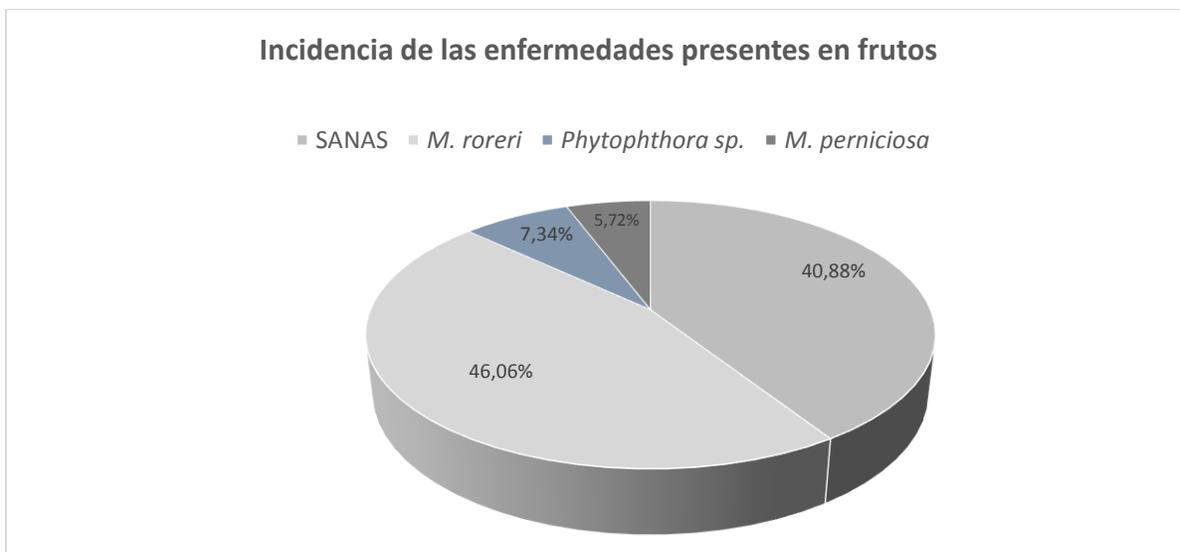


Figura 2. Incidencia de enfermedades en frutos

Nota: Archivo personal

6.2.4. Análisis de Cherelles

El análisis de cherelles mostro como resultado un total de 1524 frutos secos en los 90 árboles evaluados, mostrando un porcentaje promedio de 16,93% de Cherelles por árbol.

6.3. Actividades técnicas apoyadas en el marco de la investigación.

Para el logro del tercer objetivo se ejecutaron las siguientes actividades técnicas apoyadas en el marco del ensayo descritas a continuación.

6.3.1 Identificación, reconocimiento y marcación de árboles para el establecimiento del diseño experimental.

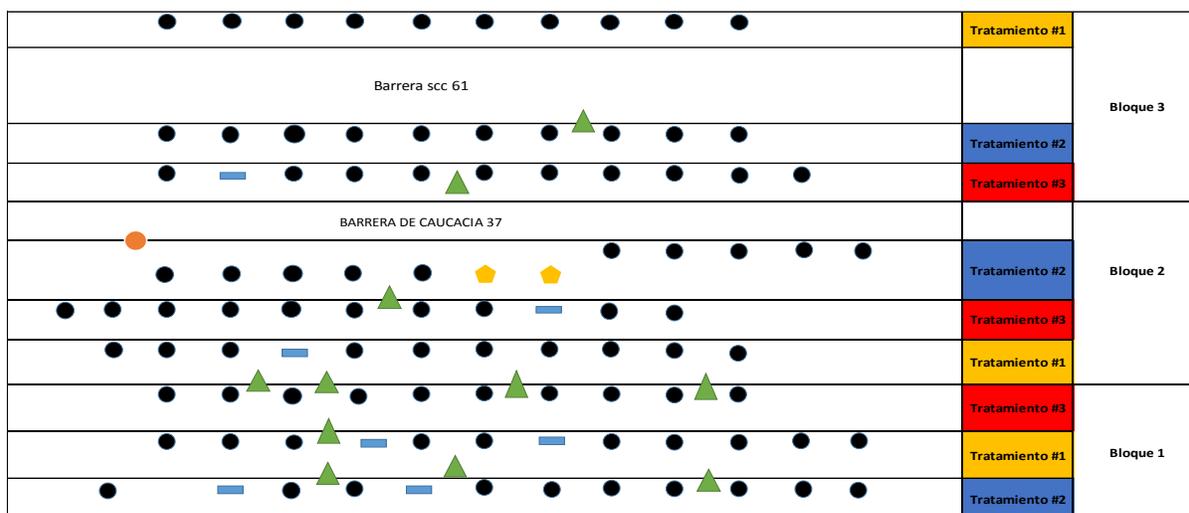


Figura 3. Lote experimental.

Nota: Archivo personal.

En desarrollo a esta actividad se seleccionó un lote de cacao establecido que posee una edad de 12 años, con distancias de siembra de 3 x 3, localizado en el municipio de San Vicente de Chucuri, vereda Santa Inés, finca La Vega, propiedad de la parroquia San Vicente Ferrer, a una Altura de 442 m.s.n.m, con una temperatura de 25 °C, humedad relativa de un 80% con un área total de 17 hectáreas distribuidas en cultivos de cacao cítricos y plátano. Dentro del área del cultivo de cacao se seleccionaron 90 árboles del material CCN 51 para realizar la investigación.

6.3.2. Diseño de formatos para registro de datos.

Se diseñaron formatos para la evaluación y el registro de datos, de las variables sanitarias (frutos sanos, frutos infectados con *Monilia*, frutos infectados con *Phytophthora* sp, frutos, brotes y cojines florales infectados con escoba de bruja y cherelles), y para las variables fenológicas a medir, como se muestra en el Anexo 2.

