



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TESIS

**EVALUAR LA EFICACIA DEL FUNGICIDA SISTEMICO CUMORA SOLO Y
EN COCTEL CON CALIXIN 860L, SERENADE, VOLLEY EN EL CONTROL
DE LA SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) EN EL CULTIVO DE
BANANO EN LA ZONA DE MOCACHE EN LOS MESES DE FEBRERO A
ABRIL DEL 2012**

**PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

AUTOR

VILLEGAS CASTRO CARLOS JAVIER

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Agro. M. Sc GERARDO SEGOVIA FREIRE

QUEVEDO – LOS RIOS

2012

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Carlos Javier Villegas Castro**, declaro que el trabajo aquí descrito es mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Egdo. Carlos Javier Villegas Castro
AUTOR

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

El suscrito Ing. Agro. M. Sc Gerardo Segovia Freire, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado Villegas Castro Carlos Javier , realizo la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario de grado titulada **“EVALUAR LA EFICACIA DEL FUNGICIDA SISTEMICO CUMORA SOLO Y EN COCTEL CON CALIXIN 860L, SERENADE, VOLLEY EN EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) EN EL CULTIVO DE BANANO EN LA ZONA DE MOCACHE EN LOS MESES DE FEBRERO A ABRIL DEL 2012”** bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones Reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Agro. M. Sc Gerardo Segovia Freire
DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TEMA

EVALUAR LA EFICACIA DEL FUNGICIDA SISTEMICO CUMORA SOLO Y EN COCTEL CON CALIXIN 860L, SERENADE, VOLLEY EN EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) EN EL CULTIVO DE BANANO EN LA ZONA DE MOCACHE EN LOS MESES DE FEBRERO A ABRIL DEL 2012

Presentado al Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Pecuarias como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado:

Ing. Agro. M. Sc Wilfrido Escobar Pavón
Presidente del tribunal de tesis

Ing. Agro. M. C Rommel Ramos Remache
Miembro del tribunal de tesis

Ing. Agro. M. Sc Francisco Coello Díaz
Miembro del tribunal de tesis

AGRADECIMIENTOS

Antes que a todos quiero agradecer a Dios por darme las fuerzas necesarias en los momentos en que más las necesité y bendecirme, por darme la vida para lograr esta meta aspirada como es la culminación de mi carrera universitaria.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias por haberme dado la oportunidad de ingresar al sistema de Educación Superior. Al Personal Académico, por todas sus enseñanzas, por compartir todos sus conocimientos conmigo y acompañarme en este camino.

Al Ing. M. Sc. Roque Vivas Moreira, Rector de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo Dr. Ph. D. Délsito Zambrano García, Decano de la Facultad de Ciencias Pecuarias e Ing. M.C. Manuel Moreira Duque, Coordinador de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Ing. M. Sc. Gerardo Segovia Freire, Director de la Tesis de Grado; Dr. José Aguilar, Director del Comité de Investigación y Miembros del Tribunal de Tesis, Ing. Agro. M. Sc Wilfrido Escobar Pavón, Presidente del tribunal de tesis; Ing. Agro. M. C Rommel Ramos Remache, Miembro del tribunal de tesis; Ing. Agro. M. Sc Francisco Coello Díaz, Miembro del tribunal de tesis.

A la empresa BASF por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación, y sus funcionarios Ing. Julio Angulo, Ing. Enrique Donoso e Ing. Héctor Franco quienes estuvieron siempre pendientes de todos los detalles durante la realización de este trabajo de tesis.

A mis grandes amigos de la Universidad, por demostrarme su amistad verdadera e incondicionalidad, en los momentos difíciles de mi vida, gracias por todos los años que estuvieron conmigo y todos los momentos maravillosos que compartimos juntos.

"La gratitud es un sentido vivo de futuros favores." – Robert Walpole.

DEDICATORIA

Es mi deseo como sencillo gesto de agradecimiento, dedicarle este Trabajo de Grado plasmada en esta tesis, en primer lugar a Dios todo poderoso, fuente de inspiración en mis momentos de angustias, esmero, dedicación, aciertos y reveses, alegrías y tristezas que caracterizaron el transitar por este camino que hoy veo realizado, sin cuyo empuje no hubiese sido posible.

A mis progenitores, Ángel Villegas, Aída Castro, y mis Hermanos quienes permanentemente me apoyan con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos, cuyas presencias en mi existencia ratifican la suerte que he tenido de pertenecerles.

A todos los Docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación como Estudiante Universitario.

Carlos Javier Villegas Castro.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO	PÁGINAS
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
LISTA DE ÍNDICE	xiii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
ABSTRAC	xv
CAPITULO I	1
MARCO CONTEXTUAL DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo general:	2
1.2.2 Objetivo específico.....	2
1.3 Hipótesis:	2
CAPITULO II	2
MARCO TEÓRICO	3
2.1 El Cultivo de Banano.....	3
2.2 Clasificación Taxonómica.....	3
2.3 Características Botánicas del Banano.....	3
2.3.1 Rizoma o bulbo.	3
2.3.2 Sistema radicular.....	3
2.3.3 Sistema foliar.	4
2.4 Fertilización.	4
2.5 Origen y Taxonomía del Banano.....	5
2.6 Importancia	5
2.7 La Sigatoka (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el Banano.	6
2.7.1 Origen y distribución.....	6
2.7.2 Situación del hongo de la Sigatoka negra en el Ecuador.....	6
2.7.3 Biología	7
2.7.4 Daños causados por la enfermedad.....	10

2.7.5	Factores climáticos que influyen en el desarrollo de la enfermedad.....	11
2.7.6	Síntomas de la enfermedad.. ..	12
2.7.7	Control de la Enfermedad	12
2.7.8	Resistencia de Sigatoka negra a fungicidas.....	14
2.8	Estrategias Generales de Manejo de Resistencia en el Cultivo de Banano.....	14
2.9	Revisión del Estado de la Sensibilidad.....	15
2.9.1	Aminas	15
2.9.2	Fungicidas SDHI (Succinato Deshidrogenasa)	15
2.10	Recomendaciones de Manejo.....	15
2.10.1	Aminas	16
2.10.2	Fungicidas SDHI (Succinato Deshidrogenasa)	16
2.11	Cumora	17
2.11.1	Modo de acción:.....	17
2.11.2	Preparación de la mezcla:.....	18
2.12	Volley	19
2.12.1	Preparación de la mezcla.....	19
2.13	CALIXIN.....	20
2.13.1	Modo de acción:.....	21
2.14	Serenade.....	22
2.14.1	Bacillus subtilis.....	22
2.14.2	Modo de acción.....	22
2.14.3	Dosis y frecuencia de aplicación	22
CAPITULO III		23
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		23
3.1	Materiales y Métodos.	23
3.1.1	Localización y Duración del Experimento.....	23
3.2	Materiales.....	23
3.2.1	Material genético:.....	23
3.2.2	Materiales de campo:.....	24
3.2.3	Elementos Químicos	24
3.2.4	Equipos	24
3.2.5	Materiales de oficina:	24
3.3	Tipo de Investigación.	25

3.4	Métodos	25
3.4.1	Factores en estudios.....	25
3.4.2	Características de la parcela.....	25
3.4.3	Tratamientos.....	25
3.4.4	Datos que se tomaron	26
3.4.5	Métodos de evaluación.....	27
a)	Control en hoja 2.....	27
b)	Área foliar afectada en relación a la residualidad de los tratamientos utilizando la Metodología de Stover modificada por Gauhl ...	28
3.5	Manejo del Experimento.....	29
3.5.1	Método de Aplicación.....	29
3.5.2	Proporción de la mezcla:.....	29
3.5.3	Tipo de aplicación, y Equipo de aplicación que se utilizó.....	30
3.5.4	Momento de la aplicación.....	30
3.5.5	Números de aplicación.....	30
3.6	Análisis Estadístico	30
3.6.1	Diseño experimental.....	30
3.6.2	Pruebas de Rangos múltiples.....	30
CAPITULO IV		31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		31
4.1	Resultados	31
4.1.1	Control de la Sigatoka negra hoja 2.....	31
4.1.2	Efecto de Residualidad hoja 1.....	35
4.2	Discusión.....	38
CAPITULO V		41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		41
5.1	Conclusiones.....	41
5.2	Recomendación.....	42
CAPITULO VI		43
BIBLIOGRAFIA		43
6.1	Literatura citada.....	43
CAPITULO VII		47
ANEXO		47
7.1	Anexos	47
7.1.1	Análisis de suelo del Campo de Investigación banano (CIB)	57

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 Estados de candela de acuerdo a la escala de Becerra 2003	4
2 Fase sexual <i>Mycosphaerella fijiensis</i>	9
3 Fase asexual <i>Paracercospora fijiensis</i>	10
4 Escala de Stover modificada por Gauhl (1989)	28
5 Grados de infección de la enfermedad evolución semanal en la hoja 2. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el Cultivo de Banano (<i>Musa acuminata</i>) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.	33
6 Días después de la aplicación (dda), efecto de choque (<i>control</i>) de la enfermedad en hoja 2. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el cultivo de Banano (<i>Musa acuminata</i>) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.	34
7 Área Bajo la Curva (ÁBC) del efecto de residualidad hoja 1, en respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el Cultivo de Banano (<i>Musa acuminata</i>) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos	36
8 Grados de infección de la Enfermedad en hoja 1. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el Cultivo de Banano (<i>Musa acuminata</i>) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.	37

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
1	Identificación y uso agroquímico de Cumora	17
2	Recomendaciones de uso del Cumora	28
3	Identificación y usos químicos del Volley	19
4	Recomendaciones de uso del Volley.	19
5	Identificación y usos químicos del Calixin	21
6	Recomendaciones de uso del Calixin.	21
7	Condiciones agrometeorológicas. Finca “La María”. Mocache, 2012	23
8	Esquema general del experimento.	26
9	Descripción del grado por daño en la hoja.	28

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1 Etapas del desarrollo del hongo de la Sigatoka Negra en invierno y verano	8
2 Fases de reproducción de la Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>)	9
3 Etapas del hongo de la Sigatoka Negra que los funguicidas controlan.	13
4 Cantidades de emulsificante necesarias para producir una emulsión estable	20
5 Tratamientos que se utilizaron en la investigación.	26
6 Ejemplo del cálculo del número de hoja por planta (h/p).	27
7 Registró de efecto de choque en hoja 2.	29
8 Esquema del análisis de variancia (ANDEVA).	30
9 Promedios de días de control en hoja 2. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el Cultivo de Banano (<i>Musa acuminata</i>) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.	32
10 Residualidad promedios en la hoja 1. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el Cultivo de Banano (<i>Musa acuminata</i>) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.	35

LISTA DE ÍNDICE

LISTA

- CUADRO 1 Promedios de control, días después de la aplicación (dda) en hoja 2, En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.
- CUADRO 2 Análisis estadísticos control en hoja 2. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.
- CUADRO 3 Análisis estadístico de residualidad en la hoja 1. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.
- CUADRO 4 Evaluaciones de los Tratamientos a diferentes Días Después de la Aplicación (DDA).
- FIGURA 1 Digilab (Lupa digital capaz de aumentar una imagen hasta 200 veces) instrumento usado en las investigaciones fitosanitarias.
- FIGURA 2 Evaluación de Sigatoka Negra DIGILAB.
- FIGURA 3 Cosecha de hojas a 37 dda (días después de la aplicación) residualidad hoja 1, En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.
- FIGURA 4 Cosecha de hojas a 37 dda (días después de la aplicación), el control en hoja 2. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en el Campo de Investigación en Banano (CIB) del Convenio UTEQ-BASF ubicado en la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP), de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Finca Experimental “La María”, en el Km 7½ de la vía Quevedo - El Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, cuyas coordenadas geográficas son de 01° 0.6° de latitud sur y 79° 29° de latitud oeste, a 120 msnm, en una Zona de Bosque Húmedo Tropical (Bht). Se planteó como objetivo general: Evaluar la eficiencia y residualidad del fungicida Cumora, para el control de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) del cultivo de Banano (*Musa acuminata*), en la zona de Mocache. Los objetivos específicos: Determinar la eficiencia de los tratamientos en el control de la Sigatoka Negra del cultivo; Determinar la residualidad de los tratamientos aplicados para controlar la enfermedad. Sujeto a las siguientes Hipótesis: H1. Al menos uno de los tratamientos presenta mejor control sobre la enfermedad; H2. Al menos en uno de los tratamientos presenta mayor residualidad para controlar la enfermedad.

Los tratamientos en estudio estuvieron constituidos por el fungicida sistémico T1 Cumora en dosis de 0.4 l ha⁻¹ solo y en mezcla con, T2 Volley en la dosis de 1.0 ha⁻¹, T3 Calixin en la dosis de 0.5 ha⁻¹ y T4 Serenade en la dosis de 1.0 ha⁻¹; y un T5 Testigo Absoluto. Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar, la prueba de rangos múltiples fue Tukey al 0,05%. En el efecto de residualidad, se midió esta variable en Área Bajo la Curva (ABC), dando los siguientes resultados los tratamientos T2 presento un promedio de 46.13 (ABC), T3 presento un promedio de 57.75 (ABC), T4 presento un promedio de 77.45 (ABC), T1 con promedio de 78.93 (ABC), T5 tuvo el mayor índice de severidad 135.53 (ABC). En el efecto de choque o control se midió el tiempo de reinfección de la enfermedad Días Después de la Aplicación (dda), los tratamientos de mayor eficacia fueron el T2 con 19 dda y T3 con 18 dda, a la reinfección, mientras que los de menor eficacia fueron T4 con 16 dda, T1 con 15 dda y T5 con 0 dda a la reinfección.

