

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

APORTE A LA PRODUCCIÓN DE HOJA DE CUERO (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA FINCA COSTA SOL S.A., SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.



CLAUDIA CRISTINA GORDILLO ARRIOLA

GUATEMALA, FEBRERO DE 2013

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

APORTE A LA PRODUCCIÓN DE HOJA DE CUERO (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA FINCA COSTA SOL S.A., SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

CLAUDIA CRISTINA GORDILLO ARRIOLA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERA AGRÓNOMA

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

Guatemala, febrero de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	Br. Ana Isabel Fión Ruíz
VOCAL V	Br. Luis Roberto Orellana López
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, febrero de 2013

Guatemala, febrero de 2013

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De acuerdo con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado: **APORTE A LA PRODUCCIÓN DE HOJA DE CUERO (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA FINCA COSTA SOL S.A., SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**, presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requerimientos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Claudia Cristina Gordillo Arriola

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS Y SU HIJO JESUCRISTO** Por que sin merecerlo me haz colmado de bendiciones y haz abrazado mi vida con tu amor, agradezco infinitamente Padre por cada soplo de vida, en tus manos deposito mi ser, guíame te ruego.
- NUESTRA MADRE SANTÍSIMA** Por su maravilloso ejemplo de humildad y obediencia, gracias por tu amor, paz y protección en los momentos plenos y de tormenta.
- MIS PADRES** Silvia Josefina y Jaime Lisandro, por estar conmigo en cada uno de mis pasos y proyectos, apoyándome incondicionalmente. Gracias por todos sus esfuerzos, por aconsejarme, guiarme, por cada noche de desvelo, y sobre todo gracias por una infancia y vida sin igual en un hogar tan bonito, este logro es de ustedes. Los amo con todas las fuerzas de mi corazón.
- MI HERMANO** Jaime por ser mi mejor amigo, mi apoyo, el mejor consejero y sobre todo una gran inspiración en mi vida y mi modelo a seguir. Gracias por cada momento compartido.
- MI HERMANA** Gabriela, por ser mi eterna confidente y mejor amiga. Sabés, mi mayor deseo en la vida es que seas feliz. Gracias a los dos por cuidarme siempre y por todos los recuerdos bonitos de nuestra infancia y vida juntos, los quiero con todo mi corazón.
- MIS ABUELITOS** Héctor Hugo Arriola Borja y María Alicia Jiménez de Arriola por su cariño, oraciones y sabios consejos, siempre los llevo muy presentes.
- MI NOVIO** Andrés Letona, por las lecciones de vida compartidas, por tu amor, apoyo y consejos, espero que logremos nuestro sueño *“El camino será difícil pero la recompensa es grande”*.
- MIS AMIGOS DE LA FAUSAC** José Alejandro Estrada, Pablo Montepeque, Wilson López, José A. Calderón, Juan Luis Folgar, Efraín Ibáñez, Nicté Fernández, Mónica Jiménez, José Bejarano, Ma. Teresa Echeverría, Juan A. Zepeda, Rudy Guillermo, Pablo García Zamora y a toda la promoción 2006.
- MIS AMIGOS** Estuardo Ramos, Efraín López Vásquez, Pablo González, Mario Villatoro, Omar Sánchez, Carlos Daniel García Arellano, Luis Guillermo Herrera, Martín Chen, Ricardo Montepeque, Lourdes estrada, Luis Felipe Calderón, Jorge López y Edwin mejía.
- MIS ÁNGELES DE LA GUARDA** Jame Lucía Hernández, Georgina George, Víctor Alfonso Menéndez, Víctor J. Orozco y Rony Dubón, porque un hermano comparte más que la sangre, gracias por su apoyo incondicional en todo momento, son muy importantes en mi vida.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Mi tío Edgar Roberto Arriola Jiménez (Tío Han) (Q.E.P.D.), “Como un ángel llegaste a éste mundo y de la misma manera Dios te llamó a su regazo” me hubiese encantado haberte conocido.

Mis abuelos Jaime Lisandro Gordillo y Marta Monterroso de Gordillo (Q.E.P.D.).

Mi gran amigo Eddy Rodrigo (Q.E.P.D.), gracias por tus consejos, apoyo y momentos compartidos, donde quiera que estés quiero que sepás que jamás te olvidaremos y siempre te llevamos en nuestros corazones.

MI PATRIA GUATEMALA.

ANTIGUA GUATEMALA, hermosa tierra que me vio nacer, espero me arrulles entre tus brazos en el descanso eterno.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, la gloriosa y tricentenaria Alma Mater, templo del saber.

FACULTAD DE AGRONOMÍA, por formarme profesionalmente y darme los mejores recuerdos de mi vida.

INSTITUTO EMILIANI PADRES SOMASCOS, por contribuir a mi formación académica.

AGRADECIMIENTOS

A:

MI SUPERVISOR EPS, Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte, por su apoyo incondicional y constante, por impulsarme en momentos de flaqueza, y sobre todo por su invaluable contribución para la realización del presente documento.

MI ASESOR, Dr. David Monterroso Salvatierra, por su ayuda, asesoría y conocimientos compartidos.

LA CORPORACIÓN TAK Y A LA INGA. LILA JUDITH REYES, por permitir realizar mi ejercicio profesional supervisado -EPS-. A las personas que tuve el agrado de conocer a través de la corporación Don Henry Nufio, Romeo Talento, Eddy Santizo, Adolfo López, Vitelio Córdoba e Ing. Wilver Yapán.

LA FINCA COSTA SOL S.A., a la gente de producción en el campo, porque su trabajo es el motor que mueve la corporación, en especial a: Roberto Rodríguez, Cesar Jerez, Rubén González, Freddy Pachel, Aracely Lemus, Ediberto Puc, Reginaldo Civil, Maximino, Walter Rosales, Freddy Sumalé, Edgar Galicia, Danilo García, Danilo Matías, Oscar López, Feliciano Astún, Antonio Otoy, Eliseo Morales, Genara, Elvis, Doña Antonieta Xoc, Don Rosalío y todo el personal de seguridad. Con agradecimiento sincero por compartir sus conocimientos, darme su apoyo y lo más importante su amistad a Don Albino Ascial, Juan Carlos Rodríguez y Oscar Giovanni Sul, que Dios les bendiga siempre.

MIS PADRINOS Y MADRINA, por motivarme de una u otra forma en el camino de la vida.

LAS FAMILIAS George Portillo, Letona Diemecke y Hernández González, por su cariño, apoyo, consejos y hospitalidad.

A todas las personas que han compartido conmigo algún momento de sus vidas, Dios las puso en mi camino por alguna razón y han dejado grandes lecciones para madurar y seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I	
DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y MANEJO DEL CULTIVO DE HOJA DE CUERO (<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching) EN LA FINCA COSTA SOL S.A., CORPORACIÓN TAK, SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ.....	
	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Ubicación geográfica.....	3
1.2.2 Suelos	3
1.2.3 Zonas de vida	4
1.2.4 Clima	4
1.2.5 Descripción de la hoja de cuero (<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching).....	6
A Frondas	6
B Tallo	6
1.3 OBJETIVOS.....	8
1.3.1 General	8
1.3.2 Específicos	8
1.4 METODOLOGÍA Y RECURSOS	9
1.4.1 Primera fase de gabinete	9
1.4.2 Fase de campo.....	9
1.4.3 Fase de observación	9
1.4.4 Fase final de gabinete	9
1.4.5 Análisis de la información.....	10
1.4.6 Recursos utilizados para la sistematización de la información	10
1.5 RESULTADOS	10
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE LA FINCA COSTA SOL S.A.	
	10
1.5.1 Cultivo de hoja de cuero (<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching).....	11
1.5.2 Instalaciones.....	11
A Umbráculo.....	11
B Sistema de riego	12
1.5.3 Manejo del cultivo.....	13
A Preparación del terreno.....	13
B Selección y siembra del rizoma en la banca	13
C Cobertura de rizoma en la siembra	14
D Podas y saneos.....	15
a Saneos.....	15
b Saneos de primera.....	16
c Saneos de segunda	16
d Saneos de toma.....	16
e Saneos de hojas torcidas.....	16

CONTENIDO	PÁGINA	
E Riego.....	16	
F Fertilización	17	
G Manejo de malezas.....	17	
H Control de plagas.....	18	
I Manejo de Enfermedades.....	18	
1.5.4 Manejo de cosecha y pos cosecha.....	19	
A Cosecha	19	
B Clasificación de frondas	20	
C Empaque.....	21	
D Almacenamiento	21	
1.5.5 Compostaje	21	
1.5.6 ANÁLISIS FODA (FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES, AMENAZAS).....	22	
1.6 CONCLUSIONES	24	
1.7 BIBLIOGRAFIA.....	25	
CAPÍTULO II		
EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE PROTECCIÓN A <i>Phoma</i> , EN LA HOJA DE CUERO (<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching), EN LA FINCA COSTA SOL S.A., SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A		27
2.1 PRESENTACIÓN.....	28	
2.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	29	
2.2.1 Descripción de la hoja de cuero	29	
A Frondas	30	
2.2.2 <i>Phoma</i>	30	
A Clasificación taxonómica de <i>Phoma</i>	30	
B Biología	31	
C Ciclo biológico de <i>Phoma</i>	31	
D Epidemiología	32	
a Inoculación.....	32	
b Infección.....	33	
c Colonización.....	33	
d Reproducción	33	
e Diseminación.....	34	
f Invernación y estivación del patógeno	34	
g Sintomatología de <i>Phoma</i> en hoja de cuero	34	
h Hospedero	34	
i Daño.....	35	
2.2.3 Métodos de control.....	35	
A Control cultural	35	
B Control químico	35	
2.2.4 Programas de protección	35	
A Productos sistémicos	36	
B Productos de contacto.....	36	

CONTENIDO	PÁGINA
2.2.5 Incidencia y severidad	36
A Área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (ABCDE)	37
B Tasa de desarrollo (r)	37
C Índice de severidad (IS)	37
D Transformación logarítmica.....	37
2.3 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	39
2.3.1 Características de la finca	39
2.3.2 Teoría y referencias de la finca	39
2.3.3 Mecanismos de acción de los fungicidas usados en la finca	40
A Ingrediente activo Carbendazim.....	40
B Ingrediente activo Propineb.....	40
C Ingrediente activo Ditiocarbamato.....	41
D Ingrediente activo Imazalil.....	41
E Ingredientes activos Tebuconazole y Triadimenol.....	41
F Ingredientes activos Carboxim y Thiram	42
G Ingrediente activo mancozeb	42
2.3.4 Programas de aplicaciones	44
2.3.5 Mecanismos de resistencia	44
2.4 OBJETIVOS.....	46
2.4.1 General	46
2.4.2 Específico.....	46
2.5 HIPÓTESIS.....	46
2.6 METODOLOGÍA	47
2.6.1 Tratamientos.....	47
A Productosde acción fúngica utilizados	47
B Mecanismo de acción de Regnum 25 EC	47
a Ingrediente activo Piroclostrobin	48
C Distribución de los programas de protección	48
a Programa 1	48
b Programa 2	49
c Programa 3.....	50
d Programa 4	51
e Programa 5	52
2.6.2 Manejo experimental	53
A Aplicación de los tratamientos.....	53
B Variables de respuesta.....	56
a Incidencia.....	56
b Severidad.....	57
C Diseño experimental y distribución de las unidades experimentales	59
a Unidad experimental	59
b Modelo estadístico	59
D Muestreos para la obtención de datos	60
a Incidencia.....	60
b Severidad.....	60
E Análisis de datos	62

CONTENIDO	PÁGINA
2.4 RESULTADOS.....	63
2.4.1 Incidencia	63
2.4.2 Severidad	68
2.5 CONCLUSIONES.....	77
2.6 RECOMENDACIÓN.....	77
2.7 BIBLIOGRAFÍA.....	78
2.8 ANEXOS.....	82
CAPÍTULO III	
PROYECTOS REALIZADOS EN LA FINCA COSTA SOL S.A.,	
CORPORACIÓN TAK, SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ,	
GUATEMALA, C. A	
	91
3.1 PRESENTACIÓN.....	92
3.2 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LAS APLICACIONES DE	
LOMBRICOMPOST Y LIXIVIADO DE HUMUS EN LA BROTAÇÃO	
DEL RIZOMA DE HOJA DE CUERO (<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.)	
Ching)	93
3.2.1 Introducción.....	93
3.2.2 Objetivos	94
A General	94
B Específicos.....	94
3.2.3 Metodología	94
A Manejo del experimento	94
B Tratamientos aplicados	94
C Variable de respuesta	96
D Análisis de datos	96
3.2.4 Resultados	96
3.2.5 Conclusión.....	99
3.2.6 Recomendación.....	99
3.3 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SEIS FERTILIZANTES	
FOLIARES PARA LA INDUCCIÓN DE BROTAÇÃO DEL RIZOMA	
EN EL CULTIVO DE HOJA DE CUERO (<i>Rumohra adiantiformis</i>	
(G. Forst.) Ching)	100
3.3.1 Introducción.....	100
3.3.2 Objetivo	100
3.3.3 Metodología.....	100
A Manejo del experimento	100
B Tratamientos aplicados	100
C Variable de respuesta	102
D Análisis de datos	102
3.3.4 Resultados.....	102
3.3.5 Conclusión.....	106
3.3.6 Recomendación.....	106
3.3.7 Bibliografía.....	107
3.3.8 Anexo	108

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Ubicación geográfica de la finca Costa Sol S.A. remarcada en color rojo (fuente: Google maps).....	3
Figura 2. Comportamiento de la precipitación pluvial media mensual (mm), dada del año 2006 al 2011 en la finca Costa Sol S.A.	5
Figura 3. Componentes de la estructura utilizada como umbráculo en la finca Costa Sol S.A.	11
Figura 4. Componentes de tensado de cables (clams de 1/4).	12
Figura 5. Vaso de almacenamiento o reservorio de agua para su utilización en la plantación de hoja de cuero.....	13
Figura 6. Distribución de los rizomas sobre la banca de siembra, en el círculo verde se observan los rizomas de primera, en el círculo amarillo los de segunda y en el círculo rojo los de tercera.	15
Figura 7. Actividades de selección y realización de rollos en la sala de empaque.	20
Figura 8. Hules utilizados en la elaboración o amarrado de bunches.	21
Figura 9. Follaje de hoja de cuero (<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching) al cual se le aplicaron los programas de protección al fitopatógeno <i>Phoma</i>	29
Figura 10. Ciclo de vida del fitopatógeno <i>Phoma</i> (fuente: Dávila, 2011).	31
Figura 11. Formas de penetración y nutrición de los hongos fitopatógenos (fuente: Agrios, 2001).	32
Figura 12. Comportamiento de la incidencia de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero (<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching) durante los muestreos.....	63
Figura 13. Comportamiento de la severidad de <i>Phoma</i> , en la escala de severidad observada en hoja de cuero durante el proceso de evaluación.....	69
Figura 14A. a.) Ilustración de la unidad experimental. b.) Ilustración de unidad de muestreo para incidencia. c.) Ilustración de unidad de muestreo para severidad.	82
Figura 15A. Escala descriptiva de severidad de <i>Phoma</i> , en frondas de cinco semanas de hoja de cuero (<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching).....	83
Figura 16A. Comportamiento de la Humedad Relativa (HR) durante la evaluación, según estación meteorológica tipo B establecida en la finca Costa Sol S.A.....	84

FIGURA	PÁGINA
Figura 17A. Comportamiento de la Temperatura ambiental (°C) durante la evaluación, según estación meteorológica tipo B establecida en Costa Sol S.A.....	84
Figura 18A. Comportamiento de la Precipitación Pluvial (PP) durante la evaluación, según estación meteorológica tipo B establecida en la finca Costa Sol S.A.....	85
Figura 19. Comportamiento de la brotación del rizoma de hoja de cuero, después de las aplicaciones de abonos orgánicos, donde Lixiviado de humus (L.H.) y Humus sólido o lombricompost (H.S.).	98
Figura 20. Comportamiento de la brotación del rizoma de hoja de cuero, ante las aplicaciones de los fertilizantes foliares en evaluación.....	105

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Historial del promedio mensual de lluvias según estación meteorológica tipo B establecida en Costa Sol S.A.....	5
Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la hoja de cuero (<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching).....	6
Cuadro 3. Organización de las áreas o sectores de siembra del cultivo de hoja de cuero dentro de la finca.	10
Cuadro 4. Niveles críticos en requerimiento de nutrición foliar para el cultivo de hoja de cuero.	17
Cuadro 5. Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas), dentro de las actividades productivas de la finca Costa Sol S.A.....	23
Cuadro 6. Nombres comerciales de los fungicidas aplicados y mecanismos de acción con respecto a su ingrediente activo y grupo químico, utilizados durante la investigación en la finca Costa Sol S. A.	43
Cuadro 7. Programa de aplicaciones uno.	49
Cuadro 8. Programa de aplicaciones dos.....	50
Cuadro 9. Programa de aplicaciones tres, comparador o testigo relativo de la evaluación.....	51

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 10. Programa de aplicaciones cuatro.	52
Cuadro 11. Programa de aplicación cinco.	52
Cuadro 12. Dosificación de fungicidas y litraje de agua utilizado para la preparación de la mezcla.	54
Cuadro 13. Volumen total de producto comercial (fungicida) y agua utilizado durante la evaluación.	55
Cuadro 14. Disposición de niveles de daño en las frondas afectadas por <i>Phoma</i> en el cultivo de hoja de cuero.	61
Cuadro 15. Tasa de desarrollo de la incidencia (r) y área bajo la curva de la enfermedad ABCDE, dadas por programas.	64
Cuadro 16. Análisis de varianza para Tasa de desarrollo de la incidencia (r) de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero.	65
Cuadro 17. Prueba de medias para la variable Tasa de Desarrollo de la Incidencia (r) de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero.	65
Cuadro 18. Comparación de medias obtenidas por muestreos, organizada de menor a mayor incidencia por muestreo realizado.	66
Cuadro 19. Tasa de desarrollo de la severidad (r), área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (ABCDE) e índice de severidad (%), dados por programas.	71
Cuadro 20. Análisis de varianza para Tasa de desarrollo de la severidad (r) de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero.	71
Cuadro 21. Prueba de medias para Tasa de desarrollo de la severidad (r) de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero.	71
Cuadro 22. Análisis de pruebas no paramétricas para el programa uno, en la determinación de la severidad de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero.	73
Cuadro 23. Análisis de pruebas no paramétricas para el programa dos, en la determinación de la severidad de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero.	74
Cuadro 24. Análisis de pruebas no paramétricas para el programa tres, en la determinación de la severidad de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero.	74
Cuadro 25. Análisis de pruebas no paramétricas para el programa cuatro, en la determinación de la severidad de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero.	75
Cuadro 26. Análisis de pruebas no paramétricas para el programa cinco, en la determinación de la severidad de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero.	76

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 27A. Cronograma de actividades realizadas durante la evaluación de programas de protección a <i>Phoma</i> , en el cultivo de hoja de cuero (<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching).....	82
Cuadro 28A. Datos porcentuales de incidencia de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero (<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching) recolectados durante los cuatro muestreos en el periodo de evaluación.	85
Cuadro 29A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la Tasa de desarrollo de la incidencia (r) de <i>Phoma</i> en hoja de cuero, del programa Infostat.	86
Cuadro 30A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable incidencia en el Muestreo uno, del programa Infostat	86
Cuadro 31A. Análisis de varianza del Muestreo uno, para la determinación de la incidencia de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero.....	86
Cuadro 32A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable incidencia en el Muestreo dos, del programa Infostat	87
Cuadro 33A. Análisis de varianza del Muestreo dos, para la determinación de la incidencia de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero.....	87
Cuadro 34A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable incidencia en el Muestreo tres, del programa Infostat	87
Cuadro 35A. Análisis de varianza para el Muestreo tres, para la determinación de la incidencia de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero.	87
Cuadro 36A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable incidencia en el Muestreo cuatro, del programa Infostat	87
Cuadro 37A. Análisis de varianza para el Muestreo cuatro, para la determinación de la incidencia de <i>Phoma</i> , en hoja de cuero.	88
Cuadro 38A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable de severidad de <i>Phoma</i> en la hoja de cuero, para el tratamiento uno, del programa Infostat.....	88
Cuadro 39A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable de severidad de <i>Phoma</i> en la hoja de cuero, para el tratamiento dos, del programa Infostat.....	88
Cuadro 40A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable de severidad de <i>Phoma</i> en la hoja de cuero, para el tratamiento tres, del programa Infostat	88

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 41A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable de severidad de <i>Phoma</i> en la hoja de cuero, para el tratamiento cuatro, del programa Infostat.....	88
Cuadro 42A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable de severidad de <i>Phoma</i> en la hoja de cuero, para el tratamiento cinco, del programa Infostat.....	89
Cuadro 43A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable Tasa de desarrollo de la severidad (r) de <i>Phoma</i> en hoja de cuero, del programa Infostat.....	89
Cuadro 44. Distribución de los tratamientos y aplicaciones de abonos orgánicos en las unidades experimentales. Las indicaciones de J-1, J-38, J-39, J-40, J-41, J-42, J-43 Y J-44 hacen referencia a secciones de la finca para llevar una organización sobre la evaluación..	95
Cuadro 45. Fertilizantes orgánicos utilizados y cantidades o dosis aplicadas en la evaluación.	95
Cuadro 46. Producto a utilizar para las aplicaciones foliares, dosis y área donde se distribuyeron los tratamientos. Las indicaciones de F-6 a F-8, F-9 a F-11, G-1 a G-3, G-4 a G-8, G-9 a G-14 y G-15 a G-17, hacen referencia a secciones de la finca, utilizadas para llevar una organización sobre la evaluación.	101
Cuadro 47. Análisis de varianza para la variable brotación del rizoma de hoja de cuero, posterior a las aplicaciones de los seis fertilizantes foliares y el testigo relativo.	102
Cuadro 48. Prueba de medias para la variable brotación después de las aplicaciones de los fertilizantes foliares.	103
Cuadro 49A. Análisis de la composición química del lombricompost obtenido en la finca Costa Sol S.A., realizada en el laboratorio de suelo-planta-agua Salvador Castillo Orellana de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.	108
Cuadro 50A. Análisis del contenido nutricional del lixiviado de humus extractado de las aboneras de Costa Sol S.A., realizada en el laboratorio de suelo-planta-agua Salvador Castillo Orellana de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.	108

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 51A. Datos de medias semanales reportados por unidad experimental, en la evaluación de la respuesta fertilizantes foliares sobre la brotación del rizoma de hoja de cuero.....	109
Cuadro 52A. Resultados del análisis de varianza (SC Tipo III) efectuado para la respuesta de la brotación del rizoma a las aplicaciones de fertilizantes orgánicos.....	109
Cuadro 53A. Datos de medias semanales reportados por unidad experimental, en la evaluación de la respuesta fertilizantes foliares sobre la brotación del rizoma de hoja de cuero.....	110
Cuadro 54A. Resultado del análisis de varianza (SC Tipo III) para la variable brotación, en la evaluación de la aplicación de seis diferentes fertilizantes foliares.	111
Cuadro 55A. Composición nutricional del producto Global.	111
Cuadro 56A. Composición nutricional del producto Cuneb Forte.....	112
Cuadro 57A. Composición nutricional del producto Perfectose Plus.....	112
Cuadro 58A. Composición nutricional del producto Release.....	112
Cuadro 59A. Composición nutricional del producto Bayfolan Forte.	113

APORTE A LA PRODUCCIÓN DE HOJA DE CUERO (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA FINCA COSTA SOL S.A., SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A

CONTRIBUTION TO PRODUCTION OF LEATHER LEAF (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), DIAGNOSIS AND SERVICES IN THE ESTATE COSTA SOL S.A., SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado a través de la ayuda de la finca Costa Sol S.A., financiada por la corporación TAK, por medio de un convenio con la FAUSAC, para la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de agosto de 2011 a mayo de 2012; ejecutando el diagnóstico de la Finca Costa Sol S.A., la evaluación del efecto de cinco programas de protección a *Phoma sp.* en el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) y, la evaluación de fertilizante foliares y orgánicos en la brotación de rizomas de la hoja de cuero.

El diagnóstico tuvo como finalidad hacer una descripción de las actividades productivas y los procesos a seguir para la obtención del material vegetal a exportar. Se realizó un análisis de información recabada en fuentes primarias y secundarias, identificando una matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), en la cual se distinguieron a detalle los procesos de producción, cosecha, post cosecha y almacenamiento de la hoja de cuero, al darle seguimiento a los mismos se observaron los principales problemas dados en el cultivo.

