

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE AGRONOMÍA**



**EVALUACION DE PROGRAMAS PARA EL CONTROL DE LA SIGATOKA
NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) CON FINES DE
CERTIFICACION EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa sapientum*), BAJO
CONDICIONES DE LA FINCA LAS VEGAS DEL MADRE VIEJA,
MUNICIPIO DE TIQUISATE,
DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.
(SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIA LABORAL)**

LUIS GILBERTO SILIEZAR ARRIVILLAGA

QUETZALTENANGO, JULIO DE 2017.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACION DE PROGRAMAS PARA EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA
(*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) CON FINES DE CERTIFICACION EN EL
CULTIVO DE BANANO (*Musa sapientum*), BAJO CONDICIONES DE LA FINCA LAS
VEGAS DEL MADRE VIEJA, MUNICIPIO DE TIQUISATE,
DEPARTAMENTODE ESCUINTLA.
(SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIA LABORAL)

POR

LUIS GILBERTO SILIEZAR ARRIVILLAGA

PREVIO A CONFERIRSE EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

QUETZALTENANGO, JULIO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE

AUTORIDADES

RECTOR MAGNIFICO: DR. CARLOS ALVARADO CEREZO SECRETARIO
GENERAL: DR. CARLOS ENRIQUE CAMEY RODAS

CONSEJO DIRECTIVO CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE

DIRECTORA GENERAL MSC. MARÍA DEL ROSARIO PAZ CABRERA SECRETARIA
ADMINISTRATIVA: MSC. SILVIA DEL CARMEN RECINOS

REPRESENTANTES DE DOCENTES:

ING. AGR. MSC. HÉCTOR ALVARADO QUIROA
ING. EDELMAN MONZÓN LÓPEZ

REPRESENTANTES DE LOS EGRESADOS:

LICDA. VILMA TATIANA CABRERA ALVARADO

REPRESENTANTES DE LOS ESTUDIANTES:

BR. LUIS ANGEL ESTUARDO GARCÍA
BR. JULIA HERNANDEZ DE DOMINGUEZ

DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN

LIC. Q.F. AROLDO ROBERTO MÉNDEZ SÁNCHEZ

COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA

ING. AGR. IMER VINICIO VÁSQUEZ VELÁSQUEZ

ASESOR DE TESIS

ING. AGR. MSC. JAVIER ESTUARDO ZUÑIGA CERVANTES

REVISOR DE TESIS

MSC. HECTOR OBDULIO ALVARADO QUIROA

MSC. JUAN ALFREDO BOLAÑOS GONZÁLEZ

PHD. WILLIAM ERICK DE LEÓN CIFUENTES

Nota: únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en la Tesis.
Artículo 31 reglamento para Exámenes Técnico Profesional del Centro Universitario de Occidente.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE AGRONOMÍA

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN TÉCNICO PROFESIONAL

PRESIDENTE

Ing. Gustavo Búcaro

EXAMINADORES

Ing. Agr. Julio López Valdez

Ing. Agr. Henry López Galindo

Ing. Agr. Jorge Trápaga Arana

SECRETARIO

Lic. Lorenzo Javier Aguilar

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez

COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA

Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

Nota: Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en el presente trabajo de investigación. (Artículo 31 del Reglamento para Exámenes Técnico Profesionales del Centro Universitario de Occidente y artículo 19 de la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala).

Quetzaltenango, julio de 2017.

Honorable Consejo Directivo

Honorable Autoridad de la División de Ciencia y Tecnología

Honorable Mesa de Acto de Graduación y Juramentación

Apreciables Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE PROGRAMAS PARA EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA
(*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) CON FINES DE CERTIFICACION EN EL
CULTIVO DE BANANO (*Musa sapientum*), BAJO CONDICIONES DE LA FINCA LAS
VEGAS DEL MADRE VIEJA, MUNICIPIO DE TIQUISATE,
DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.
(SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIA LABORAL)

Presentado como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo en
Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su
aprobación, me suscribo de ustedes cordialmente.

Luis Gilberto Siliezar Arrivillaga

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

www.cytacunoc.org



Quetzaltenango 17 de julio 2017.

Lic. Q.F. Roberto Sánchez.
Director División de Ciencia y Tecnología.
Centro Universitario de Occidente.

Distinguido Director:

En atención al nombramiento emitido por esa dirección, me es grato informarle que he concluido la revisión del trabajo de investigación del estudiante **LUIS GILBERTO SILIEZAR ARRIVILLAGA**, quien presentó el trabajo de graduación titulado:

“EVALUACION DE PROGRAMAS PARA EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) CON FINES DE CERTIFICACION EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa sapientum*), BAJO CONDICIONES DE LA FINCA LAS VEGAS DEL MADRE VIEJA, MUNICIPIO DE TIQUISATE, DEPARTAMENTODE ESCUINTLA. (SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIA LABORAL)”.

Por lo cual me permito manifestarle, que el presente estudio cumple con los requisitos establecidos por los normativos de los trabajos de graduación de la Tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, además de ser un valioso aporte para el desarrollo del sector agroexportador de nuestro país, en tanto brinda valiosa información de la aplicación nuevas tecnología compatibles con el medio ambiente.

Por lo que recomiendo su publicación.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Agr. MSc. Javier Estuardo Zuñiga Cervantes.

ASESOR

Colegiado No. 2,879



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
www.cytcunoc.org



Quetzaltenango 17 de julio 2017.

Lic. Q.F. Roberto Sánchez.
Director División de Ciencia y Tecnología.
Centro Universitario de Occidente.

Distinguido Director:

En atención al nombramiento emitido por esa dirección, me es grato informarle que he concluido la revisión del trabajo de investigación del estudiante **LUIS GILBERTO SILIEZAR ARRIVILLAGA**, quien presentó el trabajo de graduación titulado:

“EVALUACION DE PROGRAMAS PARA EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) CON FINES DE CERTIFICACION EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa sapientum*), BAJO CONDICIONES DE LA FINCA LAS VEGAS DEL MADRE VIEJA, MUNICIPIO DE TIQUISATE, DEPARTAMENTODE ESCUINTLA. (SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIA LABORAL)”.

Por lo cual me permito manifestarle, que el presente estudio cumple con los requisitos establecidos por los normativos de los trabajos de graduación de la Tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, además de ser un valioso aporte para el desarrollo del sector agroexportador de nuestro país, en tanto brinda valiosa información de la aplicación nuevas tecnología compatibles con el medio ambiente.

Por lo que recomiendo su publicación.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Agr. MSc. Juan Alfredo Botanos González

REVISOR

Colegiado No. 2,777

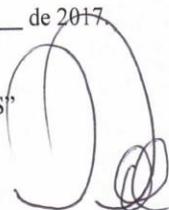
Juan A. Botanos González
INGENIERO AGRÓNOMO
Colegiado No. 2,777

*Centro Universitario de Occidente
División de Ciencia y Tecnología*

El infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**
Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE GRADUACIÓN** No. 010-AGR-2017 de fecha veinticinco de julio del año dos mil diecisiete del (la) estudiante: LUIS GILBERTO SILIEZAR ARRIVILLAGA con Carné No. 1826566590101 REGISTRO ACADÉMICO: 9430292 emitida por el Coordinador de la Carrera de AGRONOMIA, por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: **“EVALUACIÓN DE PROGRAMAS PARA EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA (Mycosphaerella fijiensis var. Diformis) CON FINES DE CERTIFICACIÓN EN EL CULTIVO DE BANANO (Musa sapientum), BAJO CONDICIONES DE LA FINCA LAS VEGAS DEL MADRE VIEJA, MUNICIPIO DE TIQUISATE, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA. (SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIA LABORAL).”**

Quetzaltenango, 25 de julio de 2017.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez
Director de División de Ciencia y Tecnología



ACTO QUE DEDICO:

A DIOS:

Por darme a lo largo de mi vida la guía para dar los pasos correctos al avanzar a través de ella.

A MI MADRE:

Jerónima Arrivillaga, quien con su sacrificio y amor de madre me dio todo lo necesario para alcanzar mis metas.

A MI PADRE:

Federico Siliezar, porque gracias a su esfuerzo y persistencia he logrado alcanzar una meta más, misión cumplida.

A MI ESPOSA:

Yesica Carolina, por su amor y apoyo incondicional al estar a mi lado en esta lucha por alcanzar este sueño.

A MIS HIJOS:

Marco Sebastián y Diego Andrés, inspiración de mi vida e importante influencia en el logro de mis aspiraciones, que sea un ejemplo a seguir.

A MIS ABUELOS:

Luis Gilberto Siliezar (Q.E.P.D.), Elvia Alicia de Leon (Q.E.P.D.), que el tiempo que compartí con ellos me brindaron lo mejor de sí.

Mariano Arrivillaga (Q.E.P.D.) y Carmen Salazar, gracias por enseñarme el amor al campo.

A MIS HERMANOS:

José Roberto, Lucrecia del Carmen, Elvia Carolina y Ruth Mercedes por el cariño y apoyo brindado en cada etapa de mi vida.

A FAMILIA VELASQUEZ VELASQUEZ:

Por su cariño y aprecio al permitirme formar parte de su familia.

AGRADECIMIENTOS A:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE – CUNOC -.

Alma mater forjadora de sabiduría durante mi vida universitaria.

ING. AGR. JAVIER ESTUARDO ZUÑIGA CERVANTES

Por su amistad y por compartir sus conocimientos y asesoría en este trabajo de graduación.

FRUTERA DEL PACÍFICO, S.A.

Por brindarme la oportunidad de poner en práctica y desarrollar mis conocimientos teóricos.

CATEDRATICOS

Por los conocimientos transmitidos y ser los forjadores de mi profesión.

EXCOMPAÑEROS Y AMIGOS

En especial a Américo Gressi, Erick Chun, Kevin Calderón, Julio Morales, Santiago Santis, Eddy Morales, Luis Urrutia, Cesar Leal, por ser participe en la culminación de esta etapa de mi vida.

AL GREMIO BANANERO:

Eterno agradecimiento por ser parte importante en el desarrollo de Guatemala.

EVALUACION DE PROGRAMAS PARA EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA
(*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) CON FINES DE CERTIFICACION EN EL
CULTIVO DE BANANO (*Musa sapientum*), BAJO CONDICIONES DE LA FINCA LAS
VEGAS DEL MADRE VIEJA, MUNICIPIO DE TIQUISATE,
DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.
(SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIA LABORAL)

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	OBJETIVOS.....	3
3.	MARCO TEÓRICO.....	4
	3.1. Descripción general del cultivo de banano.....	4
	3.1.1. Características botánicas del banano.....	4
	3.1.2. Clasificación taxonómica.....	5
	3.1.3. Morfología.....	5
	3.1.4. Condiciones ambientales.....	7
	3.1.5. Usos del banano.....	8
	3.2. Sigatoka negra.....	9
	3.2.1. Taxonomía.....	9
	3.2.2. Descripción y biología del patógeno.....	10
	3.2.3. Ciclo de la enfermedad.....	10
	3.2.4. Ecología de la enfermedad.....	11
	3.2.5. Escala de Fouré para identificar Sigatoka negra.....	12
	3.2.6. Distribución geográfica.....	14
	3.2.7. Control de la enfermedad.....	15
4.	Programa para el control de la Sigatoka negra en el cultivo de banano (Musa sapientum) en la finca Las Vegas del Madre Vieja, municipio de Tiquisate, departamento de Escuintla.....	19
	4.1. Fungicidas.....	19
	4.2. Coadyuvantes.....	23
	4.3. Trabajos afines a nivel latinoamericano.....	24
5.	MARCO REFERENCIAL Y METODOLOGÍA.....	26
	5.1. MARCO REFERENCIAL.....	26
	5.1.1. Localización geográfica.....	26
	5.1.2. Zona de vida.....	27
	5.1.3. Suelos.....	27
	5.2. METODOLOGÍA DESCRIPTIVA.....	27
	5.2.1. Fase de gabinete.....	27
	5.2.2. Fase de campo.....	27
	5.2.3. Instrumentos.....	28
	5.3. FACTORES A EVALUAR.....	29
6.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	30

6.1. Programa fitosanitario año 2015.....	30
6.2. Programa fitosanitario año 2016.....	33
6.3. Relación costo/beneficio de los programas fitosanitarios.....	38
7. CONCLUSIONES.....	39
8. RECOMENDACIONES.....	40
9. BIBLIOGRAFÍA.....	41
10 ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ciclo de vida de <i>Mycosphaerella fijiensis</i>	111
Ilustración 2. Ciclo patológico de la Sigatoka negra.....	1414
Ilustración 3. Localización geográfica de la finca Las Vegas del Madre Vieja.....	266

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Acumulado semanal de la precipitación registrada en el año 2015 en la finca Las Vegas del Madre Vieja, municipio de Tiquisate, Escuintla.....	33
Gráfica 2. Promedios semanales de las temperaturas medias registradas durante el año 2015, en la finca Las Vegas del Madre Vieja, municipio de Tiquisate, Escuintla.....	33
Gráfica 3. Acumulado semanal de la precipitación registrada en el año 2016 en la finca las Vegas del Madre Vieja, municipio de Tiquisate, Escuintla.....	37
Gráfica 4. Promedios semanales de las temperaturas medias registradas durante el año 2016, en la finca Las Vegas del Madre Vieja, municipio de Tiquisate, Escuintla.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de 100 gramos del fruto del banano.....	9
Tabla 2. Agente causal de la Sigatoka negra.....	9
Tabla 3. Estados de la sintomatología causada por la Sigatoka negra.....	12
Tabla 4. Clasificación toxicológica de la Organización Mundial de la Salud (OMS).....	244
Tabla 5. Matriz de instrumentos para desarrollo del proceso de sistematización.....	28
Tabla 6. Programa fitosanitario para el control de la Sigatoka negra (<i>Micosphaerella fijiensis</i> var. <i>diformis</i>) implementado durante el año 2015.....	32
Tabla 7. Programa fitosanitario para el control de la Sigatoka negra (<i>Micosphaerella fijiensis</i> var. <i>diformis</i>) implementado durante el año 2016.....	36
Tabla 8. Costo de la inversión en dólares de cada uno de los programas fitosanitarios implementados durante el período 2015-2016 en la finca Las Vegas del Madre Vieja, Tiquisate, Escuintla.....	38

RESUMEN

En Guatemala el cultivo del banano ayuda de forma especial a la economía del país, debido a que es considerado una fuente importante de ingresos derivado a las exportaciones así como a la creación de empleos que se generan anualmente, esto ha permitido que la productividad de las tierras aumente gradualmente y por consiguiente la calidad del fruto para su consumo tanto a nivel interno como externo, por lo que es importante el manejo que se le debe de brindar al cultivo principalmente lo relacionado al control de plagas y enfermedades, conllevando a que los programas fitosanitarios a implementar deben de ser efectivos y rentables.

La presente sistematización de la experiencia laboral personal a lo largo de 15 años a partir del 2001 a la fecha, describe la evolución de cada uno de los programas fitosanitarios implementados durante el período en análisis para los años 2015 y 2016 en la finca Las Vegas del Madre Vieja perteneciente a la empresa Frutera del Pacífico, S.A.; de acuerdo a las normativas internacionales establecidas por la empresa certificadora Rainforest Alliance, donde la disminución de la carga química es un aspecto que condiciona la certificación del producto.

Los resultados obtenidos producto de éste análisis retrospectivo de los programas químicos implementados durante los años 2015 y 2016 para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *Diformis*), dan cuenta que con la utilización de productos orgánicos con bajo nivel de toxicidad tales como el Serenade (*Bacillus subtilis*), Banguard 80WG (Tiram) y Syllit 400SC (Dodine) aplicados en el programa 2016, en sustitución de productos químicos como el Fungitane 43SC (Mancozeb), Volley 88OL (Fenpropimorf) y Cumora (Boscalid) utilizados durante el programa 2015, reducen en un 15% la carga química alcanzando con ello la certificación por parte de Rainforest Alliance, además de representar para la Empresa Frutera del Pacífico S. A., una disminución del 9% en los costos de producción del cultivo de banano (*Musa* sp.) para exportación, por lo cual se considera que se han acertado en la toma de decisiones.

De igual manera, a partir de la experiencia plasmada en la presente sistematización en la finca Las Vegas del Madre Vieja, se comparte información relacionada a la eficacia y eficiencia de los productos fitosanitarios utilizados para el control de la Sigatoka negra, lo cual es una alternativa viable para este sector.

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país cuya economía depende básicamente de la actividad agrícola, principalmente por los llamados cultivos de exportación, dentro de los que destacan el Café (*Coffea* sp.), la Caña de Azúcar (*Saccharum* sp.), y el Banano (*Musa* sp.), este último motivo de la presente sistematización de experiencia laboral para los años 2015 y 2016.

Del cultivo del banano es importante mencionar que desde hace varios años su producción se ha extendido a lo largo de la Costa Sur del país, desde el departamento de Escuintla hasta la frontera con México, siendo Guatemala el octavo mayor productor del mundo con una producción de 2.4 millones de toneladas y un rendimiento aproximado de 40.4 toneladas por hectárea, llegando en la actualidad aproximadamente a unas 32,391 hectáreas de cultivo, además de ser una fuente de trabajo en el sector rural creando alrededor de 45,000 empleos incluyendo el área del norte en el departamento de Izabal en donde se tiene conocimiento del establecimiento de dicho cultivo desde el año 1935. (Fundación para el Desarrollo de Guatemala, 2011)

Dentro de los factores limitantes de la producción, las plantaciones de banano enfrentan problemas relacionados a la presencia de enfermedades fungosas en el área foliar, siendo una de las principales la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*). Según Stover (1972), la enfermedad puede ocasionar pérdidas del 50 al 100% de la producción, debido a la velocidad de reproducción del hongo cuando las condiciones climáticas son propicias. De acuerdo a Belalcázar (1991), el combate de esta enfermedad se basa principalmente en estrategias de aplicación de fungicidas químicos y prácticas culturales.

Considerando el marcado incremento en la producción de banano a nivel mundial y nacional como se mencionó anteriormente, y como resultado de la utilización de agroquímicos de manera constante y en altas cantidades, se provocan una serie de efectos negativos que abarcan aspectos de tipo social, ambiental y agronómico. La sociedad civil es cada día más consciente de los impactos que a mediano y largo plazo sobre su salud y la de su familia puede generar los diversos agroquímicos utilizados en las plantaciones agrícolas de las áreas aledañas a sus viviendas.