ABSTRAC

This research was conducted in the Field of Research in Bananas (FRB) of the Convention UTEQ-BASF located in the Faculty of Animal Science (FAS), the State Technical University Quevedo, Experimental Farm "La Maria" at Km 7 ½ Quevedo - The Empalme, Canton Mocache, Province of Los Ríos, whose geographical coordinates are 01 ° 0.6 ° South and 79 ° 29 ° west longitude, 120 m, in an area of tropical rainforest (Bht). Was raised general objective: To evaluate the efficiency and residual Cumora fungicide for the control of Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) from banana (*Musa acuminata*), Mocache area. Specific objectives: To determine the effectiveness of treatments in the control of Black Sigatoka crop; determine the residual effect of the treatments applied to control of the disease. Subject to the following hypotheses: H1. At least one of the treatments has better control over the disease; H2. At least one treatment exhibits greater residually to control the disease.

The treatments were constituted by the systemic fungicide T1 Cumora in doses of 0.4 l ha⁻¹ alone and mixed with T2 Volley in the dose of 1.0 ha⁻¹, T3 Calixin in doses of 0.5 ha⁻¹ and T4 Serenade in doses of 1.0 ha⁻¹, and a T5 absolute control. We used the design of randomized complete block; multiple range tests were 0.05% Tukey. The residual effect, this variable was measured in Area Under the Curve (AUC), giving the following results T2 treatments showed a mean of 46.13 (ABC), T3 was an average of 57.75 (ABC), had an average T4 77.45 (ABC), with average 78.93 T1 (ABC), T5 had the highest severity index 135.53 (ABC). In the shock effect or timed control of the disease reinfection days after application (DAA), the most effective treatments were the T2 and T3 with 19 with 18 dda dda, to reinfection, while they were less effective with 16 dda T4, T1 and T5 with 15 dda dda with 0 to reinfection.

CAPITULO I

MARCO CONTEXTUAL DE INVESTIGACIÓN.

1.1 Introducción.

En el Ecuador la problemática fitosanitaria en la producción de banano, se manifiesta en enfermedades y plagas causadas por bacterias, virus, hongos, nematodos fitopatógenos, entre otros. La enfermedad foliar Sigatoka Negra ocasionada por el hongo ascomiceto *Mycosphaerella fijiensis*, genera el mayor impacto económico, debido a que reduce la capacidad fotosintética impidiendo que la planta alcance la floración con un buen desarrollo vegetativo y un número de hojas funcionales que permita el llenado de los frutos en forma efectiva, dando como resultado racimos con peso muy por debajo de los estándares de comercialización (Guzmán, 2006).

Es necesario conocer y aplicar numerosas innovaciones y generar avances en el manejo de la enfermedad, ya que resulta una alternativa fundamental para el productor bananero de disponer de información amplia, rigurosa y actualizada acerca de este campo de vital importancia en la economía de nuestro país.

En la presente investigación se evalúo la eficiencia del fungicida sistémico Cumora molécula del grupo de las Carboxamidas solo y en mezcla física con el fin de combinar su modo de acción del Volley, Calixin, Serenade; cabe indicar que esta mezcla se la realizó respetando las normas FRAC (FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE) quienes recomiendan que los fungicidas SDHI (SUCCINATO DEHIDROGENASA) deben ser aplicados en mezcla, con otros fungicidas cuyos modos de acción no presenten resistencia cruzada; porque van a dificultar de otra manera las labores fitosanitarias e incrementen sus costos de producción.

Los motivos antes mencionados justifica la realización de esta investigación de importancia para el sector bananero, contando con el apoyo de la compañía BASF Ecuatoriana, dedicada a la investigación y producción de nuevos

productos para el uso agrícola, y nos permite colaborar con este sector productivo del país; por lo cual, en esta investigación se plantean los siguientes objetivos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

Evaluar la eficiencia y residualidad del fungicida Cumora, para el control de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) del cultivo de Banano (*Musa acuminata*), en la zona de Mocache.

1.2.2 Objetivo específico.

- Determinar la eficiencia de los tratamientos en el control de la Sigatoka Negra del cultivo.
- Determinar la residualidad de los tratamientos aplicados para controlar de la enfermedad.

1.3 Hipótesis:

- H1.** Al menos uno de los tratamientos presenta mejor control sobre la enfermedad.
- H2.** Al menos en uno de los tratamientos presenta mayor residualidad para controlar la enfermedad.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 El Cultivo de Banano.

El banano pertenece a la familia de las Musáceas y en conjunto es uno de los principales cultivos, ubicado entre los cuatro principales productos cultivados a nivel mundial y crece principalmente en los trópicos y Subtrópico; (Romero, 2000).

2.2 Clasificación Taxonómica (Orellana, *et al.* 2008)

Orden:	Zingiberales
Familia:	Musáceae
Género:	Musa
Especie:	Acuminata
Nombre Científico:	<i>Musa acuminata</i>
Sinónimo:	<i>Musa cavendishii</i>

2.3 Características Botánicas del Banano.

2.3.1 Rizoma o bulbo.

Llamado comúnmente cepa, produce una yema vegetativa que sale de la planta madre y sufre un cambio anatómico y morfológico de los tejidos y al crecer diametralmente forma el rizoma que alcanza una considerable altura. Al dar origen a la planta, en la zona interna se origina las raíces y yemas vegetativas que serán los nuevos retoños o hijos (Núñez, 1989). Citado Por (Vera Y Meneses, 2009)

2.3.2 Sistema radicular.

El mismo autor dice, que las raíces superficiales se distribuyen en una capa de 30 a 40 cm. y se encuentra mayor concentración de raíces en la capa de 15 a 20 cm. las raíces son de color blanco, tiernas cuando emergen y posteriormente se vuelven amarillentas y duras, su diámetro oscila entre 5 y 8 mm., la longitud varia y puede llegar de 2,5 a 3 m. en crecimiento lateral y hasta 1,5 m. de profundidad, el poder de penetración de las raíces del banano es débil, en su distribución radicular.

2.3.3 Sistema foliar.

Además menciona que las hojas se originan del punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en la parte superior del Bulbo. Luego se nota precozmente la formación del peciolo y la nervadura central de terminada en filamento, lo que será la vaina posteriormente. La parte de la nervadura se alarga y el borde izquierdo comienza a cubrir el borde derecho, los cuales crecen en altura forman los semilimbos. La hoja emerge enrollada en forma de cigarro una vez salida la tercera parte de la longitud la presencia del color verde o pigmentación clorofílica se hace inmediatamente, la producción de las hojas cesa cuando emerge la inflorescencia (cuando la planta pare).

La hoja emergente tiene una forma cilíndrica, que la actividad bananera se llama hoja candela (cigarro); hasta que completa su total desarrollo se divide en 6 estados enumerados como 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 (Becerra, 2003).

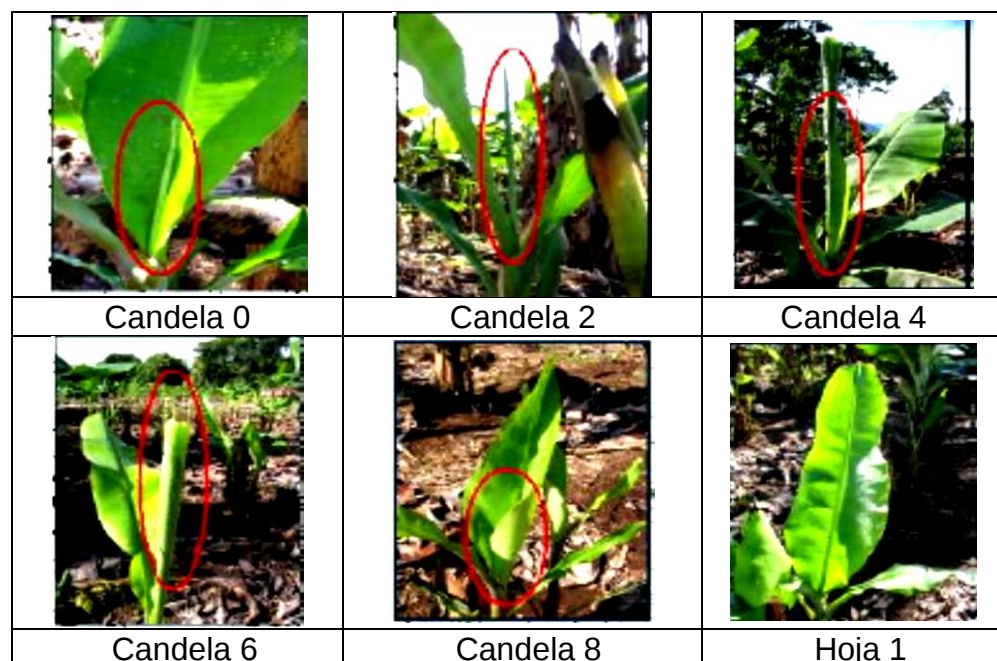


Figura 1. Estados de candela de acuerdo a la escala de Becerra 2003.

Fuente: (Stella, 2006)

2.4 Fertilización.

Existen 16 elementos esenciales para la planta, estos elementos se subdividen

en: Elementos Primarios, que son los que el cultivo requiere en grandes cantidades. Estos son: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). Elementos Secundarios, estos se requieren en cantidades menores a los primarios y son el Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S). Elementos Terciarios que son aquellos que la planta requiere en mínimas cantidades como: Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl), y Sodio (Na) (Becerra, 2003).

El mismo autor dice que se están implementando nuevas alternativas de fertilización utilizando abonos orgánicos como complemento de la fertilización química; estos además de proveer de algunos elementos mejoran la estructura del suelo aumentando la aireación, la actividad microbiana, y ayuda a regular el pH del suelo, fortaleciendo los medios naturales de defensa de las plantas.

2.5 Origen y Taxonomía del Banano

El Banano considerado como una planta herbácea con pseudotallo aéreo, pertenece a la familia de las musáceas, es originario del sudeste asiático y su cultivo se desarrolló simultáneamente en Malasia y en las Islas Indonesias. La distribución en nuestro continente empezó por República Dominicana, de ahí se trasladó a Panamá y posteriormente a Colombia, Ecuador y los demás países tropicales de Sudamérica (Soto, 1998).

2.6 Importancia

El cultivo de *musáceas* (plátanos y bananos) es una actividad agrícola de importancia para numerosos países tropicales por su aporte comercial, ya que es considerado como el cuarto producto alimenticio a nivel global después del arroz, trigo y maíz en términos del producto interno bruto (Orozco, 1998).

A nivel mundial la producción es de 72.465,770 TM/año siendo la América Latina, la mayor exportadora, sobresaliendo en orden de contribución: Ecuador, Costa Rica y Colombia. En el Caribe, los aportes más significativos los hace la República Dominicana. En Asia el mayor exportador es Filipinas; mientras que, Camerún y Costa de Marfil lo son en África. La superficie cultivada de banano en el mundo, es de 4.439,165 Há, con aportes para la América Latina y Caribe

de 1.220,010 Há. En términos de exportación, el 83% es enviado a los mercados de América del Norte, Comunidad Europea, Japón, países de Europa Oriental y la Ex URS (FAO 2005).

Se cultivan en más de 130 países, desde el sudeste asiático de donde son nativas, hasta Oceanía y Sudamérica; el principal productor mundial es la India, de donde proceden casi un cuarto de los frutos comercializados en el mundo, aunque buena parte de los mismos son para consumo doméstico. El principal exportador es Ecuador, que genera casi un tercio de las exportaciones globales. El volumen de producción de bananas y plátanos solo es superado por el trigo (*Triticum spp.*), el arroz (*Oryza sativa*) y el maíz (*Zea mays*). La producción continua de fruto a lo largo de todo el año los hace especialmente valiosos como alimento en la época entre cosechas en los países tropicales; son los plátanos de freír los que cumplen este papel principalmente (Zabala y Bermúdez, 1999).

2.7 La Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Banano.

2.7.1 Origen y distribución.

Esta enfermedad se descubrió en las costas del sureste de Viti Levu, en la Isla de Fiji en el año de 1963, desde donde se diseminó hacia Centro América. Se descubrió por primera vez en Honduras en 1972 (Orellana, *et al.* 2006).

En Sudamérica se reportó de su presencia por primera vez en Colombia en el año de 1981. En Ecuador se la reportó en la provincia de Esmeraldas, en la Hacienda “Timbre” en 1987, y actualmente difundida incluso en pequeñas áreas cultivadas en la provincia insular de Galápagos (Suquilanda, 2001).

2.7.2 Situación del hongo de la Sigatoka negra en el Ecuador.

Desde 1987, en que se detectó la presencia del hongo de Sigatoka Negra, en el Ecuador, en la provincia de Esmeraldas, este ha tenido una diseminación por toda el área bananera del país (Martínez, 2008).