La evaluación de programas de protección a *Phoma sp.* consistió en la aplicación de fungicidas organizados en programas, delimitando el área donde se realizarían las aplicaciones individualmente. Cada programa fue aplicado sobre 640.3 m², y se repitió tres veces, utilizando el diseño completamente al azar se analizaron las variables de incidencia y severidad respectivamente, con los datos recabados se hizo un análisis de varianza de los mismos para identificar en las dos variables la tasa de desarrollo de la enfermedad (r) y

el área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (ABCDE), así como el índice de severidad.

Para la incidencia no se encontró diferencia significativa entre programas, sin embargo, se observó una tendencia en las medias obtenidas, dando como resultado que el programa cuatro conformado por propineb y piroclostrobin, controló la propagación de la enfermedad con una tasa de desarrollo de la incidencia acumulada de 0.0027 log%/día. Para la severidad se observó que sí hubo diferencia significativa entre programas, dando como resultado que los programas uno (carbendazim y propineb) con un índice de severidad de $-1.7E-03\%$; programa cinco (carbendazim, propineb, imazalil y ditiocarbamato) con un índice de severidad de $3.0E-04\%$ y programa cuatro (propineb y piroclostrobin) con un índice de severidad de 0.01%, generaron mejores resultados en cuanto al control del avance del tejido afectado en relación con el tejido sano de las frondas de hoja de cuero.

El programa que incluyó propineb y piroclostrobin (programa cuatro), obtuvo mejores resultados en cuanto a la incidencia y un índice de severidad aceptable de 0.01%.

Las evaluaciones de los fertilizantes se realizaron en dos experimentos, utilizando el diseño de bloques completos al azar, en el primero se evaluó la aplicación de 60 sacos de lombricompost (60 kilos c/saco) y 112 litros de lixiviado de humus aplicados al suelo en cultivos de 13 años, en el periodo de evaluación de los productos orgánicos fue mejor el tratamiento dos (saneo, lombricompost y lixiviado de humus) con una media de 59.81 brotes, aunque estadísticamente fue igual al testigo al cual se le aplicaron fertilizantes inorgánicos comerciales, pero en el primero se utiliza un subproducto de la finca y reduce la contaminación ambiental. En el segundo ensayo se evaluaron los fertilizantes foliares: Global, Release, Perfectose, Bayfolan, Nutri Sorb y Cuneb Forte aplicados según su concentración comercial en frondas de plantas de 13 años, estadísticamente no hubo diferencia entre Global y testigo, siendo los que generaron las mejores medias con 1079 y 1072 respectivamente. En ambos casos se utilizó como variable el número de brotes de rizoma.

CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y MANEJO DEL CULTIVO DE
HOJA DE CUERO (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) EN LA FINCA COSTA
SOL S.A., CORPORACIÓN TAK, SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ.**

1.1 PRESENTACIÓN

La finca Costa Sol S.A., es parte de la corporación TAK, la cual direcciona su productividad a la exportación de follajes de calidad, fijando su mercado objetivo en Europa. La corporación fue fundada hace aproximadamente 25 años, con el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), que conforma la ventana de mercado internacional de mayor relevancia a través de los años.

La corporación TAK está conformada por 14 fincas: siete ubicadas en el departamento de Baja Verapaz en el núcleo o cercanías del valle de Salamá, tres en el departamento de Guatemala, dos en El Salvador y dos en Sacatepéquez, la finca Costa Sol S.A. está ubicada en el municipio de San Miguel Dueñas, se tiene un cultivo único de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), sobre una extensión territorial de 29.71 hectáreas, donde se realizó el diagnóstico.

El principal objetivo que se buscó con el diagnóstico fue identificar los problemas que tienen repercusión sobre la productividad de la empresa. Mediante varias fases se recolectó información de fuentes primarias y/o secundarias, para realizar una descripción de las actividades productivas de la finca, de las cuales se realizó un análisis de los datos en forma de una matriz FODA.

Las enfermedades fitosanitarias fueron uno de los factores de mayor trascendencia dentro de la identificación de situaciones de riesgo para la integridad del cultivo, al igual que la brotación del rizoma, para llevar un control de las actividades se recomendó hacer una documentación adecuada para identificar que tratamientos han dado mejores resultados.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación geográfica

Las instalaciones de la finca Costa Sol S.A. están a una Latitud de $14^{\circ}30'6.73''N$ a $14^{\circ}29'47.22''N$ y una Longitud de $90^{\circ}49'5.52''O$ a $90^{\circ}48'40.86''O$. Desde 1444 a 1506msnm, colindando al Norte y al Oeste con la finca Tempixque, al Sur con la Finca Santa Bárbara y al Este con la Finca Capetillo.

La finca Costa Sol S.A. cuenta con una extensión territorial de 29.7 hectáreas (42.18 mz), dividida en una zona central de 22.66 ha (32.18 mz) y un anexo a un kilómetro con 7.04 ha (10 mz), como se observa e la figura 1.

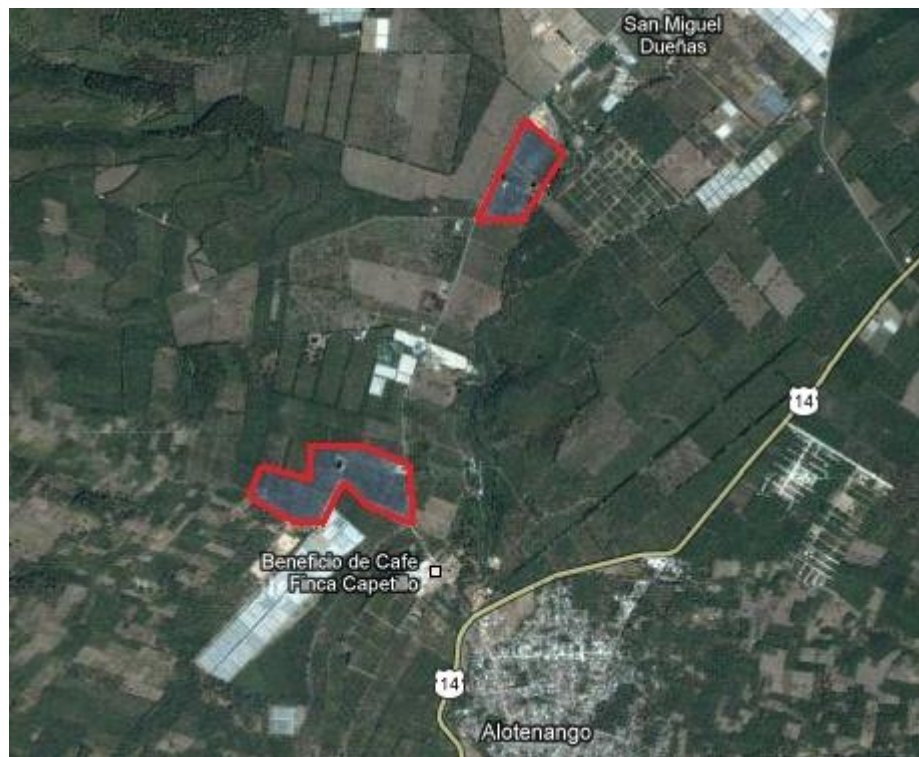


Figura 1. Ubicación geográfica de la finca Costa Sol S.A. remarcada en color rojo (fuente: Google maps).

1.2.2 Suelos

El departamento de Sacatepéquez presenta nueve series de suelos siendo las más representativas las series de suelos Alotenango y Cauqué (SEGEPLAN, 2010).

Los suelos del área donde se encuentra ubicada la finca pertenecen a la serie Alotenango, los cuales están formados sobre material de origen volcánico cuaternario (Simmons, 1959).

Las características físicas del suelo y de ambiente, propician que esta zona sea una de las mejores para la producción y exportación de café. La serie de suelos Alotenango abarca el 34% de la totalidad del territorio. Estos suelos son profundos, sin embargo son susceptibles a la erosión hídrica y eólica cuando están desprovistos de cobertura vegetal (SEGEPLAN, 2010).

1.2.3 Zonas de vida

Según la clasificación de zonas de vida, por el sistema Holdrige, el municipio de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez se localiza en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical y bosque muy húmedo subtropical. Tiene un clima templado la mayor parte del año, se marcan localmente las dos épocas del año, la seca y lluviosa, se ubica dentro de la cuenca hidrográfica del río Achíguate, La topografía es variable, su patrón de lluvias en promedio anual es de 1344 mm de precipitación, la biotemperatura es de 15 grados centígrados (Cruz, 1982).

1.2.4 Clima

Posee una temperatura media anual de 16.25°C, siendo los meses más fríos diciembre, enero y febrero, registrándose temperaturas hasta de 1°C, lo que afecta a los cultivos debido a las heladas (SEGEPLAN, 2010).

La precipitación media anual es de 1344 mm. La época seca comprende de noviembre a marzo y la época lluviosa es de abril a Octubre (Simmons, 1959).

Las condiciones que se observan históricamente con respecto a la precipitación pluvial identifica a la época lluviosa en Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre. Observándose que en los años 2008, 2010 y 2011 hubo un incremento en la misma dándose hasta 604 mm de precipitación en el año 2008, como se observa en el cuadro 1.

Cuadro 1. Historial del promedio mensual de lluvias según estación meteorológica tipo B establecida en Costa Sol S.A.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total (mm)
2006	18	0	43	209	275	46	154	264	170	22	15	4	1219
2007	0	0	55	53	151	249	116	236	268	264	0	5	1397
2008	0	25	10	15	63	604	255	254	331	102	5	3	1665
2009	5	18	26	33	216	230	123	84	214	53	78	29	1107
2010	0	31	3	213	538	372	291	422	488	18	12	10	2396
2011	8	11	5	39	32	306	266	232	320	382	6	15	1622

Fuente: Costa Sol S.A.

Según INSIVUMEH (2012), el territorio guatemalteco se vio influenciado directamente por la Tormenta Tropical Agatha el día 29 de mayo de 2010, primera tormenta tropical registrada en el 2010 en la cuenca del océano pacífico nororiental (ver figura 2). En el año 2008 se observa que en junio existió un aumento de las precipitaciones debido a la tormenta tropical Alma. Y en el año 2011 en octubre se ve un pico en precipitaciones debido a la tormenta tropical 12-E (CONRED, 2011).

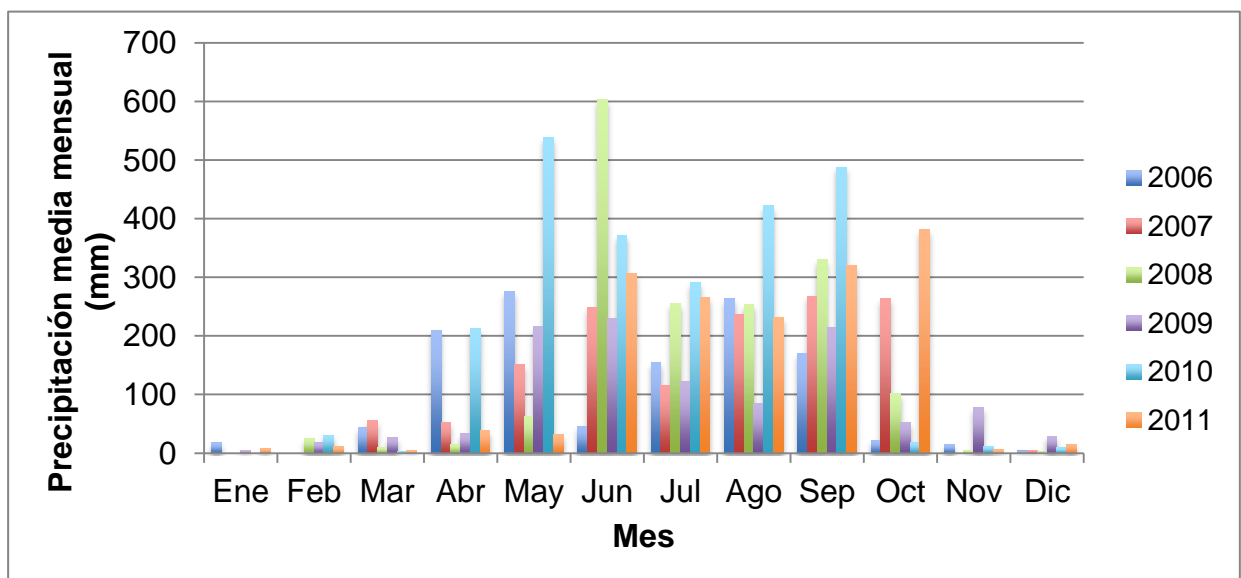


Figura 2. Comportamiento de la precipitación pluvial media mensual (mm), dada del año 2006 al 2011 en la finca Costa Sol S.A.

1.2.5 Descripción de la hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching)

En el cuadro 2, se observa la clasificación taxonómica actual de la hoja de cuero o leather leaf.

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching).

Reino: Plantae
División: Pteridophyta
Clase: Filicopsida
Subclase: Polypodiidae
Orden: Polypodiales
Suborden: Polypodiineae
Familia: Dryopteridaceae
Subfamilia: Dryopteridoideae
Tribu: <i>Rumohreae</i>
Género: <i>Rumohra</i>
Especie: <i>R. adiantiformis</i>
Nombres comunes: hoja de cuero ó leather leaf

Fuente: USDA, 2012.

A Frondas

Las frondas del helecho de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) es una hoja imparipinada, con estipe y raquis surcado en el haz con surcos cerrados en los ejes de orden inferior, el surco cuenta con una vena central característica del género *Rumohra* (MNA, 2010).

B Tallo

Analizando la anatomía de la planta se observa una característica peculiar por el hecho de presentar tallos subterráneos los cuales son denominados rizomas que por lo general carecen de sistema radicular con desarrollo elaborado (Aycachi, 2004).

Estas estructuras tienen un importante desempeño en cuanto a la propagación vegetativa del Leather Leaf (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), la reproducción se realiza muy rápidamente por división (Aycachi, 2004).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Conocer el proceso productivo relacionado con la hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), en la finca Costa Sol S.A., San Miguel dueñas, Sacatepéquez, Guatemala.

1.3.2 Específicos

1. Describir las actividades en el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) que se realizan dentro de la finca Costa Sol S.A.
2. Realizar un análisis FODA de la producción en la finca Costa Sol S.A., para identificar las principales problemáticas.

1.4 METODOLOGÍA Y RECURSOS

La metodología utilizada para la obtención de información fue sistemática, haciendo uso de los recursos pertinentes, se inició con una fase de gabinete, posterior se plantea una fase de campo y se concluyó con una fase de gabinete.

1.4.1 Primera fase de gabinete

Se recolectó información tomando como fuente bases de datos de la estación meteorológica tipo B de la empresa, referencias bibliográficas, recopilación de información relacionada con las condiciones óptimas del cultivo, y la situación del producto en el mercado y el impacto que dicha empresa tiene en el mercado internacional, esta información fue extraída de libros, informes y fuentes bibliográficas en línea.

La información recabada en fuentes secundarias fue: ubicación geográfica, topografía, vegetación, suelos, zonas de vida, información generalizada del cultivo, clima del área y vías de acceso.

1.4.2 Fase de campo

En esta se encontraron factores determinantes en el funcionamiento y producción de la empresa Costa Sol S.A.

1.4.3 Fase de observación

Se observó el ciclo de cosecha, pos cosecha, almacenamiento y actividades productivas de la finca.

1.4.4 Fase final de gabinete

El trabajo de gabinete final consistió en la integración de la información recopilada en la fase de campo. Se realizó un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas), para conocer la situación actual de la producción, cosecha y plantear alternativas de solución.

1.4.5 Análisis de la información

Se describe el ciclo de cosecha, pos cosecha, almacenamiento y actividades productivas de la finca, cierta información fue fortalecida con la ayuda de fuentes secundarias. Con la ayuda del personal y consulta en fuentes secundarias se realizó el análisis FODA identificando las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que se presentan dentro del proceso productivo y pos cosecha en las instalaciones.

1.4.6 Recursos utilizados para la sistematización de la información

- Computadora
- Internet
- Libreta de campo
- Hojas
- Lápiz o bolígrafo
- Cámara fotográfica
- Material de revisión bibliográfica (libros, manuales, etc.)

1.5 RESULTADOS

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE LA FINCA COSTA SOL S.A.

La finca está conformada por varias secciones, para referencias de la organización espacial de la producción. En el cuadro 3, se observa la división o sectorización utilizada dentro de la finca para facilitar las actividades de producción y cosecha.

Cuadro 3. Organización de las áreas o sectores de siembra del cultivo de hoja de cuero dentro de la finca.

Nombre del área	Secciones contenidas	Área (ha)
El Socorro	E, F, G y H	7,02
El Tempixque	I, J y K	7,42
Área nueva	L, M, N y O	8,02
Anexo	A y B	3,20
Molina	C y D	3,20
Mantenimiento vegetativo	Renovación	0.56

1.5.1 Cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching)

Dentro de las instalaciones se maneja un cultivo único, cubriendo de ésta manera casi la totalidad de la extensión territorial de la finca. La mayoría de la plantación tienen de 10 a 15 años de ser establecida; un pequeño porcentaje de cultivo tiene 5 ó menos años.

1.5.2 Instalaciones

A Umbráculo

Parte de la infraestructura la constituye el sarán establecido a tres metros de altura, otorgándole a la planta un 73% de filtrado de los rayos solares, está constituido por una malla de polietileno de alta densidad que funciona como filtro regulador, que protege de los rayos U.V., proporciona protección al ser realizado el corte y evitar radiaciones directas sobre el cultivo, además de crear un microclima. Los rollos de sarán cuentan con una dimensión 7.31 m de ancho por 91.44 m de largo.

Éste es implementado como un sistema de sombra artificial, tratando de ésta manera semejar las condiciones adecuadas de sombra en las que se desarrolla el cultivo (ver figura 3), tomando en cuenta la ecología original de la hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), en el bosque húmedo de diversas partes, especialmente de Nueva Zelanda y Brasil.



Figura 3. Componentes de la estructura utilizada como umbráculo en la finca Costa Sol S.A.

El sarán se coloca sobre una estructura conformada por una serie de postes y cableados, que se describen a continuación:

Los postes también llamados polines se encuentran a lo largo de la plantación conformando el soporte estructural principal sobre la cual recae la distribución de las cargas (ver figura 3). Estos están hechos de madera curada, para así, prolongar la vida útil de los mismos llegando hasta los 25 años, según garantía del proveedor.

Los diámetros mayormente utilizados en las estructuras que albergan el cultivo de hoja de cuero, son de G4=6plg y G3=4plg.

El cable ofrece a la estructura la tensión necesaria para mantener la arquitectura requerida como “umbral” en su totalidad (ver figura 3). El cable utilizado es de calibre 16 inoxidable.

La tensión ofrecida entre los polines es distribuida para asegurar la estructura; para fijar el cableado se recurre a la utilización de clams de 1/4”, que son pequeños accesorios metálicas que sirven para fijar el cableado en un punto determinado (ver figura 4).



Figura 4. Componentes de tensado de cables (clams de 1/4”).

B Sistema de riego

El sistema de riego utilizado está seccionado por áreas, utilizado aspersores de impacto con diseño de una sola boquilla, para máximo alcance y un caudal de 1.34 a 3.98 gpm (304 a 904 l/hr). Y el sistema sin impacto que cuenta con un contorno de precisión que brinda mayor alcance y mejor distribución, éste proporciona un caudal de 1.22 a 2.79 gpm (277 a 634 l/hr). El sistema de riego es accionado por una bomba hidráulica.

El reservorio ubicado en la finca Costa Sol S.A. (ver figura 5), es la fuente de alimentación de agua sobre toda la extensión de la finca, utilizándose para riego y

aplicaciones de productos químicos tales como fungicidas, insecticidas y fertilizantes foliares.



Figura 5. Vaso de almacenamiento o reservorio de agua para su utilización en la plantación de hoja de cuero.

Se cuenta con dos reservorios de agua, uno tiene una capacidad de 1,200 m³ y el principal en el área de central con una capacidad de 4,000 m³, éstos son llenados con la ayuda del pozo propiedad de la finca, que tiene una dimensión de 4 pulgadas de diámetro y una profundidad de 230 pies y una bomba de extracción y distribución de 40 hp., el caudal del mismo es de 56,781 litros por hora.

1.5.3 Manejo del cultivo

A Preparación del terreno

El terreno posteriormente a establecerse la estructura o umbráculo se mecaniza, utilizando arado de disco, para mejorar las condiciones estructurales del suelo. El proceso de desinfección del suelo se realiza por la metodología de solarización o aplicaciones de productos como Cianamida cálcica CN₂ y Miragefe 75WP.

Seguido se levantan camas a 0.30 m de alto por 1.2 m de ancho por la longitud deseada, frecuentemente es de 68.67 m a 91.56 m, (las dimensiones varían en base a los requerimientos de las secciones en cuanto a distribución). El distanciamiento entre bancas está comprendido por 0.32 m.

B Selección y siembra del rizoma en la banca

El proceso productivo de la empresa comienza con la selección de rizomas para la siembra. Al momento de hacer una propagación de hoja de cuero (*Rumohra*

adiantiformis (G. Forst.) Ching) por medio de rizomas, se toma la porción del mismo y se selecciona de ellos los que tengan yemas vegetativas o meristemas apicales activos para garantizar la propagación, se toma la porción que se considere funcional del rizoma y se hará una selección posterior por tamaños, para hacer una distribución según la misma en el área a sembrar.

Los tamaños de los rizomas tienen mucha variabilidad, por tal motivo se toman criterios para la selección de los mismos según sus características morfológicas, identificando de esta manera tres tamaños de importancia para el momento de realizar la siembra, los cuales son:

Rizoma de primera que tiene una longitud aproximada a los 15 centímetros o más, estos quedan distribuidos principalmente en el área central de la banca al momento de realizar la siembra, identificados en figura 6 con un círculo color verde.

Rizomas de segunda tienen una longitud aproximada de 8 centímetros, teniendo terminaciones meristemáticas apicales de menor rango a las de los de primera, por tal motivo se les da menos prioridad aunque existen unos que cuentan con las dimensiones cercanas a las de los rizomas de primera. De la misma manera la disposición de los rizomas de segunda se realiza al centro de la banca, a unos centímetros de distancia por debajo de los rizomas de primera en figura 6, identificado con un círculo amarillo.

Rizoma de tercera, con éstos rizomas se obtiene un material con menores dimensiones y se espera una menor productividad por sus terminaciones meristemáticas apicales, dispuestas en menor cantidad en el pequeño tallo, las dimensiones que tiene un rizoma de tercera es de 4 a 6 centímetros aproximadamente, la forma en la que son colocados en la banca, es distinta a los dos anteriormente mencionados colocándose transversalmente orientados en la orilla, ver figura 6 identificado con un círculo rojo.

C Cobertura de rizoma en la siembra

La cobertura tiene la función primordial y específica de cubrir el rizoma de manera superficial, para evitar el ataque de elementos externos, como lo son roedores, insectos y daño por el clima.

La capa generalizada aplicada sobre los rizomas consta de un centímetro de espesor, ya sea de broza o aserrín dependiendo de la época del año cuando se realice la siembra, posterior a la misma se aplican turnos de riego diarios.



Figura 6. Distribución de los rizomas sobre la banca de siembra, en el círculo verde se observan los rizomas de primera, en el círculo amarillo los de segunda y en el círculo rojo los de tercera.

D Podas y saneos

Éstos son procesos que se realizan en conjunto para el buen mantenimiento del cultivo y su estructuración dentro de la banca. Sus funciones y beneficios son numerosos por tal motivo se implementan varios ciclos a lo largo del año, incrementándose durante la época lluviosa debido al ataque de agentes fitopatógenos que llegan a afectar el follaje.

a Saneos

Al implementar un "saneo" de acuerdo a la prioridad se retiran frondas torcidas o aquellas que no presentan sus características para comercializarse, o se retira material enfermo tomado en cuenta las condiciones climáticas y de mercado con las que se cuentan.

El material vegetal se retira con la ayuda de una podadora, la cual se mantiene en constante desinfección con Virkon´S y los desechos se van retirando con ayuda de bolsas o sacos plásticos.

b Saneamiento de primera

Al implementar este tipo de medida se sabe que se necesita retirar de la banca todo material no viable para la comercialización, en esta actividad se retiran frondas amarillas (envejecidas), con daños mecánicos, con daños causados por agentes fitopatógenos, torcidas y frondas que pasaron su estado de madurez óptimo. La finalidad de este tipo de saneamiento es dejar la banca limpia a la espera de la nueva generación de brotes que llegará a suplir las frondas no aptas.

c Saneamiento de segunda

Este se asemeja en gran medida al anterior, la pequeña diferencia que se hace notoria es que quedan algunas frondas torcidas, unas con daños mecánicos y una cantidad considerable que sobrepasaron el tiempo óptimo de maduración, esto es debido a que por la naturaleza del helecho requiere de sombra, para ayudar al fortalecimiento y crecimiento de los brotes que serán generados posteriormente, tomando en cuenta lo dicho se dejan estas frondas para que cumplan este papel en la banca, como una ayuda anexa al filtrado generado por el sarán.

d Saneamiento de toma

Este se realiza con la finalidad de retirar las frondas dañadas en las tomas o caminamientos.

e Saneamiento de hojas torcidas

La finalidad de este tipo de saneamiento es optimizar el proceso de corte, tratando de reducir el margen de error al retirar el material no apto para la comercialización.