6.3.3. Calibración de la bomba de espalda



Figura 4. Calibración del equipo (bomba de espalda)

Nota: Archivo personal

La calibración del equipo se inició con la graduación de la boquilla de aspersion ya que el equipo cuenta con una perilla de regulación cinco niveles para salida de líquido, que se ubicó en el nivel

3 donde nos ofrece un rango de gota y aspersion adecuados para el porte de cada árbol. La calibrada la boquilla se inició con la evaluación del líquido necesario para las aspersiones, esta se hizo con un litro de agua depositado en el equipo con la finalidad de saber el número de árboles que se podían asperjar con un litro de agua realizando esta labor.

Se obtuvo que el litro de agua utilizado logró la aspersion de 9 árboles, posteriormente se realizó la siguiente ecuación para establecer la cantidad de agua a utilizar.

$\frac{1\text{L agua} \times 30 \text{ árboles}}{9 \text{ árboles}}$	3.4 litros de agua
--	--------------------



Figura 5. Poda de árboles

Nota: Archivo personal

Se ejecutó una poda, eliminando todo tipo de ramas que van en contra de la arquitectura del árbol, chupones, ramas enfermas, frutos enfermos, frutos sanos, y cualquier otro tipo de enfermedad presente en los árboles. Adicionalmente se eliminaron las flores presentes en el árbol con la finalidad de volver a iniciar el ciclo productivo. Esta poda fue realizada con acompañamiento de dos técnicos de la unidad técnica de la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO), San Vicente De Chucuri.

6.3.5. Demarcación de variables fenológicas

Se acompañó la selección de 90 árboles del clon CCN51, donde a cada uno de ellos fue demarcado en tres sitios estratégicos (tronco, inserción de rama, inserción de brote o plumilla), para la evaluación de variables fenológicas como la longitud del tronco, emisión de brotes, evaluación de flores.



Figura 6. Demarcación de variables fenológicas en los árboles

Nota: Archivo personal.

6.3.6. Aplicaciones de los productos (FITOMAX®-OXICLORURO DE COBRE)



Figura 7. Aspersiones de productos FITOMAX®- OXICLORURO DE COBRE.

Nota: Archivo personal

En esta actividad se realizaron las aplicaciones con los productos señalados en el protocolo, con las diferentes dosis (FITOMAX® 60 ml / 3,4 L agua y Oxicloruro de cobre 15 g/ 3,4 L agua) las aplicaciones se ejecutaron a la totalidad del árbol realizado un mojado uniforme en el mismo,

el empleo de papel translaminar se utilizó para evaluar la impregnación del producto en la totalidad del árbol teniendo en cuenta las indicaciones proporcionadas al operario.

6.3.7. Polinización asistida



Figura 8. Flor polinizada.

Nota: Archivo personal

La polinización asistida se realizó con el apoyo técnico de dos profesionales del Programa de Investigación de la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO) en horas de la mañana, la técnica de polinización se efectuó en flores en estado de antesis dentro de las que se seleccionaron flores con polen fresco, para luego acercar la antera con polen, al estigma provocando la caída de granos de polen en el estilo de las flores, que posteriormente fecundaran el ovario de las flores seleccionadas para ser polinizadas. Esta actividad obtuvo como producto final un total de 60 flores polinizadas distribuidas en la totalidad del lote de forma uniforme.

7. Conclusiones

Teniendo en cuenta el protocolo de investigación planteado inicialmente bajo las directrices de la casa comercial MARLETTY COMPANY S.A.S, el cual presentó diferencias en la estructura, según el modelo estipulado por la normativa colombiana, se hizo necesario el fortalecimiento del mismo, con la única intención de contribuir de una manera prudente a la búsqueda de resultados verídicos.

Se planteó un segundo protocolo ajustado a metodologías validadas, que se adapten dependiendo de las condiciones de cultivo y la dinámica de las enfermedades, a los estándares normativos colombianos estipulados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) ente que garantiza un proceso de evaluación válido para pruebas de eficacia de productos químicos de uso agrícola.

La aplicación del diagnóstico sanitario reflejó, un porcentaje de incidencia de *M. royeri* superior al 40% confirmando que es la enfermedad con mayor incidencia en el lote donde se llevó a cabo la investigación, igualmente el diagnóstico reflejó que la incidencia de las enfermedades evaluadas supera el 60 % del total de los frutos muestreados.

El apoyo técnico se constituyó un factor muy importante ya que se contribuyó, profesionalmente en el desarrollo de las labores contempladas en el marco de la investigación.

Recomendaciones

Adoptar el protocolo realizado según los parámetros de la Norma Andina y la regulación nacional colombiana del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), y ajustado bajo los parámetros del manual para elaboración de protocolos y ensayos de eficacia del PQUA (Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola).

El diseño experimental se debe ajustar a un mínimo de tres tratamientos con cuatro repeticiones o 4 tratamientos con tres repeticiones, lo que significa un diseño 3x4, con el fin de obtener una mayor confiabilidad en el análisis estadístico.

Continuar con la investigación durante el siguiente ciclo productivo, para observar la eficiencia del producto FITOMAX[®], sobre el manejo de la enfermedad causada por *M. royeri*, con el fin de obtener mayor información, que manifieste resultados confiables y verídicos.

Realizar la estimación económica de la investigación donde se puede apreciar la relación costo, beneficio de la aplicación de los diferentes productos, para el manejo de la enfermedad *M. royeri*.