El mismo autor sostiene que las áreas con mayor afectación desde entonces

han sido las provincias de Los Ríos, Guayas y El Oro, donde se asientan el 90% del cultivo de la musácea. Sin embargo, esto no es tan preocupante si se lo mira desde el punto de vista que el hongo no se lo puede confinar en una determinada área a través de un proceso cuarentenario o mediante barrera de bloqueo, debido a que el hongo se disemina mediante esporas llevadas por el viento o el acarreo de material vegetativo contaminado.

2.7.3 Biología

Mycosphaerella fijiensis se reproduce en forma asexual y en forma sexual durante su ciclo de vida. La fase asexual se presenta en el desarrollo de las primeras lesiones de la enfermedad (Pizcas o manchas), en donde se observa la presencia de un número relativamente bajo de conidióforos (estructuras donde se producen las esporas asexuales llamadas conidias) que salen de los estomas, principalmente en la superficie inferior de las hojas (envés, que es donde se encuentran el 80 % de éstos). Para germinar las conidias no requieren una capa de agua en la superficie foliar, sólo necesitan de una temperatura entre los 20 - 25 °C y una humedad de 92 a 100% debido a la alta presión osmótica que presentan, otro medio de contaminación de la enfermedad se da mediante el salpique del agua sobre las hojas favoreciendo la diseminación de las conidias (Marín, *et al.* 2003).

Bajo nuestras condiciones climáticas, donde se ubican tantas plantaciones de bananos y/o plátanos, las esporas sexuales o ascosporas como las asexuales o conidios se producen durante el ciclo de la enfermedad, y la presencia de conidios o ascosporas va a depender de las condiciones ambientales, especialmente período lluvioso-seco, temperatura y humedad relativa y viento. (Betancourt, 1998).

El autor establece que la diseminación de la enfermedad es llevada a cabo en dos fases: la primera en la liberación propiamente de conidios o ascosporas y la otra consiste en el transporte de esos propágulos. En el proceso de diseminación se afirma generalmente que las ascosporas son elementos de mayor importancia que los conidios

Cuadro 1. Etapas del desarrollo del hongo de la Sigatoka Negra en invierno y verano.

ETAPAS DE DESARROLLO DEL HONGO DE LA SIGATOKA NEGRA(<i>Mycosphaerella fijiensis</i>)		
		
INVIERNO		20 - 30 DIAS
VERANO		> 40 DIAS
	TEMPERATURA 20°C - 25 °C	
	HUMEDAD 92 % - 100%	

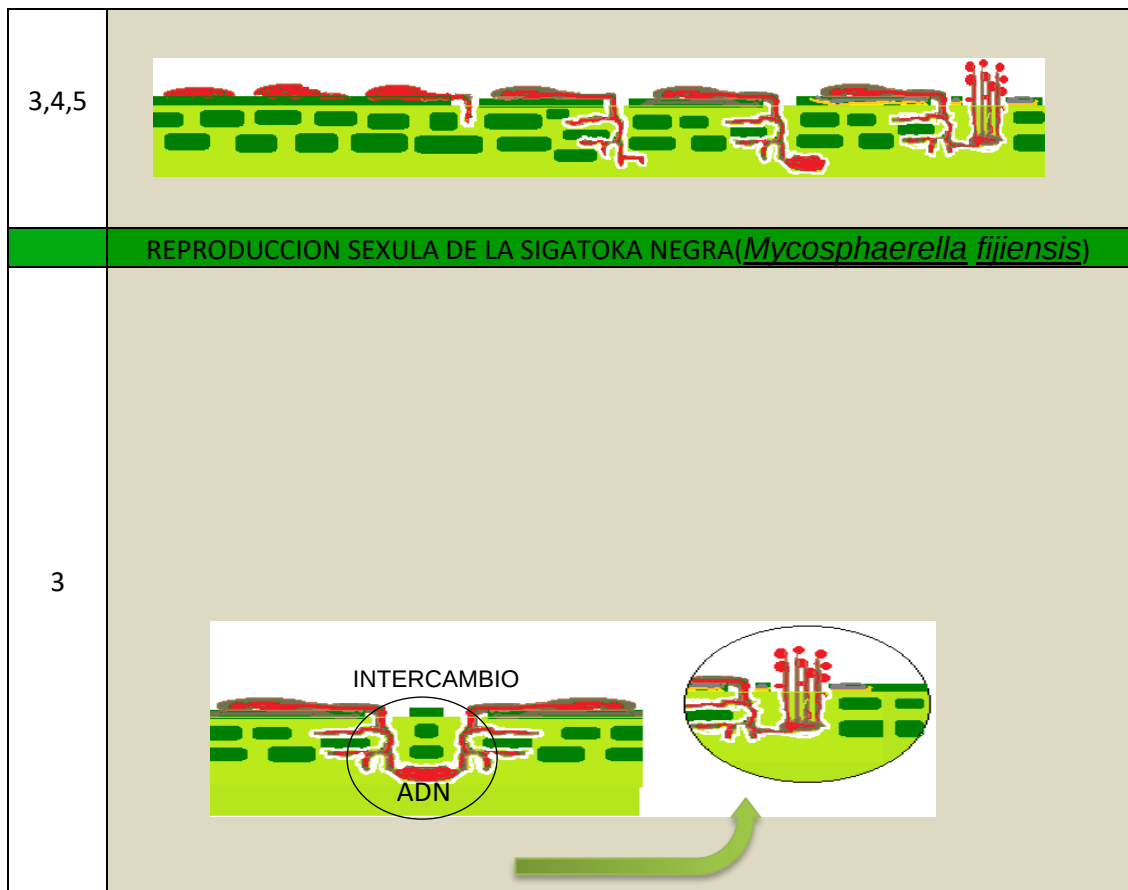
Fuente: (Donoso, 2012).

Las conidias germinan durante períodos de alta humedad relativa (92 - 100% humedad relativa) e infectan a la hoja a través de los estomas, usualmente en la superficie inferior. Bajo condiciones de alta humedad, las hifas pueden emerger por los estomas y crecer a lo largo de la superficie de la hoja y penetrar por otros estomas, así agrandando las lesiones (Bennett y Arneson, 2005).

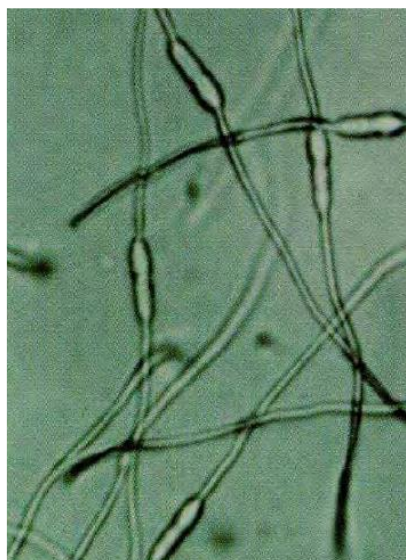
La fase sexual es la más importante en la reproducción de la enfermedad ya que se produce un gran número de ascosporas, en estructuras llamadas pseudotecios (también llamadas peritecios). Las ascosporas que son las esporas sexuales, necesitan para germinar entre 25 y 28 °C y una humedad entre 98 y 100%; en campo las ascosporas tardan de 6 a 8 horas para germinar y de 2 a 4 días en penetrar (Marín, et al. 2003).

Cuadro 2. Fases de reproducción de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*)

ETAPA	REPRODUCCION ASEXUAL DE LA SIGATOKA NEGRA(<i>Mycosphaerella fijiensis</i>)
-------	--



Fuente: Donoso, E (2012).



Mycosphaerella fijiensis

TELEOMORFO (sexual)

Figura 2. Fase sexual *Mycosphaerella fijiensis*



Paracercospora fijiensis
ANAMORFO (asexual)

Figura 3. Fase asexual Paracercospora fijiensis

Fuente: (Orozco, 2008)

2.7.4 Daños causados por la enfermedad.

La “quemazón” que produce la enfermedad afecta el proceso fotosintético, ya que el área foliar se reduce en proporción a la severidad del ataque, ocasionando una disminución del normal crecimiento de las plantas, tanto en la emisión foliar como de hijuelos (Haddad, 2007).

La necrosis y la reducción del área foliar ocasionada por la enfermedad resulta en una disminución de entre el 20 al 70% en el rendimiento de las cosechas, siempre y cuando no existan métodos de control apropiados (Manzo, *et al.* 2004).

La enfermedad afecta el proceso normal de maduración de la fruta, ocasionando el amarillamiento precoz del racimo. Además de presentar dedos cortos y deformes, pulpa crema y de sabor ligeramente ácido (Hernández, *et al.* 1997).

2.7.5 Factores climáticos que influyen en el desarrollo de la enfermedad.

Según la Secretaria de Estado de Agricultura (SEA, 2008), La recombinación debido a la naturaleza de este patógeno, según (Orozco, 1998) crea un alto potencial para que ocurran cambios genéticos dentro de las poblaciones de *Mycosphaerella fijiensis*, lo que puede conducir a una rápida adaptación a las condiciones ambientales cambiantes y podría ser la razón de la elevada variabilidad patogénica detectada en el mismo. La epidemiología de la Sigatoka negra depende de factores bióticos y abióticos. Los patrones de temperatura y humedad (básicamente el número de horas que la superficie de la hoja permanezca humedecida) y la disponibilidad de evolución de la enfermedad.

La liberación de ascósporas ante la presencia de lluvias es alta, atribuido a la existencia de una capa de agua en la superficie de la hoja donde existe una mayor cantidad de manchas en el envés. Las hojas secas adheridas a las plantas representan una excelente fuente del inóculo. La temperatura y la humedad relativa, durante un estudio realizado, favorecieron el desarrollo de la epidemia, ya que temperaturas entre 20-35 °C contribuyen a la germinación de conidios y ascósporas de los hongos, ocurriendo máxima germinación si existe un rango de temperatura entre 25-28 °C y una alta humedad relativa, especialmente cuando hay presencia de la película húmeda sobre la hoja. (SEA, 2008)

Con respecto al viento, se ha observado que la concentración de las conidiósporas en las plantaciones es alta en las capas inferiores del aire, en comparación con el follaje, mientras que las ascósporas en el aire es la misma en ambas alturas, lo cual indica su importancia en el ciclo de la enfermedad. Las esporas de la Sigatoka negra son dispersadas por el viento y depositadas en las hojas más jóvenes de la planta (SEA, 2008)

Las esporas depositadas germinan, si las condiciones de humedad son buenas, emitiendo un tubo germinativo que penetra por los estomas de las hojas, para luego ramificarse y colonizar varias células vecinas, produciendo el síntoma característico de pizca y posteriormente la mancha necrosis. La lluvia

posee un papel muy importante en la liberación del inóculo, la precipitación provee condiciones de humedad que favorecen el desarrollo de las infecciones, permitiendo establecer una época relativa baja y otra de alta incidencia. La humedad relativa es importante en proveer las condiciones hídricas de las esporas y el desarrollo de las infecciones, y el viento es el factor que permite la dispersión de las esporas del patógeno, una vez que estas han sido liberadas (SEA, 2008)

2.7.6 Síntomas de la enfermedad. (Gutiérrez, 1998).

- **Estadio 1:** - Son pizcas o puntos amarillentos visibles únicamente en el envés.
- **Estadio 2:** - Aparecen rayas color café rojizo llamadas pizcas, miden entre 2 y 3 - milímetros de largo y se pueden observar tanto por haz como por el envés.
- **Estadio 3:** - Se observan estrías que crecen a lo largo (más de 5 mm) y ancho y estas pueden llegar a juntarse. En esta fase se forman las conidias del hongo, que diseminan la enfermedad en la plantación.
- **Estadio 4:** - Son manchas de más de 2 mm de ancho de forma ovalada, con un color café oscuro en el envés y negro en el haz.
- **Estadio 5:** - Las manchas son elípticas, negras, con un halo amarillo y presentan una pequeña decoloración en el centro de color grisáceo.
- **Estadio 6:** - 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.

2.7.7 Control de la Enfermedad

El método tradicional para el control de la Sigatoka negra, ha sido las **prácticas culturales**, dirigida a reducir la fuente de inóculo del patógeno y forma parte de un programa de manejo integrado de la enfermedad. En este sentido, el establecimiento de un buen sistema de drenaje, la remoción de las hojas viejas

en el suelo junto con la poda sanitaria, se han utilizado durante años como estrategias para reducir la densidad del inóculo, sin dejar de lado un adecuado programa de fertilización. Se ha propuesto el establecimiento de altas densidades de siembra, con el fin de generar un micro y mesoclima al interior de la plantación, creando condiciones desfavorables para el patógeno (Rosales, *et al.* 2002).

El método de **control químico**, es el más ampliamente utilizado, se establece dentro de un programa normal de rotación entre fungicidas, sistémicos y protectantes, a lo largo del ciclo del cultivo. De acuerdo a Marín y Romero (1998), los fungicidas para el control de esta enfermedad se pueden agrupar en tres categorías, con base en su modo de acción: fungicidas de contacto o protectantes, de acción sistémica local y fungicidas sistémicos. En cuanto a los fungicidas protectantes (Mazoceb y Clorotalonil), estos son utilizados de forma alternada con fungicidas sistémicos (benzimidazoles, azoxistrobina), estos últimos, son aplicados con aceites o emulsiones como adherente (Romero, 2006).