E Riego

El riego por la naturaleza del cultivo se implementa diariamente, por turnos de riego por aspersión. La descarga por turno es de 0.6 a 0.7 litros por minuto en turnos de 50 minutos, siendo el radio de cobertura de 5 m por aspersor. La cantidad de aspersores por llave varía entre 50 a 60 aspersores. El control de los tiempos de riego es realizado manualmente por personal capacitado.

F Fertilización

El proceso de fertilización se hace en base a un programa de nutrición cimentado en análisis foliar de las frondas que se realiza con periodicidad, dejando aproximadamente un intervalo de seis meses entre análisis. La fertilización del cultivo se realiza con lapsos de treinta días. En el cuadro 4, se muestran los requerimientos nutricionales mínimos de la hoja de cuero, para ser tomados en un programa de fertilización.

Cuadro 4. Niveles críticos en requerimiento de nutrición foliar para el cultivo de hoja de cuero.

Elementos necesarios en porcentajes y ppm	Deficiente	Bajo	Medio	Alto
Nitrógeno %	1.60	2.50	3.50	4.50
Fósforo %	0.15	0.22	0.40	0.50
Potasio %	1.50	2.00	3.00	4.00
Azufre %	0.15	0.20	0.20	0.40
Calcio %	0.30	0.50	1.00	1.50
Magnesio %	0.15	0.25	0.70	1.00
Hierro ppm	15	25	100	200
Manganeso ppm	20	50	200	300
Cobre ppm	3	5	10	25
Boro ppm	15	20	50	100
Zinc ppm	20	25	100	150
Sodio ppm	0	100	600	1200

Fuente: Acosta, 2002.

G Manejo de malezas

El control de las malezas se lleva a cabo como un programa integrado de control, el cual incluye la implementación de aplicaciones de productos químicos como Atrazina 40 WP a una dosis de 3 g/l, utilizado por ser un herbicida selectivo. De igual manera también se desarrolla el proceso de desmalezado, que se realiza dependiendo de la incidencia, al igual que las aplicaciones de herbicidas.

H Control de plagas

Los monitoreo con respecto a este factor son constantes, dedicando una vez por semana a la detección de algún tipo de incidencia, dependiendo de ésta se retiran manualmente los brotes o se procede a la aplicación de insecticidas, dependiendo si es época seca o lluviosa, para garantizar la efectividad del producto.

Entre las plagas podemos mencionar que existe una variedad dependiendo del estado fenológico en el cual se encuentre la planta.

En las primeras etapas fenológicas el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), se ve afectado principalmente por arácnidos y *Fungus gnat*, siendo éste último el único que afecta actualmente al cultivo, al alimentarse del tejido joven o brotes de 2 a 4 semanas, éstos reducen la producción si no se ejerce un control oportuno del mismo. Se puede decir que en épocas de daño extremo se extraen de 400 a 500 brotes por semana dañados por sección.

I Manejo de Enfermedades

Las principales enfermedades que se han determinado en el cultivo de hoja de cuero, están en función del clima presente en la región principalmente por la precipitación y humedad relativa que se presenta en las dos épocas del año (época seca y época lluviosa).

Durante la época lluviosa al alcanzar una humedad relativa superior al 70%, se activa el inóculo primario de los patógenos que se encontraban en estivación tales como *Cercospora sp.*, *Phoma* y *Colletotrichum spp.*, y la diseminación de los patógenos se da de manera más abrupta.

Para aminorar el daño se implementan métodos de saneo según sea el caso que se presente, eliminando el material vegetal dañado y así disminuir el inóculo. Se realizan también métodos de control químico, implementando programas de aplicaciones ya sea de mezclas de ingredientes activos, como de mecanismos de acción entre sistémicos y de contacto.

1.5.4 Manejo de cosecha y pos cosecha

El proceso post cosecha consta de varias etapas que son definitivas dentro del proceso productivo de la finca Costa Sol S.A.

La productividad es muy variable ya que se obtienen de 3 a 5 frondas por planta año para una producción cercana a 200.000 tallos en el año. Países de alto nivel tecnológico como Costa Rica producen alrededor de un 1.100.000 y 1.500.000 frondas al año para un cultivo estable (Acosta, 2002).

A Cosecha

El corte es el medio por el cual se obtienen del campo las frondas que llenarán con los requisitos demandados por el mercado, que son madurez de la fronda que conlleva a la tonalidad verde profundo característica del cultivo y el tamaño, éste quedará definido de la siguiente manera: Jumbo (55 cm en adelante), Mediano (49 a 54 cm) y Junior (43 a 48 cm). La cantidad a cosechar depende de la demanda o solicitud del mercado.

Los tamaños de frondas a cortar serán definidos por la demanda de mercado, más sin embargo, el corte dependerá también de la disponibilidad de los tamaños existentes en el campo.

El corte con la ayuda de podadoras que es una máquina agrícola utilizada para la conformación de follaje y cortes del material vegetal en la base del raquis de la hoja de cuero, optimizando de ésta manera la totalidad del material vegetal, para cubrir las dimensiones mencionadas. Las frondas se agrupan en bunches o rollos de frondas por tamaño.

Conforme el material vegetal va siendo recolectado en el campo se deposita en pequeños contenedores de metal (canastas), que son enviadas después de un lavado superficial en campo, contribuyendo a evitar el estrés de la planta, las canastas son trasladadas a la sala de empaque en un carretón anclado de un pick up.

Al llegar las canastas con la planta recolectada en el campo estas son sometida a un proceso de limpieza y desinfección, para ésta actividad se utilizan un polipasto,

mecanismos de traslado de las canastas, los cuales las llevan a una solución donde son sumergidas para eliminar partículas ajenas a su integridad.

Seguido se sumergen en un medio acuoso (DEEP), que contiene productos de desinfección cuyo ingrediente activo es Imazalil, la solución aparte del fungicida contiene coadyuvantes, para de ésta manera garantizar la sanidad del producto a comercializar.

B Clasificación de frondas

Al culminar la inmersión en el DEEP se trasladan las canastas a las mesas de selección y organización de rollos conteniendo 20 frondas (ver figura 7).



Figura 7. Actividades de selección y realización de rollos en la sala de empaque.

En ésta etapa se distribuyen por tamaños. Se eliminan las que no cumplan con los estándares de calidad requeridos, como lo son: daños mecánicos, falta de foliolos.

Acto seguido se organizan manualmente en bunches de 20 frondas (ver figura 8), las cuales son atadas por una banda plástica de colores definidos; amarillo para las frondas Jumbo, rojo para las medianas y azul para las Junior.

Los hules son colocados de manera tal que no dañen el tejido de las frondas, se trata de abarcar el raquis en su totalidad, para que de ésta manera queden totalmente asegurados hasta la base de los mismos (ver figura 8).



Figura 8. Hules utilizados en la elaboración o amarrado de bunches.

Por último se toman los bunches y en la parte inferior se hace un corte para que los raquis queden de un tamaño uniforme, para simplificar su almacenamiento y contribuir con la estética del producto final.

C Empaque

Posteriormente son empacadas de manera individual en bolsas plásticas selladas al vacío ó bolsas hechas a la medida donde los raquis quedan expuestos.

Al ser selladas se introducen en las cajas correspondientes, identificadas de manera debida y describiendo el tamaño y cantidad de bunches contenidos. Para un mayor control se realiza un chequeo de código de barras mediante infrarrojos, para crear así un registro de existencias en bodega.

D Almacenamiento

Todo el material permanece en el cuarto frío a 4° C hasta llenar el volumen requerido por la demanda y sea trasladado a su destino final, puede permanecer de 30 a 35 días como máximo en cuarto frío, hasta llegar al mercado Europeo.

1.5.5 Compostaje

El lombricompost es el producto del proceso de digestión de restos vegetales y diversidad de materiales orgánicos, éste producto es resultado de las excreciones producidas por la Coqueta Roja (*Eisenia foetida*).

En el logro del aprovechamiento máximo de los residuos vegetales, se implementó la idea del fortalecimiento del proceso de reciclaje, mediante la producción de abonos

orgánicos. Ésta iniciativa surge hace aproximadamente seis años, con una cantidad inicial de 5,000 anélidos de Coqueta Roja (*Eisenia foetida*).

El material vegetal descartado de la sala de empaque, así como el obtenido de la sucesión de saneo realizados en la totalidad de la finca es destinado a un área específica, donde se somete a un proceso de descomposición para que de ésta manera sea más fácil digerible para la Coqueta Roja (*Eisenia foetida*).

Para fortalecer la nutrición de los anélidos se implementa en su dieta gallinaza, pulpa de café y estiércol bovino.

Semanalmente se obtienen aproximadamente de 50 a 60 sacos de lombricompost, de las 32 canteras. La cantidad de composta aplicada en el campo es de 148.29 sacos por hectárea.

Para un total aprovechamiento de los nutrientes, se vio la oportunidad de recolectar el lixiviado de humus que contiene gran cantidad de macro elementos, que son de gran utilidad para la planta.

Por tal motivo debajo de las camas de procesamiento de lombricompost se colocaron calicatas de recolección del lixiviado, que posteriormente es almacenado para aplicaciones vía fertirriego o asperjadas.

Semanalmente se obtienen 500 litros, de los cuales son almacenados en su totalidad para su posterior utilización, para las aplicaciones en el campo la dosis que se utiliza es de 1 cc/litro.

1.5.6 ANÁLISIS FODA (FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES, AMENAZAS)

El análisis FODA se basó en identificar las fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades y con base a ello se reconocieron líneas de acción que se convierten en objetivos estratégicos, de los cuales se derivan proyectos a corto, mediano y largo plazo. Dicho análisis se representa en la matriz del cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas), dentro de las actividades productivas de la finca Costa Sol S.A.

	<p>Fortalezas La empresa Costa Sol S.A. exporta el mejor helecho del mundo. El personal con el que se cuenta para los trabajos de campo tiene la capacidad de realizar varias actividades dentro de las instalaciones, por tal motivo no se requiere de contrataciones extraordinarias. El personal con el que se cuenta esta capacitado para realizar las tareas específicas. Se cuenta con el equipo necesario para suplir las necesidades que se vayan presentando. Condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo del cultivo. Abastecimiento de agua propio.</p>	<p>Debilidades De las pruebas realizadas con anterioridad no existen registros ni documentación que respalde la elaboración de las prácticas implementadas. Para tareas de mayor impacto como son los mezcladores de los productos químicos para control de plagas y enfermedades, y aspersión de fertilizantes foliares, deberían de contar con personal técnico previamente preparado, para de ésta manera evitar cualquier altercado posterior. La implementación de medidas de control o manejo de manera empírica. El proceso de brotación dura ocho semanas dentro de las cuales se abre una brecha para el ofrecimiento del producto al extranjero, pero en las semanas donde tendría que obtenerse un índice mayor de brotación por ser el nivel óptimo de demanda de mercado, el rizoma no genera la brotación que debería para cubrir la demanda exigida.</p>
<p>Oportunidades Con la calidad de productos de exportación se ha visto un aumento en la demanda de los mismos, por tal motivo la empresa se ve en la necesidad de un crecimiento empresarial el cual dará como resultado más oportunidad de trabajo.</p>	<p>Estrategias ofensivas 1. Con el personal altamente capacitado se pueden mantener los altos y mejorar los estándares de calidad que ofrece la finca Costa Sol S.A., en las exportaciones.</p>	<p>Estrategias de orientación 1. Hacer un registro documentado de las actividades de manejo ya sea cultural, biológico o químico, que se realizaron durante el año. 2. Hacer un análisis científico o abocarse a personas certificadas antes de la realización en cambios bruscos en las metodologías de manejo del cultivo. 3. Implementar el uso de productos de fertilización foliar nuevos, para observar la respuesta a fertilizantes complementarios.</p>
<p>Amenazas Debido a que la ubicación geográfica de la Finca Costa Sol se encuentra en una pendiente relativamente pronunciada, se tiene la problemática de la escorrentía de agua de lluvia que proviene de las faldas del volcán que arrastra consigo materiales de tamaño considerable que dañan la infraestructura, así como la plantación como tal y causa daños en el umbral económico de la Finca. El clima de la región durante la época de lluvia tiene el inconveniente de dar las condiciones óptimas para que se propaguen enfermedades fitopatógenas que afectan la integridad del cultivo, como lo es el caso del <i>Phoma</i>, que involucra daños severos en dicha época.</p>	<p>Estrategia defensiva 1. Mantener un control sobre la finca e implementar mantenimientos que favorezcan el fortalecimiento de las estructuras o del umbráculo. 2. Implementar programas de protección bien integrados para la época lluviosa que tengan un impacto positivo sobre el control fitosanitario.</p>	<p>Estrategias de sobrevivencia 1. Restringir el riego al máximo durante la época lluviosa para que de ésta manera, se disminuya la humedad actual, evitando el ataque de fitopatógenos. 2. Capacitar y mantener un constante monitoreo del grupo de fumigación. 3. Implementar nuevos programas de protección a fitopatógenos. 4. Buscar nuevas fuentes complementarias de fertilización y mantener un monitoreo de la respuesta del cultivo a los mismos.</p>

1.6 CONCLUSIONES

1. En la región de San Miguel Dueñas se presentan las condiciones edáficas y climáticas que permiten el cultivo de la hoja de cuero. Entre las limitantes se observa las altas precipitaciones que incrementan la humedad relativa dejando susceptible al ataque de hongos, especialmente *Phoma*.
2. En el FODA se expusieron como las principales problemáticas la baja brotación del rizoma en épocas determinadas y problemas fitosanitarios.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta Bernal, JF. 2002. Analysis no. 2 of tropical flowers and foliage in Putumayo (en línea). US. Consultado 12 set 2011. Disponible en http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACX701.pdf
2. Aycachi Inga, R. 2004. Histología vegetal: las plantas (en línea). España. Consultado 5 set 2011. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos31/histologia-vegetal/histologia-vegetal.shtm>
3. CONRED (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, GT). 2011. Evaluación de daños y pérdidas sectoriales ocasionadas por la depresión tropical 12-E noviembre de 2011 (en línea). Guatemala. Consultado 12 jul 2012. Disponible en: http://conred.gob.gt/documentos/secretaria-ejecutiva/CEPAL%20-%20Evaluacion_Danos_y_Perdidas%20-DT12E.pdf
4. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala; según el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. Gonzalez Castiblanco, GP. 2004. Factibilidad de exportación de follaje helecho de cuero (*Rumohra adiantiformis*) para ramos o adornos frescos. Tesis Ing. Ind. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. 126 p. Consultado 12 set 2011. Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis151.pdf>
6. Harrison, M. 1971. Southern gardening: an environmentally sensitive approach. Florida, US, Pineapple Press. 49 p.
7. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2012. Resumen del impacto meteorológico de la tormenta tropical Agatha mayo 2010 (en línea). Guatemala. Consultado 12 nov 2012. Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/agatha.pdf>
8. León, A *et al.* 2006. AAT de la familia Dryopteridaceae para Colombia (en línea). Colombia, Sistema de Información sobre Biodiversidad / Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt". Consultado 10 mayo 2012. Disponible en: <http://www.siac.net.co/sib/aat>
9. MNA (Museo Nacional de Antropología, UY). 2010. Ministerio de educación y cultura (en línea). Uruguay. Consultado 12 set 2012. Disponible en: <http://mna.gub.uy/museosdigitales/ficha.php?id=18&t=FLORA>
10. SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, GT). 2010. Plan de desarrollo de San Juan Alotenango, Scatepéquez. Guatemala, Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Juan Alotenango / SEGEPLAN / Dirección de Planificación Territorial. 89 p.

11. Simmons, CS; Tárano T, JM; Pinto Zúñiga, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
12. USDA (United States Department of Agriculture, US). 2012. NRCS (Natural Resources Conservation Service) plants database, classification for kingdom plantae down to species *Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching (en línea). US. Consultado 8 set 2012. Disponible en: <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=RUAD>

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE PROTECCIÓN A *Phoma*, EN LA HOJA DE CUERO (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), EN LA FINCA COSTA SOL S.A., SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

EVALUATION OF PROTECTION PROGRAMS TO *Phoma*, IN THE LEATHER LEAF (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), IN THE ESTATE COSTA SOL S.A., SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

Según AGEXPORT (2008), Guatemala está posicionada a nivel Centroamericano como el segundo país en exportaciones de plantas ornamentales, representando el 16% del total de las exportaciones hacia Holanda, Japón y Estados Unidos. La hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), es un helecho adaptado a su cultivo extensivo para su utilización como un follaje, por sus características físicas y buena vida pos cosecha.

Las condiciones climáticas que prevalecen en la región ayudan al desarrollo del cultivo, como de la misma manera son adecuadas para la diseminación del patógeno de la clase Coelomycetes, denominado *Phoma* las cuales son, según Castaño, (1984), humedad relativa mayor a 75% y bajas temperaturas en época lluviosa. Bajo umbráculos los síntomas perceptibles en frondas son manchas oscuras muy pequeñas, en condiciones favorables para la enfermedad, las lesiones se pueden unir dando origen a grandes manchas necróticas de forma irregular.

Analizando todas las características y descripciones mencionadas y, tomando en cuenta que la información con respecto al control de enfermedades sobre plantaciones de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), en especial *Phoma*, es de carácter limitado, se procedió a la evaluación de programas de control fúngico, tomado en cuenta que el hongo tiene la capacidad de seleccionarse para sobrevivir a los diferentes productos aplicados.

2.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

La hoja de cuero está determinada como un helecho parte de las plantas pteridofitas, en otras palabras, carentes de flores, frutos o semillas verdaderas. Se caracteriza por su color verde intenso y por una consistencia fuerte y erecta, como se observa en la figura 9 (INIA, 2012).

Cuenta con un sistema vascular por el cual se transportan nutrientes y agua, por tanto, son denominadas plantas vasculares, las cuales se desarrollan en condiciones de alta humedad (INIA, 2012).



Figura 9. Follaje de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) al cual se le aplicaron los programas de protección al fitopatógeno *Phoma*.

2.2.1 Descripción de la hoja de cuero

Especie de muy amplia distribución, considerada una hierba perenne (Helecho) que habita en laderas y praderas rocosas de sierras y quebradas (MNA, 2010).

Haciendo una descripción generalizada de la especie *Rumohra adiantiformis* podremos considerarla como una planta epífita terrestre o de bajo nivel, que cuenta como método de reproducción asexual por medio de rizomas que tienen una apariencia escamosa, que dista a pocos centímetros de profundidad, solo necesita ser cubierto por una delgada capa

de suelo o sustrato para realizar su proceso de brotación, son generalmente erectos o suberectos, a menudo suelen presentar ramificaciones laterales o con estolones (INB, 2001).

A Frondas

Las frondas del helecho de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) son hojas imparipinadas, con estipe y raquis surcado en el haz con surcos cerrados a los de los ejes de orden inferior, el surco cuenta con una Creta central característica del género *Rumohra* (MNA, 2010).

2.2.2 Phoma

Existen muchas enfermedades fungosas en las que es imposible identificar al patógeno que ya se encuentra mezclado con uno o más contaminantes, como es el caso del *Phoma*, debido a que una misma enfermedad puede deberse ya sea a uno o a varios patógenos morfológicamente semejantes o tal vez a algún factor del ambiente, o bien a que la enfermedad es causada por un nuevo patógeno hasta ese momento desconocido, el cual debe aislarse y estudiarse (Agrios, 2001).

A Clasificación taxonómica de *Phoma*

Dávila (2011) clasificó al *Phoma* como sigue:

Clase: Coelomycetes

Orden: Sphaeropsidales

Familia: Sphaeropsidaceae

Género: *Phoma*

Nombre común: Tizón o Phoma

B Biología

Los conidios son ovales con una a dos células de tamaños de 9 a 15 por 3 a 5 micras y se producen en picnidios. Los conidios son capaces de infectar superficies heridas (Semillas del caribe, 2009).

C Ciclo biológico de *Phoma*

Según Cáceres (1999), el proceso de diseminación de los conidios que tiene mayor efectividad es a través de las gotas de lluvia, con esto se rompe la masa gelatinosa que expulsa la estructura cuando estas salen fuera del picnidio, con esta acción continúa la diseminación por medio de salpicaduras que distribuyen a los patógenos en todas direcciones y al momento de cesar la lluvia éstas estructuras que fueron expulsadas son llevadas a lugares aún más lejanos con la ayuda del viento (ver figura 10).

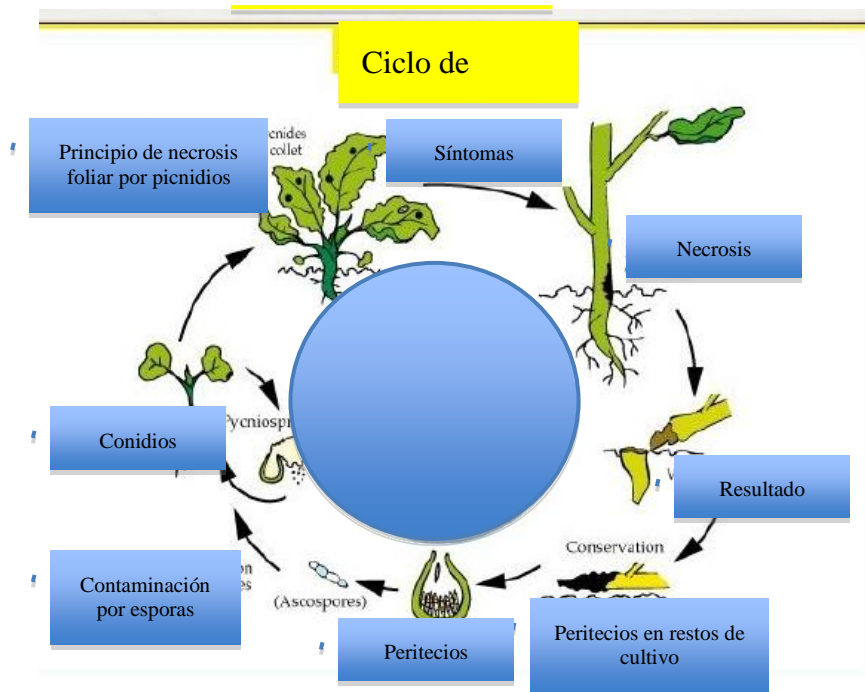


Figura 10. Ciclo de vida del fitopatógeno *Phoma* (fuente: Dávila, 2011).

En la figura 10, se observa el ciclo de reproducción del hongo anamorfo *Phoma* y la forma en la que se disemina.

El hongo ya esparcido por toda la plantación comienza un largo camino en búsqueda de un hospedero apto, explorando la posibilidad de penetración al tejido lo cual se logró cuando se hacía presente una herida en la planta ya sea por daños mecánicos, viento (rozamiento), o por el daño de insectos, aunque puede presentarse y acoplarse a las condiciones sin que ninguna de las situaciones anteriormente mencionadas se haga presente en la fronda.

D Epidemiología

a Inoculación

Según Agrios (2001), es denominado inóculo al patógeno o los patógenos que llegan a la planta, o que de alguna otra forma entran en contacto con ella. El inóculo es cualquier parte del patógeno que puede producir infección.

Al inóculo que sobrevive al invierno o el verano y que ocasiona las infecciones originales en la primavera o en el otoño, se le denomina inóculo primario, y a las infecciones que produce, infecciones primarias. El inóculo que proviene de las infecciones primarias y que ocasiona las infecciones secundarias se le denomina inóculo secundario. Por lo general, cuanto más abundante es el inóculo primario y se encuentre más cerca de un cultivo, mayores serán la gravedad de la enfermedad y las pérdidas que ocasionan (Agrios, 2001).