8. Referencias bibliográficas

- Agrios G. N, 1996. Fitopatología. Ed. Limusa. 2ª ed. México. 838 p.
- Alvarez, J. C, Martínez, S. C, & Coy, J. (2014). Estado de la Moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Colombia. *Acta agronómica*, 63(4), 388.
- Cárdenas Pardo, N., Darghan Contreras, A., Sosa Rico, M., & Rodríguez, A. (2017). Análisis espacial de la incidencia de enfermedades en diferentes genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en El Yopal (Casanare), Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 22(2), 209-220.
- Díaz L. 2001. Genetic improvement of Cacao. Editora Folha de Vicoso Ltda. Xii + 578 pp. Translation (2005) by Cornelia of FAO and supported by FAO. Web version: <http://ecoport.org/ep?SeachType=earticleId=197>.
- Duran, R. & Ruiz, V. (1993). Los compuestos fenólicos en la autodefensa de los vegetales Vol. 44 Fase. 6. Online ResearchGate. Available at:https://www.researchgate.net/publication/236659553_Los_compuestos_fenolicos_autodefensa_vegetales_1993. Ultimo accesos 2 Feb. 2018.
- Fedecacao. (2015). Guía técnica para el cultivo de cacao; sexta edición Págs. 12-13
- Fedecacao. (2018). Programa de investigación. Fedecacao. Recuperado el 18 de marzo de 2018 de <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-31/investigacion> .
- FHIA. (2003). Manual de *identificación y control de la Moniliasis del cacao*. (pp. 6-11). Honduras: Centro de Comunicación Agrícola de la FHIA. Disponible <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3979e/A3979e.pdf>
- García Mateos, R., Pérez Leal, R. (2003), Fitoalexinas: mecanismo de defensa de las plantas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. En línea 2003, 9 (enero-junio): Fecha de

consulta: 2 de febrero de 2018 Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62990101>> ISSN 2007-3828.

- Gómez, D., & Reis, E. (2011). Inductores abióticos de resistencia contra fitopatógenos. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/863/86317320003/>. *Química Viva*, 10 (1), 6-17.
- Jaimes Suárez, Y., & Aranzazu Hernández, F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao L*) en Colombia, con énfasis en Monilia (*Moniliophthora roreri*) (No. Doc. 22739) CO-BAC, Bogotá).
- Marin, J. (2001). Manejo integrado de enfermedades del cacao. Págs. 59-82. En: Arca, M., Ed. El cultivo del cacao en la Amazonia peruana. Ministerio de agricultura, Perú. Lima 106 págs.
- Oliveros, D. (2013). Medición de la competitividad de los productores de cacao en una región de Santander–Colombia. *Revista Lebre*, (5), 243-267.
- Ortiz, V. (2013). MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA del cacao. Disponible en Scribd. Available at: <https://es.scribd.com/document/154494737/MORFOLOGIA-Y-TAXONOMIA-del-cacao>. Consultado el 2 Feb. 2018.
- Pabón, M. G., Herrera-Roa, L. I., & Sepúlveda, W. S. (2016). Caracterización socio-económica y productiva del cultivo de cacao en el departamento de Santander (Colombia). *Revista Mexicana de Agronegocios*, 20(38).
- Perez, E. M. S. (2015). Control cultural inductores de resistencia y compuestos antiesporulantes en el manejo de la Moniliasis en el cultivo organico morropon. Tesis. Universidad Nacional de Piura.
- Ram, A. & E. Arévalo (1997). Manejo integrado para el control de la Moniliasis del cacao en el Perú. Proyecto Piloto "Asesoría para el Desarrollo Integral Andino/Amazónico (AIDWGTZ). Lima Perú. 66 pp.

- Rodríguez, E. (2006). Técnica de reducción de inóculo para controlar la Moniliasis del cacao en Santander. *Revista Corpoica*, 4(4), 68-78.
- SIC. (2011). cadena productiva del cacao diagnóstico de libre competencia. Disponible http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Económicos/Cacao.pdf. Consultado el 17 de mayo de 2018.
- Taiz, L.; Zeiger, E. (1991). *Plant Physiology*. The Benjamin/Cummings. Redwood City, California. U.S.A. 316 p.
- Torres de la Cruz, M. (2010). Progreso temporal y manejo integrado de la Moniliasis [*Moniliophthora roreri* (Cif y Par.) Evans et al.] del cacao (*Theobroma cacao*) en Tabasco, Mexico. Disponible en URL:http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/146/Torres_de_%20la_%20Cruz_M_DC_Fitopatologia_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Consultado el 17 de febrero de 2017.
- Vivanco, J. M., Cosío, E., Loyola-Vargas, V. M., & Flores, H. E. (2005). Mecanismos químicos de defensa en las plantas. *Investigación y ciencia*, 341(2), 68-75.
- Zorrilla Cabrera, J. C., & Pérez Calderón, E. D. (2017). Biofungicidas para el control de Moniliasis en el cultivo de *Theobroma cacao* l. Clon 575 en la ESPAM MFL (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM).

Anexos

Anexo 1. Protocolo desarrollado bajo las directrices de la empresa MARLETTI COMPANY S.A.S y FEDECACAO.

MARLETTI COMPANY S.AS.

FEDECACAO.

Título:

Prueba de la eficacia y control del inductor de fitoalexinas FITOMAX[®] sobre la enfermedad de Monilia (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

Revisión de literatura:

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es uno de los cultivos tropicales de mayor importancia, tanto en el ámbito nacional como internacional. Además, es un cultivo de gran relevancia económica, social y ambiental para Colombia ya que constituyéndose en una especie primordial del sistema agroforestal campesino de muchas regiones (Jaimes & Aranzazu, 2010).

En Colombia, intervienen de forma directa en su explotación más de 25 mil familias (Jaimes & Aranzazu, 2010) contando con un terreno de siembra de aproximadamente 90.000 hectáreas sembradas en 24.500 fincas con una producción de 60.535 toneladas de cacao en grano seco. (FEDECACAO, 2017) Con un mercado que sitúa como principales productores los departamentos de Santander (22.424 toneladas), Arauca (5.629 toneladas), Huila (3.787 toneladas), Antioquia (4.391 toneladas), Tolima (3.547 toneladas), Nariño (2.876 toneladas) y Norte de Santander (1.814 toneladas) que son los departamentos con la mayor producción de cacao en Colombia (FEDECACAO, 2015).