Cuadro 3. Etapas del hongo de la Sigatoka Negra que los funguicidas controlan.

ETAPAS DE DESARROLLO DEL HONGO DE LA SIGATOKA NEGRA(<i>Mycosphaerella fijiensis</i>)					
GRUPO QUIMICO	ESPORAS	GERMINACION	PENETRACION	INTERCAMBIO	REPRODUCCION
					
PROTECTANTES	X				
AMINAS	X	X	X	X	
TRIAZOLES	X	X	X	X	
CARBOXAMIDAS	X	X	X	X	
ESTROBILURINAS	X	X	X	X	
ANILINOPYRIMIDINAS		X	X		
GUANIDINAS	X	X			

Fuente: (Donoso, 2012).

2.7.8 Resistencia de Sigatoka negra a fungicidas.

La resistencia es el desarrollo de la habilidad de una población de un patógeno para tolerar dosis de fungicidas, que normalmente serían letales a la mayoría de la población normal del patógeno. La resistencia se genera debido a la sobrevivencia y la dispersión de mutantes inicialmente raros, durante la exposición al tratamiento con fungicidas, este desarrollo puede ser discreto (resultado de la mutación de un solo gen) o gradual (considerado como poligénico), los mecanismos de resistencia varían pero principalmente involucran una modificación del sitio de acción primario del fungicida dentro del patógeno (Marín, *et al.* 2003).

El Autor dice que el monitoreo es vital para determinar, si la resistencia es la causa en casos de falta de control de enfermedades y para revisar si las estrategias desarrolladas para el manejo de resistencia están operando. Su implementación se debe iniciar temprano, para adquirir una línea de base de datos valiosa antes que el fungicida salga al mercado, si el fungicida ya es usado comercialmente se recomienda evaluar sus niveles de sensibilidad, con base en poblaciones de cultivos silvestres retirado por lo menos a 50 km de la zona a evaluar. Los resultados deben ser interpretados cuidadosamente para evitar conclusiones erradas.

2.8 Estrategias Generales de Manejo de Resistencia en el Cultivo de Banano.

Según FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE (FRAC, 2012) En términos generales, tanto el uso de fungicidas con un modo de acción diferentes aplicados en mezclas (tanto mezclas preparadas como mezclas de tanque), como los ciclos alternos entre fungicidas que no tienen resistencia cruzada, son propuestas aceptables para minimizar el riesgo de desarrollar resistencia. Estas estrategias son válidas para todos los fungicidas con sitios de acción muy específicos y en situaciones donde hay necesidad de adaptarse a un cambio por reducción en la sensibilidad.

La restricción en el número de aplicaciones por año es otra herramienta importante como estrategias anti-resistencia. Una combinación de un número limitado de ciclos de aplicación, alternancia y el uso de mezclas permitirá usar todas las herramientas disponibles para el manejo de resistencia, lo que nos asegura un control eficiente de Sigatoka negra durante todo el periodo de alta presión de la enfermedad.

2.9 Revisión del Estado de la Sensibilidad.

2.9.1 Aminas

Los siguientes fungicidas del grupo de las aminas se usan en el cultivo de banano:

Spiroxamina, fenpropimorph, fenpropidin y tridemorph. La sensibilidad a las aminas se encuentra en niveles altos y no cambio significativamente durante los últimos dos años en todas las regiones (FRAC, 2012).

2.9.2 Fungicidas SDHI (Succinato Deshidrogenasa)

El mismo comité que realizó esta publicación menciona que para varios países de Latinoamérica se presentaron datos de referencia sobre la sensibilidad de Boscalid, Fluopyram e Isopyrazam, la información presentada muestra altos niveles de sensibilidad indistintamente de su origen (áreas silvestres y fincas).

2.10 Recomendaciones de Manejo.

Algunas recomendaciones generales se aplican para todos los fungicidas que se usan en banano:

- Para que una mezcla de productos que no presenta resistencia cruzada sea eficiente desde el punto de vista de una estrategia de manejo de resistencia, es necesario que cada ingrediente activo sea utilizado con una dosis suficientemente activa como en el caso de su uso exclusivo (sin mezcla).

- Se debe respetar la dosis recomendada en la etiqueta para cada componente de la mezcla.
- Los fungicidas protectores (de múltiples sitios de acción) se consideran una herramienta muy valiosa y necesaria en los programas de control de Sigatoka en banano.
- Los fungicidas sitio específico (sistémicos) se deben aplicar en suspensiones de aceite o en emulsiones aceite y agua.

La sincronización en la aplicación de fungicidas de la misma clase ayuda en el manejo de la resistencia.

Métodos alternativos de aplicación: se considera que la inyección en el tallo con fungicidas con riesgo de resistencia medio o alto (p.ej. DMI, QoI, SDHI) representa un riesgo a la eficacia de las aplicaciones foliares debido a una presión selectiva adicional. (FRAC, 2012).

2.10.1 Aminas

Los fungicidas del grupo de las aminas deben aplicarse de acuerdo a las siguientes directrices para el control de Sigatoka negra en banano:

- Los fungicidas aminas pueden aplicarse solos o en mezclas, se prefiere la aplicación en mezcla.
- Todos los fungicidas incluidos en la mezcla deben ser usados en dosis recomendadas por el fabricante.
- Se puede usar un máximo de dos aplicaciones consecutivas (bloque) de fungicidas aminas. Se prefiere la alternancia de aminas con modos de acción con los cuales no exista resistencia cruzada.
- El máximo número de aplicaciones de aminas es de 15, siempre y cuando no exceda el 50% del total de ciclos de aplicación. (FRAC, 2012).

2.10.2 Fungicidas SDHI (Succinato Deshidrogenasa)

Los fungicidas SDHI deben ser aplicados de acuerdo a las siguientes directrices para combatir la Sigatoka negra en banano: (FRAC, 2012).

- Los fungicidas SDHI deben ser aplicados solo en mezcla, con otros fungicidas con modos de acción que no presenten resistencia cruzada. Todos los fungicidas incluidos en la mezcla deben ser usados en dosis efectivas recomendadas por el fabricante.
- Los Fungicidas SDHI deben ser utilizados en alternancia completa con otros fungicidas con modos de acción que no presenten resistencia cruzada.
- Se pueden aplicar un máximo de 4 aplicaciones de fungicidas SDHI y hasta un máximo del 33% del número total de ciclos.
- Las aplicaciones con fungicidas SDHI deben realizarse preferentemente al inicio de la curva progresiva de la enfermedad y ser aplicados en tiempos de baja presión de la enfermedad.
- Las aplicaciones deben estar separadas por un periodo libre de fungicidas SDHI de por lo menos 8 semanas.

2.11 Cumora

Tabla 1. Identificación y uso agroquímico de Cumora

TIPO:	Fungicida
INGREDIENTE ACTIVO	Boscalid.
CONCENTRACION Y FORMULACION	Suspensión Concentrada que contiene 500 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.
ACCIÓN FITO SANITARIA	Fungicida sistémico perteneciente al nuevo grupo de las Carboxamidas de alta eficacia para el combate de Sigatoka en Banano.

Fuente: (BASF, 2011)

2.11.1 Modo de acción:

CUMORA inhibe la enzima ubiquinona succinato reductasa, ubicada en el complejo II mitocondrial, pertenece a una clase de flavoproteínas que son parte del ciclo del ácido tricarboxílico (ciclo del citrato y ciclo de Krebs), fundamental

en el transporte de electrones en la cadena de la respiración mitocondrial para abastecer continuamente de energía a la célula, a través de la formación de moléculas de ATP. (BASF, 2011)

Tabla 2. Recomendaciones de uso del Cumora

Cultivo	Problema	Dosis
Banano y Plátano (<i>Musa sp.</i>)	Sigatoka Negra (<i>Mycosphaella fijiensis</i>)	0,4 l/ha Cumora 50 SC
	Sigatoka amarilla (<i>Mycosphaella musicola</i>)	

Fuente: (BASF, 2011)

2.11.2 Preparación de la mezcla (BASF, 2011)

Preparación de emulsiones:

- Adicionar volumen deseado de aceite por hectárea.
 - Adicione el emulsificante (no iónico) al 1%.
 - Agregue la mitad del volumen total de agua a utilizar.
 - Adicione Cumora a la dosis de 0.4 litros por hectárea.
 - Se completa el volumen con la cantidad restante de agua.
- Instrucciones de la etiqueta. No se ha observado fitotoxicidad a otros cultivos.

2.12 Volley

Tabla 3. Identificación y usos químicos del Volley

TIPO	Fungicida
INGREDIENTE ACTIVO	Fenpropimorph
CONCENTRACION Y FORMULACION	Líquido miscible en aceite que contiene 880 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	Fungicida con acción sistémica y de contacto, eficaz para combatir la enfermedad Sigatoka del banano.

Fuente: Basf, 2011.

Tabla 4. Recomendaciones de uso del Volley.

Cultivo	Problema	Dosis	Frecuencia de aplicación
Banano (Musa sp AAA)	Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>)	0.7-1 l/ha	Aplicarlo cada 10-28 días de acuerdo al clima y tipo de Sigatoka.
Plátano (Musa sp AAB)	Gigatoka amarilla (<i>Mycosphaerella musicola</i>) Mancha cordana (<i>Cordana musae</i>)		

Fuente: Basf, 2011.

2.12.1 Preparación de la mezcla (BASF, 2011)

- Mezcla de Volley en aceite puro (sin agua); verter la cantidad necesaria de aceite al tanque de mezcla. Comenzará a agitar el aceite. Agregar la cantidad necesaria de Volley y agitar la mezcla durante un tiempo mínimo de 5 minutos.
- Mezcla de Volley en emulsión aceite-agua: Para preparar la emulsión aceite-agua se debe agregar un emulsificante. La estabilidad de la emulsión está directamente relacionada con la cantidad de aceite en la

mezcla: a mayor contenido de aceite mayor estabilidad. La siguiente tabla indica

Cuadro 4. Cantidades de emulsificante necesarias para producir una emulsión estable.

Aceite	Agua	Emulsificante (% de volumen de aceite)
51	10-151	1-3%
71	8-131	1-2%
101	5-101	0.5-1 %

Fuente: Basf, 2011

- La secuencia de preparación es: Verter el aceite en el tanque e iniciar la agitación; añadir Volley manteniendo la agitación; agregar el emulsificante y agitar durante un tiempo mínimo de 1 minuto. Agregar agua y agitar durante 5 minutos.

2.13 CALIXIN.

Aplicar el producto cubriendo totalmente la planta. No hacerlo cuando esté por llover CALIXIN se mezcla fácilmente con aceite Minerales, el cual es usado en las aspersiones para controlar las enfermedades del banano; por lo tanto, cuando las aplicaciones se realizan solo con aceite, el producto se mezcla sin la adición emulsificante.

CALIXIN también se lo puede utilizar en emulsiones aceite-agua. Si se adhiere un emulsificante adecuado en la proporción de 0.5 a 3% del volumen de aceite. Se requieren cantidades mayores de emulsificante para aquellas emulsiones en donde el volumen de agua es mayor que el de aceite; empero, para que las emulsiones invertidas, en donde el volumen de aceite es mayor que el del agua, se debe añadir una pequeña cantidad de emulsificante.

Los tratamientos aéreos efectuar de preferencia en ausencia de viento, en

horas tempranas del día o durante el atardecer. Antes de realizar las aplicaciones, es necesario constatar que las hojas estén secas. Las hojas con rocío o mojadas por la lluvia no garantizan la adherencia del caldo fungicida. Evitar el tratamiento en condiciones de alta temperatura (>28°C).

Tabla 5. Identificación y usos químicos del Calixin

TIPO:	Fungicida
INGREDIENTE ACTIVO:	Tridemorf
CONCENTRACION Y FORMULACION:	Líquido miscible en aceite que contiene 860 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.
PRINCIPALES CARACTERISTICAS:	Fungicida con acción sistémica y de contacto, eficaz para combatir la enfermedad Sigatoka del banano.

Fuente: Basf, 2011)

2.13.1 Modo de acción:

CALIXIN es absorbido por las hojas y trasladado a través de los tejidos vegetales. Atraviesa con relativa rapidez el tejido exterior de la planta, de tal modo que, poco tiempo después de la aplicación ha penetrado ya a las hojas gran parte del producto. CALIXIN posee acción preventiva y curativa bloqueando el desarrollo del patógeno, en caso de que se hallare presente. En banano penetra hasta la epidermis y no es lavado por las lluvias. Inhibe la biosíntesis del ergosterol, así como la de aminoácidos, lípidos y carbohidratos, siendo este modo difícil que el hongo forme resistencia. (BASF, 2011)

Tabla 6. Recomendaciones de uso del Calixin.

Cultivo	Problema	Dosis
Banano (Musa sp AAA)	Sigatoka Negra (Mycosphaerella fijiensis) Sigatoka Amarilla	0.5 l/ha Calixin+ 10 a 15 l ha ⁻¹ de aceite; ó 0.5 l ha ⁻¹ Calixin+5 a 10 l/ha de aceite
Plátano (Musa sp AAB)	(Mycosphaerella musicola) Mancha cordana (Cordana musae)	+ Emulsificante y agua hasta ajustar un volumen total de 14 a 25 l/ha.

Fuente: (BASF, 2011).