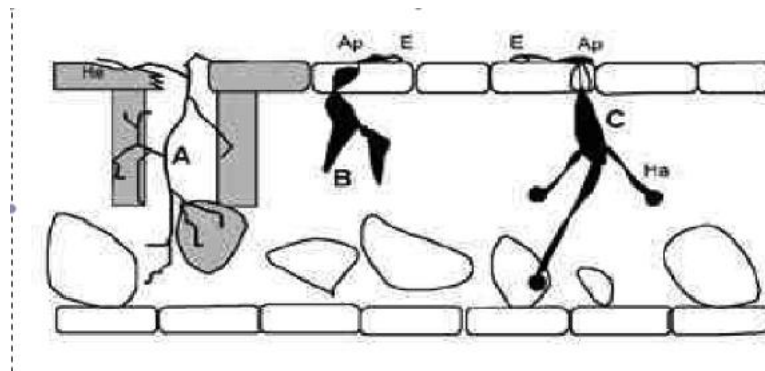


Figura 11. Formas de penetración y nutrición de los hongos fitopatógenos (fuente: Agrios, 2001).

Como se puede observar en la figura 11 se identifican los medios de penetración de los hongos a los tejidos vegetales. En la figura 3a, se observa la penetración por heridas (He) de hongo necrótrofo, el cual mata la célula hospedante antes de alimentarse. En la 3b, se

identifica un hongo biótrofo intracelular con penetración directa mediante un apresorio (Ap). En la figura 3c, se observa un hongo biótrofo intercelular con penetración por estomas y utilización de Haustorios (Ha) para la absorción de nutrientes (Villamizar, 2009).

Según Agrios (2001), las esporas de los hongos germinan y forman apresorios a partir del cual se forma una hifa fina denominada comúnmente hifa infectiva o gancho de penetración, la cual perfora la cutícula y la pared celular mediante fuerza mecánica, acompañados en varios casos por degradación enzimática de los nutrientes de la pared celular.

b Infección

El ciclo de vida en el campo de *Phoma*, se da entre los nueve a veinte días, éstos tiempos fueron tomados en base a la aparición de los primeros signos, hasta que fue expulsado por el inóculo secundario (Cáceres, 1999).

El inóculo secundario son las esporas asexuales producidas a partir de los primeros síntomas que se manifestaron en el período de nueve a veinte días (Cáceres, 1999).

c Colonización

La tasa reproductiva de los patógenos varía considerablemente, pero en cualquiera de ellos un sólo individuo o varios de ellos puede dejar una progenie considerable en tan sólo una estación de crecimiento. Algunos hongos producen esporas más o menos en forma constante, mientras que otros las forman de manera secuenciada. En cualquiera de los casos, se forman desde varios miles a cientos de miles de esporas por cada centímetro cuadrado de tejido infectado. Incluso los pequeños esporóforos especializados pueden producir millones de esporas, por lo que con frecuencia el número de esporas formadas en una planta infectada varía desde miles de millones hasta billones (Agrios, 2001).

d Reproducción

Según Agrios (2001), el proceso de reproducción de *Phoma*, se realiza por medio de conidios (figura 2).

e Diseminación

Según Agrios (2001), casi toda la dispersión del patógeno, depende del brote de la enfermedad de la planta e incluso de la aparición de enfermedades de menor importancia económica, se lleva a cabo pasivamente mediante la participación de agentes de dispersión tales como el aire, agua, insectos, otros animales y el hombre.

f Invernación y estivación del patógeno

Según Agrios (2001), los patógenos que infectan a las plantas perennes pueden sobrevivir en ellas durante las bajas temperaturas del invierno, o en el clima seco y cálido del verano o en ambos, a pesar de que las plantas hospedantes durante esas estaciones, muestren un crecimiento activo o entren en un período de reposo.

g Sintomatología de *Phoma* en hoja de cuero

Los márgenes de las lesiones son ligeramente cafés y translúcidos, con hifas y picnidios que son el estado imperfecto. La infección del tejido es húmeda, firme e inicialmente de coloración suave y eventualmente cambia a marrón oscuro. La superficie de la lesión transcurrido el tiempo cambia a marrón oscuro y llega a cubrirse (Semillas del caribe, 2009).

h Hospedero

El rango de infección de *Phoma* es muy amplio, se ha encontrado una amplia gama de cultivos que se ven afectados por este fitopatógeno (Yoj, 1993).

Tomando en cuenta las condiciones climáticas, edáficas y de humedad relativa que se presentan en la plantación de la hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), ubicada en las instalaciones de la finca Costa Sol, en el municipio de San Miguel Dueñas, se observó adecuada, por tanto, proporcionó las condiciones adecuadas para la diseminación de las esporas y propagación de la enfermedad.

i Daño

Afecta principalmente los brotes y tejido joven del cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), por ser un producto de exportación que ofrece altos estándares de calidad en follajes, la fronda no llega a cumplir con los requerimientos, por la necrosis formada a lo largo del tejido vegetal (Semillas de caribe, 2009).

2.2.3 Métodos de control

El control de *Phoma* sobre el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) no es de amplio discernimiento, siendo limitada la información que se conoce con respecto al cultivo, por lo tanto, se ha determinado la implementación de métodos de prevención sin dejar de lado el control cultural y el control químico cuando el patógeno se hace presente (Cáceres, 1999).

A Control cultural

Según Zapata (2002), el saneo es parte del manejo cultural del cultivo, puesto que la mecanización dentro del mismo se torna imposible por la densidad de siembra y sus distanciamientos. Con respecto al saneo se puede puntualizar que existen ocasiones en las que pueden ser tomados en forma de poda como tal, cuando el daño a las frondas es severo presentando una incidencia elevada de la enfermedad.

B Control químico

Este se realiza sobre la plantación de manera preventiva implementando aplicaciones de fungicidas sistémicos y de contacto, organizándolos en un programa de aplicaciones para no generar resistencia ante los patógenos (Cáceres, 1999).

2.2.4 Programas de protección

La organización de los productos de acción fúngica, se realiza con la finalidad de evitar la resistencia de los cultivos a las aplicaciones de los mismos. Su disposición se alterna

entre fungicidas sistémicos y de contacto para asegurar un ataque a las estructuras y funciones del hongo (García, 2010).

A Productos sistémicos

El modo de acción de los productos sistémicos está determinado por las rutas bioquímicas y metabólicas de una molécula en los sitios de acción de las células de los fitopatógenos (Velastegui, 2007).

Estas sustancias químicas son de acción antimicótica que pueden ser movilizadas internamente en la planta. Pueden hacerlo por la vía del apoplasto o del simplasto o ambas (Rossini, 2007).

B Productos de contacto

Los fungicidas de contacto se disponen sobre el área susceptible ya que éste actúa por contacto con las esporas, impidiendo su germinación o matando el tubo germinativo. Su acción es específicamente preventiva, ya que no tiene efecto sobre el micelio establecido (Castillo, 1999).

Según García (2010), actúan sobre la membrana y el protoplasma de la célula, aunque su mayor efectividad se observa en el protoplasma, donde es mayor el número de procesos vitales.

2.2.5 Incidencia y severidad

Al evaluar las enfermedades, el interés se centra en medir: 1) la incidencia de la enfermedad, es decir el número o proporción de plantas enfermas (el número o proporción de plantas, hojas, tallos y frutos que muestren cualquier tipo de síntomas); 2) la severidad de la enfermedad, es decir, la proporción del área o cantidad de tejidos de la planta que está enferma, destruidos por un patógeno. Con más frecuencia, se utilizan escalas de cero a diez o del uno a catorce para expresar las proporciones relativas del tejido afectado en un determinado período (Agrios, 2002).

A Área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (ABCDE)

Se trata de encontrar el área limitada por una curva con la ecuación $y = f(x)$ continua y positiva, el eje de abscisas y dos ordenadas $x=a$, y $x=b$. El área de este trapecio curvilíneo se puede aproximar también por sumas inferior y superior de áreas de rectángulos, que tienen la misma base y cuyas alturas son respectivamente el valor máximo y mínimo de la función en ese intervalo (Castro, 2010). Esto se utiliza para la determinación del impacto de la epidemia y en que grado está incidiendo en el cultivo (Moterroso, 2012).

B Tasa de desarrollo (r)

Obviamente a mayor cantidad de datos posibles, particularmente si ellos se distribuyen uniformemente en ambos lados de la infección, dan la mejor estimación de la tasa de desarrollo de la infección. Sin embargo, es posible hacer una estimación aproximada simplemente con dos puntos de datos. En este caso usaríamos sólo el punto primero y el punto final en el juego de datos transformados arriba y calculamos la inclinación como el alza sobre la gráfica (Castaño, 2010).

C Índice de severidad (IS)

Calculado mediante la fórmula de Townsend y Heuberguer, se identifica el índice de severidad. Éste nos indica la porción del tejido afectado expresado a través del tiempo (Castaño, 2009).

D Transformación logarítmica

Para estimar los parámetros, observamos la epidemia, medimos X varias veces en el transcurso de la epidemia y luego trazamos X versus el tiempo. La dificultad es adaptar modelos no lineales a los juegos de datos. Es mucho más fácil transformar la x para conseguir un modelo lineal que se ajusta fácilmente con la regresión lineal simple (Castro, 2010), además esta relación significa el logaritmo de la proporción del tejido enfermo en relación al tejido sano (Monterroso S., D. 2012).

Log $X/1-X$

Donde según Monterroso S., D. (2012):

X = Proporción de la enfermedad.

1 = Total del tejido.

2.3 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.3.1 Características de la finca

El lugar en donde se realizó la evaluación es la finca Costa Sol S.A., la cual está ubicada en el municipio de San Miguel Dueñas, en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Ubicada a aproximadamente 3 km del centro de dicho municipio, por un acceso de terracería que lleva a la zona agroindustrial de dicha área. Ubicado a una altura de 1460 a 1466 msnm, a una Latitud de 14°30'27.28"N y una Longitud de 90°48'36.08"O. El clima de este municipio se define como templado la mayor parte del tiempo y frío en diciembre y enero.

La zona de vida donde se encuentra es bosque muy húmedo sub-tropical cálido bmh-s. Con temperaturas de 21 a 25 ° C anuales. Tiene una precipitación pluvial de 1240 mm anuales (Cruz, 1982).

2.3.2 Teoría y referencias de la finca

Existen varias epidemias en el cultivo, más sin embargo la que se estima como más frecuente es el *Phoma*, sus características distintivas son: manchas necróticas dispersas en el follaje así como en los raquis, se observa en casos severos su aparición en los brotes, la infección se genera de las frondas que se encuentran más cercanas a la toma o caminamiento, por el efecto de salpicadura, dispersándose cuando las condiciones son adecuadas dentro de toda la banca de siembra. Puede llegar a formar puntos de infección donde se hace realmente evidente la severidad del daño¹.

Afecta principalmente los brotes y tejido joven del cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), por ser un producto de exportación que ofrece altos estándares de calidad en follajes, la fronda no llega a cumplir con los requerimientos, por la necrosis formada a lo largo del tejido vegetal².

¹ Comunicación personal de Oscar Sul, plaguero de la finca Costa Sol S.A.

² Comunicación personal de Romeo Talento, Jefe de Finca Costa Sol S.A.

Las formas de limitar la diseminación de esporas es haciendo podas o saneos, con lo cual se retiran las estructuras dañadas o infectadas por los fitopatógenos³.

El saneo es parte del manejo cultural del cultivo puesto que la mecanización dentro del mismo se torna imposible por la densidad de siembra y sus distanciamientos, con respecto al saneo se puede puntualizar que hay veces que puede ser tomado en forma de poda como tal, pero su diferencia es significativa, siendo ésta de mayor trascendencia al momento del control de enfermedades. Existen dentro de la finca varios tipos de saneo, dependiendo de la severidad de la infección o del material vegetativo clorótico o necrótico⁴.

2.3.3 Mecanismos de acción de los fungicidas usados en la finca

A Ingrediente activo Carbendazim

Una vez aplicado, penetra a las hojas de las plantas, donde se transloca en forma apoplástica (con la transpiración) y acropétala (del centro a los bordes) (Tecnomil, 2007). Su acción es preventiva y curativa, controlando a los hongos patógenos antes de su penetración en las plantas, o bien cuando la infección recién se ha producido (Tecnomil, 2007).

El producto se adhiere fuertemente a la tubulina en los hongos sensibles, afectando a los microtúbulos durante el proceso de la mitosis, lo que causa la detención del crecimiento micelial y división celular (Tecnomil, 2007).

B Ingrediente activo Propineb

Actúa inhibiendo aminoácidos, proteínas y enzimas, interviniendo en la producción del ATP. Afecta los procesos de respiración (ciclo de Krebs). Multisitio (Bayer, 2009).

³ Comunicación personal de Juan Carlos Rodríguez, plaguero finca Costa Sol S.A.

⁴ Comunicación personal de Aracely Lemus, encargada de saneo finca Costa Sol S.A.

C Ingrediente activo Ditiocarbamato

Según Agrisecc (2009), los Ditiocarbamatos y sus derivados constituyen uno de los grupos más importantes de fungicidas orgánicos para el control de enfermedades.

Son derivados del ácido ditiocarbámico, ampliamente utilizados en preparaciones fungicidas comerciales en la actualidad. Su acción fungitóxica proviene de la inhibición de las enzimas que contienen tioles y por interferir en el proceso de toma de oxígeno (Agrisecc, 2009).

En general, impiden la deshidrogenación del ácido pirúvico. Algunos de ellos (maneb, zineb) y también el captan y el clorotalonilo, tienen una acción inespecífica relacionada con la interferencia de enzimas o compuestos metabólicos intermedios que actúan en la respiración, caracterizados por presentar grupos sulfhidrilos (-SH), (Rossini, 2007).

D Ingrediente activo Imazalil

Según Laboratorio Agrochem (2004), el Imazalil es un fungicida sistémico inhibidor de la biosíntesis del ergosterol.

E Ingredientes activos Tebuconazole y Triadimenol

Al igual que todos los triazoles, el Tebuconazole actúa como inhibidor de la síntesis del ergosterol; sin embargo, sus cualidades intrínsecas le conceden una particular efectividad y rapidez de acción, evidenciando desarreglo en el metabolismo de los hongos susceptibles, frenando drásticamente las estructuras de las paredes celulares y deteniendo el crecimiento del tubo germinativo, los haustorios y demás órganos de fijación. Su alta sistemia le permite una rápida penetración y movimiento en el tejido vegetal en donde se distribuye uniformemente. El intervalo entre las aplicaciones depende del estado del cultivo, de las condiciones climatológicas y de la presión de la enfermedad, que se determinará por los sistemas de pre-aviso biológico. Nuestros conocimientos actuales, nos indican períodos de control entre 18 y 21 días alternando con fungicidas de diferentes grupos químicos, según los lineamientos del FRAC (Bayer Cropscience, 2008).

Triadimenol es un fungicida orgánico, que actúa en forma sistémica, y con Amplio espectro de acción. Es apropiado para ser usado como desinfectante de semillas de cereales. Controla enfermedades de semillas e infecciones tempranas en las plantas como septoria y oidio. Que son causados por agentes patógenos que son diseminados por el viento (Antalien, 2004).

F Ingredientes activos Carboxim y Thiram

El Carboxim inhibe la enzima succinato hidrogenasa, que afecta la respiración de los hongos, sumado a la acción Multisitio del Thiram, que afecta la respiración mitocondrial, inhibiendo la enzima succinato ubiquinona reductasa (Proficol, 2010).

G Ingrediente activo mancozeb

El ingrediente activo mancozeb afecta múltiples procesos metabólicos de los hongos. Impide la actividad de las enzimas sulfhídricas y de la cisteína, causa una disrupción de la actividad respiratoria, irrumpe el ciclo de Krebs y la formación de ATP (Helmméxico, 2006).

Los múltiples procesos que afecta mancozeb son regulados por varios genes, lo que hace necesario que sucedan múltiples mutaciones para desarrollar a un individuo resistente, por lo anterior se considera que la aparición de resistencia de los hongos a este fungicida es difícil que se exprese (Helmméxico, 2006).

En el cuadro 6, se observan los productos comerciales y un resumen de su modo y mecanismo de acción sobre *Phoma*.

Cuadro 6. Nombres comerciales de los fungicidas aplicados y mecanismos de acción con respecto a su ingrediente activo y grupo químico, utilizados durante la investigación en la finca Costa Sol S. A.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Grupo químico	Modo de acción	Mecanismo de acción
Carbendazim 50 SC	Carbendazim	Benzimidazol	Fungicida sistémico	Afectando así la división celular y nuclear resultado en la muerte de la célula
Antracol 70 WP	Propineb	Ditiocarbamato	Fungicida de contacto	Inhibe la germinación de esporas
Cobrethane 61.1 WP	Ditiocarbamato	Mancozeb	Fungicida de contacto	Actúa como bloqueador del metabolismo de los hongos patógenos
Magnate 75 SG	Imazalil	Imidazol	Fungicida sistémico	Estos fungicidas inhiben la enzima Citocromo P-450 que es responsable de la demetilación
Promozeb Plus 80 WP	Mancozeb	Ditiocarbamato	Fungicida sistémico	Causa una disrupción de la actividad respiratoria, irrumpe el ciclo de Krebs y la formación de ATP
Silvacur Combi 30 EC	Tebuconazole y Triadimenol	Triazol	Fungicida sistémico	Afecta las paredes celulares y detiene el crecimiento del tubo germinativo, los haustorios y demás órganos de fijación
Vitavax 34 SP	Carboxim y Thiram	Carboxamida y Ditiocarbamato	Fungicida de contacto	Afecta la respiración de los hongos, sumado a la acción Multisitio del Thiram

2.3.4 Programas de aplicaciones

Los productos que se evaluaron fueron de acción sistémica y de contacto (ver cuadro 6), tratando de evitar en la medida de lo posible la resistencia del patógeno ante las aplicaciones constantes de los mismos, realizando una alternancia entre los anteriormente mencionados.

La evaluación de un programa de aplicaciones surge de la necesidad de disminuir la resistencia y la selectividad de los patógenos, agrupando los productos de acción fúngica de tal manera que su alternancia entre ya sean sistémicos y de contacto produzca cierto control sobre la enfermedad.

Según García (2010), los métodos utilizados para reducir la presión de la selectividad de los patógenos a los productos químicos que se aplican son los siguientes:

- Utilizar la dosis correcta
- Disminuir la frecuencia de aplicaciones
- Utilizar mezclas de fungicidas

Un punto de vital importancia es que los fungicidas con inhibidores de la demetilación (DMI), son mucho más efectivos puesto que bloquean la síntesis de esteroides importantes para la formación de la pared celular de las hifas y haustorios. La deficiencia de ergosterol y la acumulación de compuestos intermediarios inducen a la formación de membranas alternativas y a la desorganización de las células (García, 2010).

2.3.5 Mecanismos de resistencia

Según Rossini (2007), existen dos tipos de resistencia de los patógenos a fungicidas aplicados generados a través del tiempo.

La resistencia a los fungicidas se debe a cambios genéticos heredables que ocurren en uno o dos genes del cromosoma de los hongos, lo que se traduce en mecanismos bioquímicos de protección (Rossini, 2007).

El segundo tipo de resistencia es la adquirida, que constituye una adaptación no genética que se logra al cultivar repetidamente un hongo en un medio conteniendo fungicida en dosis crecientes (Rossini, 2007).

Según Rossini (2007), se reconocen 5 mecanismos principales que confieren resistencia a los fungicidas:

1. Modificación de la sensibilidad: consiste en una modificación celular, por mutación, del sitio sensitivo del hongo al fungicida.
2. Pasos alternativos: en muchos casos la causa de la resistencia al inhibidor de un proceso metabólico se debe a la utilización de un paso alternativo de aquel metabolismo.
3. Detoxificación: es la propiedad que posee un organismo para detoxificar un compuesto químico en el interior o exterior de la célula.
4. Reducción de la permeabilidad de la membrana citoplasmática: impide que el compuesto penetre a la célula para llegar a los sitios de acción.
5. Reducción de la conversión: compuestos no tóxicos pueden ser transformados en tóxicos por el mismo organismo. Una pérdida de esta capacidad puede transformar al hongo en una cepa resistente.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

Evaluar cinco programas de protección dirigidos a *Phoma*, en hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), en la finca Costa Sol S.A., San Miguel Dueñas, Sacatepéquez.

2.4.2 Específico

1. Cuantificar la incidencia acumulada de la mancha necrótica del follaje en el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching).
2. Cuantificar la severidad en la infección de *Phoma* en el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) por medio de muestreos durante la evaluación.
3. Realizar el ejercicio de comparación de epidemias entre programas.

2.5 HIPÓTESIS

El programa que incluye la piroclostroquina como ingrediente activo, será el mejor para el control de *Phoma*, en el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching).

2.6 METODOLOGÍA

La evaluación se realizó dentro de las instalaciones de la finca Costa Sol S.A., que se encuentra de 1460 msnm a 1466 msnm, ubicándose a una Latitud de 14°30'27.28" N y una Longitud de 90°48'36.08" O. La plantación está contenida estructuralmente hablando bajo una cobertura de sarán que es un mecanismo de sombra que filtra el 73% de la radiación solar, establecido con la ayuda de postes o polines que distan a 7,63 metros entre sí y cables de acero tensados horizontalmente de 1/4, calibres 10 y 16, con los cuales se forma la estructura.

2.6.1 Tratamientos

A Productosde acción fúngica utilizados

El producto seleccionado para integrar a los programas fue el Regnum 25 EC, cuyo ingrediente activo es piroclostrobin, perteneciente al grupo químico Metoxicarbamato; es un fungicida cuyo modo de acción es sistémico traslaminar y local. Su mecanismo de acción es sobre la cadena de respiración en la mitocondria, es episistémico. El resto de los productos se muestran en el cuadro 6.

B Mecanismo de acción de Regnum 25 EC

Originalmente, el compuesto químico fue aislado de un hongo denominado *Strobilurus tenacellus*, que crece sobre conos de pinos, por el Dr. Timm Anke, de la Universidad de Kauserlautem, Alemania. Las estrobirulinas, existentes en el mercado son derivadas sintéticas de productos naturales que actúan a través de inhibición de la respiración mitocondrial del hongo (Nickel, 2009).

La piroclostrobin, también conocida como F500, es una de las estrobirulinas más investigadas, en cuanto a su acción fungitóxic y de los efectos fisiológicos en el cultivo hospedero. Las primeras constataciones sobre el efecto fisiológico de esa estrobirulina

fueron obtenidas en Alemania, en experimentos en los cultivos de trigo y cebada (Nickel, 2009).

a Ingrediente activo Piroclostrobin

Este fungicida actúa bloqueando el abastecimiento de energía de la célula del hongo y sus funciones vitales posteriores. Al mismo tiempo deja de funcionar el sistema de bombeo de la membrana celular. El sitio de acción es a nivel de la cadena respiratoria dentro de la mitocondria (BASF, 2010).

C Distribución de los programas de protección

Los tratamientos fueron basados en programas de aplicación de fungicidas, con intervalos que fueron determinados por la incidencia encontrada en el cultivo.

TRATAMIENTO 1: Programa 1

TRATAMIENTO 2: Programa 2

TRATAMIENTO 3: Programa 3. Testigo relativo (Comparador)

TRATAMIENTO 4: Programa 4

TRATAMIENTO 5: Programa 5

Los fungicidas aplicados sobre el cultivo de hoja de cuero, para el control de *Phoma*, fueron organizados en forma de programas de protección para la implementación de buenos manejos agronómicos, la forma en que quedaron dispuestos se muestra a continuación:

a Programa 1

En el cuadro 7, se observa la alternancia de dos productos de acción fúngica, con la finalidad atacar distintos puntos en el patógeno, con el primer tratamiento se trató de evaluar la efectividad de dos ingredientes activos Carbendazim que afecta a los hongos mediante inhibición de la mitosis a través de la unión a la tubulina, afectando así la división celular y nuclear resultado en la muerte de la célula (Tecnomic, 2007). Y Propineb, un

producto de contacto que inhibe la germinación de esporas y con ello evita el desarrollo del hongo (Bayer , 2009).

Cuadro 7. Programa de aplicaciones uno.

Programa de aplicación 1				
Producto	Semana de aplicación			
	1	2	3	4
Carbendazim (Carbendazim 50 SC)				
Propineb (Antracol 70 WP)				
Carbendazim (Carbendazim 50 SC)				
Propineb (Antracol 70 WP)				

b Programa 2

En el cuadro 8, se muestra una distribución un poco diferente haciendo uso de una mezcla de tres tipos de ingredientes activos, abriendo la alternancia con un fungicida sistémico Imazalil, estos fungicidas inhiben la enzima Citocromo P-450 que es responsable de la demetilación de los precursores del ergosterol (Ecuaquímica, 2006). Para reducir la resistencia se quiso alternar de manera segura un producto de contacto y se observó que el Propineb cubre los requerimientos, por tanto fue el segundo producto dentro del programa, seguido se aplicó el Imazalil. Por último se aplicó como producto de contacto un Ditiocarbamato, que actúa como bloqueador del metabolismo de los hongos patógenos a nivel de la célula, en varias etapas del ciclo de Krebs. Este mecanismo de acción es el que da la ventaja de actividad multisitio (Agrisecc, 2009).