La mayor parte de la producción actual del país la consume la industria de chocolate como materia prima y en sus procesos se generan gran cantidad de empleos, al igual que para la comercialización de los productos elaborados. El chocolate de mesa producido por la industria nacional, se destaca como un componente importante de la canasta familiar colombiana; también otros productos de confitería que originan divisas para el país a través de la exportación. El cacao es una especie primordial en el sistema agroforestal campesino, es considerada una planta reforestadora porque convive en equilibrio con una amplia diversidad de flora y fauna. En general, la planta de cacao se caracteriza por su amigabilidad con el medio ambiente, razón que hace necesaria su conservación (Jaimes & Aranzazu, 2010).

El factor que más limita la producción de cacao en el país es la presencia de enfermedades, entre las que se destacan la Monilia (*Moniliophthora roreri*). Alrededor de 40% de la producción se ve afectada por Monilia; sin embargo, algunas condiciones que se relacionan con la zona agroecológica donde se encuentre el cultivo, la severidad del inóculo y el inadecuado manejo hacen que las pérdidas oscilen desde un 40% hasta 100%; razón por la que esta enfermedad en Colombia es considerada como la más prevalente y severa (Jaimes & Aranzazu, 2010).

En los últimos años se ha tratado de realizar estudios sobre el uso de sustancias que sirvan como alternativa para el manejo de la Monilia como lo es el caso de los inductores de fitoalexinas de origen sintético, que se sintetizan a partir de una mezcla de extractos derivados de trifenilcarbino modificados química mente y balanceadas con una mezcla de solventes que pueden ser aplicados por vías foliares o sistémicas y actúan como inhibidores de crecimiento de fitopatógenos, pues interfieren en el proceso de crecimiento y reproducción de microorganismos.

Inductores de Fitoalexinas

La base fisiológica y bioquímica de la resistencia de plantas al ataque de patógenos, hongos y bacterias; se encuentra relacionada con la biosíntesis de metabolitos secundarios implicados en los procesos infecciosos. Muchos cambios bioquímicos ocurren en las plantas después de una infección y algunos de estos cambios se han asociado con la expresión del mecanismo de defensa, produciendo sustancias llamadas fitoalexinas (García y Mateos, 2003).

Las fitoalexinas se sintetizan en las células sanas adyacentes a las células dañadas y se acumulan tanto en tejidos necróticos resistentes, como susceptibles, es decir, se producen restringidamente en un sitio alrededor del lugar de infección. La resistencia ocurre cuando una o más fitoalexinas alcanzan una concentración suficiente para inhibir el desarrollo del patógeno (Agrios, 1996). Se ha descrito que antes de una infección, se encuentran en una concentración casi detectable.

Después de una infección son sintetizadas rápidamente, casi en horas después del ataque del patógeno y son tóxicas para un amplio espectro de hongos y bacterias patógenas (Taiz y Zeiger, 1991).

La resistencia a las enfermedades en las plantas superiores puede deberse a la existencia de estructuras o barreras físicas, como el espesor y dureza de la cutícula, el tamaño y forma de los estomas o la distribución del esclerenquima, pero también a la presencia de compuestos inhibidores en el interior de los tejidos, o formados como respuesta a la infección. Estas sustancias recibieron el nombre de «fitoalexinas», es decir, «protectoras de plantas». Hoy en día se acepta que las fitoalexinas son compuestos tóxicos de bajo peso molecular, que no se encuentran en los tejidos sanos, sino que se forman cuando el tejido sufre algún daño, y que se acumulan en los lugares próximos a la infección, contribuyendo a la limitación del desarrollo del patógeno. Todas las fitoalexinas son producto del metabolismo secundario, y la inmensa mayoría son compuestos fenólicos (Duran y Ruiz, 1993).

De entre las fitoalexinas más conocidas destacan las pertenecientes a las leguminosas, como la pisatina, la faseolina, la maackianina y la wyerona. Las solanáceas poseen capsidiol, rishitina, lubimina y fituberina; las malváceas, gossipol; las pináceas, pinosilvina; los cítricos, seselina y otras cumarinas y un largo etcétera. Con respecto a los árboles, se han encontrado numerosos compuestos con propiedades antifúngicas que se acumulan en el xilema después de heridas o ataques fúngicos, consideradas como fitoalexinas; estos compuestos se forman y acumulan en aquellas partes del xilema secundario que aún contienen células parenquimatosas vivas (Kemp, 1986) formando una estrecha zona de reacción que sirve para impedir el progreso del patógeno.

FITOMAX®

Es un estimulador de fitoalexinas y esporicida, compuesto por una mezcla de extractos derivados de trifenilcarbino modificados químicamente y balanceadas con una mezcla de solventes que optimizan su efectividad y permite un excelente cubrimiento en la aplicación.

Tabla 2.

Ficha técnica del inductor de fitoalexinas “FITOMAX®”

Parámetro	Descripción
Apariencia	Líquido homogéneo fluido no translúcido
Color	Azul noche (RAL 5022)
Olor	Alcohólico
pH (10%)	3,14 – 3,70
Densidad	1,025- 1,050 g/cm ³
Compatibilidad	Con fungicidas, bactericidas, agroquímicos, productos a base de Bacillus.
Solubilidad	Total en agua
Estabilidad	Estable a temperatura ambiente y en su envase original

Nota: Tomado de ficha técnica FITOMAX® comercializadora GLOBAL CHEM. Modificada por autor

Principales funciones

FITOMAX®, actúa como inhibidor de fitopatógenos, pues interfieren el proceso de crecimiento y reproducción de microorganismos, encapsulándolos e inhibiendo su medio de desarrollo. A su vez tiene un efecto deshidratante de sus estructuras moleculares presentes en la superficie de la planta, además de un efecto limpiador. Actúa estimulando inductores de resistencia como es el ácido salicílico, que a su vez activa mecanismos de alerta propios de las plantas como defensa al ataque de hongos fitopatógenos. Otra de sus funciones importante que provoca la recuperación hídrica en la planta en casos de deshidratación, evitando la pérdida de turgencia, marchitamiento, disminución del alargamiento celular, cierre de estomas, reducción de la fotosíntesis, la respiración, y la interferencia en varios procesos metabólicos básicos, provocados por la disminución del contenido hídrico.