Por otra parte los consumidores finales especialmente en el extranjero, son cada vez más exigentes al momento de requerir una menor utilización de agroquímicos en la producción de estos alimentos, así mismo, se está demandando la implementación de tecnologías de producción sostenibles en todo sentido.

La situación anteriormente descrita, obliga a los productores de banano a buscar nuevas alternativas que satisfagan las necesidades de los consumidores y con menores consecuencias para la sociedad civil aledañas a las fincas de producción.

Es por ello que a partir del año 2007, con el acompañamiento de Rainforest Alliance (Alianza para los Bosques), la finca Las Vegas del Madre Vieja, inicia un proceso de certificación tendiente a garantizar la obtención de un producto de calidad, ambientalmente amigable y con estándares aceptables para el mercado internacional y nacional. Y para alcanzar lo anterior, se han implementado diversas acciones acordes a las normativas sociales y ambientales requeridas por las empresas certificadoras, siendo una de estas la reducción progresiva de plaguicidas, así como el estricto control en el uso de los mismos.

Esto ha conllevado a que la finca Las Vegas del Madre Vieja, elimine gradualmente la utilización de productos agroquímicos prohibidos por convenios y organismos internacionales, debido a sus niveles de toxicidad, su efecto en la salud de los trabajadores, las comunidades locales, la calidad de los suelos, los recursos hídricos y los ecosistemas naturales e implementar otras nuevas alternativas.

Por lo cual, el propósito de la presente sistematización de experiencia laboral es ofrecer un análisis de la implementación de los programas fitosanitarios para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) en la finca Las Vegas del Madre Vieja perteneciente a la Empresa Frutera del Pacífico S.A. municipio de Tiquisate, departamento de Escuintla. Con base a las normativas internacionales establecidas por las empresas certificadoras, dando respuesta con ello a lo desarrollado hasta la fecha en cuanto a la eficacia en la utilización de productos con bajo nivel de toxicidad y la viabilidad económica que las presentaciones comerciales reflejan sobre los impactos en los costos de producción del cultivo de banano (*Musa* sp.) en dicha localidad y condiciones climáticas.

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL

Documentar programas fitosanitarios para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) en el cultivo de banano de exportación, bajo condiciones de la finca Las Vegas del Madre Vieja, Tiquisate, Escuintla.

2.2. ESPECÍFICOS

- Describir cada uno de los programas fitosanitarios implementados durante el período 2015-2016 para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) en el cultivo de banano (*Musa* sp.) de exportación.
- Determinar el nivel de efectividad de los programas fitosanitarios implementados durante el período 2015-2016, en la incidencia y severidad de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) en el cultivo de banano (*Musa* sp.) de exportación.
- Establecer el costo/beneficio de cada uno de los programas fitosanitarios implementados para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*), en la finca las Vegas del Madre Vieja para el ciclo de cultivo 2015-2,016.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Descripción general del cultivo de banano

El origen del banano es en Asia meridional, siendo conocida en el Mediterráneo desde el año 650. La especie llegó a Canarias en el siglo XV y desde allí fue llevado a América en el año 1,516. El cultivo comercial se inicia en Canarias a finales del siglo XIX. (León, 2000). El banano es considerado como uno de los cultivos más importantes en la agricultura; entre las frutas tropicales ocupa el primer lugar y es considerado como una fruta básica en la dieta alimentaria de las personas, debido a su bajo precio, rico sabor, disponibilidad en todo el año, múltiples combinaciones de cocina, sensación de saciedad que produce y su valor nutritivo en potasio, hierro y vitamina K. Pertenecen a la familia de las Musáceas de la especie *Musa Cavendish* (plátanos comestibles cuando están crudos) y *Paradisiaca* (plátanos macho o para cocer).

El banano comestible se originó a través de una serie de mutaciones y cambios genéticos, a partir de especies silvestres no comestibles, de fruto pequeño con numerosas semillas. Para llegar a las mutaciones se produjeron cambios en los cromosomas, siendo triploides; mientras que las silvestres tienen dos grupos siendo diploides. Los bananos más vigorosos, sus frutos grandes, carecen de semilla, los mejores para la producción comercial son del grupo triploide, debido a que el banano no produce semillas fértiles, más bien se reproduce vegetativamente. (León, 1987)

3.1.1. Características botánicas del banano

El banano pertenece a la familia de las musáceas y abarca las variedades *Musa* y *Ensete*. Las variedades más importantes desde el punto de vista económico pertenecen a la sección *Eumusa*. Todas las especies de bananos comerciales pertenecen a la familia de las Musáceas y los cuales quedan comprendidos dentro de las Monocotiledoneas. Por el hecho de que muchas formas tienen una naturaleza híbrida, se mantiene el nombre *Musa sapientum* para todas las variedades de bananos frescos comestibles. Se reproducen mediante rizomas subterráneos cuyos vástagos periódicamente producen retoños.

El banano tiene un llamado pseudo tronco que está formado por las vainas foliares; por regla general la inflorescencia se produce 7 – 9 meses después de la plantación, según las condiciones climáticas y de los suelos. Las flores hembras producen partenocarpos (frutos no fructificados) que crecen en grupos (manojos). Los gérmenes de las semillas se ven todavía como hilos negros dentro de la fruta. Según las circunstancias climáticas, el periodo de desarrollo de la fruta es de 3 a 4 meses. Una vez que las frutas alcanzan su madurez, la planta madre muere. (Asociación Naturland, 2001)

Se reconocen tres subfamilias dentro de las Musaceas de las cuales la Musoidea comprende solamente a los géneros Musa y Ensetoo, renovando completamente la clasificación intra genérica de los bananos, llegando a distinguir cuatro secciones o series dentro del género Musa: (Australimusa y Callimusa). Ambas con numero base de cromosomas igual a 10 ($n= 10$) y representadas por cinco especies seminíferas de interés generalmente botánico: (Eumusa y Rhodochlamys), estas dos últimas con numero básico de cromosomas igual a 11. La sección Eumusa es la más importante y compleja, cuenta con un numero de 10 especies, su importancia radica en que en ella quedan comprendidas las especies Musa acuminata Colla y Musa balbisiana Colla, que han dado origen a la mayoría de los bananos comestibles y desprovistos de semillas. Se denomina con la letra "A" a las características semejantes a M. acuminata y con "B" a las M. balbisiana. La poliploidia presente en los genomas se presenta con la repetición de letras. El principal es el grupo AAA que contiene los clones comerciales más difundidos. (Champion, J., 1968)

3.1.2. Clasificación taxonómica

El banano pertenece a la familia Musaceae; la planta de banano se considera como una hierba grande, perenne, constituida como un cormo (tallo) y un pseudotallo que produce un único racimo y muere, dando paso al desarrollo de las nuevas plantas y así se mantiene la unidad productiva. (Chinchilla, Rojas & Forastieri, 2004)

Reino:	Vegetal
División:	Espermatofitae
Sub División:	Angiospermae
Clase:	Monocotiledonea
Orden:	Zingiberales
Familia:	Musaceae
Género:	Musa
Sección o Serie:	Eumusa
Grupo:	AAA
Sub Grupo:	Cavendish
Clon Enano:	Gigante.

3.1.3. Morfología

a) Raíz

El banano posee raíces superficiales que se distribuyen en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayor parte de ellas en los 15-20 cm. Las raíces cuando emergen son de color blanco tiernas y amarillentas y duras posteriormente. Su diámetro oscila entre 5 y 8 mm. y su longitud puede alcanzar los 2.5 a 3.0 mts., en crecimiento lateral y hasta 1.5 mts. en profundidad. El poder de penetración de las raíces es débil, por lo que

la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo. (Infoagro, 2011)

b) Tallo

Está formado por pecíolos de hojas curvadas y comprimidas, dispuestas en bandas en espiral que desde el centro van formándose sucesivamente nuevas hojas y al extenderse comprimen hacia el exterior las bases de las hojas más viejas. (Asociación Nacional del Café, 2012)

c) Rizoma o cormo

Constituye el verdadero tallo del banano y por medio del cual se producen los hijos o rebrotes. Los rebrotes se originan a través de una yema vegetativa que emerge del cormo (planta madre), en el punto donde el cilindro central atraviesa la corteza y donde está la zona de inserción de las hojas. La zona externa o cortical cumple una función de protección, mientras el área central o activa da origen al sistema aéreo, el sistema radical y rebrotes. (Chinchilla et al., 2004)

d) Sistema foliar

Las hojas del banano se originan del meristemo apical del cormo y están distribuidas en forma de espiral. Una hoja adulta se compone de base o vaina foliar, el pecíolo y la lámina. Las vainas foliares están dispuestas en forma helicoidal dentro del cormo que al crecer en forma de arco forman el pseudotallo. El pseudotallo puede llegar a medir hasta 40 cm de diámetro y 5.0 mts. de longitud.

El pecíolo es la parte superior de la vaina que se extiende desde la base de la hoja al extremo, tiene una cara cóncava pronunciada y con una estructura rígida y robusta que le permite soportar el peso de la hoja.

La lámina tiene forma alargada, dividida por una nerviación central en dos partes simétricas que evidencian una gran cantidad de nerviaciones distribuidas paralelamente entre sí y perpendiculares al eje central.

La hoja es de color verde fuerte en la parte superior y más o menos glauca en el lado inferior. El tamaño puede oscilar entre 0.7 y 1 mt. de ancho y de 2.0 a 4.0 mts. de largo. Una planta adulta puede emitir entre 25 y 35 hojas. (Chinchilla et al., 2004)

e) Inflorescencia

Está formada por glomérulos florales o grupos de flores dispuestas en dos hileras e insertadas en abultamientos del raquis conocido como corona (manos), tiene tres tipos de flores:

- a) Pistiladas: en manos superiores;
- b) Neutras: en la sección central; y
- c) Estaminadas: en el punto terminal del racimo. (Ortiz, 1999)

El perianto de la flor es de dos pétalos (mayor y menor), es trilobular, con óvulos en filas longitudinales. El ovario es un cuerpo alargado y angosto en la base, generalmente curvo. El ápice es plano y ancho y en él se inserta el perianto, el pistilo y los estambres. (León, 1987)

Puede haber hasta 400 o más flores en un botón floral, estando dispuestas en grupos (manos) de 6 a 20, formándose hasta 10 o más grupos por racimo. Al principio las flores están dispuestas hacia abajo y conforme se van desarrollando los frutos se curvan hacia arriba. (Asociación Nacional del Café, 2012)

3.1.4. Condiciones ambientales

a) Altitud

Es una planta que se desarrolla en condiciones óptimas en las regiones tropicales que son húmedas y cálidas, en el rango desde los 0 y 1,000 metros sobre el nivel del mar. (Asociación Nacional del Café, 2012)

b) Latitud

Las mejores condiciones para el cultivo del banano se dan entre los 15° Latitud Norte y 15° Latitud Sur, esto debido a que dentro de este rango la planta puede alcanzar el mínimo de horas luz requeridos para obtener una cosecha rentable. (Asociación Nacional del Café, 2012)

c) Temperatura

Requiere de temperaturas relativamente altas que varían entre los 21 y los 30 grados centígrados con una media de 27. Su temperatura mínima absoluta es de 15.6 y su máxima de 37.8 grados centígrados. Exposiciones a temperaturas mayores o menores causan deterioro y lentitud en el desarrollo, además de daños irreversibles en la fruta. (Asociación Nacional del Café, 2012)

d) Pluviosidad

Se considera suficiente suministrar de 100 a 180 milímetros de agua por mes o sea que haya una precipitación anual de 2,000 milímetros promedio por año, para cumplir con los requerimientos necesarios de la planta. (Asociación Nacional del Café, 2012)

e) Luminosidad

La duración del día es de gran importancia y depende de la altitud, latitud, nubosidad y cobertura vegetal. Para la radiación solar se considera que el mínimo de luz para

producir una cosecha económicamente rentable es de 1,500 horas luz por año, con un promedio de 4 horas de luz por día. (Asociación Nacional del Café, 2012)

f) Vientos

Los desgarres causados en la lámina de la hoja por el viento, normalmente no son serios cuando las velocidades del viento son menores a los 20 a 30 kilómetros por hora. Los daños ocurren cuando la velocidad es alta (mayor a 0.03 kilómetros por hora), destruye las plantaciones, y éste se considera uno de los factores climáticos que más daño causan a las plantaciones bananeras. La tendencia actual es buscar variedades de porte bajo que ofrezcan mayor resistencia al viento. (Asociación Nacional del Café, 2012)

g) Suelos y topografía

El banano se desarrolla en un alto rango de suelos, siendo los óptimos los que presentan una textura que va de franca, franca arenosa y ligeramente arcillosa, con profundidades que van de 0 a 1.20 metros con un pH de 5.5 a 8, con una topografía plana y con pendientes no mayores al 2%, que presenten un buen drenaje natural y un contenido de materia orgánica mayor del 2%.

Los rendimientos pueden deprimirse en suelos con alta concentración de arcilla o con una capa compacta o pedregosa de 40 a 80 centímetros de profundidad. El mal drenaje puede ser un problema en estas condiciones (Asociación Nacional del Café, 2012)

3.1.5. Usos del banano

El mercado más importante de banano en el mundo es el de consumo en fresco, una mínima cantidad se destina a procesos industriales para la obtención de productos alimenticios o como materia prima para la obtención de productos como bananos pasos o bananos deshidratados o secados, en almíbar, cremas, postres, pulpas, purés, compotas, mermeladas, conservas, harinas, hojuelas, frituras, jarabe, confitados y congelados, liofilizados, etanol, jaleas, bocadillo, néctares, jarabe de glucosa y fructosa, saborizantes y aromatizantes, dulce elaborado de su cáscara, alimento reciclado. Los deshechos fibrosos del cultivo sirven como materia prima para la elaboración de pulpas celulósicas, almidón y productos químicos. (Asociación Nacional del Café, 2012)

Los subproductos o abonos orgánicos que proceden del vástago se incorporan a la plantación y los residuos que se generan en la cosecha, fibras y papel a base de los pseudo tallos, alcohol, aguardiente, vino, vinagre de la fermentación de la fruta, uso de los residuos de cosecha para la elaboración de gas biológico, láminas de cartón, material para embalaje y pita. (Asociación Nacional del Café, 2012)

Tabla 1. Composición química de 100 gramos del fruto del banano

COMPONENTE	CONTENIDO	
	Gramos	Miligramos
Agua	70.0	
Proteínas	1.2	
Grasas	0.6	
Hidratos de carbono	27.0	
Fibra	0.6	
Cenizas	0.9	
Calcio		80.0
Fósforo		290.0
Hierro		6.0
Carotenos		2.4
Tiamina		2.4
Riboflavina		0.5
Niacina		7.0
Ácido ascórbico		120.0

Fuente: Asociación Nacional del Café, 2012.

3.2 Sigatoka Negra

3.1.6. Taxonomía

Tabla 2. Agente causal de la Sigatoka negra.

	Fase Sexual	Fase Asexual
Reino	Fungi	Fungi
División	Eumycota	Eumycota
Phylum	Ascomycota	Deuteromycota
Clase	Loculoascomycete	Hyphomycetes
Orden	Dothideales	Moniliales
Familia	Mycosphaerellaceae	Dematiaceae
Género	Mycosphaerella	Cercospora
Especie	<i>Mycosphaerella fijiensis</i> (<i>Teliomorfo</i>) <i>Paracercospora fijiensis</i> (<i>Anamorfo</i>)	<i>Mycosphaerella fijiensis</i> <i>var. diformis</i>

Fuente: Agrios, 1996.

3.1.7. Descripción y biología del patógeno

La Sigatoka negra, se caracteriza por sus dos estados reproductivos: el estado perfecto (sexual) e imperfecto (asexual). Ambos estados son importantes en la infección a su hospedero. (Manzo, 2001)

a) Estado sexual

En el estado sexual de *Mycosphaerella fijiensis*, los peritecios (pseudotecios) también se forman a partir de las cámaras estomáticas colonizadas, presentan forma globular con un diámetro entre 47 a 85 micras, se observan incrustados en el tejido de la hoja y se pueden visualizar en ambas superficies, aunque son más abundantes en el envés que en el haz. Las paredes del peritecio son de color marrón oscuro y están formadas por tres o cuatro capas de células con forma poligonal. Dentro del peritecio se forman en promedio ocho ascas bitunicadas, las cuales portan ocho ascosporas, elípticas, hialinas, biseladas con una longitud de 14-20 micras y 4-6 micras de ancho. (Simmonds, 1987)

Los espermagonios se forman en las lesiones maduras de la enfermedad, son los órganos sexuales masculinos del hongo, dentro de los cuales se forman centenares de espermacias, las cuales maduran en presencia de rocío o lluvia; dichas espermacias se dirigen hacia los peritecios jóvenes donde se unen a las estructuras primarias periteciales en un acto de fertilización que da origen a las ascosporas del hongo. (Stover, 1972)

Debido a sus características biológicas de alta producción de ascosporas, mayor número de ciclos sexuales por año y una tasa elevada de colonización de tejidos, la Sigatoka negra logra rápidamente predominar sobre otras enfermedades foliares de musáceas menos agresivas. (Hidalgo, Tapia, Rodríguez & Serrano, 2006)

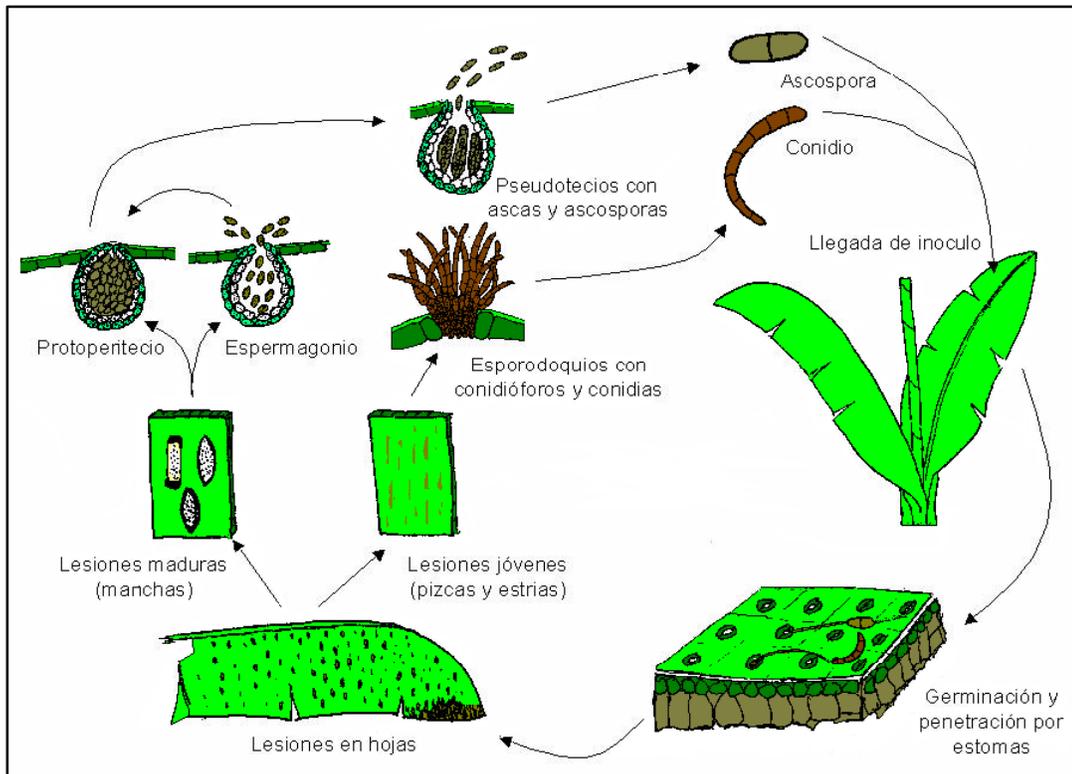
Las esporas de *Mycosphaerella fijiensis* germinan especialmente sobre la superficie abaxial de las hojas, penetran con sus hifas los estomas e inician con ello un proceso rápido de colonización del mesófilo foliar en los genotipos más susceptibles (Meredith & Laurence, 1970). Esta vía de entrada de *Micosphaerella fijiensis* a las hojas ocurre aún en los cultivares que muestran una alta resistencia a la misma.