2.14 Serenade.

2.14.1 Bacillus subtilis

Bacillus subtilis provee un control efectivo de enfermedades causadas por hongos y bacterias. El compuesto bioquímico presente en este producto combate los agentes patógenos por su modo de acción. Posee alto espectro de acción. La aplicación puede ser foliar o radicular (Obregón, 2007).

2.14.2 Modo de acción (Obregón, 2007).

- Producción de compuestos extracelulares de bajo peso molecular con una elevada afinidad por el ión hierro con lo que previene la germinación de las esporas de los hongos patógenos
- Inducción a resistencia, al instalarse en las raíces y hojas induce a la planta a producir fitoalexinas que le dan resistencia a las plantas al ataque de hongos, bacterias y nematodos patógenos.
- Competición por sustrato en la rizosfera y filosfera con los patógenos de las planta.

2.14.3 Dosis y frecuencia de aplicación

Las dosis recomendadas son de 4 galones por hectárea cuando se aplican por primera vez a esto se le llama dosis inundativa. Las siguientes aplicaciones varían de 1 a 2 galones por hectárea (Obregón, 2007)

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Materiales y Métodos.

3.1.1 Localización y Duración del Experimento

La presente investigación se realizó en el Campo de Investigación Banano (CIB) en Convenio UTEQ-BASF ubicado en la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP), de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Finca Experimental “La María”, en el Km 7 ½ de la Vía Quevedo - El Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, cuya coordenadas geográfica son de 01° 0.6° de latitud sur y 79° 29° de latitud oeste, a 120 msnm, en una Zona de Bosque Húmedo Tropical (Bht).

Tabla 7. Condiciones agrometeorológicas. Finca “La María”. Mocache, 2012

Características Agrometeorológicas	
Temperatura, °C	24.70
Humedad relativa, %	87.00
Precipitación, mm/año	2613.00
Heliofanía horas/ luz / año	886.10
Evaporación mm/mes	78.30
Topografía	Ligeramente ondulado
Zona ecológica	Bosque húmedo tropical (Bht)

Fuente: Estación Meteorológica del INAMI ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP 2011.

3.2 Materiales.

3.2.1 Material genético:

- Cien Plantas Meristemáticas de banano (**Cavendish**)
- King grass (para barreras)

3.2.2 Materiales de campo:

- Cinta métrica de 30 metros
- Píolas
- Estacas de caña
- Tableros de madera para las parcelas
- Machetes
- Escarificadoras
- Botas
- Tanque de residuos
- Baldes
- Guantes
- Mandil
- Mascarilla facial

3.2.3 Elementos Químicos

- Emulsificante
- Aceite Agrícola
- Fertilizante
- Nematicida
- Herbicida
- Insecticidas
- Fungicidas

3.2.4 Equipos

- Bomba de mochila con dispositivo de presión constante.
- Digilab(Lupa digital capaz de aumentar una imagen hasta 200 veces)
- Cámara digital

3.2.5 Materiales de oficina:

- Computador
- Remas de papel
- Impresora
- Pen drive
- Libro de campo

- Tableros
- Lapiceros
- Lápiz

3.3 Tipo de Investigación.

Cabe indicar que el tema de investigación corresponde a la línea 2 de investigación de la UTEQ: Desarrollo de conocimiento y tecnologías de agricultura alternativa aplicable a las condiciones del trópico húmedo y semihúmedo del Litoral Ecuatoriano.

3.4 Métodos

3.4.1 Factores en estudios.

Fungicidas, Sistémico Cumora solo y en mezcla física con Volley, Calixin, Serenade, y un Testigo Absoluto.

3.4.2 Características de la parcela.

- Longitud de las parcelas: 18m de largo (E-W) por 8m le ancho (N-S).
- Área de parcela: 144 metros cuadrados.
- Distancia entre plantas: 2.50 metros entre plantas.
- Número de plantas por parcelas: 5.
- Plantas útiles por parcelas: 5.
- Total de plantas útiles: 100.
- Numero de parcelas usadas: 20.
- Volumen de aplicación: 103 cc/parcela.
- Tamaño de las plantas: 1.00 metros a 1.20 metros.

3.4.3 Tratamientos.

En la tabla 7 y el cuadro 8, Se presentan los tratamientos que se utilizaron y el esquema de la investigación del control de Sigatoka Negra en Banano.

Cuadro 5. Tratamientos que se utilizaron en la investigación.

Trat*	Producto comercial	Grupo Químico	Ingrediente Activo	DOSIS	
				l ha ⁻¹	l ha ⁻¹
1	Cumora	Carboxamidas	Boscalid	0,4	
2	Cumora + Volley	Carboxamidas + Morfolinas	Boscalid + Fenpropimorph	0,4	1,0
3	Cumora + Calixin	Carboxamidas + Morfolinas	Boscalid + Tridemorf	0,4	0,5
4	Cumora + Serenade	Carboxamidas + Protectante	Boscalid + Bacillus subtilis	0,4	1,0
5	Testigo absoluto	-----	-----	0,0	0,0

*Tratamientos

Tabla 8. Esquema general del experimento.

N.	Tratamientos	Dosis l ha ⁻¹		Plantas por unidad Exp.	Repetición por trat.	Total de plantas por trat.
1	Cumora	0,4		5	4	20
2	Cumora + Volley	0,4	1,0	5	4	20
3	Cumora + Calixin	0,4	0,5	5	4	20
4	Cumora + Serenade	0,4	1,0	5	4	20
5	Testigo absoluto	0,0	0,0	5	4	20
Total						100

3.4.4 Datos que se tomaron

- En la hoja 2 de los tratamientos se mide en días el tiempo en el que se mostró el control sobre la enfermedad y días posteriores a su reinfección con la presencia de nuevas de lesiones.

- Área foliar afectada hoja 1 (índice de severidad) en relación a la residualidad de los tratamientos aplicados.

3.4.5 Métodos de evaluación.

a) Control en hoja 2.

Antes de la aplicación se realizó una evaluación a todas la plantas a tratar para identificaran los estadios presente, en la hoja 2 para llevar el registro del control del tratamiento sobre la enfermedad.

Después de la aplicación se volverá a evaluar, y observar a los cuantos días después de aplicación (dda) inicia el control con el cambio de color de la lesión para una evaluación más efectiva se utilizó el Digilab, hasta cuando aparecen nuevas lesiones de la enfermedad.

El ensayo se levantara cuando la hoja 1 de la fecha de aplicación esté quemado en un 80% esto en los testigos absolutos.

Para el cálculo del efecto de choque se sumaran los días desde el momento de la aplicación hasta el cambio de color de la enfermedad, llamada control y los días posteriores a la reinfección. Como se lo muestra en el cuadro 6.

A continuación se muestra el cuadro en el cual se llevó el registro de control.

Cuadro 6. Registró del control en hoja 2.

Trat.*	Lesión señalada día de aplicación		Control por el tratamiento		Reinfección		
	Estadio	Posición de la hoja	dda**	Posición de la hoja	dda	Posición de la hoja	Ubicación en la hoja
1	2	2	5	3	16	5	borde de la hoja

*tratamientos **días después de la aplicación

b) Área foliar afectada en relación a la residualidad de los tratamientos utilizando la Metodología de Stover modificada por Gauhl

Un sistema que es ampliamente usado, para la evaluación de incidencia y severidad lo constituye la metodología de Stover, modificada por Gauhl. Este método permite obtener información sanitaria de la plantación. A continuación se muestra los seis grados que incluye la escala de Stover modificada por Gauhl para la incidencia y severidad de Sigatoka negra.

Tabla 9. Descripción del grado por daño en la hoja.

Grado	Descripción del daño en la hoja
1	Hasta 10 % manchas por hojas
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.

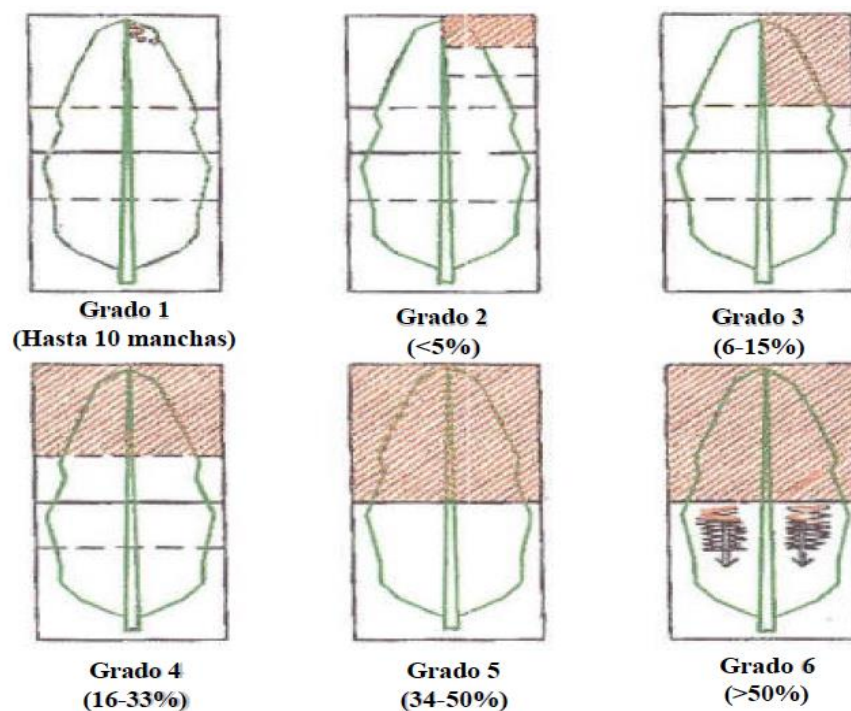


Figura 4. Escala de Stover modificada por Gauhl.

Fuente: (Betancourt, 1996)

El sistema consiste en una estimación visual del área foliar enferma en todas las hojas de la planta, sin necesidad de bajar la hoja. Para esto se toma en cuenta todas las hojas presentes, excepto la hoja candela o cigarro, hoja 1 y hoja 2. Un ejemplo de registro de esta variable se muestra en la (cuadro 7).

Cuadro 7. Ejemplo del cálculo del número de hoja por planta (h/p).

	NUMERO O POSICION DE LA HOJA															
PLANTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	H/P**
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2*				12
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2				12
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2			13
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2		14
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2				12
* El número en cada casilla inicial el grado de infección que posee cada hoja con base en la escala de 1 a 6 de acuerdo con la (TABLA 9) **h/p = hoja por planta															TOTAL	63
															Promedio	12,6

3.5 Manejo del Experimento.

3.5.1 Método de Aplicación.

La aplicación se efectuó considerando los conceptos de una buena práctica agrícola.

3.5.2 Proporción de la mezcla:

Se realizó dos pasadas de 1, 5 m de ancho cada una. El volumen total aplicado por parcela fue 103 cc en un área de 54 m². En una hectárea se aplicaría 19000 cc o 19 litros que es el equivalente a una aplicación a 5 galones.

La mezcla en emulsión 5 gl/ha fue 40% aceite y 60% agua (2 gl. Aceite Agrícola + 3 gl. H₂O), Se usó el emulsificante al 1 % de la mezcla Considerando que el agua completará este volumen con la cantidad de fungicida a utilizar, según fuere el caso.

3.5.3 Tipo de aplicación, y Equipo de aplicación que se utilizó.

La aplicación de los tratamientos fue foliar para todas las plantas, Para realizar las aplicaciones de los tratamientos se utilizó una Bomba de mochila con dispositivo de presión constante, para simular las aplicaciones aéreas.

3.5.4 Momento de la aplicación.

Las aplicaciones se realizaron cuando las plantas tenían un mismo número de hojas funcionales en todas las parcelas, después se procedió a eliminar las hojas bajas para que cada planta contenga un igual número de hojas.

3.5.5 Números de aplicación.

Se realizó una sola aplicación, para la prueba de hoja simple.

3.6 Análisis Estadístico

3.6.1 Diseño experimental.

El diseño experimental empleado en esta investigación fue el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, por variabilidad del suelo mediante análisis (Anexo 1.)

Cuadro 8. Esquema del análisis de variancia (ANDEVA).

F DE V	GRADOS DE LIBERTAD (GL)	
Tratamientos:	t-1	4
Repeticiones (Bloques):	r-1	3
Error:	(t-1)(r-1)	12
Total:	tr-1	19

3.6.2 Pruebas de Rangos múltiples.

Para la interpretación de la investigación se aplicara la Prueba de Rango Múltiple de **Tukey** ($p \leq 0,05$) de probabilidad.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Control de la Sigatoka negra hoja 2.

Se denomina control al cambio de coloración de la lesión de la enfermedad cuando el producto actúa eliminándolo.

Se lo llevo a cabo en la hoja dos por presentar estadios visibles al momento de la evaluación los cuales se registraron para la observación visual su evolución frente a los tratamientos aplicados.

Los resultados en el control de la enfermedad en hoja 2 se presentan en el cuadro 9, figura 5 y 6, cuadro1 y 2 del índice y figura 4 de igual manera los resultados de residualidad de los productos en hoja 1 se muestran en el cuadro10 figura 7y 8, cuadro 3 del índice y figura 3.