En base a lo anterior, este trabajo tiene como objetivo evaluar la eficacia y el efecto de la aplicación de un inductor de fitoalexinas denominado FITOMAX® en el control de MONILIA en el cultivo de cacao.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la eficacia y el efecto de la aplicación del inductor de fitoalexinas denominado FITOMAX® en el control de MONILIA en el cultivo de cacao.

Objetivos específicos

- Analizar qué tipo de reacción fitotóxica se presenta en las plantas, frente a las aplicaciones del inductor de fitoalexinas denominado FITOMAX®
- Evaluar la eficacia de la aplicación del producto FITOMAX® en la disminución del grado de infección causado por *Monilia* y a como lecturas paralelas observar si disminuye los grados de infección por enfermedades como: *Phytophthora* sp, escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*).
- Estudiar el efecto de la aplicación del producto FITOMAX® en la producción del cultivo de cacao.
- Analizar de forma paralela, variables fisiológicas tales como brotación de rama, longitud de tallo, número de flores.

Ubicación

Este trabajo se llevará a cabo en el municipio de San Vicente De Chucuri, ubicado en el departamento de Santander con coordenadas planas al Norte: 1'226.000 a 1'283.000 y Este: 1'036.000 a 1'083.000. a 692 metros sobre el nivel del mar con una temperatura media de 13 °C y 27 °C. Tiene un área total de 1.195,4 km², de los cuales 1.183,4 km² corresponden al área rural, conformado por 6 centros poblados, 37 veredas y 5.406 predios.

El Bosque Húmedo Tropical, es la zona predominante en el municipio, dado que San Vicente de Chucurí posee una biotemperatura media de 27.8 °C y un promedio anual de lluvias entre 1.900 y 3.100 mm cuyas aguas deben dejar el suelo por escurrimiento o por infiltración. El municipio de San Vicente de Chucurí, presenta suelos medianamente evolucionados en la parte media y alta del municipio, mientras que en la parte colinada se han formado suelos de formas aluviales en las partes topográficamente más bajas, el uso actual del suelo está distribuido entre los bosques, los sistemas agroforestales y la agricultura y ganadería, actividades éstas de gran impacto en el medio físico especialmente en la parte baja del municipio.

Por tanto, su estructura geográfica heterogénea, facilitan el desarrollo de actividades económicas del sector primario, lo que le permite el reconocimiento como Capital Cacaotera de Colombia y Ciudad de los frutos valiosos, entre otras denominaciones. Así mismo en el territorio Chucureño se lleva a cabo la explotación de hidrocarburos como carbón, gas y petróleo, complementándose esta actividad económica con una significativa ganadería y una importante riqueza forestal. Por sus recursos eco-turísticos ofrece todo tipo de escenarios naturales aptos para la práctica de deportes extremos y turismo de aventura.

Puntualmente, este experimento se llevará a cabo en la Finca La vega, propiedad de la Parroquia San Vicente Ferrer ubicada en la vereda Santa Inés Bajo a una Altura de 442 m.s.n.m con una

temperatura de 25 °C, humedad relativa de un 80% y con un área de 4 hectáreas distribuidas en cultivos de cítricos, cacao, plátano.



Figura 1. Fotografía satelital del lugar de trabajo. Tomada de Google Maps.

Tabla 3

Recursos requeridos en el proyecto

Rubro	Valor del recurso
Oficina situada en las instalaciones de FEDECACAO San Vicente de Chucuri	
Lote experimental (finca la vega)	
Tijeras aéreas de poda	\$ 60.000
Tijeras de mano para poda	\$ 58.000
Motosierra	\$ 650.000
Cintas de colores para identificación de arboles	\$ 12.000
Machete	\$ 30.000
Bomba de espalda capacidad 15 litros	\$ 1.500.000
Kit de protección para fumigación	\$ 137.000
Pinzas para polinización	\$ 15.000
Producto Fitomax®	\$ 800.000
Producto Oxicloruro De Cobre	\$ 12.000
Pasta cicatrizante	\$ 8.000
Total	\$ 3.282.000

Nota: Archivo personal

Metodología

Trabajo en campo

Para ejecutar los objetivos de este proyecto se dispuso un lote de cacao establecido que posee una edad de 12 años, sembrado a una distancia de 3m x 3m, con un tipo de material genético denominado CCN 51, que se encuentra en la última etapa de su ciclo productivo. El lote se localiza en un área de cultivos de la finca La Vega propiedad de la parroquia San Vicente Ferrer, con un área de 1 ha, donde se destinaron 90 árboles, para realizar la elección de los árboles se realizara un recorrido y se plasmaron mediante un plano la distribución total de los árboles presentes en el lote, para que al momento de la selección de los árboles a intervenir se lograra una uniformidad en cada uno de ellos esto teniendo en cuenta el posicionamiento de los árboles en el lote y poder generar el diseño espacial del trabajo. El diseño experimental que se utilizó se denomina bloques completamente aleatorizados que conto con una distribución de 3 tratamientos con 3 repeticiones, que se distribuyeron de la siguiente manera. Tratamiento #1= 30 árboles, tratamiento #2= 30 árboles, y tratamiento #3= 30 distribuidos de 10 árboles por tratamiento, en 3 repeticiones para un total de 90 árboles de cacao a intervenir.

Determinados los árboles se ejecutarán las siguientes labores:

- Demarcación: cada uno de los tratamientos será identificado con cintas de colores de la siguiente manera. Tratamiento #1 Blanco, Tratamiento #2 Rojo, Tratamiento #3 verde, para tener una tipificación de cada en cada uno de los tratamientos.
- Análisis de variables producción, y sanitarias. Dentro de las variables sanitarias y de producción se tomarán datos de frutos sanos, cherelles, escobas de bruja (cojín, rama), frutos infectados con fitoptora y frutos infectados con Monilia. La toma de datos se

realizará árbol a árbol de la siguiente forma una antes de la poda y las siguientes cada 15 días después del inicio del periodo de floración.

- Para el caso de las variables fisiológicas se evaluarán de la siguiente forma:
 1. Longitud de tallo: con un flexómetro se tomará la circunferencia del tronco a 20 cm de altura desde el inicio del troco del árbol, la medición se realizará mensualmente durante el ciclo de ejecución del ensayo.
 2. Brotación de rama: pasada la poda se seleccionará una rama donde se evaluará la elongación a partir de la nueva brotación que se genere, esta evaluación se efectuará con un flexómetro semanalmente durante el ciclo de ejecución del ensayo
 3. Floración: para realizar la evaluación de la floración se seleccionará un espacio de 1m de una rama secundaria a partir de la inserción con el tronco, donde se contará el número de flores abiertas generadas en este espacio generadas.

Estas evaluaciones se realiza árbol a árbol de forma mensual desde el inicio del ensayo, analizando cada una de estas variables en forma conjunta, donde se examinará el efecto de FITOMAX® en cada uno de los tratamientos.

- Poda esta labor será realizada con acompañamiento de un técnico de campo designado por la Federación Nacional de Cacaotero (FEDECACAO) donde se desarrollará a la totalidad de los árboles una poda de mantenimiento eliminando todo tipo de ramas que van en contra de la arquitectura del árbol, chupones, ramas enfermas, frutos enfermos, frutos sanos, flores, cualquier otro tipo de enfermedad presente, ya que se requiere que los arboles inicien desde la primera etapa de su ciclo productivo.

Posterior a la ejecución de las labores en el lote se iniciará con las aplicaciones del producto FITOMAX® en cada uno de los tratamientos con una dosis de 2 ml/volumen de agua de 112 ml

por planta en cada aplicación de acuerdo al requerimiento de cada tratamiento, las aplicaciones del producto se realizarán de forma foliar con una bomba de espalda con una capacidad 15 litros a la que se le realizará la calibración de la boquilla en la lanza de aspersión. Para la aplicación del producto se realizará un mojado uniforme de tal manera que el producto quede impregnado la totalidad del área del árbol de cacao. A partir de la primera aplicación se realizarán una serie de repeticiones cada 15 días de acuerdo con los tratamientos estipulados en el diseño experimental que marcharán hasta el final del ciclo del cultivo que oscila entre 150 y 190 días.

En el transcurso del ciclo, en la etapa de floración se realizará una técnica denominada polinización manual que consiste en trasladar desde los estambres de una flor polen viable hacia el estigma de cada de otra flor del mismo material genético esta técnica se realizará en 20 flores por cada del tratamiento para un total de 60 polinizaciones.

Para el desarrollo de otro de nuestros objetivos se realizará otra actividad denominada inoculación de la enfermedad, esta será realizada cuando los frutos formados de las flores polinizadas tengan un periodo de desarrollo de 60 días, esta actividad consiste en transmitir la Moniliasis a cada uno de los frutos desarrollados de las flores polinizadas para generar una infección inducida al fruto. Se realizarán un total de 60 inoculaciones con cepas tomadas en campo, seguido a esta actividad se tendrá un período de espera de 8 semanas tiempo requerido por el producto para realizar sus funciones, cumplido este periodo de tiempo se analizará en campo cada uno de los 60 frutos inoculados distribuidos en cada tratamiento evaluando, incidencia y severidad externa que se evalúa de acuerdo al porcentaje de los signos que presentan los frutos (área de la mancha, aparición del micelio aparición de esporas, esporulación), en la severidad interna se evalúan el porcentaje de almendra dañada con respecto al número de granos totales de cada fruto se asigna un grado de daño, esta actividad se realizara para analizar la

recesión de la enfermedad en el fruto posterior a la infección controlada. La tabulación de la información obtenida se plasmará en un formato proporcionado por la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO) para el desarrollo de esta actividad que tiene como fin analizarlas variables de daño interno y externo de cada fruta esto para determinar la severidad de la infección causada por Moniliasis y a su vez analizar si el grado de infección por Moniliasis disminuye a causa de la reacción de resistencia del producto FITOMAX®.

La toma de datos se iniciará inmediatamente sea realizada la técnica de polinización esta se ejecutará mediante un formato donde se llevará un registro de las variables fisiológicas y sanitarias esta toma de datos se efectuará de árbol a árbol por cada tratamiento cada mes donde se obtendrá es el acumulado de las tomas de datos mensuales. Esta labor se realizará de forma consecutiva durante el periodo de toma de datos en el ciclo del cultivo, así mismo se llevará un registro fotográfico de cada labor realizada durante la ejecución del ensayo y se efectuara un seguimiento con el fin de analizar y estudiar qué tipo de reacción fitotóxica se presentan en las plantas distribuidas en cada uno de los tratamientos y el efecto de la aplicación del producto en la producción de las plantas de cacao, esto con el fin de comparar el aumento o la disminución de las diferentes variables evaluadas en las plantas de cacao.

Diseño experimental

El diseño experimental que se implementará será el diseño factorial en bloques completamente aleatorizados que contará con 3 tratamientos y 3 repeticiones:

Tratamientos:

- Tratamiento 1: sin ningún tipo de aplicación fúngica para el manejo de Monilia, con una fertilización al 2 mes de iniciadas las aplicaciones.

- Tratamiento 2: aplicación recomendada del producto Fitomax® de 2 ml/112 ml, para un total de 60 ml de producto FITOMAX®/3.400 ml de agua x los 30 árboles requeridos en este tratamiento en cada aplicación, con repeticiones cada 15 días durante el transcurso del ciclo del cultivo sin ningún otro tipo de fungicida en el ciclo del cultivo.
- Tratamiento 3: aplicación recomendada del producto FITOMAX® de 2 ml/112 ml agua, por árbol alternada con la aplicación de Oxiclورو de cobre en dosis de 4,5 g/1L fungicida de acción protectante cada 15 días, ya que es el producto más utilizado para el manejo de la Moniliasis cabe aclarar que esta rotación se iniciará después de las primeras cuatro semanas de iniciada las aplicaciones del producto.

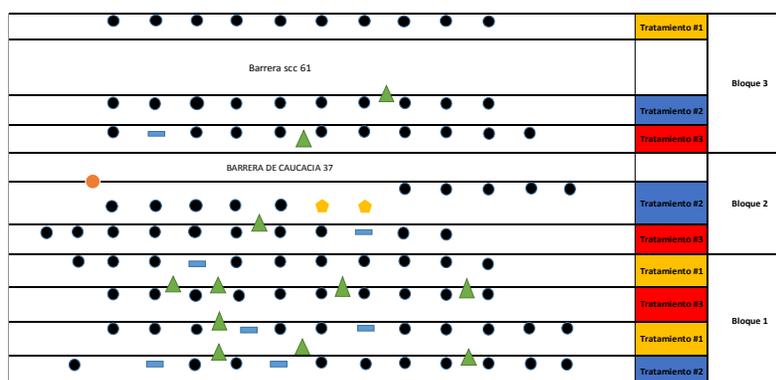
Los tratamientos serán establecidos y codificados de la siguiente manera

T1: testigo absoluto sin ninguna aplicación de productos fúngicos, con una fertilización

T2: FITOMAX® 2 ml/112 ml agua árbol aplicada cada 15 días durante el transcurso del cultivo

T3: FITOMAX® 2 ml/112ml agua árbol alternado con oxiclورو de cobre en dosis de 4,5g/1L agua cada 15 días durante el transcurso del ciclo del cultivo.

1. Distribución espacial de los tratamientos



VARIABLES DE RESPUESTA

En cada uno de los tratamientos se hará un monitoreo después de realizada la primera aplicación contando en cada uno de los árboles intervenidos: frutos sanos, frutos afectadas con Monilia, para evaluación de la eficacia del producto llevando un acumulado total en registros comparando a su vez la incidencia en producción de mazorcas antes de y después realizado el experimento. esto para medir porcentaje de afección de la enfermedad en los frutos, al igual que la producción total.

El efecto del producto se medirá después de la técnica de inoculación donde se evaluara el porcentaje de frutos afectados por Moniliasis, severidad externa, severidad interna de los frutos afectados por Moniliasis estas variables se medirán de acuerdo a una formulas estándar empleadas por FEDECACAO:

$$\text{Incidencia: \% de frutos afectados} = \frac{\# \text{ de frutos afectados}}{\# \text{ de frutos inoculados}} \times 100$$

Índice de severidad externa:

$$\text{ISE} = \sum \frac{S.E/F}{F.I.}$$

S.E: suma de los grados de severidad externa de cada uno de los frutos al momento de la cosecha

F.I: número de frutos inoculados

Índice de severidad interna

$$\text{ISE} = \sum \frac{S.I/F}{F.I.}$$

S.E: suma de los grados de severidad interna de cada uno de los frutos al momento de la cosecha

F.I: número de frutos inoculados

El análisis de los datos será realizado mediante un modelo estadístico denominado prueba de TUKEY o Test HSD de Tukey. El Test HSD (Honestly-Significant-Difference), es un test de comparaciones múltiples. Que permite comparar las medias de los t niveles de un factor.

Manejo Agronómico del cultivo

El manejo agronómico del cultivo (podas, fertilización, y arvenses) se realizará de acuerdo a lo establecido por el Manual “Guía técnica para el cultivo de Cacao de la Federación Nacional de Cacaoteros” donde se estipula los diferentes tipos de podas en cada ciclo del cultivo y los manejos para el control mecánico de arvenses en el cultivo de cacao.

Tabla 4.

Cronograma de Actividades

ACTIVIDAD	MES																							
	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Estudio de literatura	x						x																	
Elaboración de la propuesta	x	x																						
Identificación y reconocimiento del lote experimental	x																							
Revisión del estado actual de los arboles a intervenir	x																							
Demarcación de los tratamientos y bloques		x																						
Registro de datos fitosanitarios del estado actual del lote experimental		x																						
Poda de mantenimiento y adecuación de los arboles a intervenir			x																					
aplicaciones de productos de acuerdo a cada tratamiento				x																				
Revisión de floración en lote experimental								x																
Registro de datos fitosanitarios, fisiológicas del lote experimental							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Polinización manual									x															
Inoculación artificial de esporas de Monilia en frutos																	x							
Observaciones en campo de la evolución del inoculo en los frutos																				x		x		
Lecturas de severidad interna y externa de frutos inoculados																						x		
seguimiento y monitoreo del lote experimental				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Nota: Archivo personal.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES:

Las conclusiones se presentarán en el término de seis meses, a partir del inicio del ensayo.

La propiedad intelectual, los derechos morales y patrimoniales de autor corresponderán a lo acordado en el convenio No. AD-008FE-17 firmado con Fedecacao.