3.1.8. Ciclo de la enfermedad

El ciclo de vida de *Micosphaerella fijiensis*, se inicia con la deposición de las ascosporas o conidios del hongo que se encuentran en el aire. Bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y en presencia de agua libre en la superficie de la hoja, el proceso de germinación de las esporas ocurre en una hora aproximadamente. La penetración al hospedero está condicionada por el tiempo que dure la película de agua sobre la hoja y la humedad relativa en el ambiente, pero normalmente ocurre en un lapso de dos a tres días. (Belalcázar, 1991)

El periodo de incubación, referido como el tiempo entre germinación y aparición de la primera pizca, dura en banano (*Musa sp.*) 17 días y en plátano (*Musa sapientum L.*) 29 días; mientras que el periodo de latencia o sea hasta la aparición de conidióforos y conidios, ocurre 28 días después de la infección en banano y 34 días en plátano. Por último, las ascosporas maduras del hongo se pueden observar 49 días después de la infección en banano y 64 días después en plátano. El ciclo culmina con la liberación de ascosporas o conidias al aire para su diseminación. (Belalcázar, 1991)

Ilustración 1. Ciclo de vida de *Mycosphaerella fijiensis*.



Fuente: Bornacelly, 2009.

3.1.9. Ecología de la enfermedad

La enfermedad presenta una dinámica estacional, determinada por las variaciones de la temperatura y la pluviometría a lo largo del año. La severidad de la enfermedad es más acentuada en zonas con precipitaciones de más de 1,400 mm/año y humedades relativas por encima del 80%.

La germinación y el crecimiento de las esporas son óptimos cuando existe una película de agua sobre la hoja, también la producción de peritecios y la descarga de ascosporas se incrementa en condiciones lluviosas. Adicionalmente la lluvia favorece el proceso de liberación del inoculo y provee las condiciones de humedad favorables para el desarrollo de la infección. (Osorio, 2006)

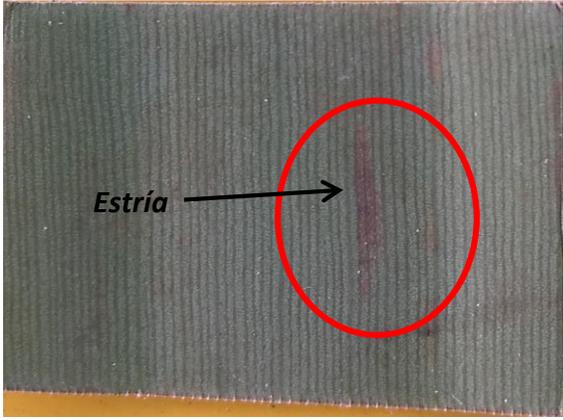
En banano, la temperatura óptima para la germinación y crecimiento de los tubos germinativos es de 22 a 28°C. En plátano, el rango óptimo de germinación varía entre 17 y 28°C y la temperatura ideal para el crecimiento de los tubos germinativos es de 25°C.

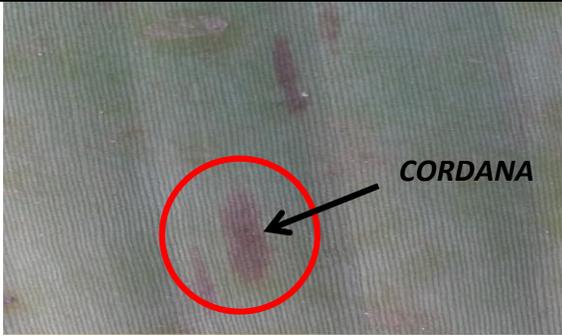
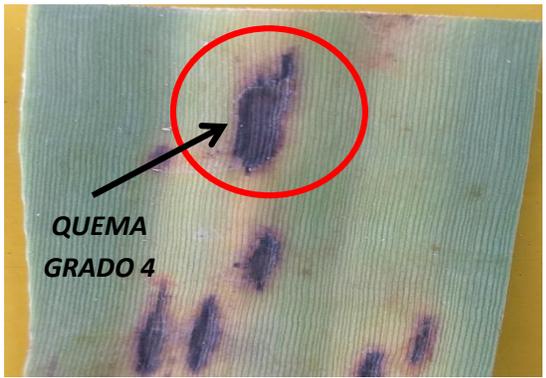
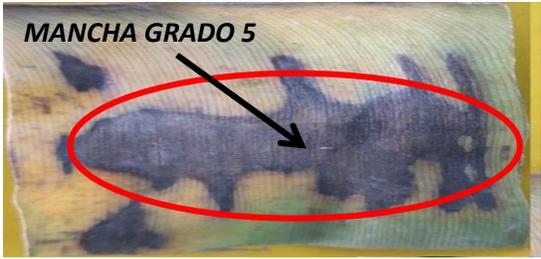
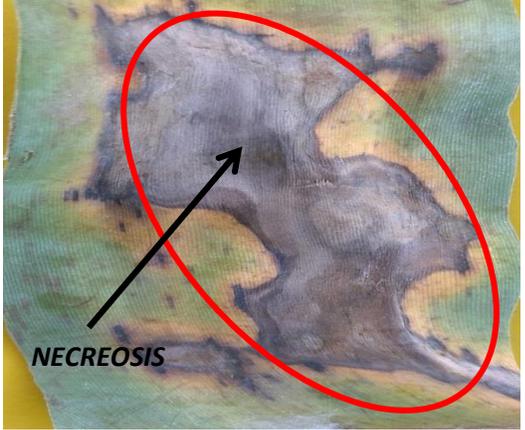
Las ascosporas requieren temperaturas más altas que los conidios; en promedio la temperatura óptima para el desarrollo completo de la enfermedad es de 26°C. El viento y el agua son mecanismos determinantes en su dispersión. El número de conidios transportados por el viento, es 10 veces menor que el número de ascosporas, de allí su mayor importancia en el proceso. (Osorio, 2006)

3.1.10. Escala de Fouré para identificar Sigatoka negra

Según la escala de Fouré (1985), los síntomas de la Sigatoka negra se pueden reconocer a través de seis estados, los cuales se describen en la tabla 3.

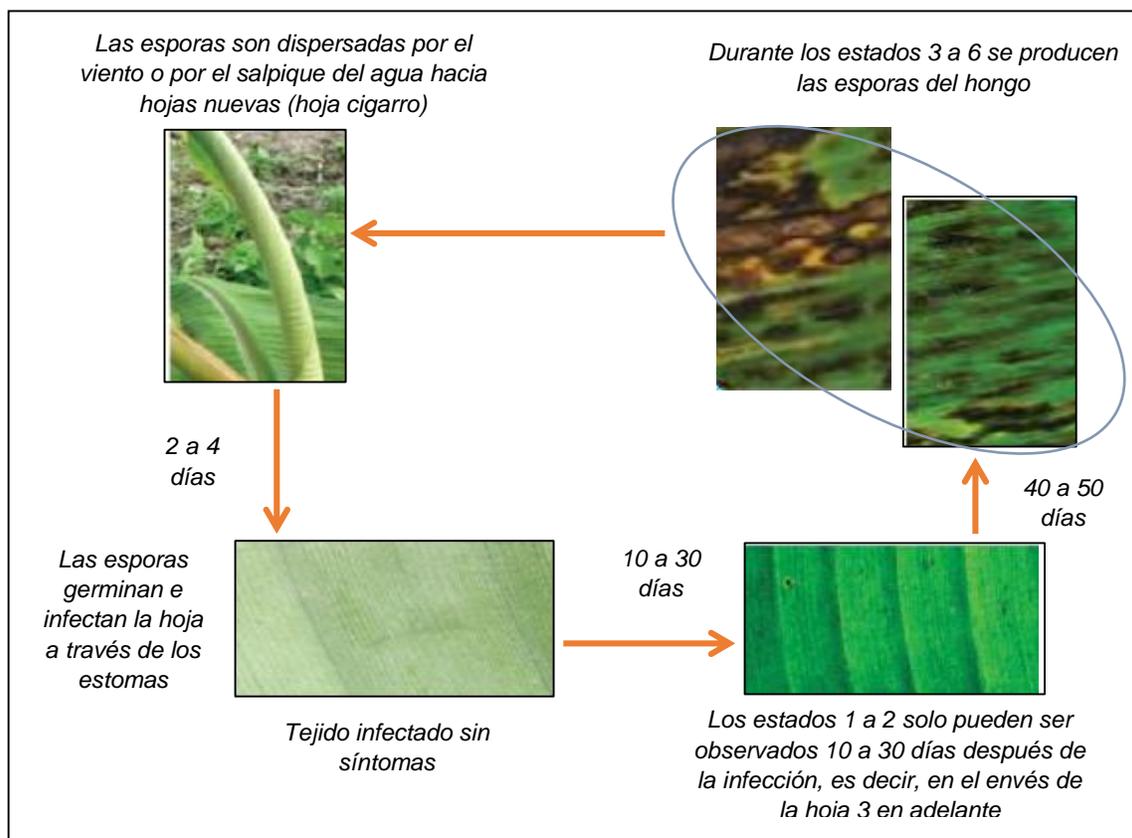
Tabla 3. Estados de la sintomatología causada por la Sigatoka negra

Estado	Descripción	Imagen
E1	Es el primer síntoma visible de la enfermedad. Se observa una pequeña decoloración de aproximadamente 1 mm. de largo, clorótica o amarilla en la fase inicial y visible únicamente en el envés de la tercera o cuarta hoja. Para observarla, debe exponerse el envés de la hoja a la luz, ya que al trasluz no puede determinarse.	
E2	La decoloración se convierte en una estría o raya de color café de 2-3 mm. de largo, pudiendo ésta ser observada tanto en el envés como en el haz a partir de la hoja 3 en adelante. A esta fase se le denomina comúnmente “pizca”. De acuerdo a Betancourt (2000), cuando los primeros síntomas son visibles y evolucionan hacia pizca, éstos se ubican paralelos a la nervadura central estando más concentrados hacia un lado de la hoja y hacia el ápice de esta.	

Estado	Descripción	Imagen
E3	Las estrías o rayas se mantienen del mismo color pero aumentan sus dimensiones haciéndose más largas y más anchas pudiendo alcanzar una longitud de 2 a 3 cms. las mismas son observables en el haz y el envés de la hoja. Es a partir de esta fase cuando aparecen los conidióforos los cuales dan lugar a la producción de conidios.	
E4	Este se presenta como una mancha oval que toma una coloración marrón o pardo oscuro en el envés y negra en el haz de la hoja. Las infecciones son más importantes en el envés de la hoja, debido principalmente a que los estomas son más numerosos en esta parte, y cuando se despliegan las hojas, el envés es la parte que expone primeramente a los propágulos (inoculo) del hongo.	
E5	Se caracteriza por ser una mancha totalmente negra con tendencia elíptica y rodeada por un halo amarillo cuyo centro empieza a deprimirse extendiéndose la misma hacia el envés de la hoja.	
E6	Si el desarrollo de la enfermedad llega a alcanzar esta fase, el centro de la mancha se seca y llega a ser blanco-grisáceo, en el que pueden apreciarse claramente la presencia de peritecios. En infecciones severas, la enfermedad puede alcanzar la muerte de una hoja en 3-4 semanas, dependiendo de las condiciones climáticas y de la susceptibilidad del hospedante, observándose en esta etapa plantas con muy pocas hojas fotosintéticamente activas y muchas colgando delseudotallo, ya secas.	

Fuente: Fouré, E. 1985.

Ilustración 2. Ciclo patológico de la Sigatoka negra.



Fuente: Álvarez et al., 2013.

3.1.11. Distribución geográfica

La enfermedad está presente en la mayoría de países productores de banano y plátano. Fue identificada por primera vez en 1963 en las islas Fiji en la costa del sudeste del Valle de Viti Levi. Su nombre se debe al parecer como una forma distinta de la Sigatoka amarilla. (Mourichon & Fullerton, 1990)

La primera aparición en América Latina se reporta en Honduras en el año 1972, desde donde se diseminó a otros países de la región, siendo en 1975 observada en Belice, luego en Guatemala en 1977, posteriormente en 1979 se presentó en Costa Rica, Nicaragua y El Salvador, en 1980 se detecta en México y en 1981 en Panamá. En Sudamérica se reportó su presencia por primera vez en Colombia en el año 1981, posteriormente en Ecuador en 1987 y en Venezuela en 1991. (Betancourt, 2000)

La enfermedad continuó expandiéndose en el continente y se reportó para los años 1994 y 1996 en Perú y Bolivia, respectivamente. Finalmente hace su primera aparición en Norte América en el estado de Florida en 1997; y su último registro se da en Brasil en 1998. (Betancourt, 2000)

3.2.7. Control de la enfermedad

3.2.7.1. Control cultural

Está orientado a reducir las fuentes de inóculo del patógeno y a mejorar las condiciones de la planta de plátano o banano para minimizar el impacto de la Sigatoka negra. Se tienen en cuenta las siguientes prácticas:

- a) **Densidad de las plantas:** Según Pérez, V. (1998), bajo las mismas condiciones de suelo, el desarrollo de la enfermedad es más intenso en campos con 2,000 plantas/hectárea, que en aquellos con 1,850 plantas/hectárea, en las cuales han sido observadas diferencias de hasta dos hojas más sanas en las plantadas a densidades más bajas con relación a las plantadas con densidades mayores.

Se debe considerar unas 1,500 plantas/hectárea, tomando en cuenta la densidad y la distribución para evitar enmacollamiento y áreas de concentración de plantas que generan condiciones de microclima favorables a incrementar la fuente de inóculo y que dificultan la cobertura y acción de los productos fungicidas. La densidad de población se puede manejar por medio de deshije y resiembra.

- b) **Deshije:** Consiste en la eliminación de todos los hijos y rebrotes que puedan alterar la densidad de población deseada y lograr una frecuencia en la producción de cada unidad o cepa. Es recomendable seleccionar el primer hijo o brote de la planta madre, siempre y cuando éste se considere de buena calidad o "hijo puyón"; el resto de los hijos deben ser eliminados antes de que alcancen un estado avanzado de desarrollo, pues ya habrán ocasionado daño fisiológico a la planta madre por competencia de luz, nutrimento, agua y espacio vital. Se recomienda dejar uno o dos hijos siguiendo el principio de axialidad. (Orozco Santos, 1998)
- c) **Sanearamiento:** La poda sistemática cada siete o diez días de hojas o fracciones de hojas con lesiones maduras, reduce el período durante el cual estas hojas producen inóculos y tienen un importante impacto en la cantidad de ascosporas que potencialmente alcanzan las nuevas hojas que emergen. Las hojas podadas depositadas en el suelo se descomponen rápidamente y como promedio, se acorta la duración del período de producción de ascosporas de estas entre seis y ocho semanas, en relación con las que quedan colgantes en las plantas. Además de esto, la superposición de hojas en el suelo reduce mecánicamente la superficie esporulativa de las hojas, reduciendo la disponibilidad del inóculo. (Pérez L., 1996)
- d) **Manejo y distribución de desechos:** El material vegetal de desecho, producto de prácticas de deshije, deshoje y restos de cosecha, es conveniente repicarlos y distribuirlos uniformemente dentro de la plantación y evitar el amontonamiento para contribuir así a la descomposición rápida que reintegrará materia orgánica al

suelo, además de favorecer la retención de humedad y retardar el crecimiento de las malezas. (Orozco Santos et al, 2001)

- e) **Control de malezas:** Además de las dificultades que genera la proliferación de malezas por competencia de nutrimento, agua y luz, éstas son hospederas de plagas y enfermedades, crean condiciones microclimáticas favorables al aumento de la presión de Sigatoka; por ello es conveniente establecer un método de control programado e integral para ajustarse a los costos de producción. (Orozco Santos, 1998)
- f) **Nutrición:** Para obtener un adecuado control de Sigatoka Negra es requerido un balance apropiado de nitrógeno y potasio, en áreas donde los niveles de estos elementos son deficientes para un normal desarrollo de las plantas. El desarrollo de la Sigatoka Negra es más intenso en dependencia del nivel de protección como un resultado de una menor tasa de emisión de hojas y una menor resistencia a la enfermedad. (Pérez V.,1998)
- g) **Fertilización de plantaciones establecidas:** Al considerar las plantaciones de banano como un cultivo muy dinámico en cuanto a su fase vegetativa, reproductiva y productiva se requiere un programa de fertilización que considere la formulación, forma y época de aplicación, basado en el análisis de suelo y acorde a las necesidades del cultivo. La aportación adecuada de calcio, magnesio y potasio, así como la relación nitrógeno-potasio permiten obtener plantas vigorosas y no favorecen el desarrollo de la enfermedad. (Romero et al., 1998)
- h) **Práctica de riego:** Es importante en el manejo de las plantaciones de banano bajo condiciones de trópico seco, ya que gracias a ello se abastece al cultivo del agua necesaria durante la época seca. Con el suministro adecuado de humedad, se desarrollan plantas vigorosas y mantiene un ritmo de emisión foliar normal en los períodos poco favorables para la enfermedad. (Orozco Santos et al., 2001)

El sistema que ofrece mayores ventajas es el riego por goteo, ya que utiliza bajos volúmenes de agua, reduce notablemente la infección de la enfermedad y las malezas se desarrollan únicamente en el área humedecida. Contrariamente, el riego por inundación gasta altas cantidades de agua, provoca estrés en las plantas cuando los intervalos de aplicación son mayores de tres semanas y favorece la proliferación de malezas en toda la plantación. (Gauhl, 1994)

El riego subfoliar moja las hojas inferiores de la planta y la hojarasca depositada en el suelo, proporcionando condiciones favorables para la germinación-infección y esporulación del patógeno. Además, gasta volúmenes intermedios de agua y estimula la proliferación de malezas. (Gauhl, 1994)

3.2.7.2. Resistencia genética.

Variedades del género *Musa* han mostrado resistencia parcial a la Sigatoka negra, es decir, la planta puede ser afectada por la enfermedad, pero el área de las lesiones y la capacidad de esporulación es menor y el tiempo de evolución de los síntomas es más lento que en variedades altamente susceptibles. (Álvarez, Pantoja, Gañan & Ceballos, 2013)

3.2.7.3. Control químico.

El manejo de la Sigatoka negra es altamente dependiente del uso de fungicidas, los cuales son apoyados con prácticas de cultivos tales como: deshoje, deshije, drenaje, control de maleza y nutrición, para reducir fuentes de inóculos y evitar condiciones favorables para el desarrollo del patógeno. (Marín, Romero, Guzmán & Sutton, 2003)

El control químico y la selección de plantas resistentes continúan siendo las únicas estrategias para combatir la Sigatoka negra, aunque esta opción trae problemas colaterales, como es el caso de contaminación ambiental, salud humana y resistencia del hongo causal a los fungicidas. (Orozco, 1998)

Existen numerosos reportes sobre las pérdidas de sensibilidad de *Mycosphaerella fijiensis* a los fungicidas benzimidazoles (Marín et al., 2003), y más recientemente a los triazoles. (Romero & Sutton, 1998)

Fungicidas utilizados en el combate de la Sigatoka negra, se agrupan en dos categorías de acuerdo a su modo de acción:

a) Fungicidas de contacto o protectantes: Estos impiden la infección, constituyendo una barrera entre el inóculo y la hoja, por lo que deben aplicarse antes de la deposición del inóculo si es que no hay redistribución de los productos de áreas tratadas a las no tratadas dentro de la misma planta. Estos fungicidas no son absorbidos ni transportados dentro de la planta. De allí que estos requieran aplicaciones más frecuentes debido a la emergencia constante de hojas nuevas. Estos fungicidas son aplicados con intervalos entre 7 y 10 días, solos o en cócteles con sistémicos. (Belalcázar, 1991)

Según Escudero & Rendón (1996), en la actualidad se ha intensificado el uso de fungicidas de contacto o protectores en todas las áreas productoras, realizando aplicaciones periódicas cada 7 a 12 días. Con programas de protección basados en fungicidas mancozeb, se requieren aplicaciones semanales durante la época de lluvia y cada 10-14 días durante la época seca, que anualmente serían alrededor de 30-35 aplicaciones. (Orozco, Farías, Manzo & Guzmán, 2001)

b) Fungicidas sistémicos o erradicadores: Son absorbidos por las hojas cuando se aplican ya sea en el envés o el haz e inhiben el desarrollo del hongo; es decir detienen infecciones ya establecidas. Aquí tenemos los grupos de morfolinas, triazoles, benzimidazoles, estrobirulinas, spiroketalaminas, pirimidinas.

Los fungicidas sistémicos son aplicados con aceite en dosis que varían de 3 a 7 litros por hectárea. La dosis de aceite dependerá de la temperatura, estación del año y presión de la enfermedad, durante la estación lluviosa normalmente se usan las dosis de aceite más altas (Sierra, 1993).

De acuerdo a Orozco (1998), en México hasta el año 1995 el combate químico de la enfermedad se realizaba mediante el uso de fungicidas de acción sistémica del grupo de los: 1) Triazoles tales como tebuconazole, propiconazol, bitertanol y hexaconazol; 2) Pirimidinas como fenarimol; 3) Benzimidazoles entre los que se encuentran benomyl, carbendazim y metil-tiofanato; y 4) Morfolinas como tridemorph.

A partir del año 2002, se han incorporado dos fungicidas del grupo químico de las Estrobilurinas (también llamados QoI's) como el Azoxistrobin y Trifloxystrobin, así como otros triazoles tales como el fenbuconazole. (Orozco, Farías, Manzo & Guzmán, 2001)

La evaluación de nuevas moléculas de fungicidas con acción diferente a las actuales y sin o con pocos efectos nocivos al ambiente y salud humana, son prioritarios para la búsqueda de nuevas alternativas de manejo de Sigatoka negra. Dentro de este grupo de fungicidas se encuentra el Azoxistrobin que es seguro desde el punto de vista ambiental. (Orozco, 1998)

El uso de agroquímicos sintéticos en la agricultura ha generado impactos negativos no solamente para el medio ambiente, sino también para los ámbitos sociales y agronómicos. Los consumidores están muy conscientes de estos asuntos y han establecido requerimientos para reducir y/o eliminar el uso de estos agroquímicos. Estos protocolos requieren nuevas tecnologías para transformar sistemas productivos. (Marín, Romero, Guzmán & Sutton, 2003)

El uso de microorganismos eficaces (EM), ha sido una tecnología con posibilidades reales para cambiar el sistema de producción bananera, una alternativa para proteger el medio ambiente y la salud humana. (Marín, Romero, Guzmán & Sutton, 2003)

Investigaciones dirigidas al desarrollo de métodos de control biológico para la Sigatoka Negra han sido limitadas porque los controles químicos, que son altamente efectivos, están ampliamente disponibles a los productores comerciales. (Marín, Romero, Guzmán & Sutton, 2003)

Aunque los métodos de control biológico son deseables principalmente para la protección del medio ambiente, su aplicación con éxito, probablemente será difícil porque la Sigatoka Negra es una enfermedad policíclica y el tejido susceptible del banano está presente todo el año. Se han probado varias bacterias epifíticas (incluyendo *Pseudomonas*, *Bacillus* y *Serratia* spp.) para el control de *M. fijiensis*, pero aun la investigación del control biológico está en sus etapas preliminares. (Marín, Romero, Guzmán & Sutton, 2003)

En la actualidad, el número de fungicidas sistémicos utilizados para el control de la Sigatoka Negra es reducido, por lo que es urgente el manejo racional de las mismas para asegurar una vida mayor, manteniendo una eficiencia apropiada contra el hongo. (Marín, Romero, Guzmán & Sutton, 2003)

4. Programa para el control de la Sigatoka negra en el cultivo de banano (*Musa sapientum*) en la finca Las Vegas del Madre Vieja, municipio de Tiquisate, departamento de Escuintla.

En el siguiente apartado, se dan a conocer los productos químicos utilizados para el control de la Sigatoka negra motivo de la presente sistematización, los cuales conforman cada uno de los programas fitosanitarios implementados durante el período 2015-2016 en la finca Las Vegas del Madre Vieja.

4.1. Fungicidas

4.1.1. Volley 88 OL: Es un fungicida de acción sistémica, miscible en aceite que contiene 880 gramos de Fenpropimorf por litro de producto comercial. (Agrohacienda, 2003)

Pertenece al grupo de las morfolinas con acción preventiva y curativa sobre Sigatoka negra, penetra hasta la epidermis y no es lavado por las lluvias. Este producto inhibe la síntesis del ergosterol en dos sitios (14 alfa-reductasa y esterol 8,7 isomeraza), así como la de aminoácidos líquidos y carbonatos, impidiendo de este modo que el hongo forme resistencia. Este producto se encuentra incluido dentro de la categoría toxicológica III, levemente peligroso.

4.1.2. Siganax: Es una suspensión concentrada (SC) de acción sistémica, que contiene 600 gramos de Pyrimethanil por litro de producto comercial. (Edifarm, 2014)

Tiene un moderno mecanismo de acción que inhibe en la biosíntesis de la metionina, la secreción de enzimas en el hongo requeridas para el proceso infeccioso en la planta. La destrucción del tubo germinativo y crecimiento del micelio son inhibidos in vitro. Controla patógenos que son resistentes a otros fungicidas de diferente grupo químico comercialmente disponibles.

El producto se caracteriza por sus características toxicológicas favorables y un comportamiento ambientalmente ventajoso. Clasificado dentro de la categoría toxicológica IV, no ofrece peligro.

4.1.3. Tega 25 SC: Fungicida de acción sistémica para el control de varios grupos de hongos. Esta acción consiste en la absorción del producto por medio de la capa de cera de la superficie de las hojas. Una vez absorbido el producto, es redistribuido a otras partes del vegetal por movimiento superficial de vapores y

por redeposición. Tiene acción translaminar y no se mueve por el sistema vascular.

Pertenece a la familia química de las estrobilurinas y tiene como ingrediente activo el trifloxystrobin. Actúa sobre las mitocondrias de las células de los hongos, interrumpiendo el flujo de electrones en el enlace del complejo III. Como consecuencia, la producción de ATP es reducida afectando importantes procesos bioquímicos de las células, el crecimiento celular se detiene y al final el hongo muere. Se encuentra clasificado dentro de la categoría toxicología IV, no ofrece peligro.

- 4.1.4. Sico 250 EC:** Es un fungicida de acción sistémica a base de difenoconazol, pertenece a la familia de los Triazoles, es rápidamente absorbido por la planta translocado acropetalmente y actúa sobre el crecimiento subcuticular de las hifas en los tejidos afectados.

El desarrollo de las conidias así como su virulencia y habilidad son claramente afectadas. Detiene el desarrollo de los hongos interfiriendo con la biosíntesis de los esteroides de las membranas celulares del patógeno, específicamente inhibiendo la metilación. Clasificado como un producto de toxicología III, levemente peligroso.

- 4.1.5. Cumora 50 SC:** Fungicida de acción sistémica translaminar cuyo ingrediente activo es el Boscalid, pertenece a la familia de las Carboxamidas.

Es absorbido por las hojas y trasladado a través de los tejidos vegetales, inhibe la respiración del hongo en la mitocondria interfiriendo con el transporte de electrones en el complejo II (el bc 2) inhibiendo la formación del ATP. Inhibe el proceso enzimático de la succinato deshidrogenasa.

Afecta el crecimiento y reproducción del hongo, actuando sobre todos los estadios de desarrollo y reproducción del patógeno, como inhibidor de la germinación de esporas, afectando el desarrollo del tubo germinativo, crecimiento del micelio y esporulación. Clasificación toxicológica III, levemente peligroso.

- 4.1.6. Opus 12.5 EC:** Es un fungicida de acción sistémica, tiene como ingrediente activo el Epxiconazole, pertenece a la familia de los Triazoles.

Es un fungicida sistémico que actúa como inhibidor de la biosíntesis del ergosterol, el cual es un constituyente de la membrana celular del hongo, bloqueando el funcionamiento de la enzima dimetilasa a nivel del C14

interrumpiendo totalmente la síntesis del ergosterol. Este efecto se traduce en una rápida eficacia con un fuerte efecto curativo y erradicante. Presenta una rápida absorción foliar por lo que representa una rápida absorción por la planta. Tiene una formulación EC y tiene una clasificación toxicología según la OMS III.

- 4.1.7. Seeker 750 EC:** Es un fungicida de acción sistémica y translaminar, tiene como ingrediente activo el Fenpropidin, pertenece a la familia de los Piperidinas, familia importante de los inhibidores de la biosíntesis de esterol.

Su modo de acción se basa en el bloqueo de la biosíntesis del ergosterol a través de la inhibición de las enzimas reductasa e isomerasa. Tiene actividad secundaria en fase de vapor hasta distancia de un metro. Clasificación toxicología II, moderadamente peligroso.

- 4.1.8. Fungitane 43 SC:** Fungicida de acción protectante, el cual tiene como ingrediente activo el Mancozeb, producto de coordinación del ion Zinc con el etilenobisditiocarbamato de Manganeso.

Actúa por contacto e inhibe el desarrollo del tubo germinativo de la espora del hongo, ya que bloquea los procesos enzimáticos a nivel del citoplasma y mitocondria, lo que ocasiona una deficiencia de ATP en la célula. Afecta el ciclo de Krebs al igual que los lípidos de la membrana e inhibe la respiración celular. Clasificación toxicología IV, no ofrece peligro.

- 4.1.9. Folicur 25 EW:** Fungicida sistémico, de efecto preventivo, curativo y erradicante. Pertenece a la familia de los triazoles y tiene como ingrediente activo al tebuconazol.

Actúa en los hongos susceptibles inhibiendo la biosíntesis del ergosterol, incluso después de haber iniciado la infección. Clasificación toxicología IV, no ofrece peligro.

- 4.1.10. Manzate 43 SC:** Producto de coordinación del ion Zinc y el etilenobisditiocarbamato de Manganeso. Fungicida de acción protectante, el cual tiene como ingrediente activo el Mancozeb. Actúa por contacto e inhibe el desarrollo del tubo germinativo de la espora del hongo, ya que bloquea los procesos enzimáticos a nivel de citoplasma y mitocondria, lo que ocasiona una deficiencia de ATP en la célula. Clasificación toxicológica IV, no ofrece peligro.

- 4.1.11. Syllit 400 SC:** Fungicida foliar orgánico de acción curativa, protectante con efecto retroactivo miscible en aceite, que contiene 400 gramos de ingrediente activo dodine por litro de producto comercial. (Cheminova, 2014)

Es un inhibidor monositio que actúa principalmente en las membranas de los hongos, su punto de acción es la membrana citoplasmática. No es sistémico, pero tiene una acción translaminar. Penetra parcialmente en las hojas y detiene la enfermedad.

Actúa por disolución del estrato lipídico de la membrana, con la consiguiente deshidratación de la célula. Su acción curativa se muestra por reacción con los aniones del estrato superficial por lo que daña las paredes celulares. El grupo lipofílico alkyl es encajado en la cadena de hidrocarbano, se adhiere a los grupos aniónicos hidrofílicos de las moléculas fosfolipidales de las membranas.

Se encuentra clasificado dentro de la categoría toxicológica II, moderadamente peligroso.

4.1.12. Dithane 60 SC: Es un fungicida protectante que actúa por contacto, el cual contiene 600 gramos de ingrediente activo mancozeb por litro de producto comercial, pertenece a la familia de los Ditiocarbamatos. (Dow AgroSciences, 2016).

Inhibe el desarrollo del tubo germinativo de la espora ya que bloquea los procesos enzimáticos a nivel del citoplasma y mitocondria, lo que ocasiona una deficiencia de ATP en la célula del hongo. Clasificación toxicológica IV, no ofrece peligro.

4.1.13. Serenade 1.34 SC: Fungicida biológico, tiene una formulación de suspensión concentrada cuyo ingrediente activo es el Bacillus subtilis, produce una zona de interferencia en la adherencia del patógeno, frena la germinación de esporas, interrumpiendo el crecimiento del hongo.

Los lipopéptidos antifungicos presentes destruyen las paredes celulares del patógeno lo que resulta en la destrucción de la integridad celular, inhibición de la formación del tubo germinativo y prevención de la germinación de la espora. Clasificación toxicológica IV, no ofrece peligro.

4.1.14. Banguard 80 WG: Es un fungicida que tiene como ingrediente activo thiram y pertenece al grupo químico de los ditiocarbamatos, su modo de acción es protector de contacto de amplio espectro. Pertenece al grupo de los inhibidores multisitio.

Inhibe las enzimas del radical metálico y las sulfhidrilicas e interfiere la respiración celular. Actúa sobre los sistemas enzimáticos, provocando una

acumulación de ácido pirúvico que impide la germinación de las esporas. Clasificación toxicológica IV, no ofrece peligro.

4.1.15. Jemker 47.9 EC: Posee dos ingredientes activos y con ello dos modos de acción, siendo éstos: a) el pyraclostrobin el cual tiene una acción translaminar y se redistribuye localmente formando depósitos adheridos a la cera de la cutícula proporcionando resistencia al lavado, actúa bloqueando el abastecimiento de energía de la célula del hongo y así sus funciones vitales posteriores, al mismo tiempo dejan de funcionar los sistema de bombeo de la membrana celular.

b) El fenpropimorph el cual tiene un modo de acción sistémico biosida fungicida, se transloca acropetalmente por el xilema e inhibe la síntesis del ergosterol. Clasificación toxicológica II, moderadamente peligroso.

4.2. Coadyuvantes

4.2.1. Spraytex M: Es un aceite mineral puro de uso agrícola que sirve como vehículo para transportar los fungicidas sistémicos hacia la dermis de la hoja de la planta. Producido a través de básicos con un alto grado de refinación y purificación. Baja fitotoxicidad debido al alto índice de saturados o hidrocarburos no reactivos.

4.2.2. Film Cover: Es un polímero vegetal modificado, derivado de la resina de pino (*Pinus oocarpa*) que sirve como adherente no iónico y que protege el producto de los rayos ultra violeta. Ayuda a la formación de una película pegajosa que mantiene al plaguicida adherido al follaje del cultivo.

4.2.3. Emulsionante: Producto tensoactivador etoxilado no iónico, el cual permite mezclar y/o combinar el agua con el aceite agrícola, con una estructura con afinidad a los lípidos (lipófila) y otra con afinidad por el agua (hídrofilica), que puede establecerse en torno a las capas límite entre los componentes acuosos como aceitosos.

Tabla 4. Clasificación toxicológica de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Categoría	DL50 para rata (mg/kg peso corporal)			
	Sólidos (Oral)	Líquidos (Oral)	Sólidos (Dérmica)	Líquidos (Dérmica)
I a. Extremadamente Peligroso (color rojo)	5 ó menos	20 ó menos	10 ó menos	40 ó menos
I b. Altamente Peligroso (color rojo)	may-50	20-200	10-100	40-400
II. Moderadamente Peligroso (color amarillo)	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
III. Levemente Peligroso (color azul)	500-2000	2000-3000	1000-4000	4000-6000
IV. Normalmente no ofrece Peligro (color verde)	Más de 2000	Más de 3000	Más de 4000	Más de 6000

Los términos “sólidos” y “líquidos” se refieren al estado físico del ingrediente activo. El valor DL₅₀ es una estimación estadística del número de miligramos de tóxico por kilogramos de peso corporal que se requiere para matar al 50% de una población grande de animales de prueba.

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2006.

4.3. Trabajos afines a nivel latinoamericano

Bonilla, Hamilton (2015), evaluó tres programas fitosanitarios para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) para exportación. La investigación se realizó dentro de la Asociación de Usuarios de la Unidad de Riego La Blanca, Ocos, San Marcos. Dicha investigación conllevó la realización de un diagnóstico para obtener información sobre la problemática de la enfermedad en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) y el conocimiento que los productores tenían sobre el manejo de la enfermedad. Se evaluaron 3 tratamientos y 7 repeticiones, la unidad experimental fue de 64m², conformada por 20 plantas por repetición, de las cuales 6 fueron monitoreadas semanalmente para establecer la incidencia y severidad de la enfermedad en cada uno de los tratamientos, la investigación se realizó en una sola localidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se logró establecer que el mejor programa para el control de la Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) fue el tratamiento 1, que consistió en aplicaciones con intervalos de 7 días, 4 aplicaciones de fungicidas preventivos (mancozeb 1.5 Kg/h) y 1 fungicida curativo (Spiroxamine, Tebuconazol, Triadimenol 0.4 l/h). Se determinó que el beneficio/costo para el tratamiento 1, fue de Q. 1.71; al igual que el tratamiento 2, que consistió en aplicaciones con intervalos de 10 días, 4 aplicaciones de fungicidas preventivos (mancozeb 1.5 Kg/h) y 1 fungicida curativo (Spiroxamine, Tebuconazol, Triadimenol 0.4 l/h cada uno).

José Vicente Lazo, et al. (2012), Evaluaron experimentalmente el clorotalonil, para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en plantaciones de plátano (*Musa* spp. AAB). El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia y selectividad del fungicida Clorotalonil en el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*). Se realizaron dos ensayos de campo en plantaciones comerciales de plátano ubicadas en el estado de Mérida, Venezuela.

En cada uno de los ensayos se utilizó un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones y cinco tratamientos: Clorotalonil (formulación experimental) a 1,0 kg/ha; 1,5 kg/ha; y 2,0 kg/ha, un testigo comercial (Bravo 500) a 2 Lts/ha y un testigo absoluto sin tratamiento. Se realizó una única aplicación por tratamiento al observarse los primeros síntomas de daño de la enfermedad. La determinación de los valores de eficacia de control se basó en el cálculo de las variables: promedio ponderado de infección (PPI); hoja más joven enferma (HMJE); porcentaje de hojas sanas (% HS); y número de hojas por planta (H/P) los cuales fueron establecidos tomando como base el método de Stover modificado por Gauhl, para la evaluación de la incidencia y severidad del daño causado por la enfermedad.

Los resultados obtenidos, mostraron que la eficacia de control de todos los tratamientos fungicidas fueron estadísticamente significativos con respecto al testigo absoluto, esto en función del comportamiento de las variables PPI, HMJE, % HS y HP, siendo todas las dosis de los fungicidas aplicados altamente selectivas al cultivo.

5. MARCO REFERENCIAL Y METODOLOGIA

5.1. MARCO REFERENCIAL

5.1.1. Localización geográfica

La sistematización de la experiencia laboral 2015-2016, se llevó a cabo en la finca Las Vegas del Madre Vieja perteneciente a la Empresa Frutera del Pacífico S.A., la cual se encuentra ubicada en el municipio de Tiquisate, departamento de Escuintla, con una extensión de 18.26 caballerías (825 Ha.)

Su localización geográfica corresponde a la intersección de las coordenadas 14°00'56.1" Latitud Norte y 91°25'14.8" Longitud Oeste, respecto del Meridiano de Greenwich. (Instituto Geográfico Nacional, 1975)

Dicha finca dista a 48 kilómetros de la cabecera municipal de la Villa de Pueblo Nuevo Tiquisate, siendo la vía de acceso la carretera de terracería que conduce de la cabecera municipal de Tiquisate hacia las playas de El Semillero, cuyo ingreso se ubica en el Kilómetro 187 de la ruta departamental RD-ESC-27-01.

La finca Las Vegas del Madre Vieja colinda al norte con finca La Libertad, al sur con la Aldea San Francisco Madre Vieja, al este con el rio Madre Vieja y al oeste con la Aldea Huitzitzil y la finca Toro Pinto del mismo municipio.

Ilustración 3. Localización geográfica de la finca Las Vegas del Madre Vieja.



Fuente: Google Earth, 2016.

5.1.2. Zona de vida

La zona de vida de esta área, corresponde a la del Bosque Seco Subtropical (bs.S), la cual se encuentra en la parte sur de la llanura costera del Pacífico, es una franja que se extiende unos 3 a 5 kilómetros del litoral del pacífico hacia adentro del país, desde la frontera con México hasta la frontera con El Salvador. (De la Cruz, 1982)

5.1.3. Suelos

Los suelos se encuentran formados geológicamente por aluviones cuaternarios, los cuales son pertenecientes a la serie de suelos Tiquisate (Ts), caracterizados por ser suelos profundos, desarrollados sobre depósitos marinos aluviales de color oscuro, con un drenaje interno moderado, una textura franco-arenosa fina a franca suelta y con un espesor de 40 a 50 cms. (Simmons, Tárano & Pinto, 1959)

5.2. METODOLOGÍA DESCRIPTIVA

De acuerdo a los objetivos planteados, la presente sistematización fue realizada utilizando el método descriptivo, método comparativo y método analítico, empleando como base e instrumento principal revisiones bibliográficas y observaciones directas de campo, que permitió obtener los datos que posteriormente fueron sometidos al análisis de resultados de los programas químicos implementados durante el período 2015-2016, así como las experiencias de los involucrados en el proceso de monitoreo y control de la Sigatoka negra en la finca las Vegas del Madre Vieja.

La metodología desarrollada contemplo las siguientes fases:

5.2.1. Fase de gabinete

Para sistematizar la información que permitiera enriquecer la presente investigación basada en mi experiencia laboral a lo largo de 15 años, se realizó trabajo de gabinete consistente en:

1. Revisión de informes
2. Revisión de manuales técnicos
3. Revisión de investigaciones afines
4. Revisión de historiales de aplicaciones químicas
5. Revisión de historiales de lluvia y de temperaturas
6. Consultas electrónicas

5.2.2. Fase de campo

En esta fase se realizaron diversas consultas a especialistas involucrados en la implementación de los programas fitosanitarios, así como a diversas instituciones relacionadas al tema, siendo éstos:

a) Consulta a especialistas

1. Evaluadores de campo del área de plagas y enfermedades de la finca Las Vegas del Madre Vieja.
2. Caporales de campo de la finca Las Vegas del Madre Vieja.
3. Personal de campo (jornaleros) de la finca Las Vegas del Madre Vieja.
4. Operarios de equipos de aplicaciones de productos fitosanitarios.
5. Gerente del departamento de control de plagas y enfermedades de la Empresa Frutera del Pacífico S.A.
6. Gerente de Certificaciones de la Empresa Frutera del Pacífico S.A.
7. Proveedores de casas comerciales de los productos fitosanitarios utilizados para el control de la Sigatoka negra.

b) Consulta a instituciones

1. Asociación de Productores Independientes de Banano -APIB-
2. Departamento de Pre-cosecha de la Compañía Bananera Independiente de Guatemala -COBIGUA-
3. Instituto de Cambio Climático -ICC-
4. Rain Forest Alliance Guatemala

5.2.3. Instrumentos

Para alcanzar los objetivos trazados en la presente sistematización, se utilizaron diferentes métodos y técnicas, las cuales se describen a continuación:

Tabla 5. Matriz de instrumentos para desarrollo del proceso de sistematización.

Objetivo	Método	Técnica	Resultado Esperado
Describir cada uno de los productos fitosanitarios utilizados en el cultivo de banano.	Descriptivo	<ul style="list-style-type: none">• Revisión bibliográfica• Revisión de manuales internos de aplicaciones químicas• Entrevistas a especialistas• Consultas electrónicas	Determinar el ingrediente activo y modo de acción, de cada uno de los productos utilizados en los programas fitosanitarios.
Describir cada uno de los programas fitosanitarios implementados en la Finca Las Vegas del Madre Vieja.	Descriptivo	<ul style="list-style-type: none">• Revisión bibliográfica• Revisión de historiales de aplicaciones químicas• Entrevistas a especialistas• Consultas electrónicas	Caracterizar cada uno de los programas fitosanitarios de acuerdo a los productos utilizados, períodos e intervalos de aplicación.

Objetivo	Método	Técnica	Resultado Esperado
Comparar los diferentes programas fitosanitarios implementados en la Finca las Vegas del Madre Vieja.	Comparativo	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de resultados de aplicaciones químicas • Revisión bibliográfica • Entrevistas a especialistas • Visitas de campo • Visitas a instituciones 	Establecer las particularidades así como las diferencias específicas de cada programa fitosanitario implementado.
Determinar el programa fitosanitario que reporte la menor carga química en el control de la Sigatoka negra.	Analítico	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de resultados de aplicaciones químicas • Revisión bibliográfica • Entrevistas a especialistas • Visitas a campo 	Identificar y recomendar el programa fitosanitario con menor carga química más eficiente para al control de la Sigatoka negra.
Establecer el programa fitosanitario con mejor rentabilidad para el control de la Sigatoka negra en la Finca Las Vegas del Madre Vieja.	Analítico	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de programas fitosanitarios • Revisión de resultados de presupuestos de aplicaciones químicas 	Recomendar el programa fitosanitario más eficiente desde el punto de vista económico

Fuente: Elaboración propia.

5.3. FACTORES A EVALUAR

a. Características de los programas fitosanitarios para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*), implementados durante los años 2015 y 2016 en la finca Las Vegas del Madre Vieja.

b. Nivel de efectividad (incidencia y severidad) de los programas fitosanitarios implementados para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) en la finca Las Vegas del Madre Vieja.

c. Comparativo del costo/beneficio por período de aplicación, de cada uno de los programas fitosanitarios implementados para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) en la finca Las Vegas del Madre Vieja.

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La sistematización de la presente experiencia laboral tiene como finalidad llevar a cabo un análisis e interpretación retrospectiva de cada uno de los programas fitosanitarios implementados durante los años 2015 y 2016 en la finca Las Vegas del Madre Vieja, el trabajo consistió en comparar cada uno de los programa fitosanitarios, determinar su nivel de efectividad y establecer la viabilidad económica de cada una de las aplicaciones químicas realizadas.

A continuación se describen cada uno de los programas fitosanitarios:

6.1. Programa fitosanitario año 2015.

La implementación de un programa fitosanitario se encuentra relacionado a varios factores tales como:

- a) Condiciones climáticas
- b) Incidencia del patógeno en el cultivo
- c) Modo de acción de los productos químicos y
- d) Normativas internacionales en el uso de pesticidas

Derivado a los factores mencionados anteriormente, a partir del año 2007 se inició un proceso de certificación de la finca Las Vegas del Madre Vieja con la empresa certificadora Rainforest Alliance (Alianza para los bosques), con la finalidad de buscar alternativas de productos fitosanitarios con menores niveles de toxicidad para el ser humano, evitando de igual manera la contaminación del medio ambiente y de los cuerpos de agua.

Esto conlleva a utilizar de manera gradual dentro del área productiva de la finca, productos agroquímicos clasificados como levemente peligrosos o de categoría toxicológica III, en sustitución de productos moderadamente peligrosos para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis var. diformis*).

El programa fitosanitario desarrollado durante el año 2015, contempló la utilización de seis fungicidas químicos: Fungitane 43 SC (Mancozeb), Tega 25 SC (Trifloxystrobin), Siganex (Pyrimethanil), Folicur 25 EW (Tebuconazol), Volley 88 OL (Fenpropimorf) y Cumora 50 SC (Boscalid), cuya frecuencia de aplicación y combinación estuvo asociada a las condiciones climáticas presentes en el área productiva de la finca, así como al modo de acción de cada uno de los productos.

En el cuadro 6, se puede observar que el programa fitosanitario implementado en la Finca Las Vegas del Madre Vieja, estuvo conformado por 13 períodos y 64 ciclos de aplicaciones químicas, los intervalos de aplicación semanal variaron en función de la incidencia del patógeno en el cultivo.

La época seca presente durante los primeros cuatro períodos del programa (ver gráfica 1), conllevó la utilización del fungicida protectante Fungitane 43 SC (Mancozeb), cuyos intervalos de aplicación se realizaron a cada 7 días durante 16 semanas, sin embargo durante el período cinco, los intervalos de aplicación con el mismo producto se realizaron a intervalos de 5 días, esto derivado a la presencia de lluvias así como a las temperaturas constantes alrededor de los 27°C (ver gráfica 2.) presentes en el área de producción del cultivo, considerándose dichos factores propicios para el desarrollo acelerado del hongo.

El incremento en la precipitación pluvial debido a la transición de la época seca a la época lluviosa, influyó en el apareamiento y desarrollo de la enfermedad. El monitoreo semanal realizado a las plantaciones de la finca, determinó que el promedio ponderado de infección (PPI) obtenido durante la semana 21 fue de 0.93% (ver anexo 5), es importante mencionar que un PPI menor de 2% indicará un bajo índice de daño, presentándose un índice de daño mayor según aumente el PPI.

La información proporcionada durante el monitoreo realizado, conllevó a implementar a partir del período seis, la aplicación de 1 ciclo combinado de productos sistémicos Tega 25 SC (Trifloxystrobin) y Siganex (Pyrimethanil) y 4 ciclos de Fungitane 43 SC (Mancozeb) en intervalos de 7 y 5 días respectivamente, derivado a que dichos productos actúan de manera diferente sobre la célula del patógeno, evitando con ello la resistencia cruzada del hongo.

Las condiciones climáticas registradas durante el período 8, presentaron durante el monitoreo semanal un PPI de 0.24%, siendo dicho dato asociado al descenso en la cantidad de lluvias que se reportaron durante las semanas 29 a la 32, lo que conllevó a la aplicación de seis ciclos de Fungitane 43 SC (Mancozeb) a intervalos de 5 días.

El ingreso de la tormenta tropical Patricia (16 al 21 octubre 2015) a territorio nacional, provocó un incremento en la cantidad de lluvia, favoreciendo con ello la presencia y desarrollo del patógeno en el cultivo. El monitoreo realizado a las plantaciones reportó un PPI de 1.04%, por lo que durante el período 11, el programa fitosanitario contempló la aplicación de 4 ciclos de Fungitane 43SC (Mancozeb) y 1 ciclo de Cumora 50 SC (Boscalid) combinado con Volley 88 OL (Fenpropimorf), repercutiendo dicho tratamiento en la disminución de la incidencia y severidad de la enfermedad, visualizándose esto en una reducción del porcentaje ponderado de infección del patógeno en los subsecuentes períodos

La disminución del inóculo en la finca, como consecuencia de la aplicación de los distintos fungicidas que conformaron el programa fitosanitario, permitió que durante los dos últimos períodos se emplearan 11 ciclos de Fungitane 43 SC (Mancozeb) y con ello cerrar la fase de aplicaciones químicas en el cultivo.

En promedio durante el año 2015, se aplicaron 59 ciclos del fungicida protectante Fungitane 43 SC (Mancozeb) y 5 ciclos de fungicidas sistémicos, siendo importante

mencionar que factores como cambios en la epidemiología de la enfermedad, aumento en agresividad del patógeno, condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad en las fincas así como el aumento de frecuencia de individuos resistentes a los fungicidas aplicados, inciden en el número de aplicaciones por ciclo productivo del cultivo.

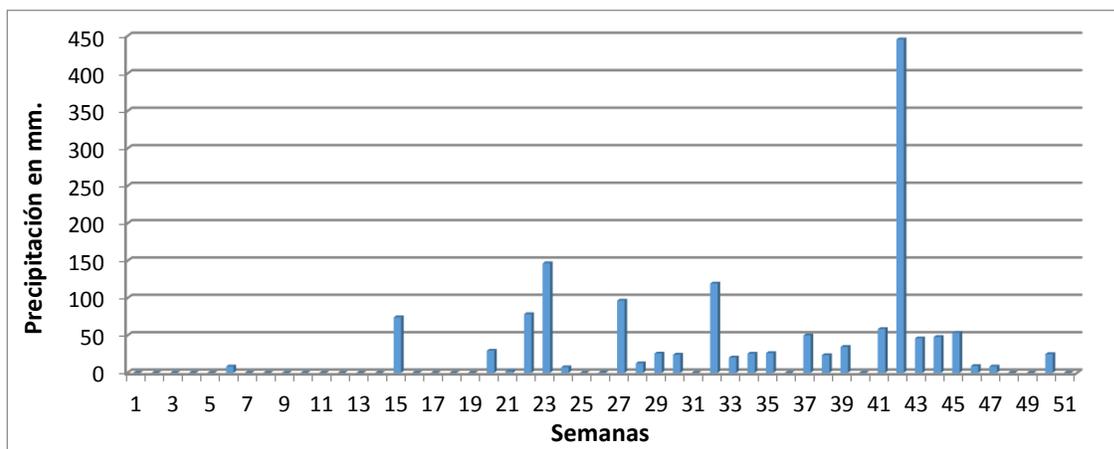
Tabla 6. Programa fitosanitario para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) implementado durante el año 2015.

Semana	Pdo	Ciclo	Has(F)	Desc	Ciclos														Dias Pdo								
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5		6							
1	4	1	4	990	Intervalos	7	7	7	7												28						
		HC		825	Producto	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC																		
					Dosis	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha																		
					Aceite																						
5	8	2	8	990	Intervalos	7	7	7	7													28					
		HC		825	Producto	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC																		
					Dosis	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha																		
					Aceite																						
9	12	3	12	990	Intervalos	7	7	7	7														28				
		HC		825	Producto	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC																		
					Dosis	2,32 lts/ha	2,32 lts/ha	2,32 lts/ha	2,32 lts/ha																		
					Aceite																						
13	16	4	16	990	Intervalos	7	7	7	7															28			
		HC		825	Producto	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC																		
					Dosis	2,86 lts/ha	2,86 lts/ha	2,86 lts/ha	2,86 lts/ha																		
					Aceite																						
17	20	5	21	990	Intervalos	5	5	5	5	5														25			
		HC		825	Producto	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC																	
					Dosis	2,86 lts/ha																					
					Aceite																						
21	24	6	26	990	Intervalos	7	5	5	5	5															27		
		HC		825	Producto	TG	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC																	
					Dosis	0,30 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha																	
					Aceite	8,00 lts/ha																					
25	28	7	31	990	Intervalos	5	5	5	7	5															27		
		HC		825	Producto	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FO	FG43SC																	
					Dosis	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	0,40 lts/ha	3,00 lts/ha																	
					Aceite				8,00 lts/ha																		
29	32	8	37	990	Intervalos	5	5	5	5	5	5															30	
		HC		825	Producto	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC																
					Dosis	3,00 lts/ha																					
					Aceite																						
33	36	9	42	990	Intervalos	5	5	5	5	7																27	
		HC		825	Producto	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC	VLY																	
					Dosis	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	1,00 lts/ha																	
					Aceite					8,00 lts/ha																	
37	40	10	48	990	Intervalos	5	5	5	5	7	5															32	
		HC		825	Producto	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FO	FG43SC																
					Dosis	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	0,40 lts/ha	3,00 lts/ha																
					Aceite					8,00 lts/ha																	
41	44	11	53	990	Intervalos	5	5	5	5	7																	27
		HC		825	Producto	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC	CUM																	
					Dosis	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	3,00 lts/ha	0,30 lts/ha																	
					Aceite					8,00 lts/ha																	
45	48	12	59	990	Intervalos	5	5	5	5	5	5																30
		HC		825	Producto	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC																
					Dosis	3,00 lts/ha																					
					Aceite																						
49	52	13	64	990	Intervalos	5	5	5	7	7																	29
		HC		825	Producto	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC	FG43SC																	
					Dosis	3,00 lts/ha																					
					Aceite																						
TOTAL																				366							

Referencias: Ini=Inicial; Fin=Final; Pdo= Período; Has (F)=Hectáreas Fumigadas; HC=Hectáreas Cultivadas; Desc= Descripción; FG43SC=Fungitane; TG=Tega; SGNX=Signanex; FO=Folicur; D60SC=Dithane; VLY= Volley; CUM= Cumora; fk= Film Kover; lts/ha= Litros por Hectárea

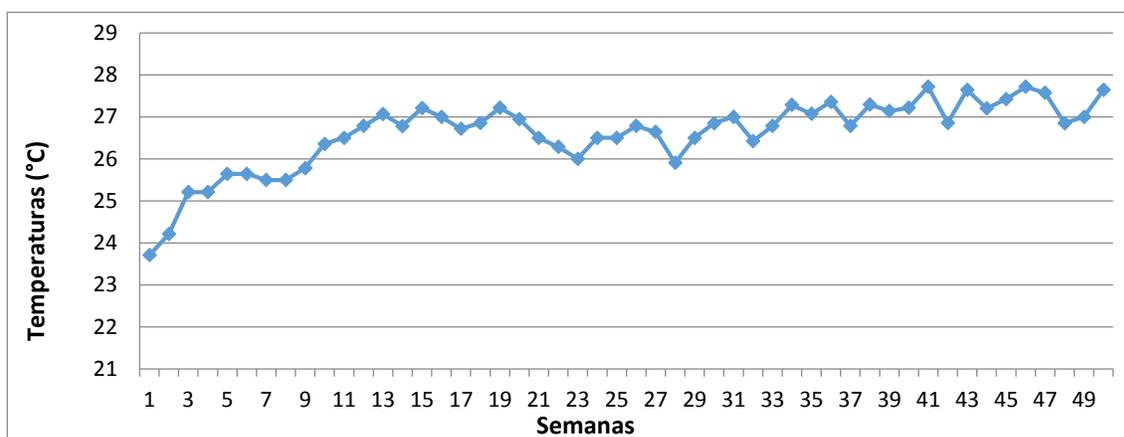
Fuente: Departamento de Control de Plagas y Enfermedades, Finca Las Vegas del Madre Vieja, 2015

Gráfica 1. Acumulado semanal de la precipitación registrada en el año 2015 en la finca Las Vegas del Madre Vieja, municipio de Tiquisate, Escuintla.



Fuente: Departamento de Control de Plagas y Enfermedades, Finca Las Vegas del Madre Vieja, 2015.

Gráfica 2. Promedios semanales de las temperaturas medias registradas durante el año 2015, en la finca Las Vegas del Madre Vieja, municipio de Tiquisate, Escuintla.



Fuente: Departamento de Control de Plagas y Enfermedades, Finca Las Vegas del Madre Vieja, 2015.

6.2. Programa Fitosanitario año 2016.

Debido a la elevada carga química que presentó el programa fitosanitario desarrollado durante el año 2015, la empresa certificadora Rainforest Alliance, requirió a la Empresa Frutera del Pacífico S.A, disminuir la carga química del programa a implementar durante el año 2016, en la finca Las Vegas del Madre Vieja.

Este requerimiento conllevó a que el programa basara su accionar a través de la aplicación de tres fungicidas protectantes de acción multisitio, siendo estos: Manzate 43 SC (Mancozeb), Serenade 1.34 SC (Bacillus subtilis) y Banguard 80 WG (Thiram); además de seis productos de acción sistémica como el Siganex (Pyrimethanil), Seeker 750 EC (Fenpropidin), Opus 12.5 EC (Epoconazole), Sico 250 EC (Difenoconazol), Jemker 47.9 EC (Pyraclostrobin y Fenpropimorph) y Syllit 400 SC (Dodine).

En el cuadro 8, se puede observar que el programa químico implementado en el año 2016 estuvo conformado por 13 períodos, los cuales fueron divididos en 59 ciclos de aplicación con intervalos de 5 a 7 días.

Las condiciones ambientales presentes durante los periodos 1 y 2, propiciaron una disminución del desarrollo de la enfermedad en la plantación. El monitoreo semanal realizado en el área del cultivo presentó un PPI por debajo del umbral de infección (ver anexo 6), esto con relación a la escala de Stover modificada por Gauhl, por lo que fueron aplicados cuatro ciclos de Manzate 43 SC (Mancozeb), dos ciclos de Banguard 80 WG (Thiram) y dos ciclos de Serenade 1.34 SC (Bacillus subtilis) a intervalos de 6 y 7 días; la combinación de los productos aplicados vio reflejado su accionar en la baja incidencia del hongo a través de las plantas evaluadas con hojas libres de estrías.

Con base a los requerimientos de la empresa certificadora, durante el período 3 se inició la reducción de la carga química de los productos aplicados para el control del hongo en el área productiva del cultivo, aplicándose en dicho período tres ciclos de Manzate 43 SC (Mancozeb) y un ciclo de Serenade 1.34 SC (Bacillus subtilis) a intervalos de 7 días respectivamente, lo cual unido a la baja incidencia de lluvia reportada durante las semanas 9 a 12, favoreció una reducción de la incidencia de la enfermedad manifestada por la recuperación del PPI.

Una de las características que presenta la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *Diformis*), es la mutación constante del hongo tanto en su fase sexual como asexual, esto favorecido por las condiciones de humedad presentes en el cultivo, por lo que se requiere una rotación constante de productos de acción multisitio que actúen en las distintas funciones de la célula del hongo (respiración, división, producción de aminoácidos, etc.), esto derivó a que durante el periodo 4, se aplicaran dos ciclos de Manzate 43 SC (Mancozeb), un ciclo de Banguard 80 WG (Thiram) y un ciclo de Serenade 1.34 SC (Bacillus subtilis) a intervalos de 7 días.

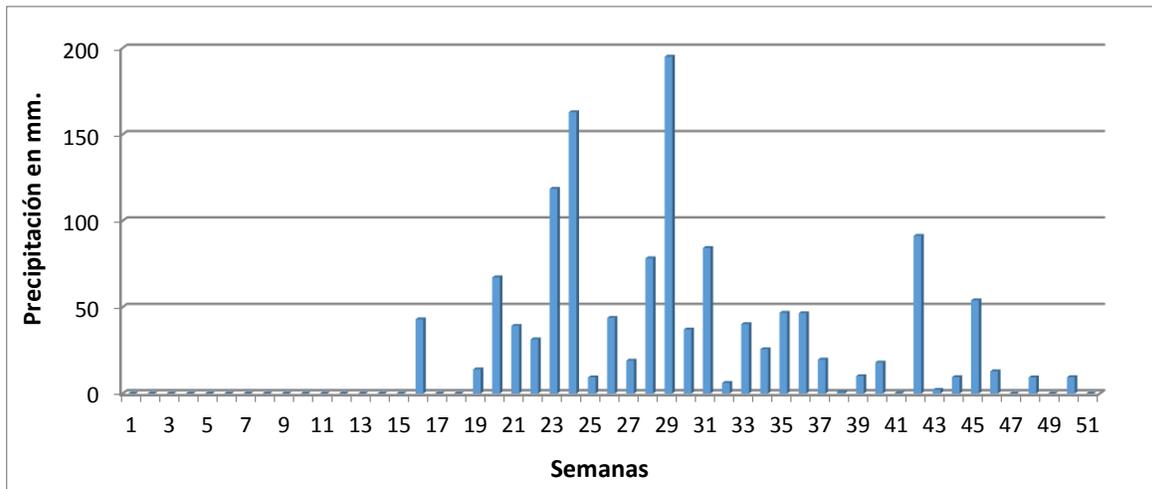
El inicio de la época lluviosa a partir de la semana 16, fue un factor condicionante para el desarrollo del hongo, principalmente de la fase asexual conformada por 4 etapas agresivas y de rápida propagación en la planta, siendo los períodos 5, 6, 7, 8, 10 y 12 clasificados como críticos, esto debido a que durante los monitoreos realizados el PPI reportado se encontraba muy cerca del umbral de infección (1.2% a 1.6%), lo que conllevó a la aplicación y rotación de fungicidas de acción sistémica combinados con fungicidas de acción protectante químicos y orgánicos en cada uno los periodos de aplicación mencionados anteriormente, reflejándose dichos tratamientos en la recuperación de la hoja libre de estrías durante las semanas 17 a 21 (ver anexo 6).

La canícula registrada durante los meses de julio y agosto favoreció la disminución en la proliferación del hongo, propiciando a la vez la recuperación de las plantas, observándose durante los monitoreos semanales realizados en los períodos 9 y 11 una recuperación del PPI de 0.28% y 0.39% respectivamente.

Es importante mencionar que en la medida en que un programa fitosanitario implementado sea efectivo, la sanidad del cultivo se evidenciará a partir de la cantidad de hojas presentes en las plantas medianas, continuando la misma al formar la bellota y alcanzando la etapa de cosecha; se considera una planta sana cuando el total de hojas limpias libres de estrías sea igual al total de hojas que conforman la planta, considerándose aceptable un mínimo de 7 hojas libre de estrías.

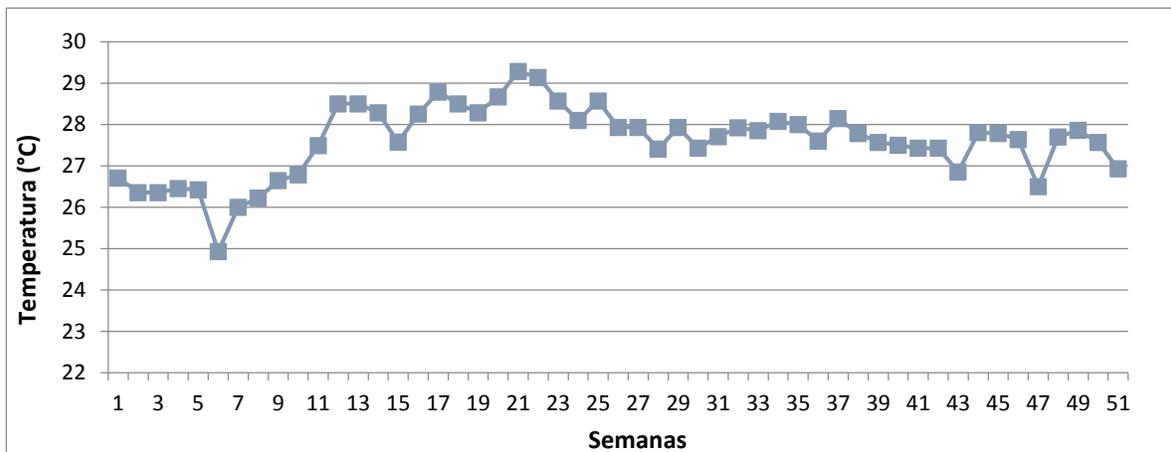
En total el programa implementando durante el año 2016, reportó la aplicación de 11 ciclos del fungicida biológico de acción protectante Serenade 1.34 SC (*Bacillus subtilis*) como sustituto de Manzate 43 SC (Mancozeb), 44 ciclos de fungicidas químicos de acción protectantes y 5 ciclos de fungicidas de acción sistémica, reduciendo con ello un 15% de la carga química, conllevando a alcanzar la certificación de Rainforest Alliance quién requiere como mínimo que las empresas productoras logren una reducción 5% en el uso de productos químicos.

Gráfica 3. Acumulado semanal de la precipitación, registrada en el año 2016 en la finca Las Vegas del Madre Vieja, municipio de Tiquisate, Escuintla.



Fuente: Departamento de Control de Plagas y Enfermedades, Finca Las Vegas del Madre Vieja, 2016.

Gráfica 4. Promedios semanales de las temperaturas medias registradas durante el año 2016, en la finca Las Vegas del Madre Vieja, municipio de Tiquisate, Escuintla.



Fuente: Departamento de Control de Plagas y Enfermedades, Finca Las Vegas del Madre Vieja, 2016.

6.3. Relación costo/beneficio de los programas fitosanitarios

La implementación del programa fitosanitario a base del ingrediente activo Mancozeb aplicado durante el año 2015, presentó diferencias significativas en los costos en cada uno de los períodos de aplicación, esto en comparación con el programa fitosanitario 2016 a base del fungicida biológico Serenade cuyo ingrediente activo fue *Bacillus subtilis*.

En el cuadro 9, se presentan los costos por hectárea de cada uno de los programas fitosanitarios implementados en la finca Las Vegas del Madre Vieja, en el mismo se contempla el valor de los fungicidas utilizados en cada ciclo de aplicación así como el valor de la fumigación aérea.

Se evidencia una disminución del 9% de los costos por hectárea de aplicación del programa 2016 en comparación con los costos del programa 2015, lo que representa para la Empresa Frutera del Pacífico S. A., una reducción de \$ 90.50 dólares por hectárea utilizando el programa a base de fungicidas orgánicos y químicos de acción sistémica en combinación con fungicidas de acción protectante.

Tabla 8. Costo de la inversión en dólares de cada uno de los programas fitosanitarios implementados durante el período 2015-2016 en la finca Las Vegas del Madre Vieja, Tiquisate, Escuintla.

Período	Año 2015			Año 2016		
	Fungicidas	Avioneta Fumigación	Total Costo/Ha.	Fungicidas	Avioneta Fumigación	Total Costo/Ha.
1	\$ 35,76	\$ 14,26	\$ 50,02	\$ 35,83	\$ 10,69	\$ 46,52
2	\$ 35,76	\$ 14,26	\$ 50,02	\$ 35,83	\$ 10,69	\$ 46,52
3	\$ 28,09	\$ 14,26	\$ 42,35	\$ 69,05	\$ 14,26	\$ 83,30
4	\$ 34,18	\$ 14,26	\$ 48,44	\$ 35,83	\$ 10,69	\$ 46,52
5	\$ 42,25	\$ 17,82	\$ 60,07	\$ 58,52	\$ 14,26	\$ 72,78
6	\$ 87,12	\$ 17,82	\$ 104,94	\$ 73,52	\$ 14,26	\$ 87,78
7	\$ 88,08	\$ 17,82	\$ 105,90	\$ 60,56	\$ 14,26	\$ 74,82
8	\$ 52,68	\$ 21,38	\$ 74,06	\$ 76,43	\$ 14,26	\$ 90,68
9	\$ 121,32	\$ 17,82	\$ 139,14	\$ 32,04	\$ 10,69	\$ 42,73
10	\$ 89,76	\$ 21,38	\$ 111,14	\$ 108,01	\$ 14,26	\$ 122,27
11	\$ 97,74	\$ 17,82	\$ 115,56	\$ 48,65	\$ 14,26	\$ 62,90
12	\$ 52,68	\$ 21,38	\$ 74,06	\$ 86,34	\$ 17,82	\$ 104,16
13	\$ 44,22	\$ 17,82	\$ 62,04	\$ 51,26	\$ 14,26	\$ 65,52
TOTAL	\$ 809,64	\$ 228,10	\$1.037,73	\$ 771,87	\$ 174,64	\$ 946,50

Fuente: Departamento de control de plagas y enfermedades, finca Las Vegas del Madre Vieja, años 2015-2016.