La primera evaluación q se la realizo a los 0 días después de la aplicación (dda) mostro que en la hoja 2 presentaba estadios presente en cada una de las unidades experimentales, que después de la aplicación de los tratamientos se mostró el control de la enfermedad eliminando el crecimiento de la lesión hasta la reinfección con la presencia de nuevas lesiones, como se los muestra en el grafico 5. En el cuadro 9 se muestra el análisis estadístico de cada evaluación que se realizó.

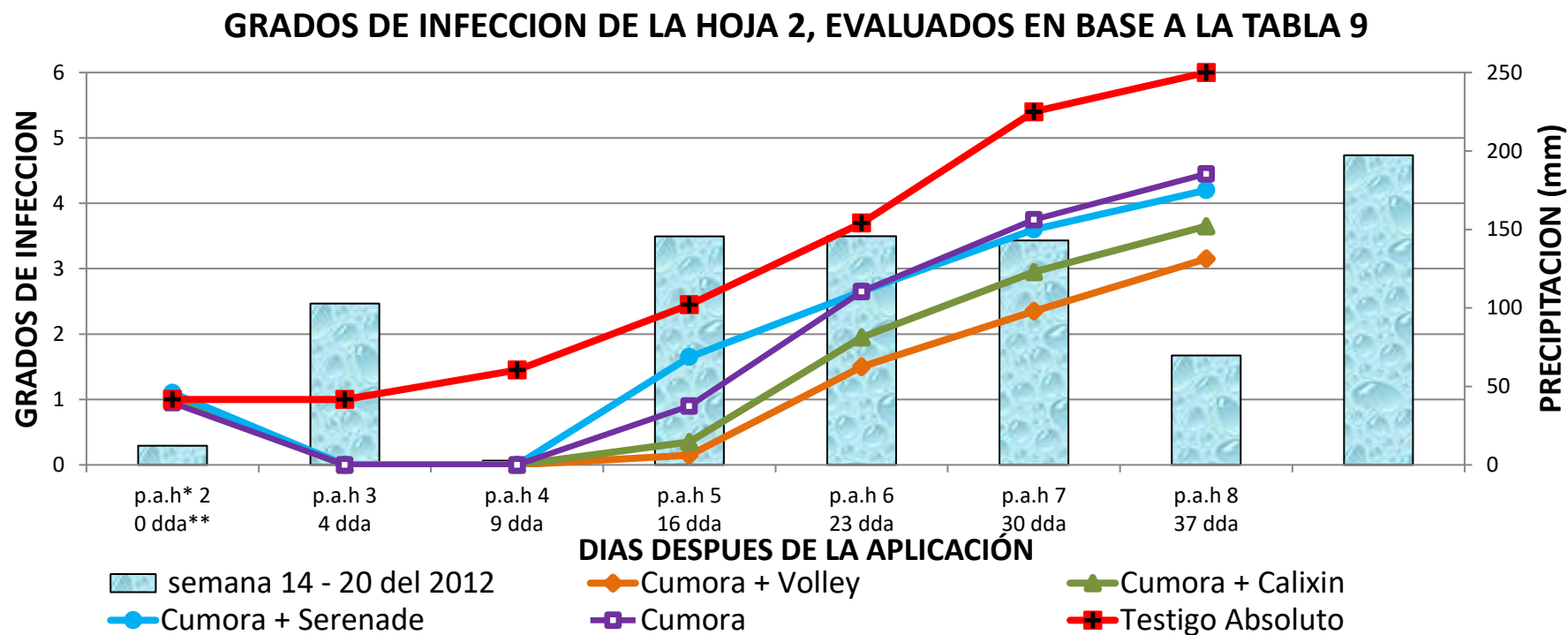
El mayor número de días de control de la infección presentó el tratamiento T2 (Cumora + Volley en la dosis $0.4 + 1.0 \text{ l ha}^{-1}$), T3 (Cumora + Calixin en la dosis $0.4+0.5 \text{ l ha}^{-1}$), con un promedio de 18 y 19 días de control, seguido del T4 (Cumora + Serenade $0.4+1.0 \text{ l ha}^{-1}$) y T1 (Cumora 0.4 l ha^{-1}) con un promedio de 15 y 16 de control, lo cual de acuerdo a la prueba de Tukey fueron estadísticamente iguales. El T5 (testigo absoluto) no presento días de control por no presentar tratamiento alguno.

Cuadro 9. Promedios de días de control en hoja 2. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.

	Tratamientos	Dosis comerciales l ha ⁻¹		Promedios (dda*)
T1	Cumora	0,4	0,0	15 b
T3	Cumora + Calixin	0,4	0,5	18 a
T2	Cumora + Volley	0,4	1,0	19 a
T4	Cumora + Serenade	0,4	1,0	16 b
T5	Testigo Absoluto	0,0	0,0	0 c

Los promedios con letras diferentes presentan diferencia estadística significativas según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

*días después de la aplicación.



*posición actual de la hoja **días después de la aplicación

Figura 5. Grados de infección de la enfermedad evolución semanal en la hoja 2. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.

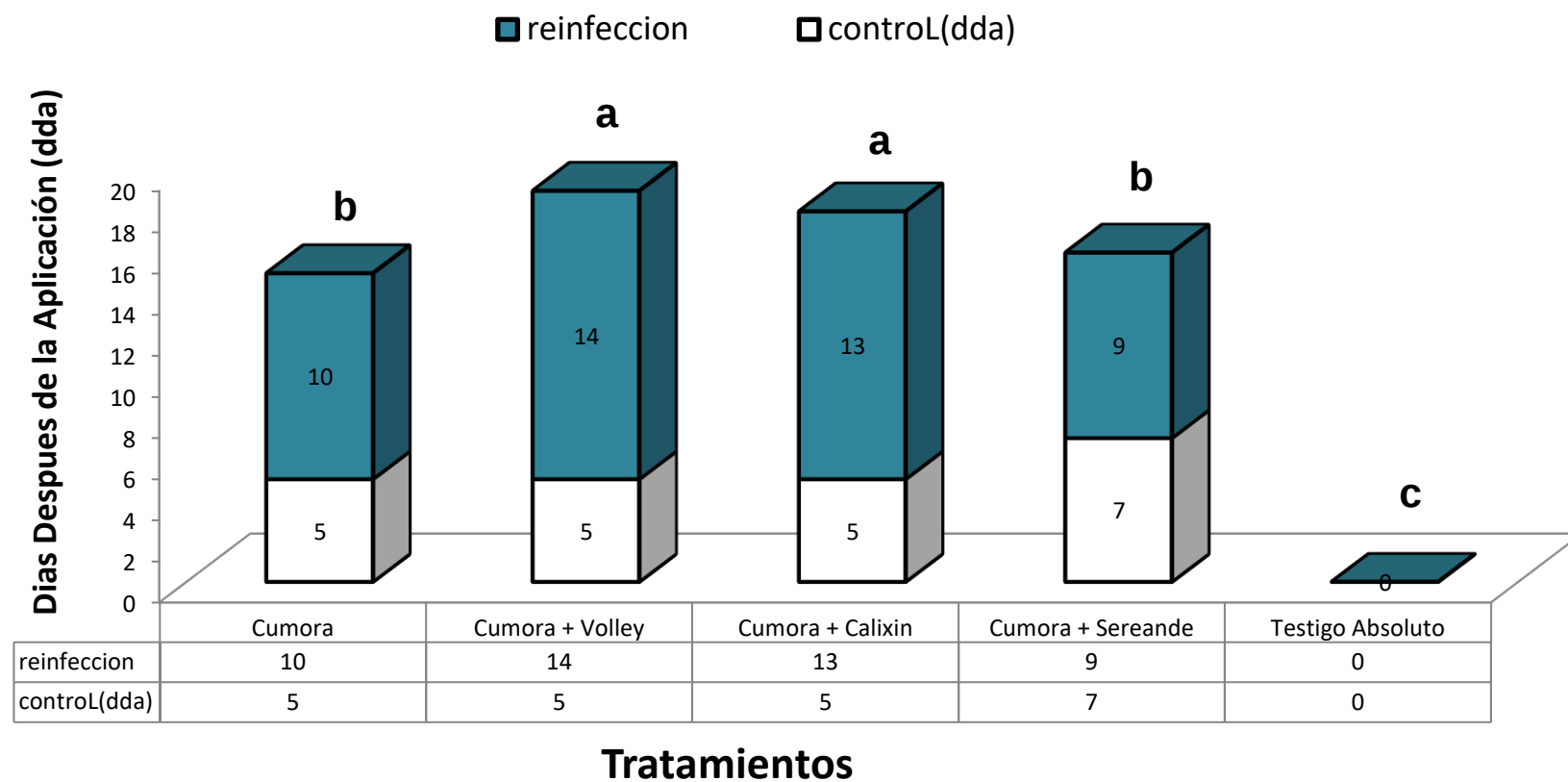


Figura 6. Días después de la aplicación (dda), y control de la enfermedad en hoja 2. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.

4.1.2 Efecto de Residualidad hoja 1

La residualidad se la estudia en esta hoja por no presentar estadios presentes la cual cada tratamiento protegerá la hoja, el estudio de esta variable dependerá de cada tratamiento aplicado.

La menor incidencia de infección en esta variable la presento el tratamiento T2 (Cumora + Volley 0.4+1.0 l ha⁻¹) 46.13 (ABC) y con un promedio parecido al anterior tratamiento T3 (Cumora + Calixin 0.4) presento un promedio de 57.75 (ABC) de severidad, el tratamiento T4 (Cumora + Serenade 0.4 + 1.0 l ha⁻¹) presento un promedio de 77.45 (ABC) índice de severidad, seguido del T1 (Cumora 0.4 l ha⁻¹) con promedio de 78.93 (ABC) en severidad, el T5 (testigo absoluto) tubo el mayor índice de severidad que fue del 135.53 (ABC) índice de severidad.

Cuadro 10. Residualidad promedios en la hoja 1. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.

	TRATAMIENTOS	DOSIS COMERCIALES l ha ⁻¹		Promedios ABC*
T1	Cumora	0,4		78.93 b
T2	Cumora + Volley	0,4	1,0	46.13 c
T3	Cumora + Calixin	0,4	0,5	57.75 c
T4	Cumora + Serenade	0,4	1,0	77.45 b
T5	Testigo absoluto	0,0	0,0	135.53 a
Promedios con letras distintas indican diferencias estadística significativas entre sí. Según la prueba da Tukey (p<=0,05)				
* Área Bajo la Curva				