Cuadro 8. Programa de aplicaciones dos.

Programa de aplicación 2				
Producto	Semana de aplicación			
	1	2	3	4
Imazalil (Magnate 75 SG)				
Propineb (Antracol 70 WP)				
Imazalil (Magnate 75 SG)				
Ditiocarbamato (Cobrethane 61,1 WP)				

c Programa 3

En el cuadro 9, se observa como el producto de contacto Propineb y un sistémico cuyo ingrediente activo es Mancozeb, en la siguiente aplicación se observa la presencia de un Tebuconazol y Triadimenol ejerciendo su papel como fungicida sistémico a diferencia del Propineb, cuyo modo de acción es de contacto. Seguido, se puede observar la aplicación de un producto de contacto, cuyo ingrediente activo Carboxim y Thiram tiene la funcionalidad de inhibir la enzima succinato deshidrogenasa, que afecta la respiración de los hongos, sumado a la acción multisitio del Thiram, que afecta la respiración mitocondrial, inhibiendo la enzima succinato ubiquinona reductasa (Progro, 2010). La última aplicación observada fue de un fungicida sistémico Mancozeb.

Cuadro 9. Programa de aplicaciones tres, comparador o testigo relativo de la evaluación.

Programa de aplicación 3				
Producto	Semana de aplicación			
	1	2	3	4
Mancozeb con Propineb (Promozebe 80 WP y Antracol 70 WP)				
Tebuconazol y Triadimenol con Propineb (Silvacur 30 EC y Antracol 70 WP)				
Carboxim y Thiram (Vitavax 34 SP)				
Mancozeb (Promozebe 80 WP)				

d Programa 4

En el cuadro 10, se observa la alternancia de un producto sistémico y uno de contacto, la finalidad de éste programa fue determinar el grado de control que puede llegar a ejercer la Piroclostrobin, cuyo mecanismo de acción es sobre la cadena de respiración en la mitocondria, es episistémico (translaminar y sistémico local). Esto aunado con la acción del Propineb que inhibe la germinación de esporas se obtuvo un buen resultado como consecuencia.

Cuadro 10. Programa de aplicaciones cuatro.

Programa de aplicación 4				
Producto	Semana de aplicación			
	1	2	3	4
Propineb (Antracol 70 WP)				
Piroclostrobin (Regnum 25 EC)				
Propineb (Antracol 70 WP)				
Piroclostrobin (Regnum 25 EC)				

e Programa 5

En el cuadro 11, se muestra la alternancia de productos sistémicos y de contacto, con la cual se quiere lograr ejercer un control sobre el organismo fitopatógeno tomando en cuenta las propiedades individuales de los ingredientes activos involucrados que fueron utilizados para la evaluación, siendo los mismos Carbendazim, Propineb, Imazalil y Ditiocarbamato, atacando los mismos diferentes partes de las células de los patógenos, como un mecanismo efectivo de control.

Cuadro 11. Programa de aplicación cinco.

Programa de aplicación 5				
Producto	Semana de aplicación			
	1	2	3	4
Carbendazim (Carbendazim 50SC)				
Propineb (Antracol 70 WP)				
Imazalil (Magnate 75 SG)				
Ditiocarbamato (Cobrethane 61,1 WP)				

2.6.2 Manejo experimental

Previamente a montar la evaluación y la distribución en el terreno, se realizó un recorrido en la finca, con lo cual se buscó y determinó el área con el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) ya establecido y que presentase síntomas avanzados de la enfermedad, para identificarlo como un área con incidencia de *Phoma*, este fue el parámetro base a tomar en cuenta para la elección del lugar donde se realizaron las aplicaciones.

En general antes de las aplicaciones de los fungicidas se realizó una poda o saneo de toma y de segunda, para eliminar en su mayoría frondas amarillas y con daños mecánicos, esto se tomó como una labor cultural previa a las aplicaciones que se llevaron a cabo durante Octubre.

A Aplicación de los tratamientos

Con las unidades experimentales definidas para la realización de las aplicaciones se llevó una toma de datos ordenada en que posteriormente fue ordenada en una hoja de Microsoft Excel.

Las dosis utilizadas durante todo el proceso son las recomendadas en el panfleto, por ende la dosificación no causa toxicidad sobre el cultivo, puesto que también éste parámetro fue definido en el campo y en pruebas de laboratorio realizadas por Laboratorio TAK (ver cuadro 12).

Cuadro 12. Dosificación de fungicidas y litraje de agua utilizado para la preparación de la mezcla.

PRODUCTO	Dosis por litro	Litro de agua	Litros por aplicación en Unidad Experimental	Dosis de producto por Unidad Experimental (640,38 m²)
Carbendazim 50 SC	2 cc/l	600 l	125 l	250 cc
Cobrethane 61,1WP	2 g/l	600 l	125 l	250 g
Antracol 70WP	2 g/l	500 l	90 l	180 g
Magnate 75 SG	0.35 g/l	500 l	90 l	31.25 g
Regnum 25 EC	0.35 g/l	700 l	150 l	52.5 g
Promoceb Plus 80 WP y Antracol 70 WP	2 cc/l y 2 g/l	500 l	90 l	180 cc y 180 g
Silvacur Combi 30 EC y Antracol 70 WP	0.5 cc/l y 2 g/l	600 l	125 l	62.5 cc y 180 g
Vitavax 34 SP	2 cc/l	600 l	125 l	250 cc
Promoceb Plus 80 WP	2 cc/l	500 l	90 l	180 cc

Las mezclas de los productos químicos para su posterior aplicación se realizaron de la siguiente manera:

Se vertió agua proveniente del reservorio de la finca en recipientes previamente lavados para evitar residuos que alteraran las propiedades químicas de los productos, el volumen del líquido fue dado en función de litraje al cual se trabaja con los productos químicos.

Seguido se aplicó ácido cítrico como coadyuvante para corregir el pH de las aguas los cuales van desde neutros a levemente alcalinos, con niveles de 7 a 7.40. La dosis utilizada fue de 0.35 g/l. Se prosiguió con la aplicación del fungicida en las dosis mencionadas en el cuadro 9. Por la consistencia vegetativa del cultivo de hoja de cuero y las condiciones climáticas se necesitó de un coadyuvante químico, que en éste caso fue un adherente (Limonoil 15 SL), para asegurarse que el producto de acción fúngica cubriera la mayor parte de área foliar posible y ejerciera su papel de acción erradicante.

Con las mezclas ya realizadas se procedió a su aplicación en cada unidad experimental, fueron asperjadas de forma independiente con la ayuda del aguilón o medio de aplicación de los fungicidas utilizados en la finca, que consta de 30 boquillas y está aforado en función del litraje mencionado en el cuadro 12.

Cuadro 13. Volumen total de producto comercial (fungicida) y agua utilizado durante la evaluación.

PRODUCTO	TOTAL PRODUCTO COMERCIAL UTILIZADO	TOTAL DE AGUA UTILIZADA
Carbendazim 50 SC	2,250 cc	1,125 l
Cobrethane 61,1WP	1,500 g	750 l
Antracol 70WP	4,320 g	2,160 l
Magnate 75 SG	283.5 g	810 l
Regnum 25 EC	315 cc	900 l
Promoceb Plus 80 WP	1080 cc	270 l
Silvacur Combi 30 EC	187.5 cc	
Vitavax 34 SP	750 cc	375 l
		TOTAL 6,390 l

Durante todo el proceso de aplicación de los fungicidas anteriormente mencionados se utilizaron 6,390 litros de agua, para la realización de las diluciones o caldos químicos.

B Variables de respuesta

a Incidencia

Ésta variable fue obtenida de manera porcentual, en el conteo de plantas enfermas en el área en evaluación. Para la obtención de éste dato se aplicó la siguiente fórmula.

$$\text{Porcentaje de incidencia} = \frac{\text{Frondas enfermas de la unidad de muestreo}}{\text{Total de frondas de la unidad de muestreo}} * 100$$

Tasa de desarrollo (r)

Según Castaño (2010), la tasa de desarrollo (tasa de infección aparente) para la incidencia (r) de la enfermedad, se puede estimar empleando la siguiente ecuación:

$$r = \frac{1}{t_1 - t_0} \left(\text{Log N} \frac{X_1}{1 - X_1} - \text{Log N} \frac{X_0}{1 - X_0} \right)$$

Donde:

r = Tasa de infección aparente.

t₁ = Tiempo inicial.

T₀ = Tiempo final.

X₁ = Incidencia inicial.

X₀ = Incidencia final.

Área bajo la curva de la enfermedad (ABCDE)

De acuerdo a Castaño (2010), se obtiene desarrollando la siguiente ecuación:

$$ABCDE = \sum_i^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i-1}}{2} \right) (t_i - t_{i-1})$$

Donde:

ABCDE = Área bajo la curva del desarrollo de la enfermedad.

Σ = Sumatoria de todos los datos.

y_i = Incidencia final.

y_{i-1} = Incidencia inicial.

t_i = Tiempo final (día).

t_{i-1} = Tiempo inicial (días).

b Severidad

La severidad fue definida como la proporción del tejido dañado con relación al total del área foliar de la fronda, en éste caso son manchas necróticas predispuestas en el haz de la misma, en comparación con la totalidad de tejido vegetal o área foliar, que en el presente caso se tomó de las frondas.

Tasa de desarrollo (r)

Según Castaño (2010), la tasa de desarrollo de la severidad (r), se pudo establecer empleando la siguiente ecuación:

$$r = \frac{1}{t_1 - t_0} \left(\text{Log N} \frac{X_1}{1 - X_1} - \text{Log N} \frac{X_0}{1 - X_0} \right)$$

Dónde:

r = Tasa de infección aparente.

t_1 = Tiempo inicial.

t_0 = Tiempo final.

X_1 = Severidad inicial.

X_0 = Severidad final.

Área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (ABCDE)

De acuerdo a Castaño (2010), éste se obtiene desarrollando la siguiente ecuación:

$$ABCDE = \sum_i^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i-1}}{2} \right) (t_i - t_{i-1})$$

Donde:

ABCDE = Área bajo la curva del desarrollo de la enfermedad.

Σ = Sumatoria de todos los datos.

y_i = Severidad final.

y_{i-1} = Severidad inicial.

t_i = Tiempo final (día).

t_{i-1} = Tiempo inicial (días).

Índice de severidad (IS)

Según Castaño (2009), el índice de severidad de la enfermedad (IS) fue evaluado mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$IS = \frac{\sum nb * 100}{(N - 1)T}$$

Dónde:

n = número de hojas en cada nivel.

b = Escala o nivel de daño.

N = número de grados empleados en la escala (5).

T = número total de hojas evaluadas.

C Diseño experimental y distribución de las unidades experimentales

El diseño seleccionado fue de diseño completamente al azar, haciendo un análisis de varianza por cada uno de los muestreos. Se seleccionó este arreglo debido a que las condiciones prevalecientes son homogéneas. Se contó con cinco tratamientos y tres repeticiones. La distribución de los programas y unidades experimentales se presentan en la figura 5A.

a Unidad experimental

La unidad experimental fue constituida por tramos cuyas dimensiones son de 7,63 m de ancho por 83,93 m de largo (640,38 m²), para hacer un total de 15 unidades experimentales. El área donde fueron aplicados los programas individualmente queda definida en la figura 6A.

b Modelo estadístico

El diseño experimental que fue seleccionado para la presente evaluación, se utilizó debido a que no existió gradiente o fuente de variación reconocida, y también debido a que posee grandes ventajas como el hecho de que puede ser colocado a campo abierto y no necesita de infraestructuras costosas para su establecimiento.

El modelo estadístico como tal quedó planteado de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Medias de incidencia y severidad de *Phoma*, después de los tratamientos o programas de protección.

μ = Media general de incidencia y severidad de *Phoma*, encontrada en las frondas de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching).

τ_i = Efecto de los programas de protección sobre la incidencia y severidad de *Phoma* sobre las frondas de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching).

ε_{ij} = error experimental asociado a la unidad experimental.

D Muestreos para la obtención de datos

a Incidencia

La incidencia se direcciona al porcentaje de plantas enfermas que se encontró en el área de aplicaciones de cada tratamiento o programas de protección.

En el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) por ser un follaje, una pequeña porción encontrada con daño es tomada como una fronda descartada.

Unidad de muestreo para incidencia

Para la determinación de la incidencia se recaudaron datos cada seis días, después de cada aplicación durante las primeras horas de la mañana, se tomaron 5 m² por unidad experimental, haciendo un total de 15 unidades experimentales muestreadas cada semana durante la evaluación.

Por cada metro cuadrado del que se recolectaron datos, se realizó un conteo general de las frondas contenidas en su totalidad indiferentemente de la etapa fenológica en la que se encuentran las mismas, se anotó el dato y seguidamente se procedió al conteo de las frondas de hoja de cuero que presentaban la sintomatología propia de *Phoma*, dato que fue anotado para el posterior procesamiento en la fase de gabinete. La unidad de muestreo se observa en la figura 14A.

b Severidad

La severidad es el área foliar afectada con la enfermedad. En el presente caso se determinaron los daños en frondas de cinco semanas, debido a su fácil reconocimiento en el campo y por tener una coloración en la cual las manchas necróticas son fácilmente diferenciables y se facilita determinar el área foliar afectada.

Escalas descriptivas

La realización de las escalas descriptivas fue dada en relación a la necrosis o presencia de *Phoma* en el follaje, haciendo énfasis en la cantidad de tejido afectado y tomando en cuenta el nivel de invasión. Mediante la observación en el campo se pueden diferenciar los daños en las frondas (ver figura 15A).

El principal factor que se observó en el campo fue el material con el mayor porcentaje de daño, siendo éste la base en la cual se organizaron las clases de daño utilizadas para la cuantificación de la severidad. Éste dato fue introducido en el programa 2LOG para determinar las clases dentro de las escalas de manera más puntual.

Las clases conformadas se presentan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Disposición de niveles de daño en las frondas afectadas por *Phoma* en el cultivo de hoja de cuero.

Clases	Nivel de daño en porcentaje	Especificaciones
0	0	Fronas de hoja de cuero sanas.
I	0 a 5	Daño levemente perceptible
II	6 a 15	Daño perceptible
III	16 a 40	Breve percepción de la necrosis
IV	41 a 60	Necrosis sobresaliente

Fuente: elaboración propia.

Unidad de muestreo para severidad

El muestreo se realizó posterior a las aplicaciones de los productos ya sean sistémicos o de contacto, con la ayuda de las escalas descriptivas, para determinar la eficiencia y el control que se ejercía sobre el cultivo generalizado en el área experimental a evaluar, se tomó únicamente el centro para evitar el efecto de borde (ver figura 14A).

Los muestreos como fue indicado con anterioridad se realizaron tomando como base las frondas de cinco semanas, debido a que en ésta etapa son observables las

manifestaciones de *Phoma*, según queda esquematizado en la escala diagramática (ver figura 15A).

E Análisis de datos

El análisis se realizó con la metodología de comparación de medias de datos no paramétricos utilizando el análisis de varianza de Friedman, para la obtención de la tendencia de la severidad.

Por otra parte para la determinación de la incidencia se realizó un análisis estadístico de varianza por cada muestreo realizado.

2.4 RESULTADOS

2.4.1 Incidencia

Para la medición de ésta variable se seleccionaron 5 m² del centro de la unidad experimental (ver figura 14A), para evitar el efecto de borde, en los mismos se contó la totalidad de frondas, posteriormente se contaron las frondas con algún grado de infección. El comportamiento de la incidencia a través del tiempo durante el periodo de la evaluación se dio de la siguiente manera (ver figura 12). Los programas quedan definidos en los cuadros 7, 8, 9, 10 y 11.

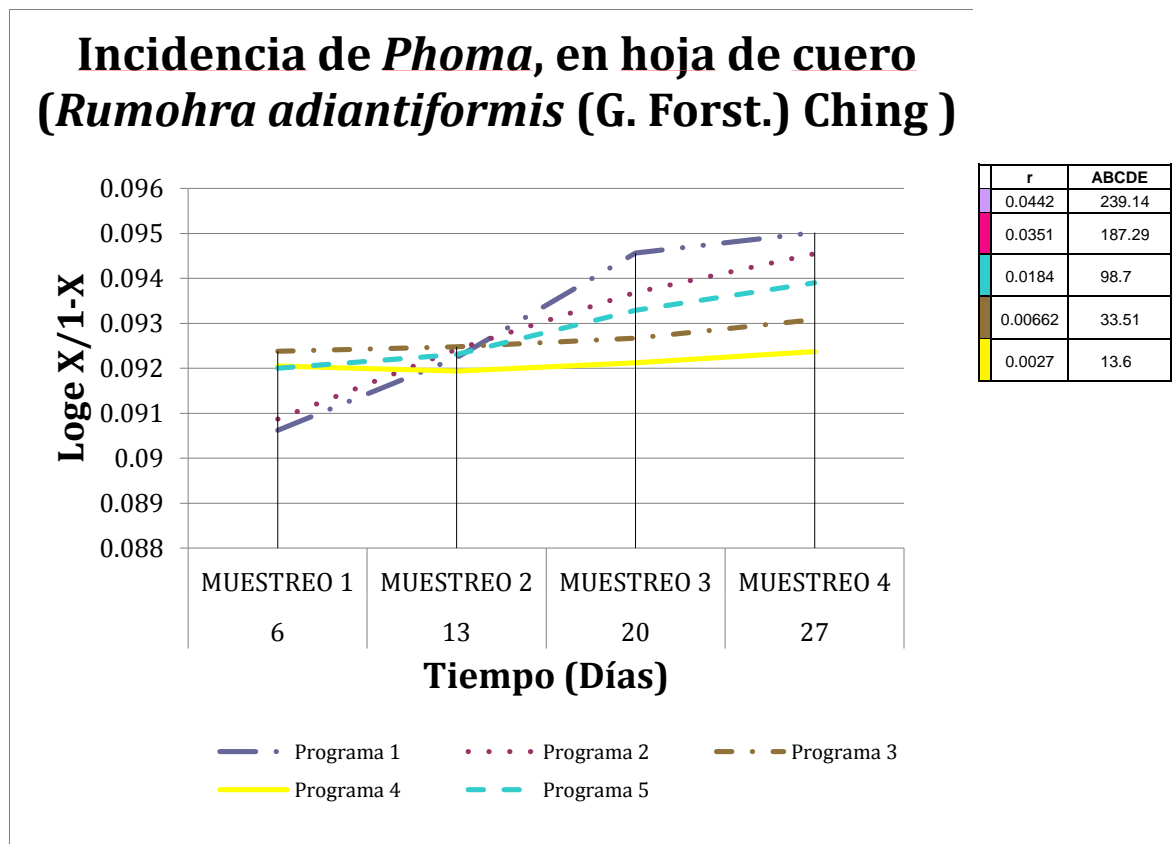


Figura 12. Comportamiento de la incidencia de *Phoma*, en hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) durante los muestreos.

En la figura 12, se observa que el programa uno muestra un comportamiento al alza reflejando una mayor incidencia, a diferencia del programa cuatro que tiene un comportamiento de incidencia acumulada a través del tiempo estable desde el inicio de las aplicaciones.

En el muestreo tres se observa un alza debido a las condiciones de humedad relativa (HR) presentes durante la semana posterior a la aplicación superaron el 80% de HR (ver figura 16A), manteniendo una media del 88%. La precipitación media (PP) reportada fue 2 a 4 mm diarios (ver figura 18A).

La tasa de desarrollo de la enfermedad (r) nos ayudó a estimar el desarrollo de la infección, los datos obtenidos de los muestreos fueron operados y se encuentran a continuación en el cuadro 15.

Cuadro 15. Tasa de desarrollo de la incidencia (r) y área bajo la curva de la enfermedad ABCDE, dadas por programas.

Programas	Tasa de desarrollo de la incidencia (r)log%/día	ABCDE log%/día
P1	0.0442	239.14
P2	0.0351	187.29
P5	0.0184	98.7
P3	0.00662	33.51
P4	0.0027	13.6

Como se puede observar en el cuadro 15, el programa que generó mejores resultados fue el cuatro, cabe destacar que la velocidad de dispersión de la enfermedad se dio de la siguiente manera: el programa uno, se dispersó 16 veces más rápido por día, en comparación con el que generó mejores resultados. El programa dos, 13 veces más rápido por día; el programa cinco, siete veces más rápido por día, en comparación al programa cuatro. En el programa tres se observa que su velocidad de dispersión es ligeramente más lenta que el programa cuatro, transcurrida la segunda aplicación, pero durante los primeros dos muestreos la incidencia se eleva.

Cuadro 16. Análisis de varianza para Tasa de desarrollo de la incidencia (r) de *Phoma*, en hoja de cuero.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	4.0E-03	6	6.7E-04	9.32	0.0030
Programas	3.9E-03	4	9.7E-04	13.52	< 0.0012
Repeticiones	1.3E-04	2	6.7E-05	0.94	0.4311
Error	5.7E-04	8	7.1E-05		
Total	4.6E-03	14			

En el cuadro 16, se observa el análisis de varianza efectuado para la Tasa de Desarrollo de la Incidencia (r), establece que existe diferencia significativa entre los programas evaluados, al menos un programa presenta una efectividad mayor, con un coeficiente de variación de 39.40%. Para establecer cual tratamiento presentó el mayor rendimiento, se realizó la prueba de medias usando para tal efecto el comparador de Tukey al 5% de significancia, como se muestra en el cuadro 17.

Cuadro 17. Prueba de medias para la variable Tasa de Desarrollo de la Incidencia (r) de *Phoma*, en hoja de cuero.

Programas	Medias	n	E.E.			
P4	2.8E-03	3	0.0001	A		
P3	0.01	3	0.0001	A		
P5	0.02	3	0.0001	A	B	
P2	0.04	3	0.0001		B	C
P1	0.04	3	0.0001			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Estadísticamente y con una confianza del 95%, se puede decir que para los programas uno y dos existe una diferencia significativa en cuanto a la Tasa de Desarrollo de la enfermedad (r), con un 0,04 log%/día, siendo los tratamientos que generaron mayor incidencia acumulada a través del tiempo. Para los programas tres y cuatro no existe diferencia significativa en la tasa de desarrollo de la enfermedad, generando medias muy bajas con 0.01 log%/día y 2.8E-03 log%/día respectivamente, al igual que el programa cinco no generó gran diferencia comparado con los programas tres y cuatro.

Solo para realizar una confirmación de los datos de incidencia presentados con anterioridad se hizo un análisis de varianza por muestreos sobre la incidencia, del cual no se obtuvo diferencia significativa (ver cuadros 31A, 33A, 35A y 37A), por tal motivo se procedió a hacer una comparación de medias obtenidas en cada muestreo realizado.

A continuación en el cuadro 18 se presenta una comparación de medias por tratamiento ordenadas de menor a mayor incidencia por muestreo. Los programas (P) quedan definidos en los cuadros 7, 8, 9, 10 y 11.

Cuadro 18. Comparación de medias obtenidas por muestreos, organizada de menor a mayor incidencia por muestreo realizado.

MUESTREO 1		MUESTREO 2		MUESTREO 3		MUESTREO 4	
Programa	Media	Programas	Media	Programas	Media	Programas	Media
P1	24.41	P4	28.43	P4	29.07	P4	30.04
P2	25.06	P5	29.78	P3	31.28	P3	33.11
P5	28.63	P2	30.23	P5	34.18	P5	37.6
P4	28.8	P1	30.38	P2	36.37	P2	42.09
P3	30.06	P3	30.49	P1	42.19	P1	46.15

Con un coeficiente de variación de 12.16%, se puede decir que no existió diferencia significativa sobre la aplicación de ninguno de los cinco programas de protección durante el muestreo uno, observándose una ligera tendencia en los programas uno y dos a una incidencia menor, para el P2 se aplicó Imazalil que es un inhibidor de la demetilación, siendo un fungicida sistémico fuerte explica el resultado obtenido. Para los programas uno y cinco se aplicó Carbendazim, el cual afecta la división celular. Los programas tres y cuatro presentaron un comportamiento similar y generó una incidencia mayor debido a que se aplicó la mezcla Propineb y Mancozeb para el P3 atacando la actividad respiratoria y la germinación de esporas y Propineb para P4 que afecta únicamente la germinación de esporas. El Propineb no controló puesto que su aplicación constante ya ha generado resistencia sobre el patógeno. Se puede mencionar que la mezcla no tuvo un impacto significativo sobre la enfermedad, pero es recomendable para evitar la resistencia.