7. CONCLUSIONES

Los datos recabados en la presente sistematización de la experiencia laboral, permiten concluir lo siguiente:

- 7.1. Los programas fitosanitarios para el cultivo de banano (*Musa sapientum*) basados en un elevado uso de agroquímicos sintéticos como las estrobilurinas y los triazoles para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis* var. *diformis*), generan serios impactos negativos al medio ambiente y a la sociedad, además de provocar la resistencia del hongo causal de la enfermedad, por lo cual estos están restringidos por requerimiento y recomendaciones de la empresa certificadora, limitando así las posibilidades de colocación del producto en el mercado de exportación.
- 7.2. La opción productiva con el manejo integrado de enfermedades como el control cultural y el uso de microorganismos eficaces (EM) a base del método de control biológico, constituyen el programa fitosanitario para el cultivo de banano (*Musa sapientum*) con una considerable reducción en la carga química para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis* var. *Diformis*), basados en la aplicación alterna de fungicidas protectantes de acción multisitio y productos de acción sistémica lo que contribuyó a la disminución del 15% de la carga química superando con ello el 5% de reducción requerido por la empresa certificadora Rain Forest Alliance.
- 7.3. El mejor nivel de efectividad alcanzado con los programas fitosanitarios implementados durante el período 2015-2016, para reducir la incidencia y severidad de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis* var. *diformis*) en el cultivo de banano (*Musa sapientum*) para el mercado de exportación, se logró con la aplicación alterna y en mezclas de fungicidas protectantes y sistémicos lo que permitió obtener plantas con 8 hojas funcionales en promedio al momento de la cosecha.
- 7.4. Un programa fitosanitario a base del fungicida biológico Serenade 1.34 SC (*Bacillus subtilis*) como el implementado en el año 2016, representó para la Empresa Frutera del Pacífico S. A., una reducción del 9% (\$ 90.50) en los costos de aplicación de fungicidas por hectárea, lo cual se traduce en un beneficio económico viable solo en el primer año de haber sido implementada esta propuesta.

8. RECOMENDACIONES

- 8.1. Dar seguimiento por parte de la Empresa Frutera del Pacífico S.A., al programa fitosanitario implementado durante el año 2016, en las áreas productivas de la finca Las Vegas del Madre Vieja, pues de esta forma se lograrán mejores impactos en la conservación del medio ambiente.
- 8.2. Implementar nuevas investigaciones con el uso del programa fitosanitario propuesto para el año 2016, pues constituye una alternativa de productos orgánicos para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*), a pequeños productores así como a empresas productoras de banano aledañas al área de estudio.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. N. (1996). Fitopatología. 4 ed. Ed. Limusa. México. 838 p.
2. Agrohacienda. (2003). Ficha Técnica Fungicida Volley (en línea). Consultado 25 ene. 16. Disponible en http://www.agrohacienda.com.co/deaq2014/src/productos/13044_94.htm
3. Álvarez, E., Pantoja, A., Gañán, L. & Ceballos, G. (2013). La Sigatoka Negra en plátano y banano: Guía para el reconocimiento y manejo de la enfermedad, aplicado a la agricultura familiar. CIAT – FAO. Costa Rica. 6 p.
4. Asociación de Productores Independientes de Banano. (2011). Importancia del banano en la producción agrícola nacional (en línea). Guatemala, GT. Consultado 25 ene. 2016. Disponible en <http://apib.com.gt/el-banano.php?nota=valor-nutricional.php>
5. Asociación Nacional del Café. (2012). Cultivo de Banano (en línea). Guatemala, GT. Consultado 25 ene. 2016. Disponible en http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_banano.
6. Asociación Naturland. (2001). Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico. Guía de 18 cultivos (en línea). Alemania. Consultado 25 ene. 2016. Disponible en <http://www.naturland.de/images/SP/Productores/banano.pdf>
7. Barrios, M. (2006). Estudio de hongos endófitos como inductores de resistencia para el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano. Turrialba, CR. Escuela de Posgraduados, CATIE. 56 p.
8. BASF. (2010). Ficha Técnica Fungicida Calixin (en línea). Guayaquil, EC. Consultado 25 ene. 2016. Disponible en <http://www.agro.basf-cr.com>
9. Belalcázar Carbajal, S. L. (1991). El cultivo del plátano Musa AAB (Simmonds) en el trópico. Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario ICA. 376 p.
10. Betancourt, G. (2000). La Sigatoka Negra del banano y plátano (en línea). Consultado 25 ene. 2016. Disponible en http://www.infoagro.net/shared/docs/a3/4Sigatoka_negra.pdf
11. Bonilla, H. (2015). Evaluación de programas fitosanitarios para el control de la Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de plátano; Ocos, San Marcos. Sistematización de práctica laboral. Guatemala. GT. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 61 p.

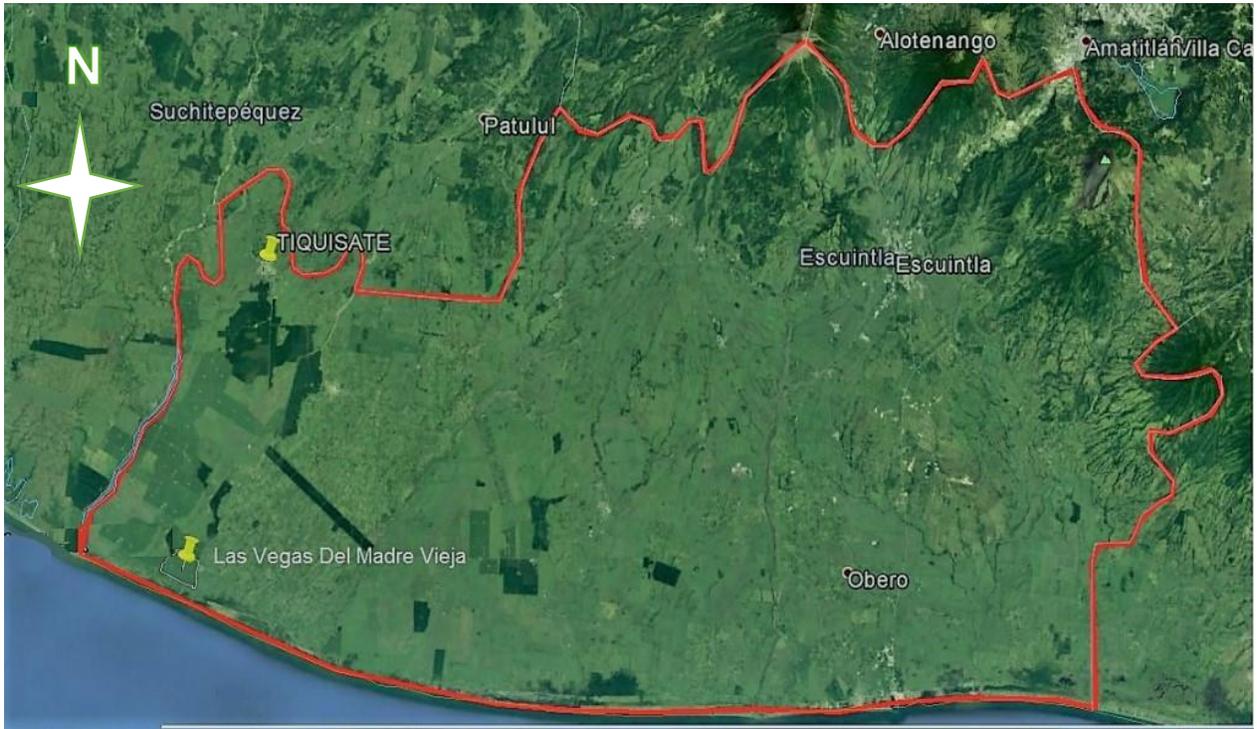
12. Bornacelly, H. (2009). Estudio del ciclo de vida de *Mycosphaerella fijiensis* en tres clones de banano (*Musa AAA*) en tres regiones de la zona bananera del Magdalena. Palmira, CO, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 70 p.
13. Champio, J. (1968). *El Plátano*. Ed. Blume. Barcelona. ES. 247 p.
14. Cheminova. (2014). Ficha Técnica Fungicida Syllit (en línea). Bogotá, CO. Consultado 04 mar. 2017. Disponible en www.cheminova.co/es/productos/fungicidas/syllit_400_sc/syllit_400_sc.htm
15. Chinchilla, E., Rojas, D. & Forastieri, V. (2004). Estudio del proceso de trabajo y operaciones, perfil de riesgos y exigencias laborales en el cultivo y empaque del banano. Oficina Internacional del Trabajo, oficina subregional para Centroamérica, Haití, Panamá y República Dominicana. 72 p.
16. De La Cruz, J. R. (1982). Clasificación de las zonas de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 42 p.
17. Díaz Mejía, A. G. (2003). Desarrollo y evaluación de métodos para tamizado temprano de resistencia a *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, en cultivares de plátano. Tesis de Magister en Ciencias. Turrialba, CR. CATIE. 56 p.
18. Dowagro. (2016). Ficha Técnica Fungicida Dithane 60SC (en línea). Costa Rica, CR. Consultado 04 mar. 2017. Disponible en <http://www.dowagro.com/es-cr/latamnorte/productos/proteccion-de-cultivos/fungicida/dithane-60-sc>
19. Edifarm. (2014). Vademécun Agrícola (en línea). Consultado 25 ene. 2016. Disponible en: http://www.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/productos/SIGANEX-20140820-152927.pdf
20. Escudero, M. C. & Rendón, E. C. (1996). Integrated management experiences with Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) and non-systemic fungicides in Soconusco, Chiapas, México. XII Meeting ACORBAT. Santo Domingo, RD. (Abstract). 53 p.
21. Espinoza, L. (2007). Monitoreo in vitro del potencial de cinco nutrientes (B, Mn, Zn, Cu, Si) sobre órganos de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, agente causal de la Sigatoka Negra. Guayaquil, EC, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. 88 p.
22. Fouré, E. (1985). Black leaf streak disease of Bananas and plantains (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), study of the symptoms and stages of the disease in Gabon. París, FR. IRFA-CIRAD. 23 p.

23. Fundación para el Desarrollo de Guatemala. (2011). ISDE Banano: Análisis Sectorial (en línea). Guatemala, GT. Consultado 25 ene. 2016. Disponible en http://mejoremosguate.org/cms/content/files/diagnosticos/economicos/05.ISDE_Banano.pdf
24. Gauhl, F. (1994). Epidemiology and ecology of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) on plantain and banana (*Musa* spp.) in Costa Rica, Central America. The International Network for the Improvement of Banana and Plantain. Montpellier, FR.
25. [Hidalgo, M., Tapia, A., Rodríguez, W. & Serrano, E. \(2006\). Efecto de Sigatoka Negra \(*Mycosphaerella fijiensis*\) sobre la fotosíntesis y transpiración foliar del Banano \(*Musa* sp. AAA, cv. Valery\). Agronomía Costarricense. Costa Rica. 41 p.](#)
26. Infoagro. (2011). Cultivo de Banano (en línea). España. Consultado 25 ene. 2016. Disponible en <http://www.infoagro.com>
27. INIBAP. (2001). Taxonomía de los bananos (en línea). Montpellier, FR. Consultado 25 ene. 2016. Disponible en <http://www.inibap.org>
28. Instituto Geográfico Nacional. (1975). Mapa topográfico de Guatemala, hoja Guatemala, no 2059 I. Guatemala. GT. Esc. 1:50,000. Color.
29. Lazo, J. V., Muñoz, J. A., Escalona, A. (2012). Evaluación experimental del clorotalonil en el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en plantaciones de plátano (*Musa* spp. AAB (en línea). Mérida. VE. Consultado el 27 mar. 2017. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316.
30. León, J. (1987). Botánica de los cultivos tropicales. San José, CR. IICA. 445 p.
31. Manzo, G. (2001). Diversidad genética de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en plátano enano gigante (*Musa acuminata* AAA) cultivado con diferente manejo. Colima, MX, Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 95 p.
32. Marín, D. H., Romero, R. A., Guzmán, M. & Sutton, T. B. (2003). Black Sigatoka and increasing threat to banana cultivation. *Plant Disease* 87(3): 208- 222.
33. Meredith, D. & Laurence, J. (1970). Black leaf streak disease of banana (*M. fijiensis*); susceptibility of cultivars. *Tropical Agriculture*. 287 p.
34. Mourichon, X. & Fullerton R. (1990). Geographical of the two species *Mycosphaerella musicola* Leach (*Cercospora Musae*) and *M. fijiensis* Morelet (*C. fijiensis*), respectively agents of Sigatoka disease and black leaf streak disease bananas and plantains. *Fruits*. 45:213-218.

35. Organización Mundial de la Salud. (2006). Washington, US. Clasificación recomendada de la OMS de plaguicidas según su peligrosidad (en línea). Consultado 01 feb. 2016. Disponible en http://www.who.int/ipcs/publications/hazard_rev_3.pdf
36. Orozco Santos, M. (1998). Manejo integrado de la Sigatoka Negra del Plátano. SAGAR, INIFAP, CIPAC. Campo Experimental Tecoman, Colima, MX. Folleto técnico No. 1 División Agrícola. 95 p.
37. Orozco Santos, M., Farías Larios, J., Manzo Sánchez, G. & Guzmán González, S. (2001). Black Sigatoka disease (*Mycosphaerella fijiensis*) in México. INFOMUSA. 10(1):33-37.
38. Ortiz, R. A. (1999). El cultivo del banano. Universidad Estatal a Distancia (EUNED). San José, CR. 186 p.
39. Osorio, G. (2006). Evaluación de hongos endofíticos y extractos botánicos para el control de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano. Turrialba, CR. CATIE. 73 p.
40. Pérez, L. (1996). Manual para el manejo integrado de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) y Sigatoka Amarilla (*Mycosphaerella musicola*) en banano y plátano. Proyecto FAO-Ministerio de Agricultura Cuba. 56 p.
41. Pérez, V. L. (1998). Control de la Sigatoka Negra en Cuba: Un enfoque de manejo integrado de la enfermedad. Revista internacional sobre bananos y plátanos. INFOMUSA 7(1):26-30.
42. Romero, R. A. & Sutton, T. B. (1998). Characterization of benomyl resistance in *Mycosphaerella fijiensis*, cause of Black Sigatoka of Banana, in Costa Rica. Plant Disease. Costa Rica. 82:931-934.
43. Sierra S, L. E. (1993). El cultivo del banano producción y comercio. Medellín, CO. Olímpicas. 680 p.
44. Simmonds, N. (1987). Bananas. Longman scientific and technical. London, UK. 467 p.
45. Simmons, C. H., Tárano, J. & Pinto, J. (1959). Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Ed. José de Pineda Ibarra. Trad. P. Tirado Sulsona. Guatemala, GT. 1000 p.
46. Stover, R. H. (1972). Enfermedades del Plátano y Abaca. CMI. Inglaterra, UK. 316 p.

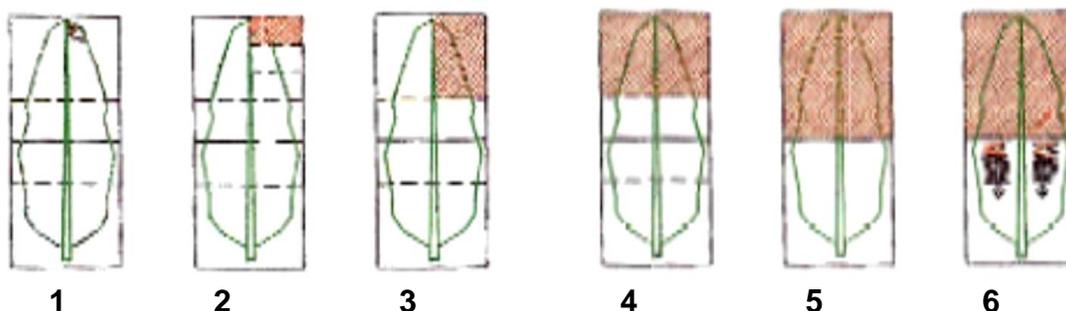
7. ANEXOS

Anexo No. 1. Localización geográfica del municipio de Tiquisate, departamento de Escuintla.



Fuente: Google Earth, 2016.

Anexo No. 2. Método de Stover Modificado por Gauhl para evaluar la incidencia o severidad de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*).



Grado	Descripción del daño en la hoja
1	Hasta 10 manchas por hoja
2	Menos del 5% del área foliar enferma
3	De 6 a 15% del área foliar enferma
4	De 16 a 33% del área foliar enferma
5	De 34 a 50% del área foliar enferma
6	Más del 50% del área foliar enferma

Anexo No. 3. Hoja para el cálculo del promedio ponderado de infección (PPI)

Número o posición de la hoja															HNGI											
P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	H/P	HMJE	0	1	2	3	4	5	6		
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
El número en cada encasillado indica el grado de infección que posee cada hoja en la escala de 0 a 6 (escala Stover Modificada por Gauhl).															Total											
															Promedio											
															Totales											
															PPI%											

P = Plantas

H/P = número de hojas por planta

HMJE = hoja más joven enferma

NHGI = número de hojas con grado de infección

PPI = Promedio ponderado de infección = $\frac{\text{Suma del } (\% \text{ de hoja en cada grado} \times \text{grado respectivo})}{100}$

100

Anexo No. 4. Muestreo comercial de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) realizado durante el año 2015, en la Finca las Vegas del Madre Vieja.

SEM	RESUMEN MEDIANAS					RESUMEN 0 SEMANAS					RESUMEN 11 SEMANAS					PPI
	HT	HVLE	HVLQ<5%	HVLQ>5%	HVLC	HT	HVLE	HVLQ<5%	HVLQ>5%	HVLC	HT	HVLE	HVLQ<5%	HVLQ>5%	HVLC	
1	13,6	9,2	13,4	13,4	13,5	13,6	9,3	13,5	13,5	13,5	10,0	4,7	9,7	9,8	9,8	0,2
2	13,4	8,7	13,2	13,2	13,3	13,5	8,9	13,2	13,3	13,3	9,3	4,4	9,0	9,3	9,2	
3	13,5	8,6	13,3	13,4	13,4	13,6	8,7	13,3	13,4	13,5	8,9	4,5	8,6	8,7	8,8	
4	13,5	8,0	13,2	13,4	13,4	13,9	8,1	13,4	13,7	13,7	8,8	4,2	7,7	8,7	8,7	
5	13,4	7,9	13,0	13,1	13,3	13,8	8,1	13,3	13,4	13,7	8,8	3,7	8,3	8,4	8,8	0,32
6	13,6	8,3	13,2	13,3	13,5	13,8	9,0	13,4	13,6	13,7	9,5	3,5	8,6	8,9	9,4	
7	13,6	8,6	13,0	13,4	13,5	13,8	8,8	13,3	13,5	13,8	9,2	3,6	8,5	8,6	9,2	
8	13,6	9,1	13,3	13,4	13,6	13,8	9,3	13,4	13,6	13,7	9,1	4,0	8,7	8,9	9,1	
9	13,5	9,0	13,4	13,3	13,5	13,9	9,3	13,6	13,6	13,8	9,2	5,2	8,9	8,9	9,2	0,32
10	13,5	9,7	13,4	13,4	13,5	14,0	10,0	13,8	13,9	14,0	9,6	4,5	9,3	9,5	9,6	
11	13,7	9,7	13,6	13,7	13,7	14,0	9,9	13,9	14,0	14,0	9,4	4,5	9,0	9,3	9,4	
12	13,7	9,9	13,6	13,6	13,5	14,0	10,3	13,7	13,8	13,8	9,8	4,6	9,7	9,8	9,7	
13	13,7	10,0	13,4	13,7	13,7	14,0	10,3	13,7	13,8	13,8	9,8	4,6	9,7	9,8	9,7	0,32
14	13,7	10,1	13,6	13,6	13,6	14,0	10,4	13,8	13,8	13,8	10,0	4,7	9,9	9,8	9,9	
15	13,6	9,8	13,4	13,6	13,6	13,8	10,1	13,7	13,8	13,8	10,0	5,1	9,8	8,9	9,9	
16	13,6	9,8	13,4	13,6	13,6	13,8	10,1	13,7	13,8	13,8	10,0	5,1	9,8	8,9	9,9	
17	13,8	8,9	13,3	13,7	13,8	13,4	9,0	13,1	13,3	13,3	8,9	4,9	8,4	8,8	8,1	0,90
18	13,9	8,2	13,5	13,9	13,9	13,2	8,0	12,8	13,1	13,1	8,9	4,4	8,5	8,8	8,5	
19	13,9	8,1	13,6	13,9	13,9	13,6	8,2	13,3	13,6	13,5	8,5	4,1	8,0	8,4	7,9	
20	13,7	8,8	13,7	13,7	13,6	13,6	9,0	13,6	13,6	13,5	9,4	4,0	9,4	9,4	9,4	
21	13,3	8,5	13,2	13,2	13,2	12,8	8,7	12,6	12,6	12,7	8,9	3,3	8,6	8,6	8,7	0,93
22	13,6	8,7	13,5	13,5	13,5	12,7	8,6	12,6	12,6	12,6	9,0	2,9	8,9	8,9	9,0	
23	13,9	8,6	13,8	13,8	13,9	12,9	8,8	12,8	12,8	12,8	8,9	2,7	8,9	8,8	8,1	
24	14,0	9,0	13,8	13,8	13,9	13,1	9,3	12,8	12,8	12,9	8,5	3,7	8,9	8,9	9,0	
25	13,8	9,2	13,3	13,2	13,5	13,0	9,5	12,7	12,7	12,9	8,4	3,1	7,4	8,0	8,1	0,58
26	13,5	9,3	13,2	13,1	13,4	12,7	9,7	12,4	12,4	12,6	8,4	3,0	7,8	7,7	7,9	
27	13,7	9,8	13,4	13,4	13,6	12,7	10,2	12,5	12,6	12,7	8,4	3,0	8,1	8,0	8,0	
28	13,8	9,9	13,7	13,8	13,7	12,9	10,2	12,8	12,9	12,8	8,4	3,0	8,3	8,4	8,3	
29	13,6	10,1	13,1	13,4	13,6	13,2	10,5	13,0	12,9	13,1	8,7	3,0	8,3	8,3	8,5	0,24
30	13,7	9,8	13,5	13,5	13,6	13,2	10,4	13,1	13,1	13,2	8,8	3,0	8,4	8,4	8,4	
31	13,7	9,7	13,6	13,7	13,7	13,9	10,1	13,8	13,9	13,9	9,1	3,9	8,9	9,0	9,1	
32	13,5	8,6	13,3	13,3	13,4	13,2	10,1	13,1	13,0	13,2	9,0	3,3	8,5	8,4	8,8	
33	13,5	8,5	13,3	13,3	13,4	13,6	9,5	13,3	13,3	13,5	9,3	4,2	8,9	8,8	9,1	0,88
34	13,6	8,5	13,3	13,3	13,6	13,5	9,3	13,2	13,2	13,4	9,0	3,8	8,6	8,5	8,8	
35	13,4	8,3	13,2	13,2	13,3	13,4	9,2	13,1	13,1	13,3	9,3	4,0	8,7	8,7	9,0	
36	13,4	8,6	13,1	13,2	13,3	13,2	9,3	12,9	12,9	13,1	9,0	3,7	8,4	8,4	8,8	
37	13,4	8,7	13,1	13,2	13,4	12,7	9,5	12,5	12,5	12,7	9,0	3,4	8,3	8,4	8,9	0,92
38	13,4	8,5	13,2	13,2	13,3	12,9	9,3	12,7	12,7	12,8	8,8	3,6	8,4	8,4	8,5	
39	13,5	8,7	13,4	13,4	13,5	13,1	9,3	12,8	12,8	13,1	9,0	3,6	8,5	8,5	8,8	
40	13,1	8,6	13,1	13,1	13,1	13,0	9,4	12,8	12,8	13,0	9,0	3,8	8,4	8,5	8,7	
41	13,3	8,6	13,1	13,2	13,2	13,2	9,4	12,9	12,9	13,1	8,7	3,8	8,4	8,4	8,6	1,04
42	13,2	8,4	13,1	13,1	13,2	13,2	9,2	12,9	12,9	13,1	8,8	3,7	8,3	8,3	8,6	
43	13,2	8,1	13,1	13,1	13,2	13,0	9,3	12,8	12,8	12,9	8,6	3,8	8,2	8,2	8,4	
44	13,3	8,1	13,1	13,2	13,3	13,2	8,8	13,0	13,0	13,2	8,8	4,0	8,3	8,4	8,7	
45	13,0	7,9	12,9	13,0	12,9	13,2	8,4	12,9	13,0	13,0	9,1	3,4	8,5	8,6	8,8	0,32
46	13,0	8,0	12,7	12,9	13,0	12,9	8,1	12,6	12,7	12,9	8,6	2,5	8,1	8,2	8,5	
47	13,1	8,8	12,7	12,9	13,0	12,9	8,8	12,5	12,7	12,9	9,1	2,1	8,4	8,6	8,9	
48	13,4	9,7	13,1	13,2	13,4	13,4	9,5	13,0	13,2	13,4	8,9	2,1	8,4	8,4	8,6	
49	13,3	9,8	13,1	13,2	13,3	13,4	9,7	13,1	13,2	13,4	8,9	2,7	8,2	8,3	8,6	0,25
50	13,4	10,1	13,1	13,3	13,3	13,3	10,0	13,1	13,2	13,2	8,9	2,4	8,3	8,6	8,6	
51	13,4	9,8	13,0	13,2	13,3	13,2	9,9	13,0	13,1	13,1	8,5	2,5	7,9	8,2	8,2	
52	13,3	9,3	13,0	13,2	13,2	13,3	9,3	13,0	13,2	13,2	8,7	3,4	8,1	8,4	8,4	

Referencias: SEM= Semana; HT= Hojas Totales; HVLE= Hoja Libre de Estrías; HVLQ<5%= Hoja con Quema Menor al 5%; HVLC= Hoja Libre de Cirugía; PPI= Porcentaje Ponderado de Infección.

Fuente: Departamento de Control de Plagas y Enfermedades, Finca Las Vegas del Madre Vieja, 2015.

Anexo No. 5. Muestreo comercial de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*) realizado durante el año 2016, en la Finca las Vegas del Madre Vieja.

SEM	RESUMEN MEDIANAS					RESUMEN 0 SEMANAS					RESUMEN 11 SEMANAS					PPI
	HT	HVLE	HVLQ<5%	HVLQ>5%	HVLC	HT	HVLE	HVLQ<5%	HVLQ>5%	HVLC	HT	HVLE	HVLQ<5%	HVLQ>5%	HVLC	
1	13,6	9,3	13,4	13,5	13,5	13,7	9,4	13,5	13,5	13,6	10,0	4,8	9,8	9,9	9,8	0,30
2	13,4	9,0	13,2	13,3	13,4	13,6	9,1	13,3	13,3	13,5	9,5	4,6	9,4	9,4	9,5	
3	13,6	8,4	13,3	13,5	13,5	13,7	8,6	13,3	13,5	13,5	9,2	4,6	8,9	9,1	9,1	
4	13,6	8,3	13,2	13,4	13,4	13,6	8,3	13,2	13,5	13,3	9,0	4,3	8,5	8,9	8,9	
5	13,6	8,3	13,1	13,2	13,5	13,8	8,5	13,4	13,5	13,7	9,0	3,8	8,5	8,5	9,0	0,42
6	13,4	8,6	13,1	13,2	13,4	13,9	8,8	13,4	13,6	13,8	9,4	3,8	8,6	8,8	9,4	
7	13,6	9,0	13,2	13,4	13,5	13,9	9,2	13,4	13,7	13,9	9,4	4,2	8,6	8,9	9,4	
8	13,7	9,4	13,4	13,5	13,6	13,9	9,6	13,5	13,6	13,8	9,5	4,2	9,0	9,2	9,4	
9	13,6	9,5	13,0	13,5	13,6	13,9	9,7	13,7	13,7	13,8	9,6	4,5	9,2	9,4	9,6	0,32
10	13,7	10,0	13,6	13,6	13,6	14,1	10,2	13,9	14,1	14,1	10,0	5,1	9,8	9,9	10,0	
11	13,8	10,1	13,8	13,8	13,8	14,1	10,3	14,1	14,1	14,1	9,9	5,2	9,7	9,9	9,9	
12	13,7	10,1	13,7	13,7	13,6	14,0	10,5	13,9	14,0	13,9	10,0	5,0	9,9	10,0	9,9	
13	13,7	10,2	13,7	13,7	13,6	14,0	10,5	13,9	14,0	13,9	10,1	5,1	9,9	10,0	10,0	0,33
14	13,8	10,3	13,7	13,7	13,6	14,1	10,5	14,1	14,1	14,1	10,1	5,1	9,8	9,9	10,0	
15	13,7	10,2	13,6	13,7	13,7	14,0	9,5	13,9	14,0	14,0	10,5	5,5	10,4	10,5	10,4	
16	13,7	10,2	13,6	13,7	13,7	14,0	9,5	13,9	14,0	14,0	10,5	5,5	10,4	10,5	10,4	
17	13,9	8,1	13,6	13,9	13,9	13,5	8,5	13,3	13,5	13,5	8,7	9,3	8,3	8,7	8,2	0,86
18	13,9	8,7	13,7	13,9	13,9	13,5	8,4	13,4	13,5	13,5	8,6	4,0	8,2	8,6	8,1	
19	13,9	8,0	13,7	13,9	13,9	13,5	8,2	13,4	13,5	13,5	8,5	4,2	8,1	8,5	8,1	
20	13,9	8,2	13,7	13,8	13,8	13,4	8,4	13,2	13,4	13,4	8,9	3,9	8,8	8,9	8,9	
21	13,7	8,3	13,5	13,6	13,6	12,8	8,5	12,8	12,8	12,7	8,8	3,7	8,5	8,7	8,4	0,93
22	13,8	8,5	13,8	13,8	13,7	12,8	8,7	12,8	12,8	12,8	9,0	2,8	8,9	8,9	8,9	
23	14,0	8,6	13,9	13,9	14,0	13,1	8,9	13,0	13,0	13,1	9,1	3,0	9,0	9,0	9,1	
24	14,0	8,9	13,8	13,9	14,0	12,9	9,1	12,8	12,8	12,8	9,1	3,1	8,9	8,9	9,0	
25	13,8	9,2	13,5	13,5	13,7	12,8	9,6	12,6	12,6	12,7	8,5	3,0	8,3	8,3	8,1	0,53
26	13,8	9,4	13,5	13,6	13,7	12,9	9,8	12,8	12,8	12,8	8,3	2,9	8,1	8,1	8,0	
27	13,7	9,9	13,5	13,6	13,7	13,1	10,5	12,9	12,9	13,0	8,3	3,0	7,9	7,9	7,8	
28	13,8	10,1	13,6	13,6	13,7	13,0	10,4	12,9	12,9	12,9	8,6	3,1	8,3	8,3	8,3	
29	13,9	10,1	13,8	13,9	13,9	13,3	10,4	13,2	13,2	13,2	8,7	3,1	8,6	8,6	8,7	0,37
30	13,8	10,1	13,6	13,7	13,8	13,5	10,4	13,3	13,4	13,5	8,9	3,2	8,6	8,6	8,8	
31	13,8	10,1	13,8	13,9	13,9	13,9	10,3	13,8	13,9	13,8	9,5	3,8	9,2	9,3	9,4	
32	13,7	8,6	13,5	13,5	13,7	13,2	10,1	13,2	13,2	13,2	8,9	3,4	8,5	8,4	8,7	
33	13,5	8,6	13,3	13,4	13,5	13,7	9,5	13,3	13,4	13,6	8,8	3,8	8,5	8,4	8,6	0,28
34	13,4	8,5	13,2	13,2	13,4	13,6	9,5	13,2	13,3	13,5	9,0	4,0	8,6	8,5	8,7	
35	13,5	8,4	13,2	13,2	13,5	13,5	9,3	13,2	13,2	13,5	9,3	4,0	8,6	8,6	9,1	
36	13,4	8,6	13,3	13,3	13,4	13,2	9,4	13,0	13,0	13,1	9,1	3,5	8,6	8,6	8,9	
37	13,6	8,8	13,3	13,4	13,6	13,1	9,5	12,9	12,9	13,1	9,0	3,8	8,6	8,6	8,7	0,57
38	13,6	8,6	13,5	13,5	13,5	13,2	9,4	13,0	13,0	13,2	9,0	3,8	8,5	8,5	8,8	
39	13,6	8,8	13,4	13,5	13,5	13,2	9,5	13,0	13,0	13,1	9,0	3,9	8,6	8,6	8,8	
40	13,4	8,9	13,4	13,3	13,4	13,2	9,5	13,0	13,0	13,1	9,1	4,1	8,6	8,7	8,8	
41	13,3	8,9	13,1	13,1	13,1	12,9	9,4	12,8	12,8	12,8	8,9	4,0	8,7	8,6	8,7	0,39
42	13,2	8,5	13,1	13,1	13,2	13,0	9,4	12,8	12,8	12,9	8,8	3,8	8,4	8,4	8,6	
43	13,3	8,5	13,2	13,2	13,3	13,0	9,3	12,8	12,8	13,0	8,9	3,9	8,3	8,4	8,7	
44	13,3	8,4	12,7	13,2	13,2	13,0	9,0	12,8	12,9	12,9	8,9	4,0	8,4	8,5	8,6	
45	13,3	8,1	13,0	13,1	13,3	13,0	8,3	12,7	12,8	12,9	8,8	3,3	8,3	8,3	8,6	0,43
46	13,2	8,1	13,0	13,1	13,2	13,0	8,1	12,7	12,9	12,9	8,7	2,9	8,3	8,3	8,5	
47	13,3	9,5	13,1	13,3	13,2	13,3	9,2	13,0	13,1	13,2	9,1	2,4	8,5	8,6	8,8	
48	13,3	10,0	13,1	13,1	13,2	13,3	9,6	13,0	13,1	13,2	8,9	2,4	8,5	8,6	8,8	
49	13,3	10,1	13,1	13,2	13,2	13,4	9,9	13,1	13,2	13,3	9,0	2,7	8,3	8,5	8,6	0,25
50	13,4	10,3	13,1	13,4	13,3	13,2	10,0	13,1	13,1	13,2	9,0	2,7	8,3	8,6	8,5	
51	13,3	10,0	13,1	13,3	13,3	13,3	9,8	13,0	13,2	13,3	8,7	2,7	8,1	8,3	8,4	
52	13,3	9,4	13,1	13,2	13,3	13,4	9,4	13,2	13,2	13,3	8,8	2,9	8,2	8,4	8,4	

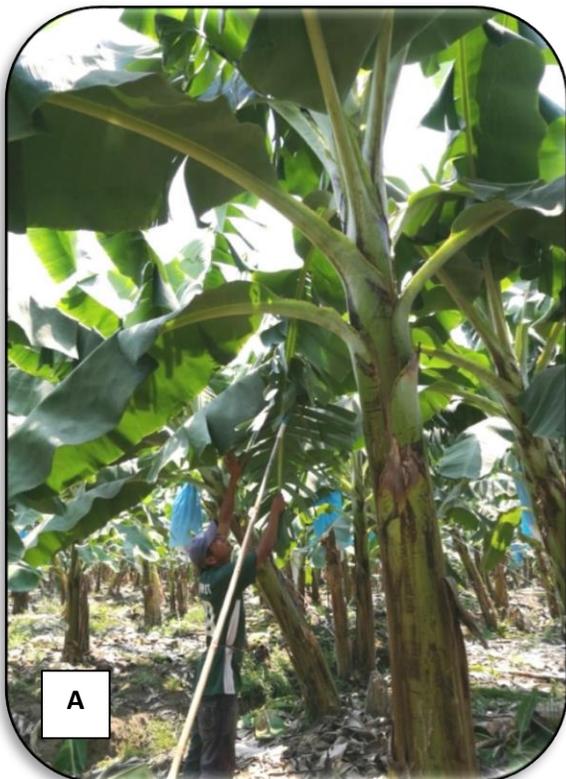
Referencias: SEM= Semana; HT= Hojas Totales; HVLE= Hoja Libre de Estrías; HVLQ<5%= Hoja con Quema Menor al 5%; HVLC= Hoja Libre de Cirugía; PPI= Porcentaje Ponderado de Infección.

Fuente: Departamento de Control de Plagas y Enfermedades, Finca Las Vegas del Madre Vieja, 2016.

Anexo No. 6. Fotografías de aplicaciones aéreas de los programas fitosanitarios en la finca Las Vegas del Madre Vieja.



Anexo No. 7. Fotografías de muestreo comercial en plantas de banano (*Musa sapientum*). Plantas jóvenes (A), Plantas 0 semanas (B), Plantas 11 semanas (C)





Anexo No. 8. Fotografías de hojas enfermas en plantas de banano (*Musa sapientum*) en el área productiva de la finca Las Vegas del Madre Vieja.

Anexo No. 9. Fotografías de hojas sanas en plantas de banano (*Musa sapientum*) en el área productiva de la finca Las Vegas del Madre Vieja.