Anexo 2. Formatos Diseñados para el registro de datos sanitario y fenológicos.

Formato 1. Registro de variables fenológicas

 FEDERACION NACIONAL DE CACAHOTEROS <small>FORO NACIONAL DEL CACAO</small>		FORMATO DE INVESTIGACION CONSOLIDADO MENSUAL DE DATOS DE VARIABLES FENOLOGICAS DE ARBOLES INTERVENIDOS CON EL INDUCTOR DE FITOALEXINAS FITOMAX				<small>VERSIÓN 01</small>			
PRUEBA DE EFICACIA DEL INDUCTOR DE FITOALEXINAS FITOMAX SOBRE EL CONTROL DE MONILIA EN CACAO									
FINCA: _____		VEREDA: _____		MUNICIPIO: _____		PROPIETARIO: _____		MES EVALUADO: _____	
TIPO DE CLON O VARIEDAD EVALUADO: _____		COORDENADAS: _____		TEMPERATURA: _____		EDAD DEL LOTE INTERVENIDO: _____		FECHA: _____	
REPETIDOR	TRATAMIENTO	ARBOL No.	VARIABLE FSIOLÓGICA						
			DIAMETRO DEL TALLO [CM]	BROTACION		FLORACION			
				Longitud Rama [cm]	QUINCENAL		SEMANA		
1	2	3	4	1	2	3	4		
I	T1	1							
		2							
		3							
		4							
		5							
		6							
		7							
		8							
		9							
		10							
I	T2	1							
		2							
		3							
		4							
		5							
		6							
		7							
		8							
		9							
		10							
I	T3	1							
		2							
		3							
		4							
		5							
		6							
		7							
		8							
		9							
		10							
II	T1	1							
		2							
		3							
		4							
		5							
		6							
		7							
		8							
		9							
		10							
II	T2	1							
		2							
		3							
		4							
		5							
		6							
		7							
		8							
		9							
		10							
3. OBSERVACIONES: _____									
<small>Diametro del tallo: Medición mensual. Longitud de rama: Medición quincenal. Brotación y floración: Medición semanal</small>									

Nota: Archivo personal

Formato 2. Registro de variables sanitarias

		FORMATO DE INVESTIGACION PARA TOMA DE DATOS PRODUCCION Y SANIDAD DE TRATAMIENTOS INTERVENIDOS CON EL INDUCTOR DE FITOALEXINAS FITOMAX							VERSIÓN 01 CADA 15 DIAS		
PRUEBA DE EFICACIA DEL INDUCTOR DE FITOALEXINAS FITOMAX SOBRE EL CONTROL DE MONILIA EN CACAO											
FINCA: _____					VEREDA: _____						
MUNICIPIO: _____					PROPIETARIO: _____						
MES EVALUADO: _____					COORDENADAS: _____						
TIPO DE CLON O VARIEDAD EVALUADO: _____					TEMPERATURA: _____						
EDAD DEL LOTE INTERVENIDO: _____					FECHA: _____						
REPETICION	TRATAMIENTO	ARBOL No.	# MAZORCAS COSECHADAS					TOTAL	CHERELLES	ESCOBAS	
			SANAS	MONILIA	FIPTOFORA	ESCOBA	OTROS			COBA	BAMA
I	T1	1									
		2									
		3									
		4									
		5									
		6									
		7									
		8									
		9									
		10									
I	T2	1									
		2									
		3									
		4									
		5									
		6									
		7									
		8									
		9									
		10									
I	T3	1									
		2									
		3									
		4									
		5									
		6									
		7									
		8									
		9									
		10									
II	T1	1									
		2									
		3									
		4									
		5									
		6									
		7									
		8									
		9									
		10									
II	T2	1									
		2									
		3									
		4									
		5									
		6									
		7									
		8									
		9									
		10									

3. OBSERVACIONES: _____

Nota: Archivo personal

Anexo 3. Actividades apoyadas en el marco de la práctica empresarial

Durante el periodo de ejecución de la práctica empresarial se apoyaron diversas actividades desarrolladas por el Departamento de Investigación de la Federación Nacional de Cacaoteros dentro de las que se enmarcan:

- Demarcado de parcelas: se realizó un demarcado de árboles en cada una de las parcelas experimentales que se manejan por el Departamento de Investigación de la Federación Nacional de Cacaoteros.
- Registro de datos sanitarios y productivos: se hizo un continuo acompañamiento en el registro de datos sanitarios en cada uno de los árboles de los lotes experimentales evaluando frutos con presencia de enfermedades como (*M. royeri*, *M. perniciosa*, *Phytophthora* sp.) y datos de producción como el número de frutos sanos.
- Caracterización morfoagronómica de frutos de nuevos materiales genéticos promisorios: siguiendo el manual de caracterización de propiedad de la Federación Nacional de Cacaoteros se evaluaron características morfoagronómica de frutos de los nuevos materiales genéticos regionales promisorios.
- Polinizaciones asistidas para progenies híbridas: esta actividad se ejecutó con el fin de obtener materiales tolerantes a enfermedades así mismo se busco el mejoramiento de la especie de los nuevos materiales genéticos evaluados por parte del Departamento de Investigación de la Federación Nacional de Cacaoteros.
- Polinizaciones asistidas para determinación de compatibilidad sexual entre materiales genéticos: se realizaron cruces de compatibilidad sexual entre los nuevos materiales genéticos para evaluar parámetros como la autocompatibilidad, autoincompatibilidad, intercompatibilidad, interincompatibilidad.

- Selección de frutos para envío de muestras a otras unidades técnicas del país: se cosecharon frutos para el envío de muestras de los diferentes materiales genéticos evaluados por el Departamento de Investigación a otras unidades técnicas de la Federación Nacional de Cacaoteros del país.