Con un coeficiente de variación de 15.52%, se puede decir que no existe diferencia significativa entre los programas de protección en el muestreo dos, se dieron ligeras

tendencias en los programas uno, dos y cinco, observándose un aumento mucho mayor en las medias de incidencia acumulada con 5.98%, 5.17% y 1.16% respectivamente, comparado con los del muestreo uno. Para estos programas el producto aplicado fue Propineb, el cual ya no tiene efecto sobre el patógeno. Para los programas tres se observó un aumento de 0.43% al aplicarse una mezcla de Propineb y Triadimenol con Tebuconazol, siendo éste último el que evitó un incremento mayor en la incidencia acumulada. Para el programa cuatro se observó una baja de 0.37%, esto puede ser debido al error experimental, en dicho programa se aplicó el ingrediente activo Piroclostrobin que actúa sobre la cadena de respiración de la mitocondria, además de ser episistémico, reflejando resultados sobre un control en el aumento de la incidencia.

Con un coeficiente de variación de 16.79%, se puede decir que no existe diferencia significativa entre los programas de protección durante el tercer muestreo, más sin embargo el comportamiento generado en comparación con el muestreo dos sugiere una ligera tendencia al aumento, generando una incidencia mucho mayor en los programas uno, dos y cinco. El aumento observado en el programa uno fue más significativo con un 11.81%, el producto aplicado fue Carbendazim siendo el fungicida sistémico de menor eficacia en la evaluación.

Continuando con el muestreo tres, los programas dos y cinco generaron un aumento del 6.13% y 4.39% respectivamente, con la aplicación del Imazalil, siendo un fungicida sistémico que inhibe la demetilación, es bastante efectivo puesto que las condiciones climáticas dadas durante la aplicación y los días posteriores fue la adecuada para la diseminación del patógeno (ver figuras 16A, 17A Y 18A). Los programas tres y cuatro generaron un aumento del 0.79% y 0.64% respectivamente, con la aplicación de productos de contacto, para el programa tres se aplicó Carboxim, afectando la respiración de los hongos, sumado a la acción multisitio del Thiram, siendo un producto de contacto efectivo. Y para el programa cuatro se aplicó Propineb, haciéndose efectivo después de la aplicación de la Piroclostrobin.

Con un coeficiente de variación de 15.93%, se puede decir que no existe diferencia significativa entre los programas de protección durante el muestreo cuatro, más sin embargo, se observa un aumento en las medias en comparación con el muestreo tres de la incidencia acumulada, generando las medias de incidencia más altas para los programas uno, dos y cinco.

En el programa uno se observó un aumento de 3.95% con la aplicación de Propineb como fungicida de contacto generando mayor incidencia como en el resto de la evaluación. Para los programas dos y cinco, se generó un aumento 5.73% y 3.43% respectivamente; en ambos casos se aplicó Ditiocarbamato, como fungicida de contacto, bloqueando el metabolismo del patógeno aunque no generó mayor protección que la dada por el Carboxim otro producto de contacto evaluado.

Para los programas tres y cuatro, generando las medias más bajas al final de la evaluación se tuvo un ligero aumento de 1.83% y 0.97% respectivamente, culminando para el P3 con la aplicación de mancozeb, como un fungicida sistémico cuyo mecanismo de acción causa una disrupción de la actividad respiratoria siendo más eficiente al aplicarse solo, tomando en cuenta que las condiciones climáticas dadas para dicho muestreo; para el programa cuatro se aplicó Piroclostrobin, siendo el fungicida sistémico que generó mejores resultados durante la evaluación.

2.4.2 Severidad

Para la determinación de la severidad se llevo a cabo un muestreo en 54.93 m² ubicados al centro de la unidad experimental (ver figura 14A), de los mismos se seleccionaron las frondas de cinco semanas y se determinó el nivel de infección que la enfermedad presentaba, con la ayuda de una escala diagramática de realización propia (ver figura 15A). Los programas quedan definidos en los cuadros 7, 8, 9, 10 y 11.

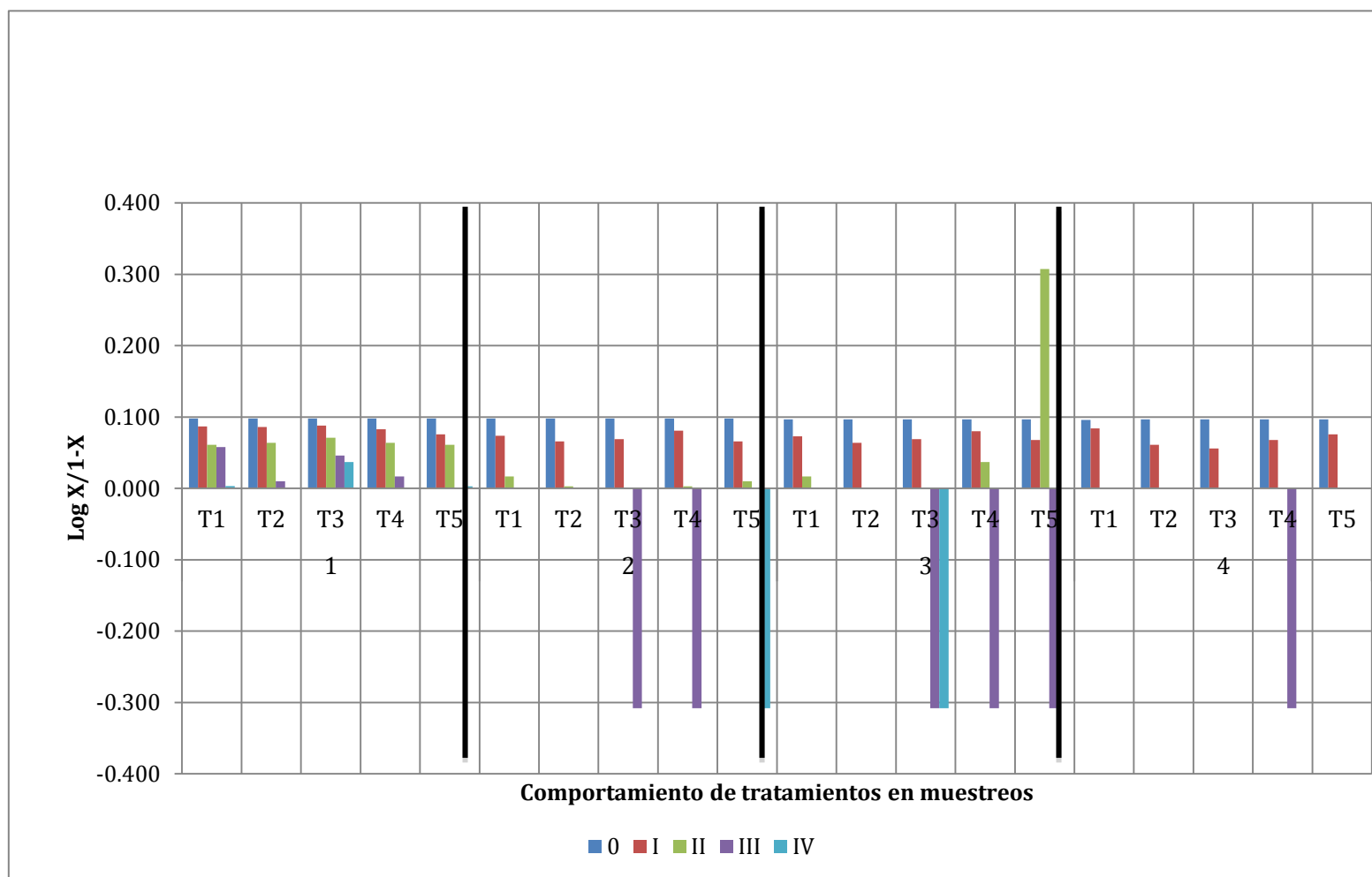


Figura 13. Comportamiento de la severidad de *Phoma*, en la escala de severidad observada en hoja de cuero durante el proceso de evaluación.

En la figura 13, se observa el comportamiento de la severidad de *Phoma*, a través del tiempo en sus clases de infección definidas, la tendencia generada durante el primer muestreo registra un comportamiento homogéneo, con medias elevadas en las clases I y II principalmente, y dándose infecciones en clases III para los programas uno, dos tres y cuatro y, en la clase IV para los programas uno, tres y cinco.

Para el muestreo dos sólo se observan pequeñas fluctuaciones para los programas uno, dos, cuatro y cinco, generándose severidad en las clases I y II. Se observa un decremento con datos negativos, debido a que existió un control de la necrosis por parte de los fungicidas.

Durante el muestreo tres el comportamiento se da al alza en los programas uno, cuatro y cinco principalmente, que genera niveles de daño en las clases I y II notoriamente, registrando nuevamente datos negativos debido a que el número de frondas afectadas en las clases III y IV se redujeron con respecto a las del muestreo dos.

En el muestreo cuatro los niveles de severidad se vuelven a normalizar, bajando notoriamente, como resultado de la baja en las lluvias (ver figura 18A) y la Humedad Relativa (ver figura 16A), un índice de severidad inferior, incidiendo principalmente en la escala de daño I en los programas uno y cinco. Marcándose un registro negativo en la clase III para el programa cuatro, debido al control generado por la Piroclostrobin.

Según el índice de severidad (ver cuadro 19), los programas que presentaron mejores resultados fueron el uno y cinco, al observar un crecimiento controlado de la dispersión de *Phoma*, sobre el follaje de las frondas de hoja de cuero.

Cuadro 19. Tasa de desarrollo de la severidad (r), área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (ABCDE) e índice de severidad (%), dados por programas.

Programas	Índice de severidad (%)	**ABCDE log%/día	Tasa de desarrollo de severidad (r) log%/día
P1	-1.7E-03	22.7	-0.001664
P5	3.0E-04	26.23	0.0003
P4	0.01	25.84	0.007805
P2	0.01	26.51	0.009751
P3	0.02	24.83	0.015434

**Área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad.

Cuadro 20. Análisis de varianza para Tasa de desarrollo de la severidad (r) de *Phoma*, en hoja de cuero.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	6.7E-04	6	1.1E-04	6.89	0.0079
Repetición	7.9E-05	2	3.9E-05	2.42	0.1503
Programas	5.9E-04	4	1.5E-04	9.12	< 0.0045
Error	1.3E-04	8	1.6E-05		
Total	8.0E-04	14			

Cuadro 21. Prueba de medias para Tasa de desarrollo de la severidad (r) de *Phoma*, en hoja de cuero.

Programas	Medias	n			
1	-1.7E-03	3	A		
5	3.0E-04	3	A	B	
4	0.01	3	A	B	C
2	0.01	3		B	C
3	0.02	3			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Como se puede observar en el cuadro 19, la Tasa de Desarrollo de severidad (r) no presenta mayor variabilidad, según el análisis de varianza del mismo (ver cuadro 20), se observa diferencia significativa entre los programas uno, cuatro y cinco, siendo los que presentaron un índice de severidad inferior, mostrando que el avance de la enfermedad era de alguna manera detenido por los productos de acción fúngica. El programa cuatro

fue el que pudo mantener un índice de severidad de *Phoma* sin fluctuaciones abruptas con un 0,01%, por tanto, el ABCDE y r, mantuvieron el mismo comportamiento durante toda la evaluación.

El programa que mostró mejores resultados en cuanto al avance de la enfermedad fue el P1, con un índice de severidad del $-1.7E-03\%$, en una Tasa de Desarrollo de la Enfermedad bastante baja de $-0.001664 \log\%/día$, el tratamiento constaba Carbendazim y Propineb, la diferencia puede basarse en la acción del ingrediente activo que Carbendazim afecta la división celular y nuclear del patógeno, a su vez el Propineb inhibe la germinación de esporas, causando en conjunto una reducción del avance de la enfermedad. Por otra parte cabe destacar que en éste programa de protección se observan las medias más elevadas en cuanto a incidencia (ver gráfica 12) y mostrando estadísticamente los valores medios más elevados en la misma.

El segundo programa que muestra un índice de severidad aceptable de un $3.0E-04\%$ a una tasa de desarrollo de $0.0003 \log\%/día$ es el P5, observándose en el análisis de varianza de severidad, que no presenta diferencia significativa, el mismo está conformado por Carbendazim, Propineb, Imazalil y Ditiocarbamato, podemos fundamentar el control debido a las alternancias de los ingredientes activos y mecanismos de acción, teniendo al Carbendazim y Propineb como los primeros ingredientes activos respectivamente que afectan la división celular y la germinación de esporas, el Imazalil como inhibidor de la demetilación detiene el progreso de la severidad del daño. Por último el Ditiocarbamato como fungicida de contacto cumple su papel de bloqueo del metabolismo del patógeno.

El programa cuatro, es el tercero con un índice de severidad con un 0,01% (ver cuadro 19) a una tasa de desarrollo de $0.0078 \log\%/día$, presentándose como un programa que ejerce control en severidad deteniendo de manera aceptable el avance de la necrosis y en incidencia controlando la infección, siendo los productos contenidos en el programa Propineb y Piroclostrobin, siendo fundamental esta última atacando la cadena de respiración de la mitocondria. El resultado fue el deseado, puesto que su acción fue altamente efectiva cuando los factores climáticos favorecían enormemente la diseminación

e infección de *Phoma*. Estadísticamente se determinó que los programas uno, cuatro y cinco son iguales.

Los programas dos y tres fueron los que presentaron una severidad superior. Con un índice de severidad de 0.01% a una tasa de desarrollo de 0.0097 log%/día para P2; y con un índice de severidad 0.02% a una tasa de desarrollo de 0.0154 log%/día respectivamente, como se puede observar en el análisis de varianza de la Tasa de Desarrollo de la severidad (ver cuadro 20), existe diferencia significativa entre programas y en la comparación de medias el P2 y P3 son estadísticamente diferentes a los tres tratamientos restantes.

Para el procesamiento de datos de severidad se utilizó una prueba no paramétrica, debido a que en la mayor parte de éstas los resultados estadísticos se derivan únicamente a partir de procedimientos de ordenación y recuento, por lo que su base lógica es de fácil comprensión. El análisis estadístico siguiente es solo una confirmación de los datos presentados con anterioridad; la prueba seleccionada para tal fin fue la de Friedman que se presenta a continuación:

Cuadro 22. Análisis de pruebas no paramétricas para el programa uno, en la determinación de la severidad de *Phoma*, en hoja de cuero.

Clases	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n						
IV	18.00	1.50	12	A					
III	22.00	1.83	12		B				
II	32.00	2.67	12			C			
I	48.00	4.00	12				D		
0	60.00	5.00	12					E	
TOTAL	72.00	6.00	12						F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Estadísticamente y con una confianza del 95%, se puede decir que el programa uno presentó una mínima diferencia significativa entre suma de las clases de 3.58% (ver cuadro 22), por tal motivo se realizó una prueba de medias por clases en donde se observa que existe un comportamiento diferente para cada una de ellas, presentando para las clases 0 y I, una media superior al resto de las infectadas, esto quiere decir, existen en

su mayoría frondas de hoja de cuero sanas (Clase 0) y con daño levemente perceptible en las unidades experimentales, éste programa estaba conformado por Carbendazim y Propineb, siendo el primero responsable de detener el daño sistémico del patógeno.

Cuadro 23. Análisis de pruebas no paramétricas para el programa dos, en la determinación de la severidad de *Phoma*, en hoja de cuero.

Clases	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n						
IV	18.50	1.54	12	A					
III	20.50	1.71	12	A	B				
II	33.00	2.75	12			C			
I	48.00	4.00	12				D		
0	60.00	5.00	12					E	
TOTAL	72.00	6.00	12						F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Según el análisis de varianza con una mínima diferencia entre rangos de 2.716%, si se observa diferencia significativa entre las escalas de daño en el programa dos (ver cuadro 23). Dándose un aumento en el nivel de daño en la clase IV, donde existe una necrosis sobresaliente y en la clase III en dónde hay una breve percepción de la necrosis. Las medias generalizadas tuvieron el mismo comportamiento sobresaliendo las clases I y II; se observaron frondas de hoja de cuero sanas para la clase 0, los productos utilizados fueron Imazalil, Propineb y Ditiocarbamato, el daño se adjudica a las condiciones climáticas dadas durante el muestreo tres donde el producto sistémico no pudo detener el avance del daño en los tejidos.

Cuadro 24. Análisis de pruebas no paramétricas para el programa tres, en la determinación de la severidad de *Phoma*, en hoja de cuero.

Clase	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n						
IV	18.00	1.50	12	A					
III	21.50	1.79	12	A	B				
II	32.50	2.71	12			C			
I	48.00	4.00	12				D		
0	60.00	5.00	12					E	
TOTAL	72.00	6.00	12						F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Según el análisis de varianza con una mínima diferencia de rangos de 3.85%, si existe diferencia significativa entre las clases de severidad del programa tres (ver cuadro 24). Se observó que las clases IV y III no tuvieron diferencia significativa, pero se generó un aumento en las medias para la clase III, dando como resultado un grado de severidad mayor para el programa tres, por presentar frondas con breve percepción de la necrosis y necrosis sobresaliente. Los productos utilizados para dicho programa son Mancozeb con Propineb; Tebuconazol y Triadimenol con Propineb; Carboxim y Thiram; Mancozeb, dejando en claro que más de un producto utilizado ya sea en mezclas o individualmente ya ha generado resistencia sobre el patógeno.

Cuadro 25. Análisis de pruebas no paramétricas para el programa cuatro, en la determinación de la severidad de *Phoma*, en hoja de cuero.

Clases	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n						
IV	16.50	1.38	12	A					
III	22.00	1.83	12		B				
II	33.50	2.79	12			C			
I	48.00	4.00	12				D		
0	60.00	5.00	12					E	
TOTAL	72.00	6.00	12						F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Según el análisis de varianza con una mínima diferencia de rangos de 3.231%, si existe diferencia significativa entre las escalas de severidad (ver cuadro 25). Observándose en el análisis de medias un incremento para la clase III, dando como resultado una breve percepción de la necrosis, por otro lado, cabe destacar el decremento en la clase IV de manera abrupta en comparación con los otros programas, conservando las medias en las de clases 0, I y II. Presentando en su mayoría frondas sanas de hoja de cuero y daño levemente perceptible. Los productos utilizados para este programa fueron Propineb y Piroclostrobrina.

Cuadro 26. Análisis de pruebas no paramétricas para el programa cinco, en la determinación de la severidad de *Phoma*, en hoja de cuero.

Clases	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n						
IV	18.50	1.54	12	A					
III	20.00	1.67	12	A	B				
II	33.50	2.79	12			C			
I	48.00	4.00	12				D		
0	60.00	5.00	12					E	
TOTAL	72.00	6.00	12						F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Según el análisis de varianza con una mínima diferencia de rangos de 3.407%, si existe diferencia significativa entre las escalas de severidad. Observando en el análisis de medias del programa cinco (ver cuadro 26), una tendencia muy semejante a la del programa uno (ver cuadro 22), presentando para las clases III y IV que no existe diferencia significativa, por tanto, se observan frondas con breve percepción de la necrosis y necrosis sobresaliente aunque en menor número. En el resto de la evaluación del programa cinco, se observa que las clases mas sobresalientes fueron 0, I y II, presentando un mayor número de frondas de hoja de cuero sanas para la clase 0, daño levemente perceptible para la clase I y daño perceptible para la clase II. Los productos utilizados en dicho programa fueron Carbendazim, Propineb, Imazalil y Ditiocarbamato, se le atribuyó la detención del daño al efecto de inhibición de la mitosis a través de la unión a la tubulina que afecta la división nuclear y celular del hongo por parte del Carbendazim.

2.5 CONCLUSIONES

1. La incidencia acumulada por programas generó los siguientes resultados, para el programa uno (Carbendazim y Propineb), con ABCDE de 239.14 log%/día; programa dos (Imazalil, Propineb y Ditiocarbamato), con un ABCDE de 187.29 log%/día; programa tres (Mancozeb con Propineb; Tebuconazol y Triadimenol con Propineb; Carboxim y Thiram; Mancozeb), con un ABCDE de 33.51 log%/día; programa cuatro (Propineb y Estrobirulina), con un ABCDE de 13.6 log%/día y programa cinco (Carbendazim, Propineb, Imazalil y Ditiocarbamato), con un ABCDE de 98.7 log%/día.

2. La severidad de la infección de Phoma en el cultivo de hoja de cuero se observó a través del tiempo con un índice de severidad por programa evaluado, programa uno -1.7E-0.3%, programa dos 0.01%, programa tres 0.02%, programa cuatro 0.01% y programa cinco 3.0E-0.4%.

3. Comparando las epidemias al finalizar la evaluación de los programas de protección se pudo identificar que en cuanto a incidencia los programas tres y cuatro tuvieron los mejores resultados y en severidad se observó que los programas dos y tres tuvieron una severidad superior. El programa cuatro es el que presentó mejores resultados, bajo las condiciones que prevalecieron del 30 de septiembre al 28 de octubre de 2011.

2.6 RECOMENDACIÓN

Se recomienda que se utilicen programas que contengan la piroclostroquina como ingrediente activo, primordialmente durante los meses de septiembre y octubre, puesto que el mismo logró un control de la epidemia sobre el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) durante ésta época del año.

2.7 BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPORT (Asociación Gremial de Exportadores, GT). 2006. Estadísticas de exportación de follajes. Guatemala. 22 p.
2. _____. 2008. Estadísticas de exportación de follajes. Guatemala. 28 p.
3. Agrios, GN. 2002. Fitopatología. Trad. Manuel Guzmán. México, Limusa. 838 p.
4. Agrisec.com. 2009. Cadillac / Mancoceb 80% WP (en línea). Ecuador. Consultado 1 mayo 2012. Disponible en http://www.agrisec.com/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=51:cadillac&catid=39:fungicidas&Itemid=6
5. Antalien.net. 2004. Triadimenol 250 G/L EC: ficha técnica (en línea). Perú. Consultado 12 feb 2012. Disponible en: <http://www.antalien.net/productos/tecnicas/Ficha-Tecnica-Triadimenol-250-EC.pdf>
6. Aycachi Inga, R. 2004. Histología vegetal: las plantas (en línea). España. Consultado 5 set 2011. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos31/histologia-vegetal/histologia-vegetal.shtml>
7. Basf, CR. 2010. Polyram 80 WG (en línea). Costa Rica. Consultado 12 set 2011. Disponible en: www.basfcostarica.com
8. Bayer Cropscience, EC. 2008. Silvacur combi: ficha técnica del producto (en línea). Quito, Ecuador. Consultado 12 feb 2012. Disponible en: http://www.agrytec.com/agricola/images/stories/secciones/sanidad_vegetal/auspiciante/silvacur.pdf
9. _____. 2009. Silvacur Combi 30 EC (en línea). Centroamérica y Caribe. Consultado 12 feb 2012. Disponible en: http://www.bayercropscience-ca.com/contenido.php?id=163&id_prod=2
10. Cáceres Paz, VR. 1999. Evaluación de tres fungicidas en el control del derrite del cafeto (*Phoma* sp.) municipio de Pueblo Nuevo Viñas, departamento de Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 64 p.
11. Castaño, J. 1984. Muerte descendente (Die-Back) en cafetos de toda edad en varias regiones del departamento de Cauca. Colombia, Universidad de Beigin, Boletín Informativo no 73:12-20.
12. _____. 2002. Principios básicos de fitoepidemiología. Manizales, Colombia, Universidad de Caldas, Centro Editorial. 395 p.

13. Castaño, J *et al.* 2009. Prácticas de manejo de las sigatocas amarilla (*Mycosphaerella musicola*) y negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en plátano dominico hartón (*Musa aab Simmons*) (en línea). Colombia. Consultado 23 mayo 2012. Disponible en: [http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia15\(2\)_5.pdf](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia15(2)_5.pdf)
14. _____. 2010. Manejo de la antracnosis (*Glomerella cingulata* (Stoneman) Spauld. & H. Schrenk) del mango en pos cosecha (en línea). Colombia. Consultado 23 mayo 2012. Disponible en [http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia18\(1\)_6.pdf](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia18(1)_6.pdf)
15. Castillo, LE *et al.* 1999. Manual de plaguicidas: guía para América Central. Heredia, Costa Rica, Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. 395 p.
16. Castro, C. 2009. Evaluación aeromicológica en la calidad del aire de la zona aledaña al relleno sanitario Portillo Grande en el otoño del 2009. Tesis MSc. Lima, Perú, UNALM. 155 p.
17. Castro Galán, A. 2010. Integral definida: aplicaciones (en línea). España. Consultado 10 mayo 2012. Disponible en: <http://www.matescalero.comeze.com/2bach/resumenes/integraldefinida.pdf>
18. Cherenguino, R. 1981. Epidemiología del requeme o derrite causado por *Phyllosticta coffeicola* Speg, en El Salvador. *In* Simposium Latinoamericano sobre caficultura (1981, GT). Guatemala, IICA / PROMECAFE. p. 78-95.
19. Cruz S, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala; según el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
20. Dávila M, A; Herrera, I; Folgueras, M; Espinosa C, E. 2011. Associated fungi to dry rot in taro *Xanthosoma* spp. in several provinces in Cuba. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) 38(4):13-19.
21. Dow AgroSciences, ES. 2004. Productos fitosanitarios: hoja de seguridad de Mancozeb 80 fungicida (en línea). Consultado 12 feb 2012. Disponible en http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_056a/0901b8038056ad96.pdf?filepath=cl/pdfs/noreg/013-60042.pdf&fromPage=GetDoc
22. Ecuquímica.com. 2006. Imazalil: ingrediente activo (en línea). Quito, Ecuador. Consultado 3 mar 2012. Disponible en: http://www.ecuquimica.com.ec/pdf_agricola/FUN%ADGA%ADFLOR.pdf
23. García, G. 2010. Fungicidas y resistencia (diapositivas). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 59 diapositivas.
24. Granados, D. 2003. Ecología de las plantas epífitas. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 10(3):42-46.