Grados de Severidad de la enfermedad acumulada

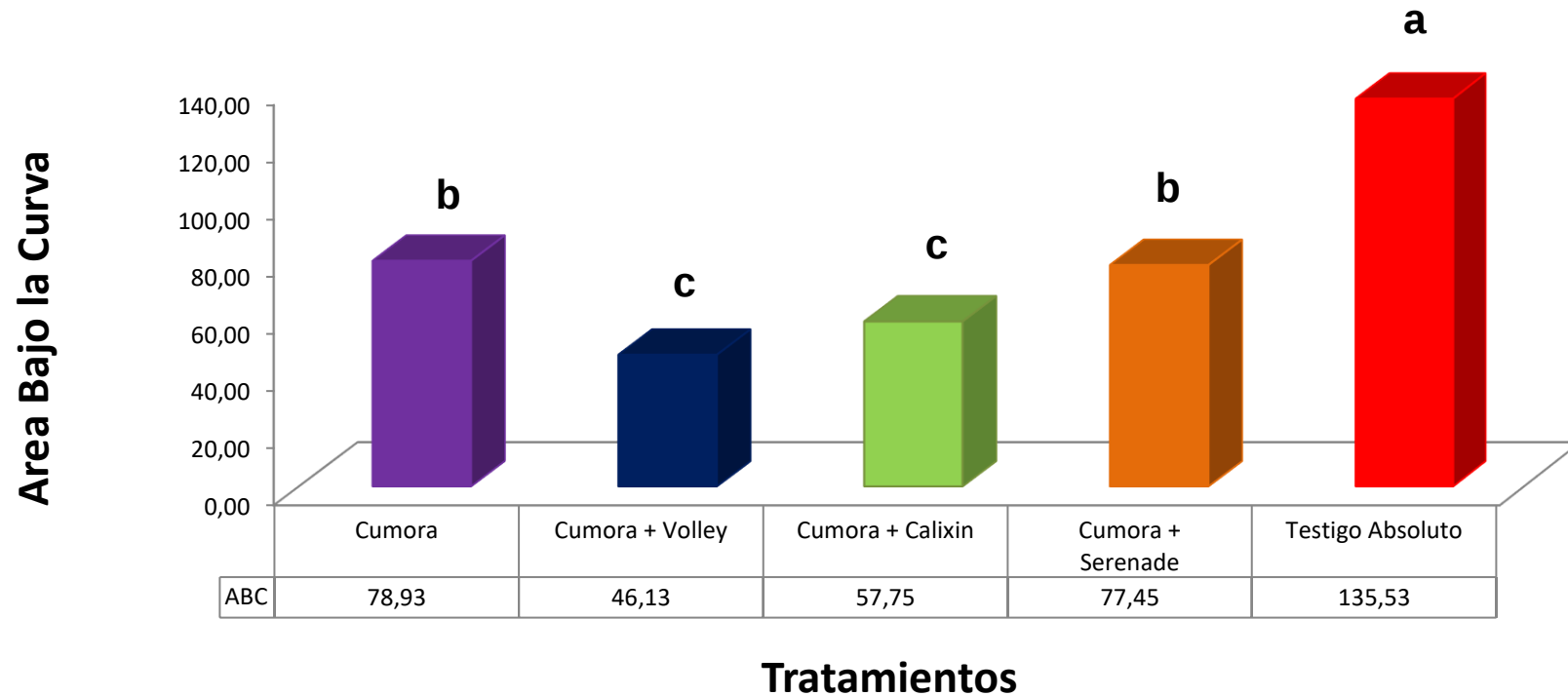
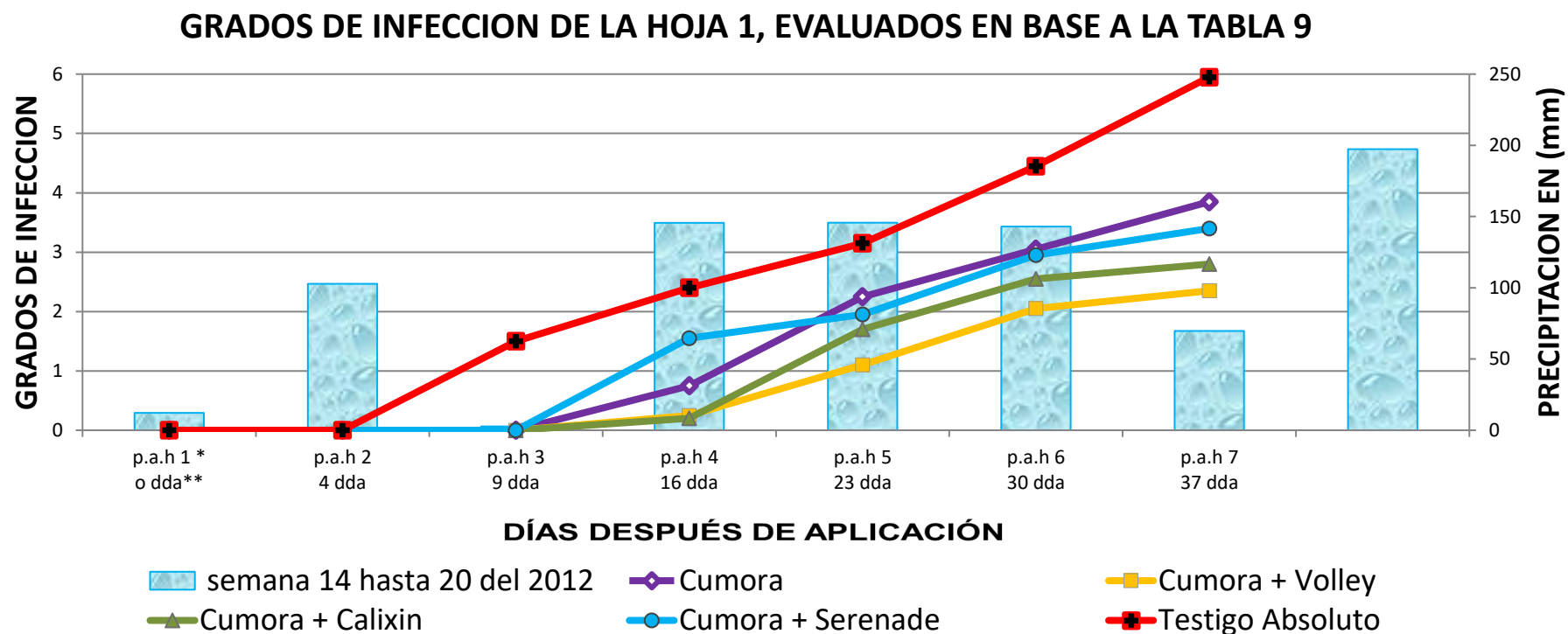


Figura 7: Área Bajo la Curva (ÁBC) del efecto de residualidad hoja 1, En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.



*posición actual de la hoja **días después de la aplicación

Figura 8. Grados de infección de la Enfermedad en hoja 1. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.

4.2 Discusión.

En este trabajo de tesis se investigó la eficacia contra Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) de los fungicidas Cumora solo y en mezcla física con Volley, Calixin, Serenade, en el Cultivo de Banano en la zona de Mocache en los meses de Febrero - Abril del 2012 y se determinó mediante la Eficiencia y Residualidad.

Las constantes precipitaciones ocurridas en el transcurso de la investigación favorecieron al desarrollo del agente causal de la Sigatoka negra, y también lo cual pudo ocasionar una disminución de la eficiencia de los tratamientos usados en sus diferentes mezclas. Sin embargo cabe recalcar que las lluvias por lo general transcurrieron después de cuatro a cinco horas de realizadas las aplicaciones.

Las aplicaciones se las realizaron cuando la temperatura estaba entre unos 24 °C en la zona en la que se llevó a cabo esta investigación , cuando la temperatura media requerida por este patógeno es de 20 - 25°C es la adecuada para la germinación de este hongo, de acuerdo a lo reportado por (Marín *et al* 2003)

La investigación se inició cuando todas las plantas tuvieron 5 hojas funcionales y para la evaluación se tomaron en cuenta las dos primeras hojas sin contar las hojas candelas, las mismas que permanecieron en la planta hasta que dejaron de ser funcionales. Por esto se puede afirmar que la presión de la enfermedad fue constante. En esta época lluviosa, el ciclo total del desarrollo del hongo puede ser de 20 – 30 días haciéndolo muy agresivo de acuerdo a lo expresado por (Donoso, E 2012).

Es importante señalar que área de investigación se realizó una sola aplicación a los tratamientos.

El control lo evaluamos en hoja 2 observando el control sobre lesiones 2 y observando el tiempo transcurrido para la aparición de nuevas lesiones de estadios 2 (reinfeción)

De acuerdo a los datos obtenidos al analizar los resultados de la hoja 2, los tratamientos con Cumora controlaron los estadios visibles 2 homogéneamente entre 15 y 19 días. Como reflejan los resultados, el mayor tiempo a la reinfección por los días de control se presentaron los tratamientos T2 (Cumora + Volley 0.4+1.0 l ha⁻¹), Mezcla con un tiempo de 19 (dda), y T3 (Cumora + Calixin 0.4), un tiempo de 18 (dda), seguido del T4 (Cumora + Serenade 0.4+1.0 l ha⁻¹) con un promedio de 16 (dda) y T1 (Cumora 0.4 l ha⁻¹) con un promedio de 15 (dda) el resultado coincide con las investigaciones realizadas en el campo de investigación de BASF en Río Bonito, provincia El Oro, (Donoso, E. y Franco, H. 2012). Estos resultados nos permiten aceptar la primera hipótesis que dice “Al menos uno de los tratamientos presentará mayor efecto de choque (control) sobre la enfermedad.

Cumora tiene un buen efecto de choque porque controló los estadios 2 presentes y tanto en hoja 1 y en hoja 2 se observó residualidad.

La época en que se realizó la investigación coincidió con altas precipitaciones, las mayores ocurridas en los 10 años. Esto elevó el nivel de presión de la enfermedad.

En hoja 1 se evaluó la actividad residual de las mezcla físicas de los fungicidas del grupo de las Carboxamidas, Morfolinas y protectantes de acuerdo a las normas (FRAC 2012) que recomiendan aplicar al grupo de las Carboxamidas siempre en mezcla. Por mostrar riesgo de sensibilidad.

Analizando los resultados en el área foliar afectada el índice de severidad (hoja 1) presento diferencias estadísticas entre tratamientos, dando como resultados La menor incidencia de infección en esta variable la presento el tratamiento T2 (Cumora + Volley 0.4+1.0 l ha⁻¹) 46.13 (ABC) y con un promedio parecido al anterior tratamiento T3 (Cumora + Calixin 0.4) presento un promedio de 57.75 (ABC) de severidad, el tratamiento T4 (Cumora + Serenade 0.4 + 1.0 l ha⁻¹) presento un promedio de 77.45 (ABC) índice de severidad, seguido del T1 (Cumora 0.4 l ha⁻¹) con promedio de 78.93 (ABC) en severidad, el T5 (testigo absoluto) tubo el mayor índice de severidad que fue

del 135.53 (ABC) índice de severidad, resultado que coincide con las investigaciones realizadas en el campo de investigación de BASF en Río Bonito, provincia El Oro, (Donoso, E. y Franco, H. 2012).

Esto nos permite aceptar la segunda hipótesis que dice: que al menos uno de los tratamientos presentará mayor residualidad para el control de la enfermedad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se pueden establecer las siguientes conclusiones.

- La mezcla física del Cumora + Volley tuvo un mejor comportamiento en control y residualidad.
- El fungicida Cumora y sus mezclas ejercen cierto control y residualidad en las hoja

5.2 Recomendación.

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidas en la presente investigación, puede recomendar:

- Utilizar el fungicida Cumora, que pertenece al nuevo grupo de las Carboxamidas de alta eficacia para el control de la Sigatoka Negra, con otros fungicidas con modos y mecanismo de acción diferentes.
- Todos los fungicidas deben ser usados en dosis recomendadas por el fabricante. Estas estrategias son válidas para todos los fungicidas con sitios de acción muy específicos. Las aplicaciones deben ser en el momento oportuno de control, con condiciones climáticas favorables, verificar la calidad y estabilidad de la mezcla, con equipos previamente calibrados que garanticen una buena cobertura.
- Utilizar este tipo de mezclas físicas en los programas de manejo integrado de Sigatoka Negra, la planta llegará a la parición con mayor cantidad de hojas.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

6.1 Literatura citada.

- BECERRA, E. 2003 Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*); Manejo de las formulaciones de Dithane para el control de Sigatoka negra. Bogotá – Colombia. 31p.
- BENNETT Y ARNESON, 2005. Sigatoka Negra. Cornell University, Ithaca, NY, EE.UU. En línea disponible en:
<http://www.apsnet.org/Education/LessonsPlantPath/BlackSigatokaEspañol/signif.htm>)
- BETANCOURT, G. 1998 La “Sigatoka Negra” del banano y plátano. IN: M. Moreira, G. Betancourt Y L. Sabero (eds). Modulo V: Prevención y control de enfermedades prioritarias en sanidad vegetal. SESA & IICA, Quito.
- BASF, 2011. Diccionario de Especialidades Agroquímicas PLM DEAQ 2 Edición Ecuador. pág. 146, 179, 431.
- DONOSO, E. 2012. Explicaciones de Campo. Compañía BASF Ecuatoriana, en su Campo de Investigación Banano (CIB) en Convenio UTEQ-BASF 2012-2017 Quevedo-Los Ríos-Ecuador.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION of United Nations(FAO). 2005. Agriculture data base.
- FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE (FRAC) 2010. Banana Working group 2010 disponible en www.frac.info
- FRANCO, H. 2011. Manejo Integrado de Sigatoka Negra en el Cultivo de Banano, CIB. BASF Ecuatoriana, Los Ríos- Ecuador.

- GUZMÁN, M. 2006. Estado actual y perspectivas futuras del manejo de la Sigatoka negra en América Latina. En: Memorias XVII Reunión Internacional Acorbat. Joinville, SC, Brasil. Bananicultura: un negocio sostenible. Soprano, E; Tcacenco, FA; Lichtemberg, LA; Silva, MC. (eds.) Editorial, Epagri, Estación experimental de Itajaí, SC, Brasil. p. 83-91
- GUTIÉRREZ, J. 1998. Control de la Sigatoka Negra, Compilado. Medellín. Columbia Farm. 52 p.
- HADDAD, O. 2007. La Sigatoka negra un peligro potencial para los cambures y plátanos de Venezuela. Fecha de consulta 2007-05-10. Dirección URL: <http://ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fdivul.html>.
- HERNÁNDEZ, J., A. ORDOSGOITTI, J. MORILLO. 1997. La Sigatoka Negra de Bananos y Plátanos en los estados Yaracuy y Carabobo: Síntomas y Pérdidas. FONAIAP. pp. 90 – 13.
- MARÍN, D. Y ROMERO, R. 1998. El combate de la Sigatoka negra In: Divulgación científica al servicio del productor bananero nacional. Revista CORBANA. San José. Costa Rica. 104-129 p.
- MARIN, D., ROMERO, R., GUZMAN, M. AND SUTTON, T. MARCH 2003. Black Sigatoka: An Increasing Threat to Banana Cultivation. Plant Disease /Vol. 87 No.3. 64 p.
- MARTÍNEZ, B. RUBÉN., ed. 2008 Situación del hongo de la Sigatoka Negra en el Ecuador. Guayaquil, Ecuador. Rev. Banano Export. Ed. nº 27. Año 11. Febrero/2008 p.14
- MANZO, G., M. ZAPATER., F. LUNA., J. SIMPSON., J. CARLIER., J. KAY. 2004. Construcción de un Mapa Genético de Ligamiento de *Mycosphaerella fijiensis*. CICY (Centro de Investigación Científica de Yucatán). Yucatán – México. pp. 155 – 173.