25. Helmmexico.com. 2006. Cyrizate: Cimoxanil+Mancozeb, fungicida sistémico y de contacto (en línea). México. Consultado 12 feb 2012. Disponible en: http://www.helmmexico.com/es/marketing/pdf/manualtecnico/M_Cyrizate.pdf
26. Ibáñez García, EA. 1969. Estudio sobre el control del Phoma (*Phoma costarricensis* Ech.) en el cafeto, por medio de cinco productos químicos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 18 p.
27. Infoagro.com. 2004. El cultivo del helecho (en línea). España. Consultado 12 set 2011. Disponible en: http://www.infoagro.com/flores/plantas_ornamentales/helechos.htm
28. INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CL). 2012. Experiencia en la región de La Araucanía: cultivo de follajes ornamentales: una alternativa para la fruticultura del sur (en línea). Chile, Ministerio de Agricultura, INIA / Proyecto FIA. Consultado 10 set 2012. Disponible en: http://www.inia.cl/medios/carillanca/Descargas/Flores/Boletin_238.pdf
29. Laboratorio Agrochem.es. 2004. Imazalil: ingrediente activo (en línea). España. Consultado 12 ago 2011. Disponible en: <http://www.agrochem.es/?go=Productos&go2=Fungicidas>
30. MNA (Museo Nacional de Antropología, UY). 2010. Ministerio de educación y cultura (en línea). Uruguay. Consultado 12 set 2012. Disponible en: <http://mna.gub.uy/museosdigitales/ficha.php?id=18&t=FLORA>
31. Nickel, J. 2009. El productor: influencia del efecto fisiológico de estrobirulinas en el rendimiento de soja (parte 1) (en línea). Paraguay. Consultado 22 set 2011. Disponible en: <http://www.revistaelproductor.net/index.ph>
32. Proficol.com. 2010a. Vitavax 34 SP: ficha técnica (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 12 feb 2012. Disponible en: http://www.proficol.com.co/docs/ficha_tecnica/74VITAVAX%20300.pdf
33. _____. 2010b. Progro: ficha técnica (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 1 mayo 2012. Disponible en: http://www.proficol.com.co/docs/ficha_tecnica/59PROGRO.pdf
34. Rossini, M. 2007. Fungicidas (en línea). Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Consultado 12 set 2011. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/altovalle/actividad/investigacion/fitopatologia/fungicida_fito.htm
35. Semillas del caribe.com. 2009. Papaya fungal diseases (en línea). México. Consultado 12 set 2011. Disponible en: <http://semilladelcaribe.com.mx/en/archi/fungal1.pdf>

36. Tecnomyl.com. 2007. Carbendazim: ficha técnica (en línea). Paraguay. Consultado 2 set 2012. Disponible en: <http://www.tecnomyl.com.py/activos.asp?myactivo=Carbendazim>
37. Velastegui, R. 2007. Fungicidas sistémicos en la agricultura y la problemática de la generación de resistencia (en línea). Ecuador. Consultado 12 set 2011. Disponible en <http://www.buscagro.com/www.buscagro.com/biblioteca/Ramiro-Velastegui/Asimetrías-fungicidas.pdf>
38. Yoj Alvarado, VA. 1993. Análisis epifisiológico y control químico del hongo *Phoma* sp. en una plantación de café (*Coffea arabica*) en la finca Liquidámbar, Cobán, A.V. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 44 p.
39. Zapata, J *et al.* 2002. Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia: enfermedades causadas por hongos (en línea). Colombia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –Corpoica-, Regional 4, Centro de Investigación «La Selva». Colombia. Consultado 3 set 2011. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20del%20cultivo%20de%20la%20uchuva.pdf

2.8 ANEXOS

Cuadro 27A. Cronograma de actividades realizadas durante la evaluación de programas de protección a *Phoma*, en el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching).

No.	Actividad	Septiembre			Octubre			
		37	38	39	40	41	42	43
1	Revisión de antecedentes de infección dentro de la finca.							
2	Selección del área experimental							
3	Distribución de los tratamientos							
4	Aplicación de los tratamientos							
5	Muestreo de severidad							
6	Muestreo de incidencia							

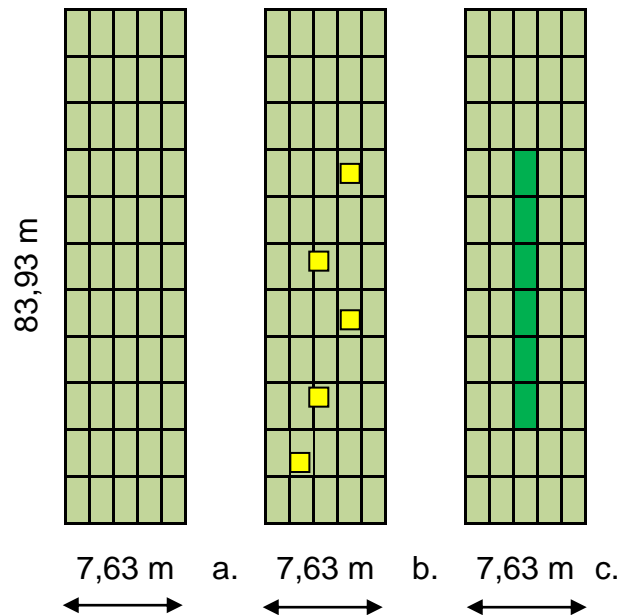


Figura 14A. a.) Ilustración de la unidad experimental. b.) Ilustración de unidad de muestreo para incidencia. c.) Ilustración de unidad de muestreo para severidad.






				
Clase 0 0 % de daño	Clase I 0 a 5% de daño	Clase II 6 a 15% de daño	Clase III 16 a 40% de daño	Clase IV 41 a 60% de daño

Figura 15A. Escala descriptiva de severidad de *Phoma*, en frondas de cinco semanas de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching).

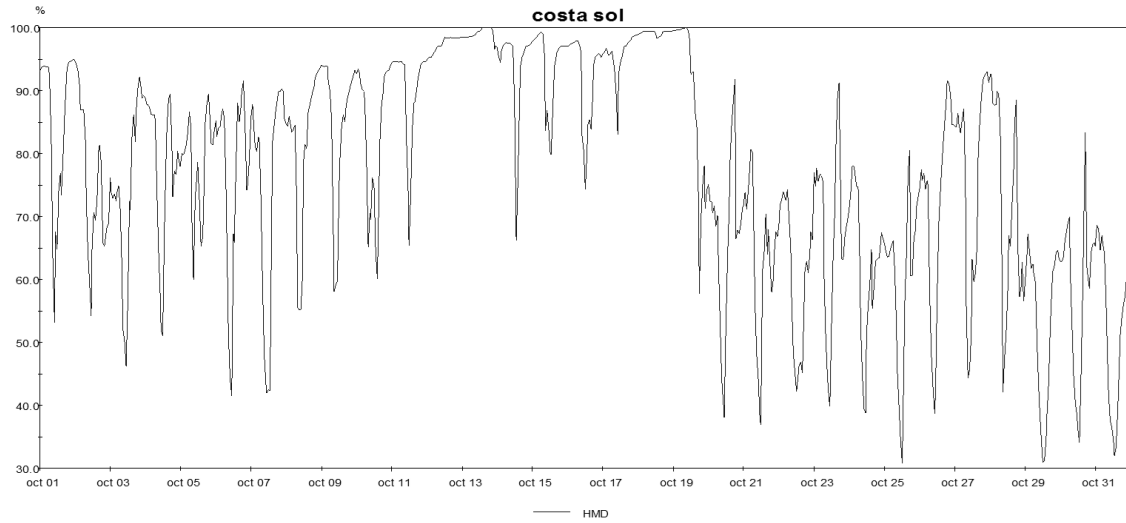


Figura 16A. Comportamiento de la Humedad Relativa (HR) durante la evaluación, según estación meteorológica tipo B establecida en la finca Costa Sol S.A.

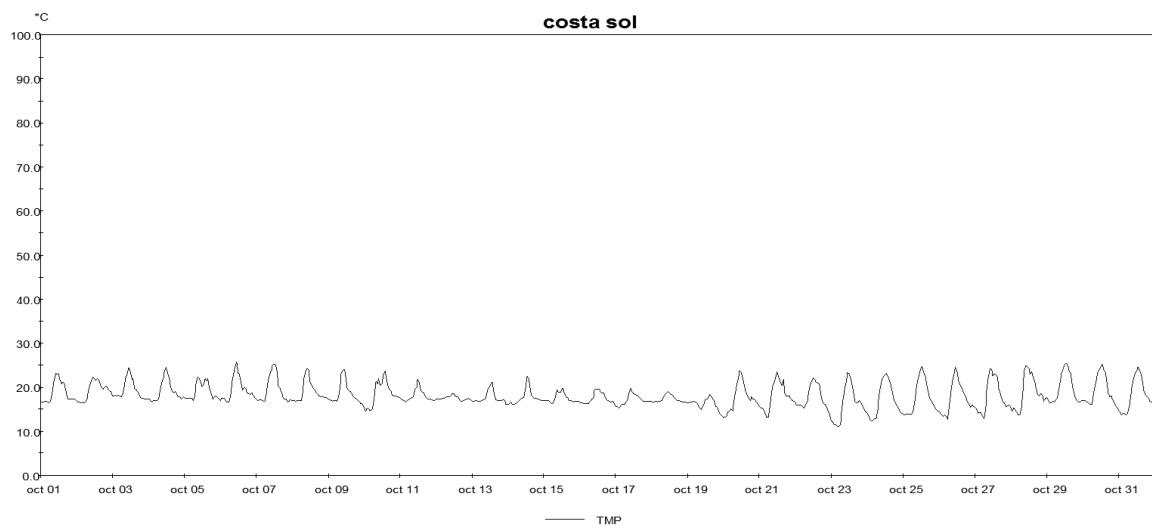


Figura 17A. Comportamiento de la Temperatura ambiental (°C) durante la evaluación, según estación meteorológica tipo B establecida en la finca Costa Sol S.A.

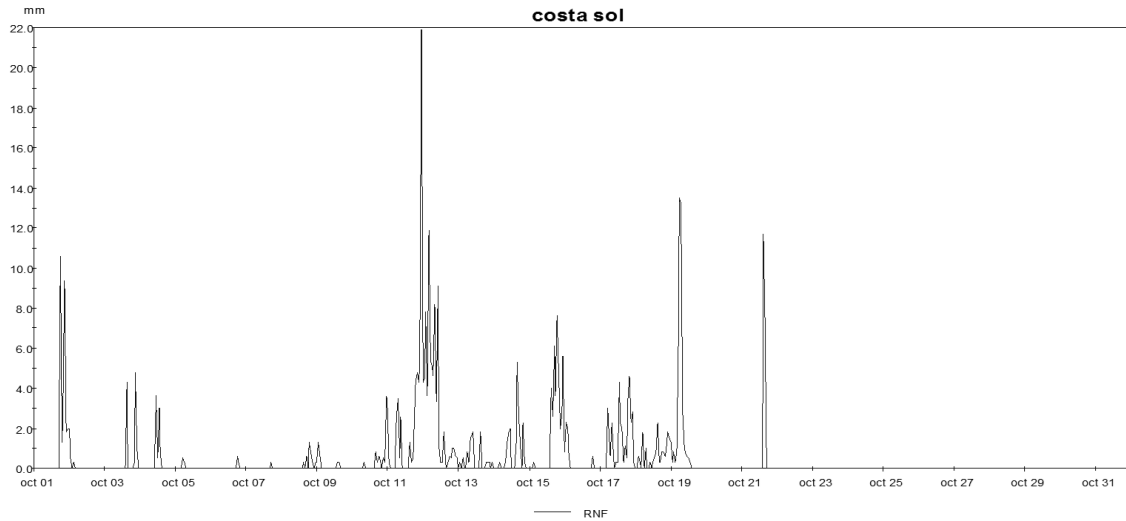


Figura 18A. Comportamiento de la Precipitación Pluvial (PP) durante la evaluación, según estación meteorológica tipo B establecida en la finca Costa Sol S.A.

Cuadro 28A. Datos porcentuales de incidencia de *Phoma*, en hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) recolectados durante los cuatro muestreos en el periodo de evaluación.

PORCENTAJE DE INCIDENCIA					
Tratamiento	Repetición	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 3	MUESTREO 4
T1	R1	24.77	32.11	40.8	45.36
	R2	23.63	25.17	39.12	41.84
	R3	24.82	33.86	46.65	51.24
T2	R1	23.69	31.12	37.96	43.7
	R2	26.81	28.12	30.53	35.82
	R3	24.69	31.46	40.61	46.75
T3	R1	31.46	32.12	33	35.22
	R2	36.84	37.2	37.45	39.26
	R3	21.89	22.15	23.39	24.85

Continuación del cuadro 28A.

T4	R1	28.36	29.1	29.12	30.28
	R2	31.21	30	32.6	30.59
	R3	26.84	26.2	25.49	29.25
T5	R1	31.43	32.11	34.26	36.7
	R2	29.62	32.11	40.64	44.22
	R3	24.83	25.13	27.63	31.88

Cuadro 29A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la Tasa de desarrollo de la incidencia (r) de *Phoma* en hoja de cuero, del programa Infostat.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
r	15	0.87	0.78	39.40

Test: Tukey Alfa: 0.05 DMS: 0.02384

Error: 0.0001 gl: 8

Cuadro 30A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable incidencia en el Muestreo uno, del programa Infostat

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MUESTREO 1	15	0.61	0.32	12.16

Test: Tukey Alfa: 0.05 DMS: 9.39838

Error: 11.0999 gl: 8

Cuadro 31A. Análisis de varianza del Muestreo uno, para la determinación de la incidencia de *Phoma*, en hoja de cuero.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	139.92	6	23.32	2.10	0.1633
Programas	74.96	4	18.74	1.69	0.2448
Repeticiones	64.96	2	32.48	2.93	0.1112
Error	88.80	8	11.10		
Total	228.72	14			

Cuadro 32A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable incidencia en el Muestreo dos, del programa Infostat

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
MUESTREO 2	15	0.20	0.00	15.52

Test: Tukey Alfa: 0.05 DMS: 13.07400

Error: 21.4798 gl: 8

Cuadro 33A. Análisis de varianza del Muestreo dos, para la determinación de la incidencia de *Phoma*, en hoja de cuero.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	43.31	6	7.22	0.34	0.8995
Programas	8.54	4	2.14	0.10	0.9796
Repeticiones	34.77	2	17.38	0.81	0.4785
Error	171.84	8	21.48		
Total	215.15	14			

Cuadro 34A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable incidencia en el Muestreo tres, del programa Infostat

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
MUESTREO 3	15	0.55	0.22	16.79

Test: Tukey Alfa: 0.05 DMS: 16.39828

Error: 33.7918 gl: 8

Cuadro 35A. Análisis de varianza para el Muestreo tres, para la determinación de la incidencia de *Phoma*, en hoja de cuero.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	336.26	6	56.04	1.66	0.2481
Programas	307.53	4	76.88	2.28	0.1499
Repeticiones	28.73	2	14.36	0.43	0.6677
Error	270.33	8	33.79		
Total	606.59	14			

Cuadro 36A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable incidencia en el Muestreo cuatro, del programa Infostat

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
MUESTREO 4	15	0.64	0.37	15.93

Test: Tukey Alfa: 0.05 DMS: 16.98415

Error: 36.2495 gl: 8

Cuadro 37A. Análisis de varianza para el Muestreo cuatro, para la determinación de la incidencia de *Phoma*, en hoja de cuero.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	518.55	6	86.42	2.38	0.1271
Programas	510.97	4	127.74	3.52	0.0610
Repeticiones	7.57	2	3.79	0.10	0.9020
Error	290.00	8	36.25		
Total	808.54	14			

Cuadro 38A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable de severidad de *Phoma* en la hoja de cuero, para el tratamiento uno, del programa Infostat

Tratamiento	Cero	Uno	Dos	Tres	Cuatro	TOTAL	T2	p
1.00	5.00	4.00	2.67	1.83	1.50	6.00	292.00	<0.0001

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos: 3.585

Cuadro 39A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable de severidad de *Phoma* en la hoja de cuero, para el tratamiento dos, del programa Infostat

Tratamiento	Cero	Uno	Dos	Tres	Cuatro	TOTAL	T2	p
2.00	5.00	4.00	2.75	1.71	1.54	6.00	513.08	<0.0001

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos: 2.716

Cuadro 40A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable de severidad de *Phoma* en la hoja de cuero, para el tratamiento tres, del programa Infostat

Tratamiento	Cero	Uno	Dos	Tres	Cuatro	TOTAL	T2	p
3.00	5.00	4.00	2.71	1.79	1.50	6.00	254.30	<0.0001

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos: 3.850

Cuadro 41A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable de severidad de *Phoma* en la hoja de cuero, para el tratamiento cuatro, del programa Infostat.

Tratamiento	Cero	Uno	Dos	Tres	Cuatro	TOTAL	T2	p
4.00	5.00	4.00	2.79	1.83	1.38	6.00	366.54	<0.0001

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos: 3.231

Cuadro 42A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable de severidad de *Phoma* en la hoja de cuero, para el tratamiento cinco, del programa Infostat

Tratamiento	Cero	Uno	Dos	Tres	Cuatro	TOTAL	T2	p
5.00	5.00	4.00	2.79	1.54	1.67	6.00	327.72	<0.0001

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos: 3.407

Cuadro 43A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III), para la variable Tasa de desarrollo de la severidad (r) de *Phoma* en hoja de cuero, del programa Infostat.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
r	15	0.84	0.72	63.65

Test: Tukey Alfa: 0.05 DMS: 0.01136

Error: 0.0000 gl: 8

CAPÍTULO III

**PROYECTOS REALIZADOS EN LA FINCA COSTA SOL S.A., CORPORACIÓN TAK,
SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C. A.**

3.1 PRESENTACIÓN

La finca Costa Sol S.A., está ubicada en San Miguel Dueñas, Sacatepéquez a cinco minutos del parque central de dicho municipio, forma parte de la Corporación TAK, exportadoras de follaje de importancia a nivel Centroamericano. En la finca se lleva a cabo un complejo proceso productivo en el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), el objetivo de la corporación es la producción de follajes de calidad para cumplir los requerimientos de la demanda.

El Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA- se realizó durante el periodo comprendido de agosto de 2011 a mayo de 2012, dentro de la planificación del EPSA, se contemplo la realización de actividades que contribuyeran en el mejoramiento de la producción de dicha empresa. Los ensayos realizados consistieron en la evaluación de la influencia de los saneos y la aplicación de fertilizantes orgánicos, y la evaluación de fertilizantes foliares para fortalecer los rizomas y su respuesta a través del tiempo. La variable de respuesta para ambas evaluaciones fue el número de brotes por unidad experimental.

Se determinó que el saneo y la aplicación de fertilizantes orgánicos tienen un efecto significativo sobre la brotación del rizoma, aprovechando los recursos con los que se cuenta dentro de la finca.

En el segundo ensayo se identificó a Global, Release y el testigo relativo (programa de fertilización inorgánica de la finca) como los mejores, fluctuando los mismos a través del tiempo.

3.2 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LAS APLICACIONES DE LOMBRICOMPOST Y LIXIVIADO DE HUMUS EN LA BROTAÇÃO DEL RIZOMA DE HOJA DE CUERO (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching)

3.2.1 Introducción

Según Gospaorganics (2011), los excrementos de la lombriz contienen 5 veces más Nitrógeno, 7 veces más Fósforo, 5 veces más Potasio y 2 veces más Calcio.

El lombricompost además de su contenido de minerales esenciales; Nitrógeno, Fósforo y Potasio, que libera lentamente, incrementa la biodisponibilidad de los elementos ya existentes en el suelo para ser absorbidos por la planta. Su riqueza en micro elementos lo convierte en uno de los fertilizantes más completos (Agroforestalsanremo, 2002).

Los ácidos Húmicos y Fúlvicos, por su estructura coloidal granular, mejoran las condiciones del suelo, retienen la humedad y pueden con facilidad unirse al nivel básico del suelo, mejorando su textura y aumentando su capacidad de retención de agua (Agroforestalsanremo, 2002).

Según Salguero (2010), el lixiviado de humus favorece la formación de micorrizas, acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez y color. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y patógenos así como la resistencia a las heladas.

En el proceso de fomentar técnicas agroecológicas en el cultivo de hoja de cuero, se encontró la manera de implementar al mismo con técnicas en las cuales haya un menor involucro de químicos, se incorporó a los suelos de unidades experimentales lombricompost y lixiviado de humus después de realizar saneos, para evaluar el comportamiento del número de brotes.

3.2.2 Objetivos

A General

Evaluar la aplicación fertilizantes orgánicos producto de las excretas de *Eisenia foetida* en el cultivo de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), en la finca Costa Sol S.A. San Miguel Dueñas, Sacatepéquez.

B Específicos

Evaluar la brotación de los rizomas, producto de la aplicación de 60 sacos de lombricompost y 112 litros de lixiviado de humus.

3.2.3 Metodología

A Manejo del experimento

Para la realización de la evaluación se selecciono un área que mostraba una baja brotación dentro de la plantación.

Para cada tratamiento se utilizaron 1,280.77 m² como unidad experimental y 36.62 m² como unidad de muestreo; contando el número de brotes por unidad de muestreo durante 19 semanas. El cultivo tiene 13 años de haber sido establecido y recibió el manejo dado por la finca. La brotación es un factor primordial en cuanto al control de la producción neta de la finca.

Los brotes que se encontraron semanalmente fueron debidamente identificados, para diferenciarlos de los nuevos brotes muestreados en las semanas posteriores.

B Tratamientos aplicados

La aplicación del lombricompost fue al boleó y la del lixiviado de humus se realizó de manera asperjada.

Los tratamientos quedan distribuidos como se observa en el cuadro 44.

Cuadro 44. Distribución de los tratamientos y aplicaciones de abonos orgánicos en las unidades experimentales. Las indicaciones de J-1, J-38, J-39, J-40, J-41, J-42, J-43 Y J-44 hacen referencia a secciones de la finca para llevar una organización sobre la evaluación.

Área	Tratamiento
J-39 J-40	Saneo y Lixiviado de Humus.
J-41 J-42	Saneo, Lixiviado de Humus y Humus sólido (lombricompost).
J-43 J-44	Humus sólido (lombricompost) y Lixiviado de Humus
J-1 a J-38	Testigo relativo, programa de fertilizantes inorgánicos de la finca.

Los tratamientos como quedaron descritos con anterioridad fueron implementados, aplicando los productos en la cantidad que se define en el cuadro 45.

Cuadro 45. Fertilizantes orgánicos utilizados y cantidades o dosis aplicadas en la evaluación.

Materiales	Sacos utilizados en el área total de la evaluación	Dosis por aplicación (cc)	Cantidad por aplicación semanal
Lombricompost (Humus sólido)	60		
Lixiviado de humus		2 cc/l	6 l

C Variable de respuesta

Cada semana se realizó un conteo de brotes en 36.62 m² por unidad experimental.

D Análisis de datos

Para la determinación de la variable brotación se realizó un análisis estadístico de varianza. Posterior a esto mediante gráficas se identificó la tendencia.

3.2.4 Resultados

En base al análisis de varianza efectuado para la respuesta de la brotación del rizoma a las aplicaciones de fertilizantes orgánicos, se establece que no existió diferencia significativa entre tratamientos evaluados, con un coeficiente de variación de 7.65% (ver cuadro 52A).

En la figura 19, se puede observar la respuesta que tuvo la brotación bajo la influencia de abonos orgánicos, siendo el tratamiento dos que involucraba Saneo, Lixiviado de humus y Lombricompost, el que dio mejores resultados manteniendo una media de 51.89, superior sobre los demás tratamientos como se puede observar en el análisis estadístico del cuadro 52A. Éste presenta diferencia significativa para las semanas 5, 6 y 8, como se observa en el comportamiento en la figura 19. El resultado es debido al aporte nutricional proporcionado por los abonos orgánicos aplicados (ver cuadros 49A y 50A), debido a que los mismos incrementan el porcentaje de materia orgánica en los suelos, aumenta la disponibilidad de nutrientes que pueden ser absorbidos por las plantas, permitiendo un mejor desarrollo y crecimiento de los brotes.

El tratamiento uno (Saneo y Lixiviado de humus) con una media de 48.91, fue el segundo en la evaluación en el que sólo se observa una mínima diferencia en la semana ocho, como se observa en la figura 19. Se puede decir que el saneo no tuvo una influencia directa sobre la brotación, la única observación relevante es que le proporcionó un panorama más despejado al lixiviado de humus dejándolo actuar como un proveedor de

Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Boro (ver cuadro 50A) que los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo al aumentar la superficie activa de los mismos.

Según Emison (2007), contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces.

Para el tratamiento tres conformado por lixiviado de humus y lombricompost, se observó una media de 48.05, sin tener diferencia significativa entre tratamientos.

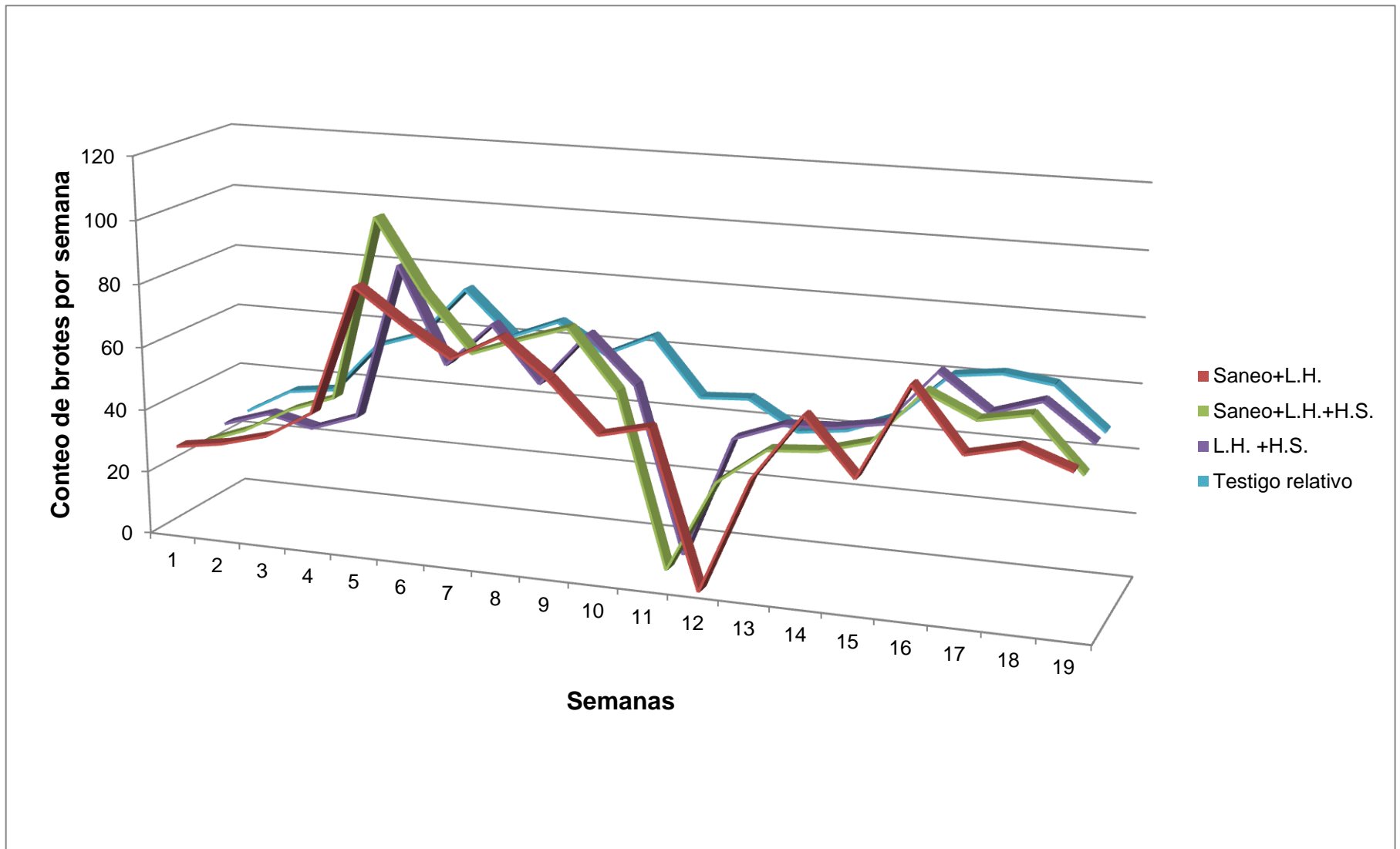


Figura 19. Comportamiento de la brotación del rizoma de hoja de cuero, después de las aplicaciones de abonos orgánicos, donde Lixiviado de humus (L.H.) y Humus sólido o lombricompost (H.S.).

En sí los fertilizantes orgánicos además del alto contenido de macro y micronutrientes, contiene compuestos orgánicos importantes entre los que están: ácidos húmicos y fúlvicos, aminoácidos y alcoholes (Rhemastudios, 2012), que pueden nutrir al rizoma, incentivando la brotación, disminuye la contaminación y contribuye a disminuir costos debido a que se aprovechan los subproductos de la finca.

3.2.5 Conclusión

En el periodo de evaluación de los productos orgánicos fue mejor el tratamiento dos (Saneo, Lombricompost y Lixiviado de humus), aunque estadísticamente fue igual al testigo, pero en el primero se utiliza un subproducto de la finca y reduce la contaminación ambiental.

3.2.6 Recomendación

Se recomienda hacer aplicaciones de lombricompost, puesto que reflejó resultados positivos sobre la nutrición vegetal, y evaluar cuantas aplicaciones anuales son requeridas por el cultivo en función de la brotación. De la misma manera se recomiendan las aplicaciones asperjadas de lixiviado de humus durante la época seca a 2 cc/l, para un mejor aprovechamiento de sus nutrientes.

3.3 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SEIS FERTILIZANTES FOLIARES PARA LA INDUCCIÓN DE BROTAÇÃO DEL RIZOMA EN EL CULTIVO DE HOJA DE CUERO (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching)

3.3.1 Introducción

En la finca Costa Sol S.A. la ventana de mercado de mayor demanda en el año es de enero a abril, para cubrir los requerimientos del mercado es necesario tener una adecuada brotación en noviembre y diciembre.

Para mantener el parámetro adecuado de brotación durante la ventana de mercado se evaluaron seis fertilizantes foliares aplicados cada siete días, describiendo su efecto en el número de brotes durante 22 semanas. En el ensayo se identificó a Global y el testigo relativo (programa de fertilización inorgánica de la finca) como los mejores, generando resultados positivos sobre el número de brotación del rizoma.

3.3.2 Objetivo

Evaluar la respuesta de la brotación de rizomas de planta de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), a la aplicación de seis diferentes fertilizantes foliares.

3.3.3 Metodología

A Manejo del experimento

La investigación se realizó en el área El Socorro, específicamente en la secciones F y G, comprendiendo 1956,47 m²; la unidad experimental la conformaron 640.38 m² y la de muestreo por 45.78 m².

B Tratamientos aplicados

En el cuadro 46, se presentan los fertilizantes foliares que fueron evaluados, así como el área donde fueron aplicados de manera constante durante las 22 semanas del proceso.

La dosis aplicada fue la recomendada por el panfleto de cada uno de los productos, en base a la concentración de nutrientes que se observa en los cuadros 55A, 56A, 57A, 58A y 59A.

Las aplicaciones foliares se realizaron con una frecuencia de siete días, dichas aplicaciones se ejecutaron de manera asperjada sobre la plantación, las dosis utilizadas quedan definidas en el cuadro 46.

Cuadro 46. Producto a utilizar para las aplicaciones foliares, dosis y área donde se distribuyeron los tratamientos. Las indicaciones de F-6 a F-8, F-9 a F-11, G-1 a G-3, G-4 a G-8, G-9 a G-14 y G-15 a G-17, hacen referencia a secciones de la finca, utilizadas para llevar una organización sobre la evaluación.

Ubicación	Producto	Litros Agua por unidad experimental	Dosis por litro (cc)	Unidad experimental (m ²)	Producto total Aplicado (cc)	Aplicaciones
F6 a F8	Global	250	1.5	640.38	8,250	22
F9 a F11	Release	250	3	640.38	16,500	22
G1 a G3	Perfectos	250	1.5	640.38	8,250	22
G4 a G8	Bayfolan	250	2	640.38	11,000	22
G9 a G13	Nutri Sorb	250	1.7	640.38	9,350	22
G14 a G17	Cuneb Forte	250	2	640.38	11,000	22

C Variable de respuesta

Cada semana se realizó un conteo de brotes en 45.78 m² por unidad experimental.

D Análisis de datos

Para la determinación de la variable brotación se realizó un análisis estadístico de varianza. Posterior a esto mediante gráficas se identificó la tendencia.

3.3.4 Resultados

Se realizó un análisis estadístico con los datos recabados en el campo, utilizando las medias de los conteos de brotación del rizoma de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching).

Como se puede observar en el cuadro 47, en el análisis de varianza realizado para la determinación del número de brotes por unidad experimental, se establece que si existe diferencia significativa entre los mismos, y que al menos un tratamiento presenta mejores resultados, con un coeficiente de variación de 5.73%. Para establecer cual tratamiento presentó mayor número de brotes, se procedió a efectuar una prueba de medias utilizando para tal efecto el comparador de Tukey al 5% de significancia.

Cuadro 47. Análisis de varianza para la variable brotación del rizoma de hoja de cuero, posterior a las aplicaciones de los seis fertilizantes foliares y el testigo relativo.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	647457.03	10	64745.70	24.74	<0.0001
Fertilizante	628485.60	6	104747.60	40.03	<0.0001
tramo	18971.43	4	4742.86	1.81	0.1593
Error	62802.97	24	2616.79		
Total	710260.00	34			

Cuadro 48. Prueba de medias para la variable brotación después de las aplicaciones de los fertilizantes foliares.

Fertilizante	Medias	n			
Nutri Sorb	738.20	5	A		
Cuneb Forte	769.20	5	A		
Perfectose	786.60	5	A		
Bayfolan	834.80	5	A		
Release	964.20	5		B	
testigo	1072.00	5			C
Global	1079.00	5			C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Estadísticamente y con una confianza del 95%, se puede decir que la aplicación de Global tuvo muy buen impacto en la brotación generando una media de 1079 (ver cuadro 48). En las aplicaciones del testigo relativo se obtuvo una media de 1072 (ver cuadro 48), por tanto entre éste y el Global no existió diferencia significativa. Al observar las tendencias generadas como se observa en la figura 20, en las semanas 6, 8, 9, 15, 16, 17, 18, 20 y 21 el producto que generó mejores resultados fue el Global. Durante las semanas 4, 5, 7, 10, 11, 13 y 14 el testigo relativo generó mejores resultados, (ver figura 20).

Se puede decir que el Global generó los resultados deseados debido a que está compuesto por Nitrógeno, Fósforo, Potasio y más de 60 Oligoelementos complejos o quelados, docenas de Aminoácidos, Naturales, Ácido Algínico, Manita, Laminarina, y L-aminoácidos, altamente activos usando proteína aglutinada con un peso molecular bajo, convirtiéndolo en un producto de alto rendimiento.

Por último al aplicar Release se obtuvo una media de 964.20 (ver cuadro 48), observándose un comportamiento a lo largo de la evaluación con una línea continua ascendente desde que se iniciaron las aplicaciones, generando diferencia significativa en las semanas 3 y 19 (ver figura 20), siendo los tres últimos en mención los que generaron resultados satisfactorios.

Para el resto de productos se observaron las medias de brotación siguientes: para Bayfolan 834.80, un producto que se mantuvo entre las tendencias aceptables más sin

embargo no destacó. Perfectose 786.60, un producto que generó bajos rendimientos en cuanto a brotación pero a diferencia de Nutri sorb se observa que los brotes maduran a una velocidad promedio obteniéndose frondas comercializables en siete u ocho semanas. Cuneb Forte con una media de 769.20. Y por último generando los resultados más deficientes Nutri Sorb con una media de 238.20, las observaciones a destacar fueron el crecimiento o desarrollo de los tejidos ya emergidos o brotes, siendo en múltiples casos mínimo o de desarrollo muy lento, lo que traería consigo de ser aplicado la consecuencia de una tardía cosecha.

En el cuadro 53A, se pueden observar las medias generadas en los conteos de brotes posteriores a la aplicación de los fertilizantes foliares, se puede decir que los resultados obtenidos son dados debido a la composición química de los productos, la misma se observa en los cuadros 55A, 56A, 57A, 58A y 59A. Basados en los datos recabados en el campo se pudo determinar la tendencia que tienen los productos hasta la semana 22 de la evaluación, quedando definidas en la figura 20.

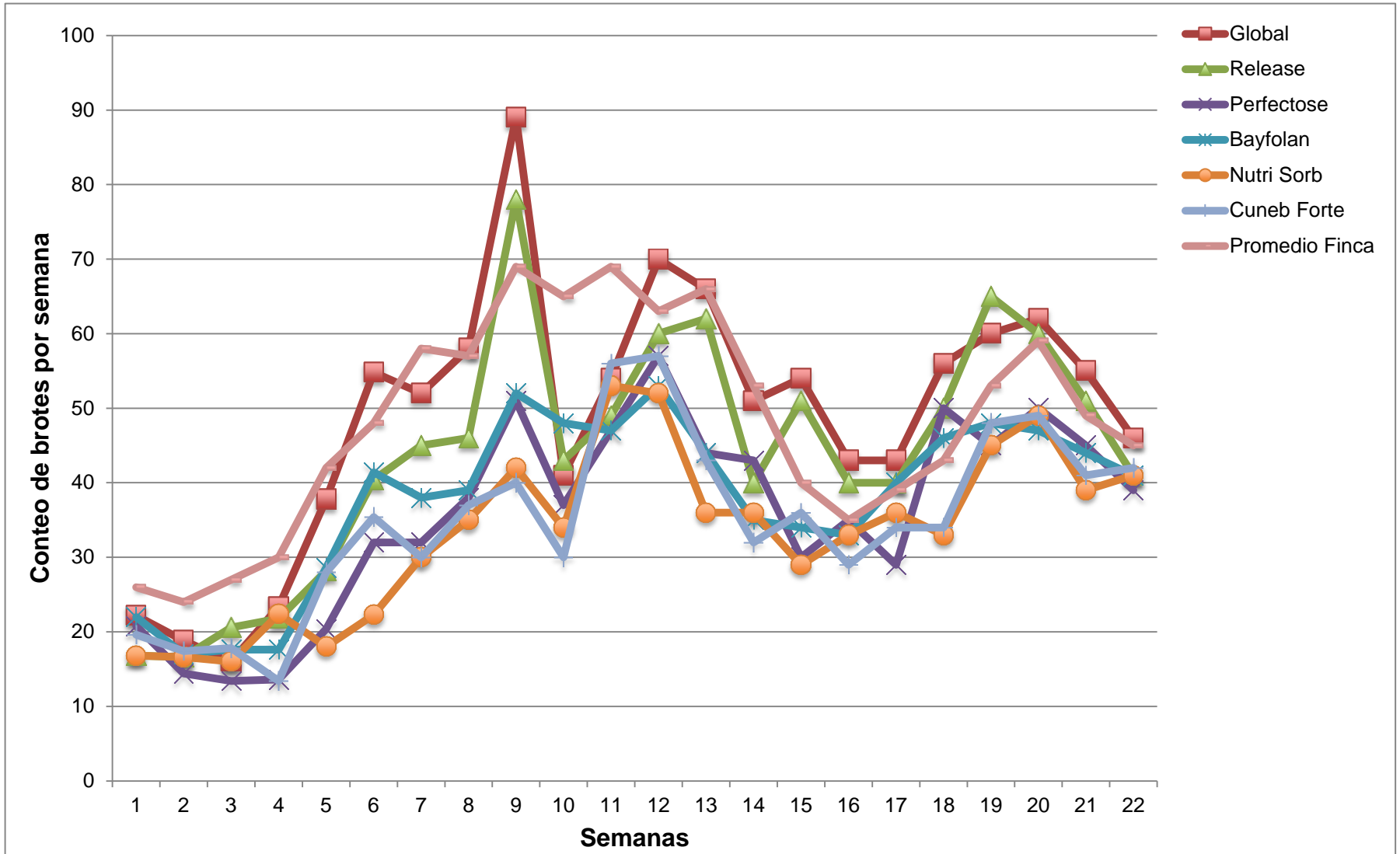


Figura 20. Comportamiento de la brotación del rizoma de hoja de cuero, ante las aplicaciones de los fertilizantes foliares en evaluación.

3.3.5 Conclusión

Se puede decir que los productos orgánicos tales como el Global tienen un efecto significativo sobre la brotación del rizoma de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), generando la media más alta de brotación en la evaluación con 1079 estadísticamente iguales al testigo.

3.3.6 Recomendación

Se recomienda la aplicación de fertilizantes foliares con altas concentraciones orgánicas, puesto que generaron resultados benéficos sobre la brotación del rizoma de hoja de cuero.

3.3.7 Bibliografía

1. Agroforestalsanremo.com. 2002. Lombrices rojas californianas (en línea). Venezuela. Consultado 4 abr 2012. Disponible en: <http://www.agroforestalsanremo.com>
2. Emison.com. 2007. Lombricultura. España, Departamento de Investigación. 6 p. (PDF).
3. Gospaorganics.com. 2011. Humus y lixiviado de lombríz (en línea). México. Consultado 5 ene 2012. Disponible en: <http://gospaorganics.com/humus-liquido>
4. Mendoza G, L. 2008. Manual de lombricultura. Chiapas, México, SEP (Secretaría de Educación Pública), Area de Vinculación, Dirección de Vinculación. 22 p.
5. Rhemastudios.com. 2012. Fertilizantes sólidos (en línea). Colombia. Consultado 5 ene 2012. Disponible en: <http://lombricol.com/fertilizantesolido.php>
6. Salguero, S. 2010. Fulimagro (en línea). Guatemala, Fulimagro. Consultado 5 ene 2012. Disponible en http://www.fulimagro.com/index.php?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=66

3.3.8 Anexo

Cuadro 49A. Análisis de la composición química del lombricompost obtenido en la finca Costa Sol S.A., realizada en el laboratorio de suelo-planta-agua Salvador Castillo Orellana de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

		Nutrientes en porcentaje					Micronutrientes en ppm						
pH	C:N	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	M. O.	CE(ms/cm)
7.40	12:01	1.25	0.29	1.00	2.00	0.33	40	170	2200	115	1425	25.5	9.28
7.30	09:01	1.72	0.27	1.25	1.63	0.35	50	180	2500	110	1600	25.5	10.95

Cuadro 50A. Análisis del contenido nutricional del lixiviado de humus extractado de las aboneras de Costa Sol S.A., realizada en el laboratorio de suelo-planta-agua Salvador Castillo Orellana de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Nutrientes en porcentaje						Micronutrientes en ppm					
N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	B
2.05	0.26	2.38	0.50	0.26	0.14	10	55	30	30	1700	18.5

Cuadro 51A. Datos de medias semanales reportados por unidad experimental, en la evaluación de la respuesta fertilizantes foliares sobre la brotación del rizoma de hoja de cuero.

Semana	Saneado y Lixiviado de humus	Saneado, Lixiviado de humus y Humus sólido	Lixiviado de humus y Humus sólido	Testigo relativo
1	27.6666	24.75	26.75	27
2	30	30.25	31.5	35
3	34	38.25	28.25	37
4	42.75	43.75	33.5	53
5	83.75	102	83.75	58
6	73.25	79	53.25	74
7	64	62	67.5	60
8	72	67.5	50	66
9	60.25	72.5	67	57
10	45	54.25	52.25	64
11	48.75	38	37.75	46
12	30	29.25	38.5	47
13	36.25	40.75	44.25	38
14	57	42	45	40
15	39.75	46.25	47.75	46
16	69	63	65	60
17	50	56	54	62
18	53.75	59	59	60
19	48.25	42.75	47.75	47

Cuadro 52A. Resultados del análisis de varianza (SC Tipo III) efectuado para la respuesta de la brotación del rizoma a las aplicaciones de fertilizantes orgánicos.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
promedio/sem	12	0.42	0.00	7.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	61.58	5	12.32	0.86	0.5587
tratamiento	32.56	2	16.28	1.13	0.3832
tramo	29.02	3	9.67	0.67	0.6000
Error	86.41	6	14.40		
Total	147.99	11			

Cuadro 53A. Datos de medias semanales reportados por unidad experimental, en la evaluación de la respuesta fertilizantes foliares sobre la brotación del rizoma de hoja de cuero.

Sema na	Glob al	Relea se	Perfectose Plus	Bayfolan Forte	Nutri Sorb	Cuneb Forte	Testigo relativo
1	22	17	21	22	17	20	26
2	19	17	14	17	17	17	24
3	16	21	13	18	16	18	27
4	23	22	14	18	22	13	30
5	38	28	20	29	18	28	42
6	55	40	32	41	22	35	48
7	52	45	32	38	30	30	58
8	58	46	38	39	35	37	57
9	89	78	51	52	42	40	69
10	41	43	37	48	34	30	65
11	54	49	47	47	53	56	69
12	70	60	57	53	52	57	63
13	66	62	44	44	36	43	66
14	51	40	43	35	36	32	53
15	54	51	30	34	29	36	40
16	43	40	35	33	33	29	35
17	43	40	29	40	36	34	39
18	56	50	50	46	33	34	43
19	60	65	45	48	45	48	53
20	62	60	50	47	49	49	59
21	55	51	45	44	39	41	49
22	46	41	39	41	41	42	45

Cuadro 54A. Resultado del análisis de varianza (SC Tipo III) para la variable brotación, en la evaluación de la aplicación de seis diferentes fertilizantes foliares.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
total	35	0.91	0.87	5.73

Cuadro 55A. Composición nutricional del producto Global.

Composición	Porcentaje
Sustancias Orgánicas	50-56
Nitrógeno total	4.5-5
Acido fosfórico (P ₂ O ₅)	4.5-5
Potasa soluble (K ₂ O)	5-5.5
Sulfuro	0.03-0.08
Magnesio	2.0-2.5
Calcio	0.01-0.03
Sodio	0.02
Hierro	0.016
Cobre	0.016
Zinc	0.024
Manganeso	0.4-0.45
Boro	0.2-0.3
Molibdeno	0.064-0.072
Promotores de crecimiento Natural	Citoquinina, Auxina, Giberelinas
Aminoácidos	Acido Glutamico, Aspartico, Arginina, Aleninta, Glicina, Leucina, Etc.
Carbohidratos	Acido alginico, Manitol, Laminarin.

Cuadro 56A. Composición nutricional del producto Cuneb Forte.

Composición	Porcentaje (p/v)
Fosforo P ₂ O ₅	49
Potasio K ₂ O	37
Ingredientes Inertes	14

Cuadro 57A. Composición nutricional del producto Perfectose Plus.

Componente	Porcentaje
Aminoácidos Libres	30
Nitrógeno Total	9
Materia Orgánica	30
Ingredientes Inertes	31

Cuadro 58A. Composición nutricional del producto Release.

Ingrediente Activo	Concentración P/P
Nitrógeno	12%
Potasio	3%
Calcio	3%
Citoquininas	0.000252%
Acido Indol 3 Butirico	0.000140%
Giberelinas	0.000140%
Inertes	82.00%

Cuadro 59A. Composición nutricional del producto Bayfolan Forte.

Composición	Composición Química	Porcentaje (p/p)
Nitrógeno Total N	110 g/L	9.1 %
Fosforo P ₂ O ₅	80 g/L	6.6%
Potasio K ₂ O	60 g/L	5.0%
Azufre S	1500 mg/L	1250 ppm
Boro B	400 mg/L	332 ppm
Cobalto Co	20 mg/L	17 ppm
Zinc Zn	800 mg/L	666 ppm
Cobre Cu	400 mg/L	332 ppm
Molibdeno Mo	50 mg/L	42 ppm
Calcio Ca	250 mg/L	207 ppm
Manganeso Mn	400 mg/L	332 ppm
Hierro Fe	500 mg/L	415 ppm
Magnesio Mg	250 mg/L	207 ppm
Clohidrato de tiamina		33 ppm
Acido indolacetico		25 ppm