- VERA, M. Y MENESES, M. 2009. Respuesta de funguicidas sistémicos solos y en coctel con protectantes y Morfolinas en el control de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*). Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- ORELLANA, H. 2008. Vademécum Agrícola. Manual de Cultivos, Cultivo de Banano. Edifarm. Ecuador. pp. 17.
- OROZCO, M. 1998. Manejo integrado de la Sigatoka Negra del plátano.
- OROZCO, M. 2008. Nuevos mecanismo de acción de funguicidas en la agricultura. Reunión de agricultura protegida 10 y 12 de abril 2008. Mazatlán Sinaloa, México.
- OBREGÓN, M. 2007. Productos Plantisana. *Bacillus subtilis*. Disponible en: <http://productos-plantisana.com/bacillussubtilis.aspx>
- ROMERO, M. 2000. Agricultura Orgánica. Elaboración y Aplicación de Abonos Orgánicos. Pages 125-134 in: Lombricultura y Agricultura Sostenible. C. Martínez, L. Ramírez, eds. México, México
- ROMERO, R. 2006. Caracterización y manejo de la resistencia a fungicidas de *Mycosphaerella fijiensis* en bananos. En: Memorias XVII Reunión Internacional Acorbat. Joinville, SC, Brasil. Bananicultura: un negocio sostenible. Soprano, E; Tcacenco, FA; Lichtemberg, LA; Silva, MC. (eds.) Editorial, Epagri, Estación experimental de Itajaí, SC, Brasil. p.92-99
- ROSALES, F. Y POCASANGRE, L. 2002. Mejoramiento convencional de banano y plátano: estrategias y logros. In: Memoria de la XV Reunión internacional ACORBAT. Cartagena, Colombia. 31-43 p.
- SEA (Secretaria de estado de agricultura), 2008 factores climáticos que influyen en el desarrollo de la enfermedad; SIGATOKA NEGRA. disponible en: <http://www.agricultura.gob.do/Servicios/ControldePlagas/Enfermedades/sigatoka%20negra/tabid/209/language/esDO/Default.aspx?PageContent>

- STELLA, A. 2006 desarrollo y uso de bioproductos para el control de los nematodos y Sigatoka Negra en plantaciones de plantano y banano, Universidad Tolima México, disponible en www.fontragro.org/Proyectos/03_07_bioproductos/pp_ISTA_03_37_2006.pdf
- SOTO, M. 1998. Bananos, Cultivo y Comercialización. Editorial LIL, S.A. Segunda Edición. Costa Rica. pp. 56 – 61, 136 – 168, 230 – 294.
- SUQUILANDA, M. 2001. Manejo Alternativo de Sigatoka Negra. SICA. Fecha de consulta: 2009-04-11. Dirección URL:
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/organicos/organicos_ecuador/sigatoka_organico.htm
- ZABALA, M. E BERMUDEZ, A. 1999. El costo del control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*, Morelet) y su efecto en el beneficio económico del productor de platano (*Musa* AAB cv. Harton) del sur del lago de Maracaibo. Revista de la Facultad de Agronomía-LUZ, vol.16, no.1, p.107-119. ISSN 0378-7818.

CAPITULO VII

ANEXO

7.1 Anexos

Cuadro 1. Promedios de control, días después de la aplicación (dda) en hoja 2, En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.

F.V.	SC	g	CM	F	Valor p
Trat	964.80	4	241.20	425.65	<0.0001
Rep	1.20	3	0.40	0.71	0.5667
Error	6.80	12	0.57		
Total	972.80	19			
Tukey ($p \leq 0.05$) 1.69675					

Cuadro 2. Análisis estadísticos control en hoja 2. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.

F.V.	SC	g	CM	F	Valor p
trat	15192.40	4	3798.10	108.72	<0.0001
rep	73.53	3	24.51	0.70	0.5690
Error	419.23	12	34.94		
Total	15685.17	19			
Tukey ($p \leq 0.05$) 13.32266					

Cuadro 3. Análisis estadístico de residualidad en la hoja 1. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.

F.V.	SC	g	CM	F	Valor p
Trat	18918.77	4	4729.69	108.19	<0.0001
Rep	181.87	3	60.62	1.39	0.2943
Error	524.58	12	43.71		
Total	<u>19625.21</u>	19			
Tukey ($p \leq 0.05$) 14.90280					

Cuadro4. Evaluaciones de los Tratamientos a diferentes Días Después de la Aplicación (DDA).

T1 CUMORA
dosis 0.4 lts

T2 CUMORA + VOLLEY
dosis 0.4- 1.0 lts

HOJAS GRADOS HOJA 1		
0 DDA	P.A.H = 1	0
4 DDA	P.A.H = 2	0
9 DDA	P.A.H = 3	0
16 DDA	P.A.H = 4	1
23 DDA	P.A.H = 5	2
30 DDA	P.A.H = 6	3
37DDA	P.A.H = 7	4

HOJAS GRADOS HOJA 1		
0 DDA	P.A.H = 1	0
4 DDA	P.A.H = 2	0
9 DDA	P.A.H = 3	0
16 DDA	P.A.H = 4	0
23 DDA	P.A.H = 5	1
30 DDA	P.A.H = 6	2
37DDA	P.A.H = 7	2

HOJAS GRADOS HOJA 2		
0 DDA	P.A.H = 2	1
4 DDA	P.A.H = 3	0
9 DDA	P.A.H = 4	0
16 DDA	P.A.H = 5	1
23 DDA	P.A.H = 6	3
30 DDA	P.A.H = 7	4
37DDA	P.A.H = 8	4

HOJAS GRADOS HOJA 2		
0 DDA	P.A.H = 2	1
4 DDA	P.A.H = 3	0
9 DDA	P.A.H = 4	0
16 DDA	P.A.H = 5	0
23 DDA	P.A.H = 6	2
30 DDA	P.A.H = 7	2
37DDA	P.A.H = 8	3

**T3 CUMOR +
CALIXIN**
dosis 0.4-0.5 lts

**T4 CUMORA +
SERENADE**
dosis 0.4-1 lts

HOJAS GRADOS HOJA 1		
0 DDA	P.A.H = 1	0
4 DDA	P.A.H = 2	0
9 DDA	P.A.H = 3	0
16 DDA	P.A.H = 4	0
23 DDA	P.A.H = 5	2
30 DDA	P.A.H = 6	3
37DDA	P.A.H = 7	3

HOJAS GRADOS HOJA 1		
0 DDA	P.A.H = 1	0
4 DDA	P.A.H = 2	0
9 DDA	P.A.H = 3	0
16 DDA	P.A.H = 4	2
23 DDA	P.A.H = 5	2
30 DDA	P.A.H = 6	3
37DDA	P.A.H = 7	3

HOJAS GRADOS HOJA 2		
0 DDA	P.A.H = 2	1
4 DDA	P.A.H = 3	0
9 DDA	P.A.H = 4	0
16 DDA	P.A.H = 5	0
23 DDA	P.A.H = 6	2
30 DDA	P.A.H = 7	3
37DDA	P.A.H = 8	4

HOJAS GRADOS HOJA 2		
0 DDA	P.A.H = 2	1
4 DDA	P.A.H = 3	0
9 DDA	P.A.H = 4	0
16 DDA	P.A.H = 5	2
23 DDA	P.A.H = 6	3
30 DDA	P.A.H = 7	4
37DDA	P.A.H = 8	4

T5 TESTIGO ABSOLUTO

dosis -- It

HOJAS GRADOS HOJA 1		
0 DDA	P.A.H = 1	0
4 DDA	P.A.H = 2	0
9 DDA	P.A.H = 3	2
16 DDA	P.A.H = 4	2
23 DDA	P.A.H = 5	3
30 DDA	P.A.H = 6	4
37DDA	P.A.H = 7	6

HOJAS GRADOS HOJA 2		
0 DDA	P.A.H = 2	1
4 DDA	P.A.H = 3	1
9 DDA	P.A.H = 4	1
16 DDA	P.A.H = 5	2
23 DDA	P.A.H = 6	4
30 DDA	P.A.H = 7	5
37DDA	P.A.H = 8	6



Figura 1. Digilab (Lupa digital capaz de aumentar una imagen hasta 200 veces) instrumento usado en las investigaciones fitosanitarias.



Figura 2. Evaluación de Sigatoka Negra DIGILAB.

CUMORA

CUMORA+VOLLEY

CUMORA+CALIXIN

CUMORA+SERENADE

TESTIGO ABSOLUTO



Figura 3. Cosecha de hojas a 37 dda (días después de la aplicación) residualidad hoja 1, En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.

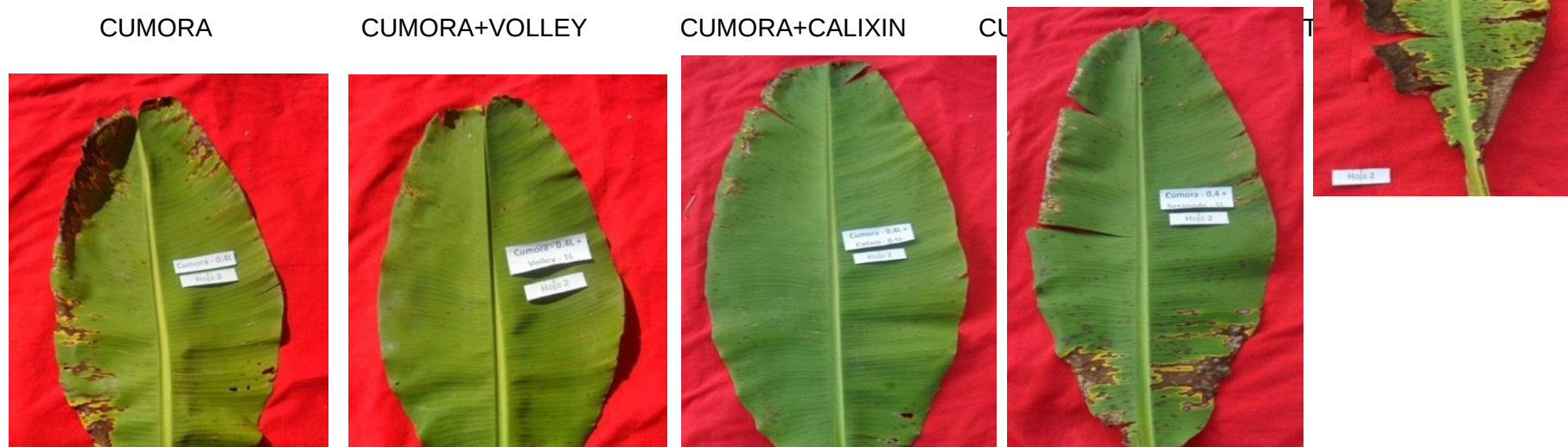


Figura 4. Cosecha de hojas a 37 dda (días después de la aplicación), el control en hoja 2. En respuesta a la Eficiencia y Residualidad del fungicida Cumora (Boscalid) control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Mocache, Provincia de los Ríos.

7.1.1 Análisis de suelo del Campo de Investigación Banano (CIB)

 INIA P INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018
---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Pillajo Vilena Fernando Sr. Dirección : Condado alto Pasaje seis Lote 56 Ciudad : Quito Teléfono : Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : La María Provincia : Los Ríos Cantón : Quevedo Parroquia : Ubicación :		PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : N° Reporte : 001570 Fecha de Muestreo : 14/10/2011 Fecha de Ingreso : 14/10/2011 Fecha de Salida : 27/10/2011
---	--	---	--	---

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml				ppm				
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
60372	Muestra 1		5,6 MeAc	9 B	12 M	0,64 A	9 A	1,1 M	3 B	3,6 M	6,6 A	243 A	2,5 B	0,10 B	



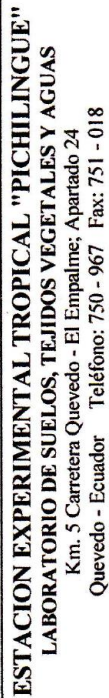
La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION				Elementos: de N a B	
pH				B = Bajo	
Mac = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	M = Medio	
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAI = Media. Alcalino		A = Alto	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	AI = Alcalino			

[Handwritten signature]

RESPONSABLE LABORATORIO

[Handwritten signature]
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



DATOS DE LA PROPIEDAD

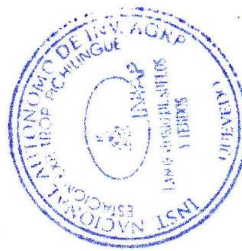
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre	: Pillajo Vilena Fernando Sr.
Dirección	: Condado alto Pasaje seis Lote 56
Ciudad	: Quito
Teléfono	:
Fax	:

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre	: La María
Provincia	: Los Ríos
Cantón	: Quevedo
Parroquia	:
Ubicación	:

PARA USO DEL LABORATORIO	
Cultivo Actual	:
Nº de Reporte	:
Fecha de Muestreo	:
Fecha de Ingreso	:
Fecha de Salida	:

Nº Muest. Laborat.	meq/100ml		dS/m	(%)	Ca		Mg		Ca+Mg		meq/100ml	(meq/l) ^{1/2}	ppm	Textura (%)		Clase Textural	
	Al+H	Al			Na	Mg	K	Mg	K	Σ Bases				RAS	Cl		Arena
60372				4,5	8,1	1,72	15,78	10,74						32	44	24	Franco

La muestra será guardada en el frigorífico por tres meses, tiempo en el que se irán haciendo reclamos en los restaurantes.



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

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA

C.E.	=	Conductímetro
M.O.	=	Titulación de Welkley Black
Al+H	=	Titulación con NaOH

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO