

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



**TRABAJO GRADUACIÓN  
MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CULTIVOS BAJO INVERNADERO EN  
FINCA TRES VOLCANES, PROPIEDAD DE PAUL ECKE DE GUATEMALA, S.A., SAN  
MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ**

**RONALD JOEL LIMA MENCOS**

**Guatemala mayo de 2007**

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

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CULTIVOS BAJO INVERNADERO EN  
FINCA TRES VOLCANES, PROPIEDAD DE PAUL ECKE DE GUATEMALA, S.A., SAN  
MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ**

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

**POR**

**RONALD JOEL LIMA MENCOS**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO**

**Guatemala mayo de 2007**

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

**RECTOR**

LICENCIADO CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López

VOCAL PRIMERO

Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila

VOCAL CUARTO

Br. Douglas Antonio Castillo Álvarez

VOCAL QUINTO

P. Agr. José Mauricio Franco Rosales

SECRETARIO

Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Guatemala, mayo de 2007

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

Honorables miembros:

De conformidad 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:

**MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CULTIVOS BAJO INVERNADERO EN FINCA TRES VOLCANES, PROPIEDAD DE PAUL ECKE DE GUATEMALA, S.A., SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ**

como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**RONALD JOEL LIMA MENCOS**

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**MIS PADRES:**

Joel Lima Ruano y Celeste Aracely Mencos Méndez, como una pequeña muestra de lo mucho que los amo, un reconocimiento a sus años de esfuerzo en mi formación y un homenaje de agradecimiento por todos los valores , principios y orientación recibidas. Mil gracias de todo corazón.

**MIS HERMANAS:**

Glenda Celeste y Gloria Elisa.

**MIS SOBRINOS:**

Joel Francisco, Lasleny Maria Celeste y Axel Arturo.

**MI PATRIA**

Guatemala.

**MIS CENTROS DE ESTUDIO:**

Escuela Cayetana Echeverría, Antigua Guatemala  
Colegio La Salle, Antigua Guatemala  
Universidad de San Carlos y Facultad de Agronomía.

**MIS PADRINOS DE GRADUACIÓN:**

Ing. Agr. Efraín Molina Santos,  
Ing. Agr. Guillermo Méndez,  
Dr. Alex Chew.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

**DIOS:** Por darme la sabiduría e iluminarme para alcanzar esta meta.

**MI TÍO:** Padre Axel Mencos (Q.E.P.D.) ha sido mi ejemplo de entrega, sacrificio y lucha por el servicio a su vocación.

**MI NOVIA:** Ingrid, gracias por el amor y el apoyo que me ha brindado.

**MIS AMIGOS:** En especial al Ing. Agr. Pablo Vásquez por su colaboración en la redacción del presente trabajo de graduación.

**MIS ASESORES:** Ing. Agr. Gustavo Álvarez e Ing. Agr. Hermógenes Castillo, por su valiosa colaboración para la ejecución del presente trabajo de graduación.

**EMPRESA PAUL ECKE DE GUATEMALA S.A:** A todo el personal, en especial al Departamento de Protección Vegetal y al Ing. Agr. Efraín Molina Santos por el apoyo brindado en mi formación académica, en la realización de mi E.P.S. y en la presente investigación.

**LAS EMPRESAS:** Agriavances S.A. en especial al Ing. Agr. Pablo Albizures Dow Agrosiencas S.A en especial al Ing. Agr. Roberto Kepfer Hendrix & Dail S.A. en especial al Ing Agr. Tony Camó por el apoyo en la realización de la presente investigación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
<b>CAPÍTULO I:</b>	
<b>SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL EN FINCA TRES VOLCANES, PROPIEDAD DE LA EMPRESA PAUL ECKE DE GUATEMALA S.A, SAN MIGUEL DUEÑAS SACATEPÉQUEZ</b>	<b>1</b>
1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Ubicación	3
A. Suelos	3
B. Zona de Vida	3
C. Clima	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 General	4
1.3.2 Específicos	4
1.4 METODOLOGÍA	5
1.4.1 Fase de gabinete	5
1.4.2 Fase de campo	5
A. Observación	5
B. Entrevistas personales	5
1.4.3 Recursos	6
1.5 RESULTADOS	7
1.5.1 Principales cultivos que se producen en finca Tres Volcanes	7
1.5.2 Principales plagas y enfermedades	8
1.5.3 Recursos disponibles	8
A. Recurso humano	8
a. Gerente de protección vegetal	9
b. Jefe de finca Departamento de Protección Vegetal (DPV)	10
c. Supervisor de grupo	11
d. Líder del grupo y mezclador	12
e. Fumigador	13
f. Monitoreador	14
g. Monitoreadora de <b><i>Sphaceloma (Scab)</i></b>	15
1.5.4 Instalaciones y equipo de aplicación	15
A. Infraestructura	15
a. Bodegas de plaguicidas	15
b. Duchas	16
c. Área para fumigadores	16
d. Área para monitoreadores	16
e. Parqueo de carretones	16
B. Equipos y accesorios para aplicación	17
a. Equipos de aplicación	17

b.	Carretones	17
c.	Motobombas	17
d.	Lanzas	18
e.	Boquillas	18
1.5.5	Métodos de monitoreo de plagas y enfermedades	19
A.	Monitoreo	19
a.	Formas de monitorear	20
B.	Descripción del monitoreo de mosca blanca y otras plagas	21
a.	Pasos que deben de seguirse	21
1.5.6	Análisis de la problemática	23
A.	Matriz de priorización de problemas	24
B.	Descripción de los principales problemas	25
a.	Baja efectividad en el control de larvas de lepidóptero <i>Spodoptera exigua</i> en el cultivo de verbenas	25
b.	Falta de capacitación al personal de monitoreo en identificación de plagas y enfermedades en cultivos de Flower Fields	26
c.	Utilización del Bromuro de Metilo para desinfección del suelo previo al transplante	26
d.	Falta de exámenes de colinesterasa en la sangre para los fumigadores expuestos a aplicación de productos organofosforados	27
<b>CAPÍTULO II:</b>	<b>EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA SUSTITUCIÓN DEL BROMURO DE METILO EN PRODUCCIÓN DE PASCUA (<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. Ex Klotzsch). FINCA TRES VOLCANES, SAN MIGUEL DUEÑAS SACATEPÉQUEZ</b>	<b>29</b>
2.1	PRESENTACIÓN	30
2.2	MARCO CONCEPTUAL	31
2.2.1	Descripción botánica de la pascua	31
2.2.2	Propagación de esquejes de pascua	31
A	Sustrato para enraizamiento	32
B	Humedad relativa del propagador	32
2.2.3	Pudriciones de raíz en plantas ornamentales	32
A.	Marchitamientos vasculares	33
a.	Fusarium	33
B.	Pudriciones del tallo y de la raíz producidas por los hongos estériles, <i>Rhizoctonia</i> y <i>Sclerotium</i>	36
a.	Taxonomía	36
b.	Enfermedades por <i>Rhizoctonia</i>	37
2.2.4	Productos químicos utilizados para el control de hongos del suelo	38
A.	Bromuro de Metilo	38
B.	Alternativas al Bromuro de Metilo	40
a.	1,3 – Dicloropropeno	40
b.	Metam – Sodio	42
c.	Cianamida Cálcica	43



2.2.5	Antecedentes	44
	A. Trabajos realizados para el control de hongos del suelo	44
	a. Investigaciones realizadas con Cianamida Cálcica	44
	b. Investigaciones realizadas con 1,3 Dicloropropeno	45
	c. Investigaciones realizadas con Metam sodio1,3 Dicloropropeno	45
	d. El proceso natural de limpieza por la microflora del suelo	46
2.3	OBJETIVOS	47
	2.3.1 General	47
	2.3.2 Específicos	47
2.4	METODOLOGÍA	48
	2.4.1 Área experimental	48
	2.4.2 Diseño experimental	48
	2.4.3 Tratamientos	49
	2.4.4 Variable de respuesta	49
	2.4.5 Análisis de la información	49
	2.4.6 Fase de campo	50
	A. Establecimiento del experimento	50
	B. Descripción de la aplicación de cada producto	52
	a. Bromuro de Metilo	52
	b. Metam Sodio	53
	c. 1-3 Dicloropropeno	53
	d. Cianamida Cálcica	55
	C. Manejo del cultivo	56
	D. Toma de datos	56
	2.4.7 Fase de laboratorio	57
	A. Raspado	57
	B. Cortes	57
	2.4.8 Análisis estadístico y económico	57
2.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
	2.5.1 Incidencia de <i>Fusarium sp.</i>	60
	2.5.2 Incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i>	62
	2.5.3 Análisis de <i>Fusarium sp</i> y <i>Rhizoctonia solani</i>	64
	2.5.4 Análisis hematológico	67
	2.5.5 Análisis económico	67
2.6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
	2.6.1 Conclusiones	69
	2.6.2 Recomendaciones	70
2.7	BIBLIOGRAFÍA	71
<b>CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA TRES VOLCANES PROPIEDAD DE PAUL ECKE DE GUATEMALA, SAN MIGUEL DUEÑAS SACATEPÉQUEZ</b>		<b>73</b>
3.1	PRESENTACIÓN	74
3.2	SERVICIO 1:FICHAS TÉCNICAS DE LAS PLAGAS QUE AFECTAN LOS CULTIVOS DE FLOWER FIELDS EN LA	

	FINCA TRES VOLCANES, SAN MIGUEL DUEÑAS SACATEPÉQUEZ	76
3.2.1	Objetivos	76
	A. General	76
	B. Específicos	76
3.2.2	Metodología	76
	A. Recursos y Materiales	76
3.2.3	Resultados	78
	A. Plagas de importancia económica en los cultivos de Flower Fields	78
	a. Plagas insectiles	78
	b. Enfermedades causadas por hongos	83
	c. Enfermedades provocadas por bacterias	87
	d. Enfermedades causadas por nemátodos	89
3.2.4	Evaluación	90
3.3	SERVICIO 2:EFICIENTIZAR LA COBERTURA EN LAS APLICACIONES EN EL CULTIVO DE VERBENAS <i>Verbena canadensis</i> PARA EL CONTROL DE LARVAS DE LEPIDÓPTERO <i>Spodoptera exigua</i> EN LA FINCA TRES VOLCANES, SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ	91
3.3.1	Objetivos	91
	A. General	91
	B. Específicos	91
3.3.2	Metodología	91
	A. Materiales	91
3.3.3	Resultados	93
3.3.4	Evaluación	95
3.4	SERVICIO 3:GESTIÓN PARA EVALUAR EL NIVEL DE COLINESTERASA EN LA SANGRE DE LOS FUMIGADORES EN LA FINCA TRES VOLCANES SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ.	96
3.4.1	Objetivos	96
	A. General	96
	B. Específicos	96
3.4.2	Metodología	96
	A. Recursos y Materiales	96
3.4.3	RESULTADOS	97
3.4.4	Evaluación	98
3.5	BIBLIOGRAFÍA	99

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Listado de cultivos de Flower Fields producidos en finca Tres Volcanes	7
Cuadro 2.	Principales plagas y enfermedades en los cultivos de Flower Fields	8
Cuadro 3.	Especificaciones del uso de boquillas	18
Cuadro 4.	Problemática identificada en el Departamento de Protección Vegetal de la finca Tres Volcanes	24
Cuadro 5.	Matriz de priorización de problemas	24
Cuadro 6.	Descripción de los tratamientos evaluados y su respectiva dosis	49
Cuadro 7.	Distribución aleatorizada de los tratamientos en el invernadero	50
Cuadro 8.	Período de reingreso de los productos y calendarización de las aplicaciones	52
Cuadro 9.	Cantidad acumulada de plantas muertas durante los sesenta y cuatro días después del trasplante	59
Cuadro 10.	Cantidad acumulada de plantas muertas por <b><i>Fusarium sp.</i></b>	60
Cuadro 11.	Incidencia de <b><i>Fusarium sp.</i></b> en cada toma de datos	61
Cuadro 12.	Análisis de Varianza para la incidencia de <b><i>Fusarium sp.</i></b>	61
Cuadro 13.	Resumen de la comparación de medias Tukey	62
Cuadro 14.	Cantidad acumulada de plantas muertas por <b><i>Rhizoctonia solani</i></b>	62
Cuadro 15.	Resumen de resultados de la incidencia de <b><i>Rhizoctonia solani</i></b> en cada toma de datos	63
Cuadro 16.	Análisis de varianza para incidencia de <b><i>Rhizoctonia solani</i></b>	63
Cuadro 17.	Totales acumulados de <b><i>Fusarium sp.</i></b> y <b><i>Rhizoctonia solani</i></b>	64
Cuadro 18.	Análisis de varianza de <b><i>Fusarium sp.</i></b> , y <b><i>Rhizoctonia solani</i></b>	66
Cuadro 19.	Resumen de la comparación de medias Tukey del total de plantas perdidas por <b><i>Fusarium sp.</i></b> y por <b><i>Rhizoctonia solani</i></b>	67
Cuadro 20.	Análisis costo beneficio	68
Cuadro 21.	Descripción de daño y manejo de larvas de <b><i>Spodoptera exigua</i></b> Hübner	78
Cuadro 22.	Descripción de daño y manejo de trips <b><i>Frankliniella occidentalis</i></b> Pergande	79
Cuadro 23.	Descripción de daño y manejo de <b>fungus gnats <i>Bradysia sp.</i></b> Winnertz	79
Cuadro 24.	Descripción de daño y manejo de mosca blanca <b><i>Bemisia tabaci</i></b> Genn y <b><i>Trialeurodes vaporariorum</i></b> Westwood	80
Cuadro 25.	Descripción del daño y manejo de la araña amarilla <b><i>Polyphagotarsonemus latus</i></b> Banks	81
Cuadro 26.	Descripción de daño y manejo de araña roja <b><i>Tetranychus urticae</i></b> Koch	81
Cuadro 27.	Descripción de daño y manejo de babosa <b><i>Sarasinula plebeya</i></b> Fisher	82
Cuadro 28.	Descripción de daño y manejo de <b><i>Botrytis Botrytis cinerea</i></b> Pers	83
Cuadro 29.	Descripción de daño y manejo de <b><i>Fusarium oxysporium</i></b> Schl	84
Cuadro 30.	Descripción de daño y manejo de <b><i>Myrothecium</i></b>	84

Cuadro 31.	Descripción de daño y manejo de mildiu polvoso <i>Erysiphe sp.</i>	85
Cuadro 32.	Descripción de daño y manejo de mildiu veloso <i>Bremia lactucae</i>	86
Cuadro 33.	Descripción de daño y manejo de roya <i>Puccinia sp.</i>	86
Cuadro 34.	Descripción de daño y manejo de <i>Erwinia carotovora</i> Dye	87
Cuadro 35.	Descripción de daño y manejo de <i>Pseudomonas syringae</i> van Hall	88
Cuadro 36.	Descripción de daño y manejo de <i>Agrobacterium tumefaciens</i> Cereon	88
Cuadro 37.	Descripción de daño y manejo de <i>Meloidogyne sp.</i>	89
Cuadro 38.	Resultados del examen de colinesterasa a los fumigadores	98
Cuadro 39A.	Productos químicos insecticidas utilizados en Paul Ecke de Guatemala, para el control plagas, en el programa de manejo integrado de la plaga	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Crecimiento de micelio de fitopatógenos en presencia de Cianamida Cálcica	44
Figura 2.	Efecto en diferentes tratamientos de suelo para producción de lechuga	45
Figura 3.	Humedecimiento del suelo	51
Figura 4.	Preparación del suelo	51
Figura 5.	Colocación de cinta de goteo para la aplicación de Metam Sodio y 1,3 Dicloropropeno	51
Figura 6.	Área con cobertura plástica	51
Figura 7.	Caldera para aplicación del Bromuro de Metilo	52
Figura 8.	Operario abriendo llave de paso para inyección de bromuro de metilo	53
Figura 9.	Chequeo de presión	53
Figura 10.	Presentación del Metam Sodio	53
Figura 11.	Inyección del Metam Sodio	53
Figura 12.	Presentación de Telone	54
Figura 13.	Equipo para inyección de Telone	54
Figura 14.	Preparación de producto	54
Figura 15.	Adaptación del Venturi para inyección del producto en el riego por goteo	54
Figura 16.	Proceso de inyección de Telone	54
Figura 17.	Recipiente de Cianamida	55
Figura 18.	Consistencia de la Cianamida	55
Figura 19.	Preparación de producto	55
Figura 20.	Incorporación de Cianamida al suelo	55
Figura 21.	Monitoreo de enfermedades	56
Figura 22.	Marchitamiento de plantas de pascua <b><i>Euphorbia pulcherrima</i></b> Willd. ex Klotzsch a los 16 días después del transplante	58
Figura 23.	Daño en el sistema radicular	58
Figura 24.	Pudrición de raíz	58
Figura 25.	Acumulación de planta muerta durante los 64 días después del transplante	60
Figura 26.	Incidencia de <b><i>Fusarium sp.</i></b> por tratamiento durante el tiempo	61
Figura 27.	Incidencia de <b><i>Rhizoctonia solani</i></b> durante los 64 días después del transplante	63
Figura 28.	Incidencia de <b><i>Fusarium sp. y Rhizoctonia solani</i></b>	64
Figura 29.	Comparación de la incidencia de <b><i>Fusarium sp.</i></b> y <b><i>Rhizoctonia solani</i></b> en cada tratamiento	65
Figura 30.	Larva de lepidóptero <b><i>Spodoptera exigua</i></b> Hübner	78
Figura 31.	Adulto <b><i>Frankliniella occidentales</i></b> Pergande	79
Figura 32.	Larvas de <b><i>Fungus gnats Bradysia sp.</i></b> Winnertz provocando daños en la raíz	80
Figura 33.	Mosca Blanca <b><i>Bemisia tabaci</i></b> Genn y <b><i>Trialeurodes vaporariorum</i></b> Westwood	80

Figura 34.	Adulto <i>Polyphagotarsonemus latus</i> Banks	81
Figura 35.	Adulto de araña roja <i>Tetranychus urticae</i> Koch	82
Figura 36.	Adultos de babosas <i>Sarasinula plebeya</i> Fisher	82
Figura 37.	Daño de <i>Botrytis cinerea</i> Pers	83
Figura 38.	Daño provocado por <i>Fusarium oxysporium</i> Schl	84
Figura 39.	Daño provocado por <i>Myrothecium roridum</i> Tode	85
Figura 40.	Daño provocado por <i>Erysipe</i> sp.	85
Figura 41.	Daño provocado por <i>Erysipe</i> sp.	86
Figura 42.	Daño provocado por <i>Puccinia</i> sp.	87
Figura 43.	Daño provocado por <i>Erwinia carotovora</i> Dye	87
Figura 44.	Daño provocado por <i>Pseudomonas syringae</i> van Hall	88
Figura 45.	Daño provocado por <i>Agrobacterium tumefaciens</i> Cereon	89
Figura 46.	Daño de <i>Meloidogyne</i> sp. en la raíz	89
Figura 47.	Diseño tipo aguilón	93
Figura 48.	Aplicación con equipo especial tipo “Aguilón”	94
Figura 49.	Papel hidro sensible luego de aplicación con “aguilón”	94
Figura 50.	Técnica de aplicación tradicional utilizada en verbenas	94

**MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CULTIVOS BAJO INVERNADERO EN FINCA TRES VOLCANES, PROPIEDAD DE PAUL ECKE DE GUATEMALA, S.A., SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ**

**PEST AND DISEASES MANAGMENT IN GREENHOUSES CROPS IN TRES VOLCANES FROM PAUL ECKE DE GUATEMALA S. A., SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ**

**RESUMEN**

El Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía EPSA, como parte final de la formación de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, fue desarrollado en la Empresa Paul Ecke de Guatemala S.A. en la Finca Tres Volcanes en el período comprendido de Agosto de 2005 a mayo de 2006.

La Empresa Paul Ecke de Guatemala S.A. exporta esquejes de Pascua *E. pulcherrima* a Estados Unidos, Canadá, Europa y Asia, siendo la ventana de mayor exportación mayo a septiembre y cultivos diversos conocidos como Flower Fields donde se encuentran margaritas (*Osteospermum ecklonis*), Chatías (*Impatiens sp*), Cóleos (*Solenostemum scutiellariodes*), Diascias (*Diascia hybrida*) y otras más que en total conforman 16 especies y 225 variedades

Como parte del EPSA se inició con el diagnóstico del departamento de protección vegetal. Fase I, reconocimiento de la problemática a través de las herramientas, como entrevistas personales y observación directa, Fase II, recopilación información documental y la Fase III análisis de la información. Los resultados obtenidos fueron, problemas de plagas en los invernaderos especialmente en cultivos de Flower Fields, escaso conocimiento de las mismas; utilización de Bromuro de Metilo para desinfectar el suelo previo al transplante y el desconocimiento de los niveles de colinesterasa en la sangre del personal que aplica productos organofosforados ya que no se realizan exámenes en laboratorios bioclínicos. A partir de la priorización de los problemas detectados en el diagnostico se planteó, el control deficiente de larvas de lepidóptero *Spodoptera exigua* en el cultivo de verbenas (*Verbena canadensis*).

Seguidamente se planteó el punto de investigación, por ser este el problema principal detectado en el diagnóstico, la evaluación de alternativas para la sustitución del Bromuro de Metilo en producción de pasqua (*Euphorbia pulcherrima* Wild ex klotzsch), bajo un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, según los datos obtenidos, se determinó que *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia solani* son los causantes de la muerte de plantas. Se determinó con el análisis estadístico que el Metam Sodio presentó resultados similares al Bromuro de Metilo. Por lo tanto, se recomienda su uso en desinfección de suelo previo al transplante para la producción de pasqua (*E. pulcherrima*).

Según la información del diagnóstico, se pudo establecer que el personal que labora en la empresa, no tenía los conocimientos básicos sobre el reconocimiento de plagas en los cultivos de Flower Fields identificándose a nivel de laboratorio 17 plagas que estaban presentes en los cultivos. Se recopiló información sobre reconocimiento, taxonomía y manejo de la plaga. Con las fichas técnicas se entrenaron 26 personas del departamento de protección vegetal en el reconocimiento de síntomas y especímenes de las plagas

El deficiente control de larvas de lepidópteros trajo como consecuencias en la temporada 2004 al 2005 la detención de cuatro embarques en los puertos de entrada de Estados Unidos y reclamos de los clientes, se determinó que la causa principal era la poca cobertura en las aplicaciones debido a la morfología del cultivo, por lo tanto, se diseñó un accesorio de aplicación tipo "Aguilón" con el cual se logró optimizar las aplicaciones y controlar la plaga luego de tres aplicaciones con intervalo de 8 días cada una con el aguilón.

Para conocer el nivel de colinesterasa en la sangre de los fumigadores expuestos a aplicaciones de productos organofosforados, se realizaron las gestiones para que proporcionaran los recursos económicos necesarios para realizar los exámenes en un laboratorio bioclínico privado ubicado en Antigua Guatemala.





**CAPÍTULO I  
DIAGNÓSTICO**

**SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL EN FINCA  
TRES VOLCANES, PROPIEDAD DE LA EMPRESA PAUL ECKE DE GUATEMALA  
S.A, SAN MIGUEL DUEÑAS SACATEPÉQUEZ**

## 1.1 PRESENTACIÓN

La Empresa Paul Ecke de Guatemala S.A. exporta esquejes de Pascua ***E. pulcherrima*** a Estados Unidos, Canadá, Europa y Asia, siendo la ventana de mayor exportación mayo a septiembre y cultivos diversos conocidos como Flower Fields donde se encuentran margaritas ***Osteospermum ecklonis***, Chatías ***Impatiens sp***, Cóleos ***Solenostemum scutiellariodes***, Diascias ***Diascia hybrida*** y otras más que en total conforman 16 especies y 225 variedades con ventana de exportación noviembre a marzo del siguiente año.

Para iniciar el trabajo que se presenta a continuación, se realizó el diagnóstico en el cual se pudo conocer tanto el recurso humano a través de una descripción de las principales actividades que realiza el personal del departamento de protección vegetal, como las instalaciones, equipo e insumo con que cuenta para cumplir con el objetivo de enviar al cliente libre de plagas y enfermedades.

Según la información del diagnóstico, se pudo establecer que entre los problemas principales podemos mencionar que el personal que labora en la empresa, no tenía los conocimientos básicos sobre el reconocimiento de plagas en los cultivos de Flower Fields. Por otro lado, se determinó también que existía deficiente control de larvas de lepidóptero lo cual trajo como consecuencias en la temporada 2004 al 2005 la detención de cuatro embarques en los puertos de entrada de Estados Unidos y reclamos de los clientes, se determinó que la causa principal era la poca cobertura en las aplicaciones debido a la morfología del cultivo de verbenas ***Verbena canadensis***. También se conoció que los fumigadores expuestos a aplicaciones de productos organofosforados, no se han realizado exámenes para conocer el nivel de colinesteraza en la sangre.

## 1.2 MARCO REFERENCIAL

### 1.2.1 Ubicación

La Finca Tres Volcanes S.A. se ubica en el Municipio de San Miguel Dueñas, ubicado al sur-oeste del Departamento de Sacatepéquez, localizado en las coordenadas siguientes: Latitud 14° 31' 32'' y Longitud 90° 47' 54''. La Finca Tres Volcanes, tiene una extensión total de 10.35 hectáreas y está rodeada por los municipios de Acatenango, San Juan Alotenango, San Antonio Aguas Calientes y Ciudad Vieja. A 500 m de ingreso del desvío llamado montañés a 54 km de la ciudad capital, 8 km de la Antigua Guatemala y a 2 km de Ciudad Vieja.

#### A. Suelos

De acuerdo a la fisiografía los suelos pertenecen a las tierras altas volcánicas y geomorfológicamente constituyen zona volcánica, cerros de cima redonda y valle aluvial. Según Simmons et al. (18), los suelos pertenecen a la serie de suelos Alotenango.

#### B. Zona de Vida

Según De La Cruz (3) el municipio está localizado en la zona de vida de Bosque Húmedo Bajo Subtropical, su patrón de lluvia en promedio anual es de 1344 mm de precipitación, la biotemperatura es de 15 °C, la evapotranspiración es de 0.75 en promedio. La vegetación natural típica esta representada por rodales de ***Quercus sp.*** asociados con ***Pinus pseudostrobus*** y ***P. montezumae***.

#### C. Clima

Hay dos épocas bien marcadas, la lluviosa, que inicia de mediados del mes de abril para mediados del mes de octubre. Durante esta época hace una canícula de un mes aproximadamente y por lo general se da en los meses de junio y julio. En esta época la temperatura oscila entre los 15 y 22 °C. En la época seca la temperatura oscila entre 20 y 30 °C, iniciándose por lo general en el mes de noviembre y se prolonga hasta el mes de abril, registrándose durante este tiempo en los meses de diciembre, enero y febrero las temperaturas más bajas, llegando en algunas ocasiones a los 12 °C.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 General**

Realizar un diagnóstico en el Departamento de Protección Vegetal (DPV) de la empresa Paul Ecke de Guatemala, S.A. para detectar áreas en que se necesite mejorar los procesos productivos con énfasis en la fitosanidad.

#### **1.3.2 Específicos**

- A. Determinar las principales plagas y enfermedades que afectan los cultivos en Paul Ecke de Guatemala, S.A.
- B. Conocer los recursos con que cuenta el Departamento de Protección Vegetal para la prevención y control de las plagas y enfermedades.
- C. Conocer los métodos de monitoreo que se utilizan en Paul Ecke de Guatemala, S.A. para la detección de plagas y enfermedades en sus cultivos.
- D. Conocer los métodos de control que el DPV implementa para la prevención y control de las principales plagas y enfermedades en sus cultivos.

## **1.4 METODOLOGÍA**

Para la realización del diagnóstico se trabajó únicamente en el Departamento de Protección Vegetal de la finca Tres Volcanes pues fue el área asignada por la administración de la empresa Paul Ecke Guatemala S.A. para desarrollar el EPSA.

El diagnóstico se realizó de la siguiente manera:

### **1.4.1 Fase de gabinete**

En esta fase se recolecto la información básica de la finca, tal como clima, suelos, vegetación, zona de vida, etc, al mismo tiempo se procedió a la recolección de información sobre el área de trabajo asignado, tanto como el manejo de los cultivos con énfasis en la prevención y control de las plagas y enfermedades que estos son susceptibles.

### **1.4.2 Fase de campo**

#### **A. Observación**

Esta técnica se llevó a cabo mediante un reconocimiento de la finca y de las actividades del personal del DPV, donde se pudo conocer algunos aspectos de la problemática.

#### **B. Entrevistas personales**

Se realizaron entrevistas con el personal administrativo de la empresa Paul Ecke de Guatemala, S.A. para conocer su punto de vista de las actividades del DPV.

Se realizaron entrevistas con los agrónomos encargados del DPV, tanto el Gerente del departamento como los Jefes de Finca para conocer entre otras cosas los recursos con que cuentan (Humanos, equipo, instalaciones, etc), actividades que realizan, planes de acción para los diferentes problemas de plagas y enfermedades, etc.

Se entrevistó los líderes de los grupos de trabajo del DPV para conocer sus actividades, inquietudes, problemas, etc.

Se analizaron los resultados y se elaboró el informe de diagnóstico del Departamento de Protección Vegetal.

#### **1.4.3 Recursos**

- A. Personal administrativo de la empresa Paul Ecke de Guatemala, S.A.
- B. Personal administrativo del Departamento de Protección Vegetal
- C. Personal de campo del Departamento de Protección Vegetal
- D. Formatos para diagnóstico FODA

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 Principales cultivos que se producen en finca Tres Volcanes

Los cultivos establecidos en la finca Tres Volcanes para la producción de esquejes se describen en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Listado de cultivos de Flower Fields producidos en finca Tres Volcanes**

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Osteos	<i>Osteospermum ecklonis, O. fruticosum</i>
Bacopa Showers	<i>Sutera cordata</i>
Tioga	<i>Impatiens x hybrida</i>
Nueva Guinea Impatiens	<i>Impatiens walleriana</i>
Coleus Stained Glasswork	<i>Solenostemon scutellarioides</i>
Crossandra	<i>Crossandra infundibuliformis</i>
Cuphea	<i>Cuphea hyssopifolia</i>
Diascia	<i>Diascia X hybrida</i>
Evolvulus	<i>Evolvulus glomeratus</i>
Filler	<i>Helichrysum thianschanicum</i>
Fucshia	<i>Fuchsia hybrida</i>
Gazania	<i>Gazania x hybrida</i>
Lantana	<i>Lantana camara</i>
Nemesia	<i>Nemesia x hybrida</i>
Outback Daisies	<i>Brachyscome segmentosa hybrid</i>
Outback Fan Flower	<i>Scaevola aemula</i>
Outback Paper Daisy	<i>Bracteantha bracteata</i>
Pentas	<i>Pentas lanceolata</i>
Torenia	<i>Torenia fournieri Irbid</i>
Verbena	<i>Verbena Irbid</i>
Argyranthemum	<i>Argyranthemum frutescens</i>
Helichrysum Silver Spike	<i>Helichrysum thianschanicum</i>
Sanvitalia Solaris	<i>Sanvitalia procumbens</i>
Lamium Orchid Frost	<i>Lamium maculatum</i>
Bidens Pirate's Treasure	<i>Bidens humilis</i>
Oxalis Lucky	<i>Oxallis sp. Cv.</i>
Pink Fountain	<i>Gaura lindeheimeri</i>
Scabiosa	<i>Scabiosa hybrida</i>

### 1.5.2 Principales plagas y enfermedades

Las principales plagas y enfermedades en los cultivos de Flower Fields en la finca Tres Volcanes se describen en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Principales plagas y enfermedades en los cultivos de Flower Fields**

Nombre común	Nombre científico	Categoría taxonómica	Parte de la planta afectada
Fungus gnats	<i>Bradysia sp.</i>	<i>Diptera</i>	Raíces
Mosca blanca de invernadero	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood	<i>Homoptera</i>	Hojas
Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius	<i>Homoptera</i>	Hojas
Gusano soldado	<i>Spodoptera exigua</i> Hübner	<i>Lepidoptera</i>	Hojas
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	<i>Thysanoptera</i>	Hojas, meristemos
Araña roja	<i>Tetranychus urticae</i> Koch	<i>Acarina</i>	Hojas
Babosas	<i>Sarasinula plebeia</i> Fisher	<i>Solerolifera</i>	Hojas
Botritis	<i>Botrytis cinerea</i> Pers	<i>Moniliales</i>	Hojas y tallo
Alternaria	<i>Alternaria euphorbiicola</i> Simmons	<i>Moniliales</i>	Hojas
Scab	<i>Sphaceloma poinsettiae</i> Jenkins & Ruehle	<i>Myriangiales</i>	Tallos y hojas
Mildiu polvoriento	<i>Oidium sp.</i>	<i>Erysiphales</i>	Hojas
Downy mildiu	<i>Bremia lactucae</i>	<i>Oomycetes</i>	Hojas
Roya	<i>Puccinia sp.</i>	<i>Heterobasidiomycetes</i>	Hojas
Fusarium	<i>Fusarium oxisporium</i> Schl	<i>Hypocreales</i>	Raíces
Erwinia	<i>Erwinia carotovora</i> Dye	<i>Thiotrichales</i>	Tallos y hojas
Pseudomonas	<i>Pseudomonas marginalis</i> Brown	<i>Burkordiales</i>	Hojas
Nematodo agallador	<i>Meloidogyne sp.</i>	<i>Tylenchina</i>	Raíces

### 1.5.3 Recursos disponibles

#### A. Recurso Humano

Departamento de Protección Vegetal de la Empresa Paul Ecke de Guatemala, S.A. es parte del Departamento de Producción y tiene como objetivo “Lograr que los esquejes lleguen al cliente libre de plagas y enfermedades”, para lo cual cuenta recursos que se describirán a continuación.

El personal administrativo está integrado por el Gerente de Protección Vegetal que a su vez cuenta con un encargado o Jefe de Finca tanto para la finca Tres Volcanes (San Miguel Dueñas, Sac.) y anexo de Finca San Sebastián, como para la finca de Fuego (San



Juan Alotenango, Sac.) y anexo de Finca El Tempixque, su función es manejar los recursos del Departamento y planificar, generar, supervisar actividades para prevenir y combatir las plagas y enfermedades, el personal operativo se divide en grupos según sus funciones pueden ser personal de fumigadores o de monitoreo quienes ejecutan las actividades asignadas por el jefe de finca.

**a. Gerente de protección vegetal**

**i. Deberes del puesto**

Velar por el firme cumplimiento de todas las medidas de protección vegetal que conduzcan a alcanzar un estatus dentro de las áreas a su cargo, libre de plagas, que garanticen la obtención de productos de alta calidad.

Realizar adecuadamente las técnicas de aplicación de los pesticidas o biocidas.

Solicitar y justificar un presupuesto del requerimiento mensual y anual de mano de obra, insumos y equipo que se necesiten para el debido cumplimiento de las labores fitosanitarias.

Manejar adecuadamente la planificación, control, organización, coordinación, de todas las actividades tales como el manejo del personal, manejo de existencias de pesticidas, manejo de pedidos, consumos, gastos, etc.

Colaborar activamente con los otros departamentos de la organización para la prevención y/o solución de los problemas de la empresa.

Investigar nuevas formas de control de plagas, actualizándose periódicamente y capacitando al personal.

**ii. Requisitos**

La persona que ocupe este cargo debe poseer conocimientos de planificación y manejo de personal, manejo de pagas, excelentes relaciones humanas y habilidad para la

toma de decisiones, su grado académico debe ser ingeniero en sistemas de producción agrícola o carrera a fin, debe hablar español e inglés indispensablemente y contar con una experiencia en cargos similares de por lo menos dos años.

**b. Jefe de finca Departamento de Protección Vegetal (DPV)**

**i. Deberes del puesto**

Planear, elaborar y ejecutar programas de manejo integrado de plagas en las fincas a su cargo.

Ejecutar eficientemente los programas e insumos para el control de las plagas.

Mantener record actualizados de la dinámica poblacional de las plagas de importancia económica.

Manejar eficientemente el recurso humano asignado para el desempeño de las actividades del DPV.

Capacitar constantemente al personal a su cargo (Procedimientos, protocolos) elaborados para cada actividad del DPV.

Coordinar con el Gerente del DPV, la realización de todas las labores que conlleven al control de todos los tipos de plagas que se presenten o detecten en todos los cultivos existentes dentro de la empresa.

Coadyuvar a la detección temprana y oportuna del desarrollo de plagas que pongan en peligro la calidad del producto a exportar (esqueje).

Supervisar directamente la ejecución de las labores de aspersión, monitoreo de plagas, inspecciones post-cosecha de embarques, aplicación de bromuro, mantenimiento de maquinaria a su cargo o servicio.

Ser un ente de servicio, que conforme a sus prioridades de trabajo, preste los servicios requeridos a su persona por los otros departamentos de la empresa, en el tiempo oportuno y calidad requeridos.

Velar por el correcto mantenimiento de la maquinaria y vehículos asignados a su cargo.

Solventar problemas de su personal a su cargo, apoyado, conforme la situación lo requiera de su jefe inmediato o departamento de recursos humanos.

Llevar el control diario de ingresos, asistencias, faltas, permisos, horas extras, etc., del personal a su cargo.

## **ii. Requisitos**

La persona que pueda ocupar esta plaza debe el sexo masculino, su nivel académico mínimo perito agrónomo o de preferencia Ingeniero Agrónomo; que posea experiencia previa en el manejo de cultivos bajo invernadero, con experiencia en el uso, manejo de plaguicidas y control de plagas. edad mínima de 20 años. Preferiblemente que viva cerca de la empresa.

## **c. Supervisor de grupo**

### **i. Deberes del puesto**

Supervisar la ejecución de programas y el uso eficiente de los recursos para el manejo integrado de plagas.

Elaborar reportes semanales de campo de las plagas de importancia económica.

Coordinar con el Jefe del DPV, la realización de todas las labores que conlleven al control de todos los tipos de plagas que se presenten o detecten en todos los cultivos existentes dentro de la empresa.

Coadyuvar a la detección temprana y oportuna del desarrollo de plagas que pongan en peligro la calidad del producto a exportar (esqueje).

Supervisar directamente la ejecución de las labores de aspersión, monitoreo de plagas, inspecciones post-cosecha de embarques, aplicación de bromuro, mantenimiento de maquinaria a su cargo o servicio.

Coadyuvar a alcanzar la meta de producir esquejes libres de plagas y de daños mecánicos o de fitotoxicidades, en calidad y cantidad.

Reportar a su jefe inmediato problemas del personal a su cargo.

Llevará el control diario de ingresos, asistencias, faltas, horas extras, etc., del personal a su cargo.

## **ii. Requisitos**

La persona que pueda ocupar esta plaza debe ser hombre, como mínimo su nivel académico 6to primaria; que posea experiencia previa en el manejo de cultivos (preferiblemente bajo invernadero), con experiencia en el uso y manejo de plaguicidas y control de plagas. De una edad mínima de 20 años. Preferiblemente que viva cerca de la empresa.

## **d. Líder del Grupo y Mezclador**

### **i. Deberes del puesto**

Realizar la mezcla de plaguicidas diariamente según el producto y dosis asignada.

Supervisar la correcta ejecución de las aplicaciones y el funcionamiento del equipo de aplicación.

Ejecutar las aplicaciones de plaguicidas cumpliendo con las normas de seguridad de los mismos.

Realizar monitoreo semanalmente en todas las áreas de cultivo de la empresa detectando plagas presentes.

**ii. Requisitos**

Debe ser un hombre no menor de 18 años de edad, con grado de escolaridad 6to grado de primaria, que haya tenido un proceso previo de aprendizaje en el departamento de protección vegetal, con experiencia previa de aspersión en otros cultivos (indispensable) y que viva cerca de la empresa.

**e. Fumigador**

**i. Deberes del puesto**

Responsable de la ejecución de las labores de aspersión de plaguicidas en todos los cultivos existentes dentro de los invernaderos (Pascua, Impatiens, Flower Fields, Margaritas, etc)

Responsable de la ejecución de las labores de monitoreo de todas las plagas existentes dentro de los cultivos bajo invernadero y áreas externas que se le sean asignadas.

Uso de equipos para la ejecución de las labores de aspersión.

Mantenimiento preventivo de los equipos que utiliza para el desarrollo de sus labores.

Cumplimiento de las normas de seguridad del departamento de protección vegetal.

Ejecución de las labores de bromuración en las áreas previamente preparadas.

Uso correcto de plaguicidas, dosificaciones, para evitar daños provocados por residuos que dañen la planta produciendo quemaduras o fototoxicidades.

Realizar la inspección fitosanitaria de los esquejes tanto de importación como de exportación.

**ii. Requisitos**

Persona de sexo masculino no menor de 18 años de edad, con grado de escolaridad 3er grado de primaria,. Preferiblemente que haya tenido un proceso previo de aprendizaje en las áreas de Producción de la empresa, que haya tenido una experiencia previa de aspersión en otros cultivos ( indispensable), que viva cerca de la empresa.

**f. Monitoreador**

**i. Deberes del puesto**

Monitorear semanalmente y detectar o descartar la presencia de plagas reportándolas a su jefe inmediato.

Identificar los síntomas iniciales de las enfermedades y plagas en los cultivos de la Empresa.

Conocer y cumplir a cabalidad los protocolos del DPV.

Revisión de todas y cada una de las áreas cultivadas detectar plantas enfermas reportar verbal y de forma escrita la presencia de plagas.

Inspeccionar los esquejes tanto de importación como de exportación.

**ii. Requisitos**

Persona de sexo femenino no menor de 18 años de edad, con escolaridad mínima de 3er grado primaria, que pueda recibir órdenes verbales y por escrito, y que haya tenido contacto previo con el cultivo a través de otras labores desempeñadas dentro de la empresa y que viva cerca al área de trabajo.

**g. Monitoreadora de *Sphaceloma* (Scab)**

**i. Deberes del puesto**

Revisión de todas y cada una de las áreas cultivadas con Pascua (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) para detectar plantas enfermas o sospechosas de tener *Sphaceloma poinsettiae* (Scab) revisando planta todas las plantas.

Reportar verbal y de forma escrita la presencia de plantas enfermas o sospechosas. Retirar las plantas enfermas y/o sospechosas de las áreas de cultivo, indicando o señalando el área donde se hallaron.

Entregar las plantas enfermas o sospechosas al Jefe de Finca del DPV para su eliminación fuera de los perímetros de la empresa o en un área especial asignada exclusivamente para la incineración de plantas enfermas dentro de la finca.

Inspeccionar el producto terminado previo embarque.

**ii. Requisitos**

Persona de sexo femenino no menor de 18 años de edad, con un escolaridad mínima de 3er grado primaria, que pueda recibir órdenes verbales y por escrito, y que de preferencia haya tenido contacto previo con el cultivo a través de otras labores desempeñadas dentro de la empresa. Que viva cerca al área de trabajo.

**1.5.4 Instalaciones y equipo de aplicación**

**A. Infraestructura**

**a. Bodegas de plaguicidas**

Se cuenta con dos bodegas para el almacenamiento de los productos plaguicidas, la más grande, es anexa a la bodega de materiales de la Finca Tres Volcanes, se trata de una estructura de con paredes de Block con un área de 50 m<sup>2</sup>, en la cual se encuentran ordenados los plaguicidas según su clasificación y su formulación.

La bodega auxiliar de plaguicidas tiene como función el almacenamiento de los productos a utilizar en un corto plazo (máximo de una semana), en esta bodega también se elaboran las medidas de los productos con formulación de polvos según el litraje a asperjar en un área o cultivo, según el programa semanal de aplicaciones, esta bodega tiene paredes de plástico (polietileno de alta densidad) reforzada con electromalla con hierro de  $\frac{3}{4}$  de pulgada y techo de lámina.

**b. Duchas**

Se cuenta con instalaciones para que los fumigadores se duchen al finalizar las aplicaciones, como parte de las normas de seguridad de pesticidas. Estas instalaciones cuentan con un área de 30 m<sup>2</sup> con 4 duchas con sistema de calentador eléctrico.

**c. Área para fumigadores**

Conocida como “Bodega de fumigadores”, se trata de un área de 70 m<sup>2</sup> con paredes de madera y techo de lámina, donde se encuentran bancas, mesas y repisas, la cual sirva para que los fumigadores guarden su mochila y sus alimentos. Es el punto de reunión de todas las mañanas donde se dan las instrucciones matutinas y al final de la tarde se dan las instrucciones para el siguiente día laboral.

**d. Área para monitores**

Es un área de 20 m<sup>2</sup> donde con infraestructura similar a la bodega de fumigadores, la misma es el punto de reunión durante las mañanas y donde también los monitores reciben las instrucciones tanto en la mañana como antes de retirarse a sus hogares por la tarde.

**e. Parqueo de carretones**

Cuenta con un área de 100 m<sup>2</sup>, destinada al estacionamiento de los carretones de aplicación y caldera de bromuración, techada con lámina y circulada con una pared de block en la parte trasera y con puertas de malla aseguradas con cadena y candados.



## **B. Equipos y accesorios para aplicación**

### **a. Equipos de aplicación**

Estos equipos se han adecuados a las necesidades de aplicación en los cultivos con que cuenta la empresa, las especificaciones van de acuerdo a eficientizar las aplicaciones, ya que algunos cultivos o etapas fenológicas específicas pueden haber problema de baja cobertura.

### **b. Carretones**

Para aplicaciones generales en un invernadero se utilizan los carretones que tienen las siguientes especificaciones:

Tanque: es de fibra de vidrio con capacidad para 1,000 litros

Motor: Honda 5.5 HP

Bomba: Hypro modelo D30 origen italiana. Presión de operación 500 libras de presión y caudal de 30 litros.

Mangueras: Para fumigación de alta presión 8.5 mm de diámetro interno 100 m de largo, con acople rápido en las puntas

Filtro de línea en la succión de la bomba.

Mecanismo de transmisión de fuerza del motor a la bomba por fajas y poleas.

### **c. Motobombas**

Para aplicaciones en áreas menores a 2 casas o naves de invernadero equivalentes a 520 metros cuadrados, se utilizan motobombas de mochila marca Shindaiwa ES726 con las siguientes especificaciones:

Peso neto sin vástago y montaje 9,2 kg

Capacidad del tanque 26 litros

Tipo de bomba Pistón dúplex horizontal

Máxima presión de bomba 25 kg/cm<sup>2</sup>

Cilindrada del motor 22,5 cm<sup>3</sup>

Potencia del motor 1,1 CV (0,8 kW) a 8000 rpm

Capacidad del depósito de combustible 0,6 litros

#### d. Lanzas

Se han elaborado dos tipos de lanzas adecuadas a los requerimientos en base a la morfología de los cultivos con las siguientes características

Están elaboradas de cobre tipo L para alta presión con un largo que de 0.75 m.

Empuñadura de duraluminio anodinado resistente a químicos, con acople rápido.

Filtro de alta presión en la empuñadura para evitar taponamientos frecuentes en la boquilla.

Angulo de 40° sobre la horizontal para la cabeza de la boquilla

Cabeza para boquilla tipo spraying system

#### e. Boquillas

Se cuenta con tres tipos de boquillas, las cuales se utilizan dependiendo el cultivo a aplicar y la etapa fenológica en que se encuentran, esto se hace para optimizar las aplicaciones. El cuerpo portaboquilla y la tapadera de boquilla están elaboradas con bronce (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Especificaciones del uso de boquillas**

Boquilla	Cultivo	Etapas Fenológicas
TJ11003	Pascua	Establecimiento y cosecha
	Nueva guinea impatiens	Cosecha
	Flower Fields	Cosecha
Marullama C-35	Pascua	Propagación y 1 mes de establecimiento
	NGI's	Propagación y Establecimiento
	Flower Fields	Propagación y establecimiento

La boquilla TJ 8003 se utiliza para hacer desinfecciones de infraestructura en los invernaderos un día antes de los trasplantes.

La boquilla TJ11003 se utiliza para todas las aplicaciones aéreas (aplicación de reguladores de crecimiento, fertilizantes foliares, aplicaciones precosecha con peróxido de hidrógeno).

### **1.5.5 Métodos de monitoreo de plagas y enfermedades**

#### **A. Monitoreo**

Actividad desarrollada por personas capacitadas en la identificación de plagas insectiles o enfermedades en las plantas. Es la herramienta básica en la planeación de los programas de control de enfermedades y plagas.

Los Monitoreos deben de hacerse semanalmente y en variedades susceptibles a enfermedades como Downy mildew, alternaria, etc. deberá realizarse dos veces por semana mientras se encuentren condiciones favorables para el hongo. Las áreas cuarentenadas por ácaros, trips, mosca blanca, moho limoso, roya, etc. deberán revisarse dos veces por semana también para verificar la efectividad de las aplicaciones llenando los formatos elaborados para registrar la información (Anexos).

La semana de monitoreo principia el jueves y finaliza el miércoles siguiente. Esta actividad la realizan las personas del Departamento de Protección Vegetal, aplicadores de pesticidas, grupo de monitoreo y grupos para enfermedades específicas como el Scab, Agrobacterium y Roya. Este personal debe tener un entrenamiento previo en la identificación de plagas y síntomas de enfermedades a través de charlas técnicas impartidas por técnicos Supervisores y Gerente de Departamento de Protección Vegetal. El Supervisor o líder de grupo debe de ser una persona con mucha experiencia en este campo.

Todos los reportes de los monitoreos semanales se deben de verificar en el campo haciendo monitoreos cruzados y revisar por parte de los Supervisores de Aplicaciones y luego archivar esta información con la identificación de las áreas muestreadas y áreas problema detectadas

Los reportes deben de entregarse diariamente por parte de los monitores a los Supervisores de Aplicaciones y el Supervisor de Scab y Agrobacterium reporta al Supervisor de Aplicaciones en cada Finca al finalizar la actividad y entrega las plantas encontradas con síntomas de estas enfermedades. Los resúmenes de monitoreo de cada

invernadero deberá colocarse en un cartapacio que esté en un lugar a la vista de los agrónomos jefes de área, gerentes de cultivo y gerencia de producción.

El primer día hábil de la siguiente semana de monitoreo (jueves) después de haber efectuado el Monitoreo, el Gerente de Departamento de Protección Vegetal entrega al Gerente de Producción los resultados de los Monitoreos y envía copia a Production Team Global.

**a. Formas de monitorear**

- i. El monitoreo debe ser total (censo) revisando desde el cuello de la planta hasta los esquejes tanto en el haz como en el envés, desinfectándose las manos con hipoclorito en cada tramo o más frecuentemente cuando se encuentra revisando áreas cuarentenadas
- ii. Para el caso de las enfermedades se chequean todos los síntomas que se encuentran en el área foliar, tallos en el caso de agrobacterium ó daños por nemátodos. Se revisan las raíces si la planta presenta algunos síntomas de marchitez, enanismo o clorosis.
- iii. En los lugares donde se detectan plagas o enfermedades se marcan con listones de colores  
**Naranja**, bacterias, rosellinia, alternaria y royas  
**Rojo**, para áreas detectadas con scab  
**Rosado**, para áreas con agrobacterium  
**Amarillo**, para mosca blanca.  
**Azul**, para Trips y nemátodos
- iv. Las plantas encontradas con síntomas de scab, agrobacterium, downy mildew, alternaria y royas deben de entregarse al supervisor de aplicaciones al final del día y este se encarga de incinerarlas fuera de la Finca.

**B. Descripción del monitoreo de mosca blanca y otras plagas**

Actividad que es desarrollada por personas capacitadas en la identificación de plaga insectiles o enfermedades en las plantas. Es la herramienta básica en la planeación de los programas de control de plagas.

Esta actividad la realizan las personas del Departamento de Protección Vegetal

Debe llenarse el formato que corresponda a cada clase de monitoreo mediante el uso de sensores el cual puede ser:

Conteo de Mosca Blanca por pulgada cuadrada en trampa amarilla

Conteo de Huevesillos de mosca blanca por planta

Conteo de Trips por pulgada cuadrada en trampa Azul

Conteo de adultos de lepidóptero por trampa de luz

**a. Pasos que deben de seguirse**

Esta actividad es paralela al monitoreo tradicional que se realiza como parte de las actividades diarias en el DPV (Ver Procedimiento PEG-DPV-P001) por lo tanto deberán entregarse los resultados diariamente.

**i. Conteo de mosca blanca por pulgada cuadrada**

Para esta actividad deben haber trampas de color amarillo colocadas sobre las camas con una altura no mayor de 15 cm del nivel de las plantas, deben tener una dimensión de 10" \* 10" para un total de 100 pulgadas cuadradas por lado, a las cuales se les agrega pegamento pegapatas para que las moscas ninfas o adultas sean atrapadas, esta trampa debe ser cambiada semanalmente después de los conteos y cambiada de ubicación.

El monitoreador, contará la cantidad de moscas blancas que se encuentre en cada lado (cara) de la trampa y sumara el dato de ambos lados, posteriormente divide el dato dentro de 200 para obtener la cantidad de mosca blanca por pulgada cuadrada.

Deberá muestrearse 4 trampas por invernadero, tomándose una lectura en los extremos y el centro de los invernaderos para que la muestra sea significativa.

Para el caso de Pascua muestrear en las trampas de 100", para el caso de Flower Fields podrán elaborarse trampas amarillas de 8 \* 8 cm (10 pulg<sup>2</sup>) y colocarse dentro de las camas sujetadas por una alambre en cultivos susceptibles a la migración de mosca blanca tales como las Verbenas, Ageratum, Lantanas, etc.

Nota: Debido a que el color amarillo atrae a una gran cantidad de insectos, cuando aparezcan insectos que no han sido reportadas anteriormente deben de enviarse el mismo día muestras a los Laboratorios locales para identificar el género y especie y elaborar la ficha técnica correspondiente. La unidad de medida para el reporte será de número de moscas por pulgada cuadrada.

## **ii. Coteo de huevesillos de mosca blanca**

Para romper el ciclo de la mosca blanca es necesario eliminar los huevesillos o posturas que se encuentren en el cultivo, por lo tanto debemos conocer el nivel de presencia en cada invernadero para programar tanto la aplicación de insecticidas específicos para posturas, como labores culturales como eliminación manual de posturas (Desposturado) con personal de Labor.

La actividad consiste en tomar 15 plantas al azar dentro del invernadero (1 de cada tramo y por lo menos 1 planta por casa) debiendo revisar todas las hojas de la planta y reportar la cantidad de hojas que tengan posturas.

La unidad de medida a reportar será de número de posturas por planta.

**ii. Conteo de Trips por pulgada cuadrada**

El color de las trampas para atraer a los trips puede ser tanto amarillo o azul, estas deben elaborarse de 8 \* 8 cm y colocarse entre las camas de los cultivos el mismo día que se donde se hayan detectado la presencia de trips

Seguir el mismo procedimiento de conteo de trampas amarillas descrito anteriormente.

**iii. Conteo de adultos de Lepidóptero por trampa de Luz**

En invernaderos con presencia de larvas de lepidópteros, deberá solicitarse al departamento de mantenimiento la instalación de trampas de luz que consiste en una bombilla sujeta a un poste con una caneca con agua más adherente o detergente para romper la tensión superficial del agua, a una altura de 1 metro sobre el nivel del suelo.

Las trampas deberán encenderse a partir de las 18 horas por personal del DPV y apagarse luego del conteo a las 6:00 am del siguiente día.

Reportar en cantidad de adultos por trampa.

**1.5.6 Análisis de la problemática**

Para el análisis de la problemática se utilizó la técnica de matriz de priorización, la cual ayudó a definir el orden de los problemas de tipo agrícola (según el grado de importancia), estos se exponen en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Problemática identificada en el Departamento de Protección Vegetal de la finca Tres Volcanes.**

No.	Problemas Identificados
1	Utilización del Bromuro de Metilo para desinfección del suelo previo al transplante.
2	Baja efectividad en el control de larvas de lepidóptero <i>Spodoptera exigua</i> en el cultivo de verbenas.
3	Falta de capacitación al personal de monitoreo en identificación de plagas y enfermedades en cultivos de Flower Fields.
4	Falta de exámenes de colinesterasa en la sangre para los fumigadores expuestos a aplicación de productos organofosforados

#### A. Matriz de priorización de problemas

En la primera columna del Cuadro 5, se detallan los principales problemas identificados, en las columnas adyacentes se colocan algunas categorías para calificar la importancia del problema, para lo cual se asigna un valor numérico (de 1 a 10), posteriormente para determinar la prioridad de los problemas se realiza un sumatoria de los puntos asignados a cada problema y se coloca letra mayúscula (de la “A” a la “D”) para saber el orden.

**Cuadro 5. Matriz de priorización de problemas**

Problemas	Pérdidas económicas (1 a 10)	Daños al ambiente (1 a 10)	Personas afectadas por el problema (1 a 10)	Prioridad (sumatoria)
Utilización del Bromuro de Metilo para desinfección del suelo previo al transplante.	7	10	0	15C
Baja efectividad en el control de larvas de lepidóptero <i>Spodoptera exigua</i> en el cultivo de verbenas	10	7	5	22 A
Falta de capacitación al personal de monitoreo en identificación de plagas y enfermedades en cultivos de Flower Fields	10	7	3	20B
Falta de exámenes de colinesterasa en la sangre para los fumigadores expuestos a aplicación de productos organofosforados	0	3	5	8 D

Los problemas priorizados de acuerdo al análisis anterior se listan a continuación.



- a. Bajo efectividad en el control de larvas de lepidóptero *Spodoptera exigua* en el cultivo de verbenas
- b. Falta de capacitación al personal de monitoreo en identificación de plagas y enfermedades en cultivos de Flower Fields.
- c. Utilización del Bromuro de Metilo para desinfección del suelo previo al transplante.
- d. Falta de exámenes de colinesterasa en la sangre para los fumigadores expuestos a aplicación de productos organofosforados

**B. Descripción de los principales problemas**

**a. Baja efectividad en el control de larvas de lepidóptero *Spodoptera exigua* en el cultivo de verbenas**

La presencia de larvas de lepidópteros del género *S. exigua* es de alto riesgo para la empresa, debido a la cero tolerancia a plagas parte de los puertos de entrada de los países de destino como parte del control legal para plagas.

Por lo tanto los cultivos se deben monitorear semanalmente para detectar los focos iniciales de las plagas y poder combatirlos más fácilmente, sin embargo en el caso de *S. exigua* en el cultivo de verbenas es más complicado ya que la morfología de la planta hace difícil la penetración de los productos agroquímicos utilizados para el control de esta plaga, pues fácilmente puede ocasionarse daños mecánicos en los tallos y hojas o incluso arrancar las plantas al hacerlo con la técnica de asperjado utilizado actualmente en la empresa para todos los cultivos, pues la lanza se traba con facilidad en las ramas de las planta causándole daño mecánico.

Se detectó que las larvas se mantienen en el envés de las hojas o incluso en el suelo al haber una temperatura menor a 24 centígrados, pero al existir una temperatura mayor, las larvas se dirigen hacia la parte más alta de la planta y se alimentan de las hojas más tiernas por lo que en estas condiciones son más vulnerables a una aplicación de plaguicidas, sin embargo hay alto riesgo de fitotoxicidad al hacer aplicaciones a temperaturas mayores de 24 centígrados por lo que deben realizarse en las horas más frescas, como mencionamos anteriormente, cuando las larvas se encuentran en los niveles inferiores de la planta o incluso en el suelo donde es difícil la penetración de los

productos larvicidas lo cual se comprobó utilizando papel hidrosensible observando la poca un promedio de 5 gotas de producto por centímetro cuadrado mientras que lo recomendado para insecticidas es de 25 gotas por centímetro cuadrado en promedio.

**b. Falta de capacitación al personal de monitoreo en identificación de plagas y enfermedades en cultivos de Flower Fields**

Se logró determinar por medio de pláticas con el personal que realiza el monitoreo de plagas y enfermedades, que algunos de ellos desconocen las plagas y enfermedades que afectan los cultivos de Flower Fields, lo que genera detección tardía de los focos de infestación de las poblaciones de plagas y enfermedades lo cual se verificó según los reportes de monitoreo, pues los problemas en algunos casos no se detectaron en sus etapas iniciales.

El material vegetal es traído de países como Estados Unidos de Norteamérica, Israel, Italia, Holanda e Israel, por lo que algunos son desconocidos por el personal que trabaja en el monitoreo. Por lo mismo, son susceptibles a plagas y enfermedades poco comunes en la región. Es necesario la capacitación del personal para que logre reportar las plagas que encuentra, la etapa del ciclo y que cuantifique la incidencia y severidad de las enfermedades, para que las acciones de control a tomar sean efectivas.

**c. Utilización del Bromuro de Metilo para desinfección del suelo previo al trasplante**

Actualmente se utiliza Bromuro de Metilo para desinfectar el suelo previo al trasplante, sin embargo hay restricciones para su importación generadas a partir de la firma del Protocolo de Montreal que estableció que para países en vías de desarrollo se debía reducir en un 20% el uso de este producto en el año 2005 y para el 2015 ya no se deberá hacer uso de este producto, por lo que además de ser peligroso para el personal que aplica realiza las desinfecciones, el desabastecimiento ha generado un incremento en los precios del producto, por lo que los costos de producción se han incrementado.

**d. Falta de exámenes de colinesterasa en la sangre para los fumigadores expuestos a aplicación de productos organofosforados**

Entre los productos que se utilizan para el control de plagas y enfermedades en los cultivos de Flower Fields, se encuentran los elaborados sintéticamente, entre los que podemos mencionar a los de la familia química de organofosforados tales como Methamidofos, Acefato, Ethoprofos, Diazinon, etc. Estos son utilizados en la finca Tres Volcanes, sin embargo es conocido su efecto en la inhibición de la síntesis de la colinesterasa, por lo tanto, el personal que realiza las aplicaciones puede sufrir intoxicación aguda o crónica si no lo maneja con las normas de seguridad recomendadas al utilizar estos productos. Existen exámenes para determinar los niveles de colinesterasa en la sangre, la cual deben realizarse anualmente las personas que trabajan con este tipo de sustancias químicas, sin embargo, hay personas que llevan mas de cuatro años en el departamento de protección vegetal y no se lo han realizado. Esto es necesario para tomar medidas de rotación de personal o de capacitación y concientización del manejo adecuado de los agroquímicos.





## CAPÍTULO II

### INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA SUSTITUCIÓN DEL BROMURO DE METILO EN PRODUCCIÓN DE PASCUA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch). FINCA TRES VOLCANES, SAN MIGUEL DUEÑAS SACATEPÉQUEZ.

### RESEARCH

EVALUATION OF ALTERNATIVES FOR THE USE OF METHYL BROMIDE IN THE PRODUCTION ON POINSETTIA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch). IN TRES VOLCANES, SAN MIGUEL DUEÑAS SACATEPÉQUEZ.

## 2.1 PRESENTACIÓN

La presente investigación se realizó en la Finca Tres Volcanes en San Miguel Dueñas; en el departamento de Sacatepéquez. En esta finca se cultiva pascua (*Euphorbia pulcherrima*) para exportación de esquejes a Estados Unidos, Canadá, Europa y Asia, durante los meses de mayo a septiembre, siendo el mes de julio la ventana de mayor exportación. Se cultivan 15 hectáreas bajo invernadero.

Entre los factores limitantes para la producción se encuentra el complejo de hongos del suelo que causan pérdidas de hasta un 20 % de plantas durante los 2 meses posteriores al trasplante, siendo la variedad Prestige Red la que presenta mayor incidencia. En la presente investigación se determinó que *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia solani* son los causantes de la muerte de plantas.

Actualmente se utiliza Bromuro de Metilo para desinfectar el suelo previo al trasplante, sin embargo hay restricciones para su importación generadas a partir de la firma del Protocolo de Montreal que estableció que para países en vías de desarrollo se debía reducir en un 20% el uso de este producto en el año 2005 y para el 2015 ya no se deberá hacer uso de este producto (16).

Se evaluaron tres productos actualmente en el mercado recomendados para la desinfección de suelo previo al trasplante los cuales son: 1-3 Dicloropropeno, Metam Sodio y Cianamida Cálcica con las dosis recomendadas por las casas comerciales.

En la presente investigación se establece que una alternativa al Bromuro de Metilo para la desinfección de suelo en el control de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia solani* es el Metam Sodio ya que no se presentó diferencia significativa en comparación al bromuro, así mismo es una alternativa más rentable y es menos tóxico.

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1 Descripción botánica de la pascua

Reino	<b><i>Plantae</i></b>
Subreino	<b><i>Tracheobionta</i></b>
Phylum	<b><i>Magnoliophyta</i></b>
Clase	<b><i>Magnoliopsida</i></b>
Subclase	<b><i>Rosidae</i></b>
Familia	<b><i>Euphorbiaceae</i></b>
Especie	<b><i>Euphorbia pulcherrima</i></b> Willd. ex. Klotzsch.
Nombre Común:	<b>Flor de Pascua</b> , nochebuena o Guacamayo (19).

El género ***Euphorbia*** contiene entre 1,600 a 2,000 especies, todas las especies son caracterizadas por una sola flor femenina pistilada, sin pétalos y usualmente sin sépalos, rodeada por flores masculinas, estaminada están encerradas en una estructura llamada cyathium. Las hojas rojas popularmente se le ha llamado flor que consiste en hojas modificadas o brácteas. ***E. pulcherrima*** es nativa de México. Otros miembros de *Euphorbia*, incluye ***E. fulgens***, ***E. marginata***, ***E. splendens*** (5).

Es una planta arbustiva comúnmente crece de 1 a 4 metros de alto, con pocas ramas corpulentas, sus hojas son de filotaxia alterna o las de la parte alta opuestas o verticiladas en pecíolos largos y delgados membranosos, usualmente largas, ovaladas, pero frecuentemente enteras en su mayoría entre 12 y 20 centímetros de longitud ( 16 ).

### 2.2.2 Propagación de esquejes de pascua

Las plantas madres deben de tener un alto grado de pureza genética, las características de un esqueje para propagación son las siguientes:

Estado de madurez adecuado entre 5 y 8 semanas después de la poda, libre de plagas enfermedades, no daños mecánicos, tener tres hojas con una madurez fisiológica, diámetro del esqueje de 0.5 a 0.8 cm y tamaño del esqueje de 3 a 4 cm (5).

### **A Sustrato para enraizamiento**

Los esquejes se colocan en un sustrato inerte llamado oasis que se colocan en tiras de 13 cubos cada una, estas tiras se colocan en bandejas de plástico, el sustrato debe de saturarse con agua conteniendo una solución de un fertilizante soluble 20- 10-10; 15-05-15. Para asegurar el enraizamiento se utiliza ácido indolbutírico a 2,500 ppm (5).

### **B Humedad relativa del propagador**

Dentro del invernadero debe de mantener una humedad relativa alta 80 y 90 % para mantener hidratados los esquejes, la temperatura se mantiene entre 21 y 30 grados centígrados. Los esquejes inician el enraizamiento a los 14 días y se inicia el enraizamiento a los 21 días, la planta estará lista para ser plantada en invernadero a las 6 semanas de plantado en el propagador (5).

### **2.2.3 Pudriciones de raíz en plantas ornamentales**

Los hongos patógenos causantes de pudriciones radiculares incluyen *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Scleotinia*, *Sclerotium* y *Thielaviopsis* (5).

El término “damping off “ (pudrición temprana) se utiliza en la literatura para describir el decaimiento y muerte de las plántulas. Las pudriciones de corona son causadas por patógenos que atacan las plantas a nivel de suelo (1).

Las infecciones de raíces y corona se manifiestan inicialmente en forma de marchitez o colapso de la planta. La detección temprana de plantas infectadas incluye monitoreo en busca de plantas que se marchitan o decaen durante períodos de estrés hídrico (2).

Los primeros síntomas se observan con frecuencia en las raíces más externas o las que se encuentran más abajo. La pudrición de la corona hace que la planta se desplome o sea fácil de arrancar (2).

En general las condiciones que favorecen las enfermedades radiculares; incluyen humedad excesiva, riego por nebulización, bajas temperaturas del suelo antes de la



germinación y altas después de ésta, densidad de siembra demasiado alta, poca luz y mala circulación de aire (1).

A campo abierto, los suelos pesados y las zonas bajas que recogen agua serán más propensas a los problemas de las raíces y coronas. Las plantas que necesitan poco agua o son resistentes a la sequía con frecuencia desarrollan enfermedades de las raíces y la corona en suelos pesados (2).

#### **A. Marchitamientos vasculares**

Hay hongos que producen marchitamientos vasculares: ***Ceratocystis*, *Fusarium* y *Verticillium***. Cada uno de ellos ocasiona enfermedades graves y de amplia distribución, ya que atacan a varias plantas de cultivo, forestales y de ornato (1).

##### **a. *Fusarium***

La mayoría de los hongos de este género que producen marchitamientos vasculares pertenecen a la especie ***Fusarium oxysporum*** (2).

##### **i. Taxonomía**

Reino	<b><i>Eumycota</i></b>
Phylum	<b><i>Dukaryomycota</i></b>
Subphylum	<b><i>Ascomycotina</i></b>
División	<b><i>Ascomycota</i></b>
Clase	<b><i>Hyphomicetes</i></b>
Orden	<b><i>Hipocreales</i></b>
Familia	<b><i>Hypocreaceae</i></b>
Especie	<b><i>Fusarium</i></b>

Especies reportada en pascua ***Fusarium oxysporum*** (5).

**ii. Características taxonómicas primarias de identificación de *Fusarium* sp.**

Si se cultivan en condiciones estándar de luz, temperatura y sustrato, las características macroscópicas son útiles para la descripción de las especies, pero no para su diferenciación. La morfología y la pigmentación de la colonia y la ausencia o presencia de esporodoquio, esclerocio o estroma en diferentes medios son una sustancial ayuda (12).

En medios habituales las colonias presentan un crecimiento rápido, que suele ocupar toda la placa 8 a 9 cm de diámetro en una semana. El color que desarrollan depende de la especie y puede ser blanquecino, crema, anaranjado, rosado, rojizo, púrpura. Estas coloraciones pueden variar según los diferentes medios de cultivo. El micelio aéreo suele ser abundante y de aspecto algodonoso. La velocidad de crecimiento, la morfología y la pigmentación de la colonia son datos importantes para la identificación (12).

Los medios de cultivo utilizados habitualmente y que se encuentran en el mercado son:

Agar extracto de malta. Se pueden valorar aspectos morfológicos macroscópicos y microscópicos. Se consigue una buena esporulación.

Agar papa dextrosa. Es un medio útil para valorar el aspecto morfológico y la coloración de la colonia. Su alto contenido en carbohidratos condiciona un mayor crecimiento, en detrimento de la esporulación que suele retrasarse hasta un mes.

Agar harina de avena. Se utiliza para valorar la velocidad de crecimiento, el color, el aspecto de la colonia y las características microscópicas.

La temperatura habitual de incubación de estos hongos es entre 25 y 28 grados centígrados (12).

### iii. Características morfológicas microscópicas del género *Fusarium*

En PDA presenta un crecimiento rápido 50 mm en una semana. Al principio la colonia es lisa y algodonosa, con el tiempo se torna un aspecto como el fieltro de color blanco o salmón pálido, tiñéndose de púrpura en su zona central. El reverso es púrpura o azul oscuro, produce un pigmento púrpura violeta que difunde al medio. La esporodoquia presente en algunas cepas, da una coloración crema anaranjada al cultivo.

Las microconidias son ovoides o en forma de riñón, con un tamaño de 5 a 12 x 2,3 a 3.5 um y ocasionalmente, con uno o dos tabiques. Nacen de monofialides laterales, cortas y anchas, afiladas hacia la punta, con collaretes poco definidos, solitarias o ramificadas. Las microconidias pueden formar masas simulan cabezas, pero nunca cadenas. Las macroconidias tienen de uno a cinco septos. Su tamaño es de 23 a 54 x 4.5 um. Tienen forma de media luna, ligeramente curvadas, con pared fina y delicada. Su célula apical es afilada y la célula basal con forma de pie pero pueden tener ambos extremos afilados. En la mayoría de los cultivos las clamidosporas son abundantes. Son grandes, hialinas de pared lisa o rugosa y pueden observarse aisladas o en parejas, intercalares o terminales. Algunos aislamientos presentan masas de esclerotia de color claro o azul o violeta. El estado sexual no se ha descrito (12).

### iv. Sintomatología

Las partes de plantas infectadas pierden turgencia, se debilitan, adquieren una tonalidad que va del verde claro al amarillo verdoso, decaen y finalmente se marchitan, se tornan amarillas, empardecen y mueren. Las hojas marchitas pueden estar extendidas o bien enrollarse. Los retoños tiernos y jóvenes también se marchitan y mueren. Los cortes transversales que se hacen de tallos y ramitas infectados muestran varias zonas pardas decoloradas dispuestas en forma de un anillo completo o interrumpido que consta de tejidos vasculares decolorados (1).

De los hongos de los marchitamientos, *Fusarium sp* y *Verticillium sp.* son pobladores del suelo que penetran e infectan a las plantas directamente o a través de heridas en sus raíces (1).

#### v. **Desarrollo de la enfermedad**

El patógeno inverna en el suelo en forma de micelio y en cualquiera de sus formas de esporas, pero lo hace con mayor frecuencia en forma de clamidosporas. Se propaga a cortas distancias a través del agua y el equipo agrícola contaminado, y a grandes distancias principalmente en los trasplantes infectados o en el suelo que va en ellos. Es frecuente que una vez que un área haya sido infectada por *Fusarium* se mantenga así por tiempo indefinido (1).

Cuando las plantas sanas se desarrollan en un suelo contaminado, los tubos germinales de las esporas o el micelio penetran directamente en las puntas de las raíces o entran en estas últimas a través de heridas o a nivel de la zona donde se forman las raíces laterales (2).

#### vi. **Control**

El uso de variedades resistentes al hongo es el único método práctico para controlar la enfermedad en el campo. La esterilización del suelo es demasiado costosa para que se lleve a efecto en el campo, pero siempre debe practicarse en el caso de plantas cultivadas en invernadero (1).

### B. **Pudriciones del tallo y de la raíz producidas por los hongos estériles, *Rhizoctonia* y *Sclerotium***

A estos hongos se les conoce como hongos estériles debido a que durante muchos años se pensó que eran incapaces de producir algún tipo de espora, ya fuera sexual o asexual. En la actualidad se sabe que al menos algunas de las especies de esos dos géneros producen esporas, algunas de estas, esporas sexuales y otros conidios. Así *Rhizoctonia solani* produce basidiosporas que hacen que esta especie sea un basidiomiceto al que se le denominó *Thanatephorus cucumeris* (1).

#### a. **Taxonomía**

División ***Amastigomycota***

Subdivisión ***Deuteromycotina***

Clase	<b><i>Deuteromycetes</i></b>
Subclase	<b><i>Hyphomycetidae</i></b>
Orden	<b><i>Agonomycetales</i></b>
Familia	<b><i>Agonomycetaceae</i></b>
Genero	<b><i>Rhizoctonia</i></b>
Especie	<b><i>Rhizoctonia solani</i></b> (1)

#### **b. Enfermedades por *Rhizoctonia***

Los síntomas más comunes de las enfermedades por ***Rhizoctonia***, principalmente por ***R. solani***, en la mayoría de las plantas son el ahogamiento de las plántulas y la pudrición de la raíz, así como la pudrición y el cáncer del tallo de las plantas adultas y en proceso de crecimiento (1).

El ahogamiento es quizá el síntoma más común que produce ***Rhizoctonia*** en la mayoría de las plantas que afecta. Se produce principalmente en suelos fríos y húmedos.

Una vez que las plántulas han emergido, el hongo ataca su tallo y lo hace aguanoso, ablanda y hace incapaz de sostener a la plántula, la cual se desploma y muere. Las plantas maduras también son atacadas por el hongo, pero en ellas este último se limita a invadir sus tejidos corticales externos en los que produce lesiones grandes y de color que va de canela a pardo rojizo (1).

En los tallos y raíces suculentas y carnosas, así como en tubérculos, bulbos, cormos y otros órganos, ***Rhizoctonia*** produce áreas podridas pardas que pueden ser superficiales o bien extenderse hacia la parte central de la raíz o del tallo.

El patógeno ***R. solani***, vive principalmente en forma de micelio que es incoloro cuando pasa por su etapa juvenil pero que se torna amarillo o de color café claro conforme madura. El micelio consta de largas células y produce ramificaciones que crecen casi en ángulos rectos con respecto a la hifa principal, se estrechan ligeramente a nivel de la bifurcación y poseen un septo cerca de ella. Las características de la ramificación

comúnmente son los únicos medios disponibles para identificar al hongo como *Rhizoctonia* (1).

*R. solani* rara vez produce un estado perfecto de basidiomiceto conocido como *Pellicularia filamentosa* o *Thanatephorus cucumeris*. Esta etapa perfecta se forma cuando hay suficiente humedad, y tiene el aspecto de un mildew fino que se desarrolla sobre el suelo, hojas y tallos infectados.

El agente causal del tizón de la vaina en arroz ha sido señalado en la literatura con varios nombres científicos. Sin embargo, actualmente se acepta el nombre de *Rhizoctonia solani Khun* cuyo estado perfecto es *Thanatephorus cucumeris*.

Las lesiones ocurren en las hojas cercanas a la superficie del agua de riego. Los esclerocios allí producidos se mantienen superficialmente sobre o cerca del tejido infectado después que los primeros síntomas aparecen. Las condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad son baja radiación solar, alta humedad y altas temperaturas.

## 2.2.4 Productos químicos utilizados para el control de hongos del suelo

### A. Bromuro de Metilo

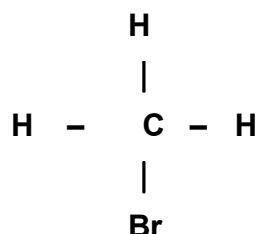
**Nombre técnico:** Bromometano.

**Nombres comerciales:** Bromuro de Metilo, Sobro, Meth-gas, Celfme.

**Denominación química:** Bromuro de Metilo (bromometano).

**Familia química:** Alquilo de Bromuro.

**Fórmula estructural:**



**Fórmula bruta:** CH<sub>3</sub>Br.

**Tipo de Compuesto:** Es un gas sin olor a normal temperatura y presión. A 0 grados centígrados y 760 mm Hg=1.732. Su densidad de vapor 3.27. A altas concentraciones posee un olor parecido al cloroformo. Calor específico: 0.5 J/gr (0 °C).

**Origen:** ATOFINA Chemicals S.A. Biesterfeld U.S., Inc. Mebrom N.V.

**Propiedades Físicas Y Químicas Del Ingrediente Activo (I A):**

**Gravedad Especifica:** 0°C y 760 mm Hg=1.732

**Punto De Ebullición:** 3.6 °C

**Punto De Fusión:** -93 ° C.

**Masa Molecular:** 94.9747 gr/mol

**Olor:** No presenta olor

**Presión de vapor:** 227 Kpa (25 °C). 20°C 1400 mm/hg a 40°C.  
2600 mm/Hg.

**Solubilidad:** Solubilidad en agua a 25 °C = 13.4 gr/100 gr Es soluble en alcoholes, éter, esteres, halogenados, hidrocarburos aromáticos.

**Aspecto:** Gas incoloro e inodoro

**Espectro de Acción:** Se recomienda para el control de insectos, comunes en productos que se encuentran almacenados en bodegas, barcos, carros de ferrocarril, bóvedas, almacenes y que estén infestados por escarabajos de granos, polilla, roedores, hormigas y en la fumigación de suelo. También es utilizado para el control de bacterias, nemátodos y hongos de suelo, insecticida, acaricida, control de ratas en molinos etc.

**Compatibilidad:** Por sus características este producto deberá aplicarse solo.

**Formulación:** GA.

<b>Toxicología:</b>	Toxicidad Clase II . Oral LD <sub>50</sub> (ratas) 214 mg/Kg. Inhalación CL100 (6 horas). Para ratas a 0.53 mg/Lt de aire. Afecta el sistema respiratorio y causa efectos en el sistema nervioso central. El Bromuro de Metilo es un veneno que puede causar dolor respiratorio, ataque cardíaco, y los efectos del sistema nervioso central.
<b>Fitotoxicidad:</b>	Extremadamente fitotóxico.
<b>Dosis de aplicación:</b>	32-64 gr. de Bromuro de Metilo / metro cúbico.
<b>Modo de aplicación:</b>	Fumigante con equipo por tracción de tractor.
<b>Restricciones de uso:</b>	Este producto esta en proceso de eliminación del mercado, por lo tanto no se recomienda su uso.
<b>Mezclas y combinaciones:</b>	Bromuro de Metilo + chloropicrin, bromocoop.
<b>Información adicional:</b>	Este producto daña la capa de ozono (16).
<b>Precauciones:</b>	Almacenar en ambiente con temperaturas no menor de cero grados centígrados. No deben de manejar este producto mujeres embarazadas ni menores de 18 años. Aplicar con el equipo completo para la aplicación de fungicidas (11).

## **B. Alternativas al Bromuro de Metilo**

### **a. 1,3 – Dicloropropeno**

Telone C-35 es un fumigante líquido concentrado cuyo ingrediente activo es 1,3 – Dicloropropeno. Aplicado al suelo por el sistema de riego se trasforma rápidamente en 3 – clordalialcohol el cual es firmemente retenido por las partículas del suelo causando un desequilibrio enzimático en nemátodos, hongos y malezas (11).

<b>Nombre Técnico:</b>	1,3 – Dicloropropeno
<b>Nombres Comerciales:</b>	Telone C-35 EC
<b>Denominación Química:</b>	1,3 Dicloropropeno 112% [EC] P/V
<b>Origen:</b>	Dow AgroSciences (9)



**Propiedades Físicas Y Químicas Del Ingrediente Activo (I A): ( 11)**

<b>Punto de Inflamación:</b>	77 o F (25 °C)
<b>Presión de vapor:</b>	28 mm Hg a 68 °F (20 °C)
<b>Solubilidad:</b>	insoluble
<b>Espectro de Acción:</b>	Fungicida, Nematicida, Herbicida e insecticida (11).
<b>Compatibilidad:</b>	El <b>1,3-Dicloropropeno</b> no es compatible con Agentes Oxidantes (Tales Omo Percloratos, Peróxidos, Permanganatos, Cloratos, Nitratos, Cloro, Bromo Y Flúor) Y Metales Químicamente Activos (Tales Como Potasio, Sodio, Magnesio Y Zinc) (11).
<b>Formulación:</b>	Concentrado emulsionable [EC] (11).
<b>Toxicidad:</b>	Medianamente tóxico para aves peces y mamíferos.
<b>Dosis de aplicación:</b>	Aplicar al suelo a dosis de 185 l/Ha para cultivos de patata y remolacha (contra <b>Heterodera sp.</b> ), 95 l/Ha para otros cultivos herbáceos (suficiente contra <b>Meloidogyne sp.</b> ) y 450-500 l/Ha en suelos para plantaciones leñosas (contra <b>Tylenchulus, Heterodera</b> , etc.) (11)
<b>Modo de aplicación:</b>	La aplicación se podrá efectuar con el agua de riego en parcelas bien niveladas que permitan una distribución homogénea, debiendo evitar excesos de agua por el riesgo de contaminar parcelas colindantes, cursos de agua, etc.(11)
<b>Restricciones de uso:</b>	Por la Fitotoxicidad del producto deberá procederse a la ventilación y aireación del terreno, antes de proceder a la siembra o plantación, lo que para suelos de textura media supondrá que después de completado el tratamiento se darán una o dos labores superficiales, dejando a continuación un periodo de aireación mínimo de tantas semanas como múltiplos de 100 l. de producto hayan sido aplicados y, en aquellos en los que no sea posible dar labores de aireación (como los enarenados) y

también en suelos pesados, deberá prolongarse este plazo en un 50% como mínimo. No se permitirá la entrada de ganados en las parcelas durante el tratamiento. El contenido en Dicloropropeno no será superior al 5% (11).

**Precauciones:**

Evite el contacto de la piel con el **1,3-Dicloropropeno**. Use ropa y guantes de protección. Los proveedores y/o fabricantes de equipos de seguridad pueden suministrar. Antes de trabajar con **1,3-Dicloropropeno**, Usted debe ser entrenado en la manipulación y el almacenamiento apropiados de esta sustancia. Almacene en recipientes bien cerrados, en un área fría, bien ventilada y lejos del calor. Es preferible usar un almacenamiento separado al aire libre. Fuentes de ignición, tales como el fumar y llamas al aire libre, están prohibidas donde se usa, maneja o almacena el **1,3-Dicloropropeno**.

Los recipientes de metal usados en el traslado del **1,3-Dicloropropeno** deben estar conectados a tierra y unos a otros. Use solamente equipo y herramientas que no produzcan chispas, particularmente al abrir y cerrar envases de **1,3-Dicloropropeno** (11).

**b. Metam – Sodio**

Es un producto recomendado para la desinfección del suelo. Cuando Metam – sodio entra en contacto con el suelo se oxida transformándose en gas metil – isotiocianato de sodio, que es el responsable de la acción pesticida. Este gas penetra en todas las partes del suelo y actúa como funguicida, herbicida, insecticida, nematicida y bactericida (11).

<b>Nombre Técnico:</b>	N-metil ditiocarbamato de sodio
<b>Nombres Comerciales:</b>	Laisol, Metam Sodio
<b>Denominación Química:</b>	Metam Sodio 40% P/v

<b>Formulación:</b>	Concentrado Soluble (SL)
<b>pH (1%):</b>	10.5-11.0
<b>Densidad:</b>	1.17 g/cc
<b>Origen:</b>	Tagro (technical agro supplies)
<b>Aspecto:</b>	Líquido de color naranja
<b>Solubilidad:</b>	Soluble en agua (722g/l a 20 centígrados)
<b>Espectro de acción:</b>	Funguicida, herbicida, insecticida, nematocida y bactericida
<b>Compatibilidad:</b>	No mezclar con otros productos
<b>Toxicidad:</b>	DL <sub>50</sub> (oral en rata) 4.971 mg/kg DL <sub>50</sub> (oral dérmica en conejo) 2.339mg/kg
<b>Ecotoxicología:</b>	Peligrosidad para fauna terrestre: Categoría B Peligrosidad para fauna acuícola: Categoría B3
<b>Toxicología:</b>	Nocivo (Xn)
<b>Número de registro:</b>	12.467 (11)

### c. Cianamida Cálcica

<b>Nombre Técnico:</b>	Cianamida Cálcica
<b>Nombres Comerciales:</b>	Perlka
<b>Denominación Química:</b>	Hidróxido de calcio 50 % nitrógeno 19.8 %
<b>Formulación:</b>	Granulado (GR)
<b>Origen:</b>	Degussa
<b>Solubilidad:</b>	Soluble en agua
<b>Espectro de Acción:</b>	Funguicida, herbicida, nematocida y bactericida
<b>Compatibilidad:</b>	No mezclar con otros productos
<b>Toxicología:</b>	Precaución (Banda toxicológica Verde) (11).

## 2.2.5 Antecedentes

### A. Trabajos realizados para el control de hongos del suelo

#### a. Investigaciones realizadas con Cianamida Cálcica

Hans-Juergen Klasse (7), evaluó en Alemania en el Año 1999 la Cianamida Cálcica, determinando que algunos de los hongos no patógenos son beneficiados al aumentar concentraciones del Cianamida Cálcica. Sobre de esto se ha encontrado que algunos de estos hongos *Aspergillus sp* y *Penicillium sp* pueden utilizar la molécula del cianamida como fuente del nitrógeno para la celulosa. Por lo tanto estos hongos serán promovidos por la presencia de la cianamida en el suelo. Algunos de estos hongos se utilizan para suprimir otros por el antagonismo natural y por lo tanto se utilizan comercialmente para el control de parásito biológico. Los productos que contienen el *Aspergillus sp*. (contra *Sclerotinia sp* y *Rhizoctonia sp*.) y *Penicillium spp*. (contra el *Pythium sp* y *Phytophthora sp*.) se venden para el control biológico de las enfermedades del suelo (7).

Los resultados que se obtuvieron se presentan en las Figuras 1 y 2.

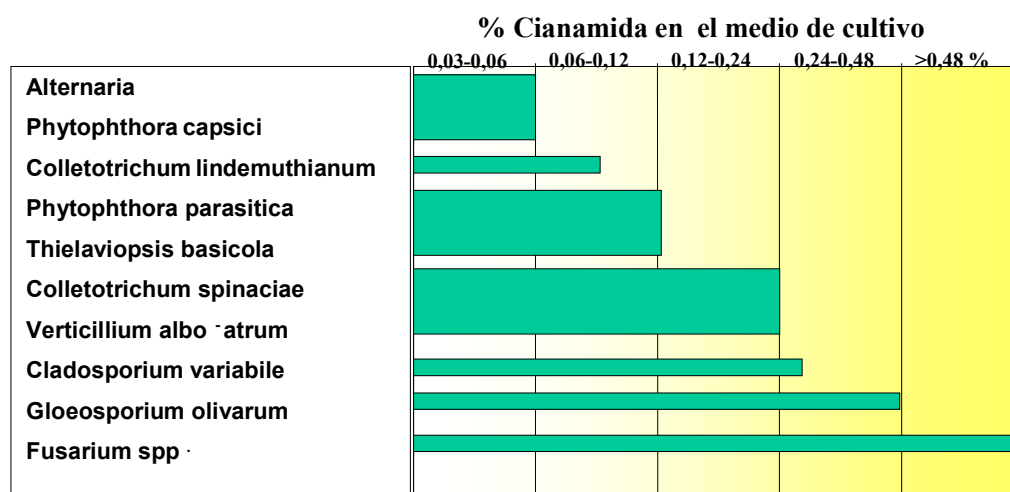
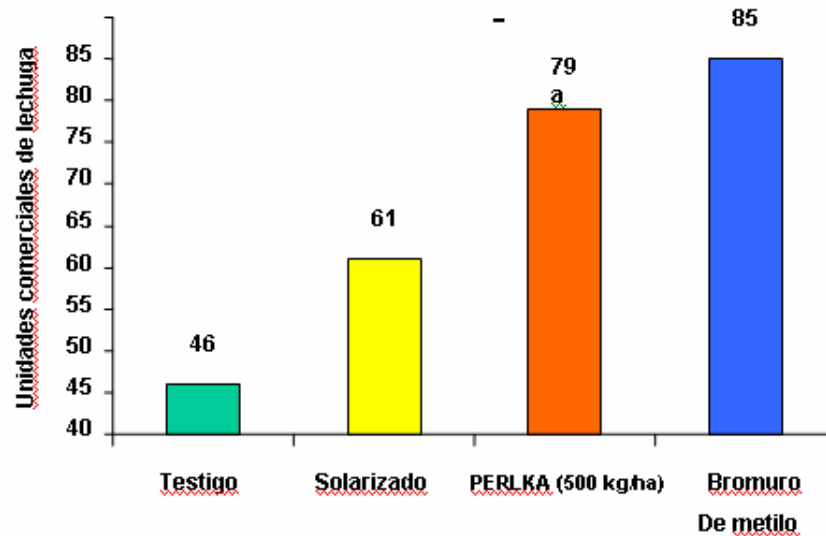


Figura 1. Crecimiento de micelio de fitopatógenos en presencia de Cianamida Cálcica (7).

Como puede observarse no se obtuvo buen control contra *Fusarium sp*.



**Figura 2. Efecto en diferentes tratamientos de suelo para producción de lechuga (7).**

**b. Investigaciones realizadas con 1,3 Dicloropropeno**

Ajwq Husein (8) evaluó en la Universidad de California al 1,3 Dicloropropeno entre otras alternativas para sustitución del Bromuro de Metilo tales como el Metam Sodio y el metam potasio y el iodometano para el control de hongos que causan daños en el tejido radicular tales como *Phytium irregulare*, *Sclerotinia sp*, *Fusarium sp*, *Rizoctonia solani*, entre otros patógenos tales como las bacterias *Erwinia chrysantemi* y *Agrobacterium tumefaciens*.

Los resultados que obtuvo con el 1,3 dicloropropeno fueron excelentes contra nematodos y hongos del suelo y buenos en el control de malezas

**c. Investigaciones realizadas con Metam Sodio 1,3 Dicloropropeno**

Ajwq Husein (8) menciona que obtuvo un 99% de control tanto para nemátodos, hongos del suelo y malezas con Metam Sodio, sin embargo los mejores resultados para el control de hongos del suelo los obtuvo al mezclar los productos Metam Sodio y 1,3 Dicloropropeno encontrando con esta mezcla un 100% de patógenos muertos.

#### d. **El proceso natural de limpieza por la microflora del suelo**

La naturaleza tiene la habilidad de biodegradar o mineralizar sustancias no deseadas en el suelo. Esto mismo ocurre con los patógenos que se encuentran en el suelo que afectan las plantas. En los campos pueden haber suelos favorables para el desarrollo de enfermedades o suelos que suprimen el desarrollo de enfermedades (20).

El desarrollo de suelos que no promuevan el desarrollo de enfermedades es posible mediante el enriquecimiento con humus con una razón alta de nitrógeno a carbono. La microflora del suelo aumentará en número y sobre todo se generarán millones de bacterias beneficiosas por gramo de sustrato. Esta microflora es capaz de biodegradar cualquier cosa de origen orgánico en un tiempo determinado en presencia de oxígeno y humedad.

Si hacemos composta alta en nitrógeno habrá suficiente nitrógeno orgánico para enriquecer la microflora de los suelos contaminados y que comience la proliferación de diferentes organismos. Al comienzo de este proceso vemos la reproducción de protozoarios y bacterias: a las 24 a 36 horas vemos, además, hongos oportunistas y organismos patógenos del suelo como *Fusarium*, *Rhizoctonia sp*, *Pythium* y nematodos (20). Sin embargo, luego de 5 a 6 semanas se observan cambios drásticos en la microflora con un aumento sustancial en el número de bacterias, especialmente actinomicetes, hasta de un billón por gramo de sustrato. Los hongos que antes se observaban se controlan y se ha probado que muchos no vuelven a encontrarse en estos suelos hasta tres años después de haber provisto al suelo de estas condiciones óptimas para la biodegradación (20).

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 General

Determinar la efectividad de los productos alternativos al Bromuro de Metilo contra el complejo de hongos que provocan el mal del talluelo en pascua ***Euphorbia pulcherrima*** Willd. ex. Klotzsch.

### 2.3.2 Específicos

- A. Determinar los agentes fitopatógenos que causan las pudriciones de raíz en las primeras ocho semana después del trasplante de pascua ***Euphorbia pulcherrima*** Willd. ex. Klotzsch.
  
- B. Determinar entre las alternativas al Bromuro de Metilo, el producto que presente menor incidencia de los fitopatógenos que causan enfermedades de raíz en producción de Pascua ***Euphorbia pulcherrima*** Willd. ex. Klotzsch.

## **2.4 METODOLOGÍA**

### **2.4.1 Área experimental**

En la presente investigación se evaluaron alternativas al uso de Bromuro de Metilo, aplicando Metam Sodio, 1-3 dicloropropeno y Cianamida Cálcica en la finca Tres Volcanes de San Miguel Dueñas en donde se realizó la fase de campo, y efectuándose los análisis de laboratorio en el centro de diagnóstico Parasitológico de la Sub-área de Protección de Plantas de la FAUSAC de la facultad de Agronomía de la USAC para la determinación de agentes fitopatógenos.

### **2.4.2 Diseño experimental**

Por las condiciones de invernadero se evaluó bajo un diseño de bloques al azar debido a que existe un gradiente de variabilidad en la distribución de los hongos en el suelo y puede haber diferencias en la efectividad de la aplicación en cada uno de los 4 tratamientos y tres repeticiones, cada repetición se asignó de una casa o nave del invernadero con un área de 520 metros cuadrados en la cual se plantó 4200 pascuas y donde se hicieron recorridos cada 8 días en cada tratamiento para extraer las plantas que presenten daño de mal del talluelo, achaparamiento, marchitez, colapso, extrayéndolas con una porción de suelo y llevándolas al centro de diagnóstico de la Facultad de Agronomía para determinar las causas del daño.

### **2.4.3 Tratamientos**

En el Cuadro 6, se presentan los tratamientos evaluados.



**Cuadro 6. Descripción de los tratamientos evaluados y su respectiva dosis**

<b>Código tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Características</b>
A	Bromuro de Metilo R1	62 gramos/m <sup>2</sup>
B	Bromuro de Metilo R2	62 gramos/ m <sup>2</sup>
C	Bromuro de Metilo R3	62 gramos/ m <sup>2</sup>
D	1-3 dicloroporopeno R1	0.015litros/ m <sup>2</sup>
E	1-3 dicloroporopeno R2	0.015litros/ m <sup>2</sup>
F	1-3 dicloroporopeno R3	0.015litros/ m <sup>2</sup>
G	Cianamida Cálcica R1	75 gramos/ m <sup>2</sup>
H	Cianamida Cálcica R2	75 gramos/ m <sup>2</sup>
I	Cianamida Cálcica R3	75 gramos/ m <sup>2</sup>
J	Metam Sodio.....R1	0.090 litros/ m <sup>2</sup>
K	Metam Sodio.....R2	0.090 litros/ m <sup>2</sup>
L	Metam Sodio.....R3	0.090 litros/ m <sup>2</sup>

No se evaluó un testigo absoluto, debido a que el objetivo es encontrar alternativas al Bromuro de Metilo éste fue el testigo a evaluar debido a que es lo que actualmente se utiliza para la desinfección de suelo previo al transplante, las dosis utilizadas para los productos son las recomendadas actualmente por las casas comerciales distribuidoras de los productos.

#### **2.4.4 Variable de respuesta**

Incidencia en el tiempo y en el espacio del complejo de hongos que causan mal del talluelo.

#### **2.4.5 Análisis de la información**

Descripción pictográfica de:

Tratamientos en el tiempo

Síntomas de cada tratamiento en el tiempo

Agentes observados al microscopio.

## 2.4.6 Fase de campo

### A. Establecimiento del experimento

El suelo se preparó, picando las camas a una profundidad de 0.5 metros y humedeciendo durante 5 días antes de la aplicación.

En el Cuadro 7 se observa la distribución de los tratamientos ya aleatorizados y distribuidos en el invernadero.

**Cuadro 7. Distribución aleatorizada de los tratamientos en el invernadero**

<b>h</b> Perlka	<b>h</b> Perlka
<b>k</b> Metam Sodio	<b>k</b> Metam Sodio
<b>e</b> Telone	<b>e</b> Telone
<b>i</b> Perlka	<b>i</b> Perlka
<b>b</b> Bromuro de Metilo	<b>b</b> Bromuro de Metilo
<b>a</b> Bromuro de Metilo	<b>a</b> Bromuro de Metilo
<b>j</b> Metam Sodio	<b>j</b> Metam Sodio
<b>f</b> Telone	<b>f</b> Telone
<b>c</b> Bromuro de Metilo	<b>c</b> Bromuro de Metilo
<b>g</b> Perlka	<b>g</b> Perlka
<b>l</b> Metam Sodio	<b>l</b> Metam Sodio
<b>d</b> Telone	<b>d</b> Telone

En las Figuras de la 3 a la 6, se presentan vistas de la preparación de los tablonos y de la aplicación de los tratamientos.



**Figura 3. Humedecimiento del suelo**



**Figura 4. Preparación del suelo**



**Figura 5. Colocación de cinta de goteo para aplicación de Metam sodio y 1,3 Dicloropropeno**



**Figura 6. Área con cobertura plástica**

Debido a que el transplante debió realizarse el mismo día para todos los tratamientos, se calendarizaron las aplicaciones de tal forma que coincidieran los períodos de reingreso y establecimiento de la planta, para lo cual se distribuyeron como se presenta en el Cuadro 8.

**Cuadro 8. Período de reingreso de los productos y calendarización de las aplicaciones**

Tratamiento	Reingreso	Preparación del terreno	Total días
<b>Bromuro de Metilo</b>	72 horas	48 horas	5 días
<b>Metam Sodio</b>	148 horas	48 horas	10 días
<b>Cianamida Cálcica</b>	2 horas	48 horas	2 días
<b>1-3 Dicloropropeno</b>	72 horas	48 horas	10 días

De tal forma que la Cianamida Cálcica se aplicó al voleo mientras se colocaba el plástico para la bromuración y antes de la aplicación del 1,3 Dicloropropeno y el Metam Sodio que se aplicaron 9 días antes del transplante (en el riego por goteo), el bromuro (fumigado) se aplicó 6 días antes.

## **B Descripción de la aplicación de cada producto**

### **a. Bromuro de Metilo**

Para inyectar el Bromuro de Metilo se eleva la temperatura del mismo a 80 centígrados por medio de una caldera la cual cuenta con un depósito de agua y un serpentín de cobre por el que pasa el bromuro y al elevarse la temperatura se transforma a su estado gaseoso y este gas se hace pasar por medio de mangueras con agujeros cada 0.01m y por donde se distribuye el producto dentro del invernadero. El plástico que se coloca sobre el suelo y las mangueras retiene ese gas que al enfriarse y transformarse en líquido se mezcla con la humedad del suelo y se disuelve penetrando y haciendo su efecto biocida en el suelo (Figuras 7, 8 y 9).



**Figura 7. Caldera para aplicación del Bromuro de Metilo**



**Figura 8. Operario abriendo llave de paso para inyección de Bromuro de Metilo**



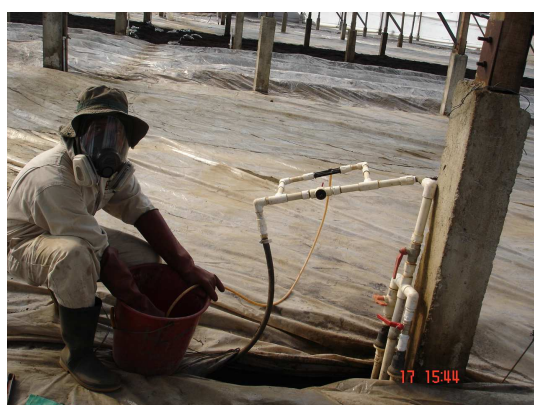
**Figura 9. Chequeo de presión**

### **b. Metam Sodio**

Se colocó cinta de goteo con distancia de 0.01 metros entre goteros y distancia de 0.02 metros entre mangueras. Se aplicó por medio del riego por goteo inyectándolo por medio de dosificador tipo dosatron con relación 1:100 colocado en el caballete principal del invernadero, se cubrió con plástico al igual que el tratamiento de Bromuro de Metilo, como se puede ver en la Figura 11.



**Figura 10. Presentación del Metam Sodio**



**Figura 11. Inyección del Metam Sodio**

### **c. 1-3 Dicloropropeno**

Se aplicó también por medio del riego por goteo aunque para la aplicación de este se utilizó un sifón Ventury con relación 1:100 colocado entre el caballete de cada media nave y el sistema de riego de poliducto, debido a la característica corrosiva del producto ante tuberías de material de PVC. Las mangueras de riego con distancias de 0.01 m entre

agujeros y 0.02 m entre mangueras, se cubrió con plástico al igual que el tratamiento de Bromuro de Metilo (Figuras 12, 13, 14, 5 y 16).



**Figura 12. Presentación de Telone**



**Figura 13. Equipo para inyección de Telone**



**Figura 14. Preparación de producto**



**Figura 15. Adaptación del Venturi para inyección del producto en el riego por goteo**



**Figura 16. Proceso de inyección de Telone**

#### d. Cianamida Cálcica

El método de aplicación es al voleo, se humedeció el suelo para activar la microflora y microfauna desde cinco días antes de la aplicación. Luego se aplicó sobre el suelo y se hizo la incorporación del producto por medio del picado del suelo con azadones, posteriormente se realizó un riego para mejorar la efectividad del producto ya que tapa los poros del suelo y se aprovecha mejor el efecto de la gasificación del producto (Figuras 17, 18, 19 y 20).



Figura 17. Recipiente de Cianamida



Figura 18. Consistencia de la Cianamida



Figura 19. Preparación de producto



Figura 20. Incorporación de cianamida al suelo

Al cumplirse el período de reingreso al invernadero, se hicieron los camellones y se colocó de la cinta de goteo en el tratamiento de Bromuro y Perlka. Seguidamente se abrieron los agujeros para el transplante.

### C. Manejo del cultivo

Se efectuó una siembra manual colocando una planta por agujero, utilizando para el efecto la variedad Prestige red.

A partir de la siembra se realizaron riegos diarios por la mañana y por la tarde, así como a la toma de datos de Temperatura y Humedad relativa. Las condiciones del invernadero debieron oscilar con temperatura entre 25 y 30 grados centígrados y 75 a 85 % la humedad relativa, la humedad del suelo se monitoreó diariamente para mantener el suelo a capacidad de campo

### D. Toma de datos

La determinación de los agentes fitopatógenos presentes se estableció realizando monitoreos durante los primeros dos meses (cada 8 días), en donde se extrajeron las plantas que presentaron pérdida en la turgencia de las hojas, color verde amarillento, enrollamiento de las hojas, achaparramiento y colapso. Para determinar de la presencia de agentes fitopatógenos se procedió a una observación al estereoscopio en donde se determinó la presencia de pudriciones o lesiones necróticas de las plantas que fueron trasladadas al laboratorio por presentar síntomas de mal de talluelo (Figura 21).



**Figura 21. Monitoreo de Enfermedades**

La primera lectura se efectuó a los ocho días de transplante los siguientes muestreos se efectuaron en intervalos de 8 días.



Se llevó un registro diario de la temperatura y la humedad relativa dentro del invernadero en tres períodos al día (7:00, 12:00 y 15:00). Se realizaron monitoreos para determinar la incidencia de los patógenos *Fusarium sp* y *Rhizoctonia solani* cada 8 días.

#### **2.4.7 Fase de laboratorio**

Se llevó a cabo en el Centro de Diagnóstico Parasitológico de la FAUSAC de la siguiente forma, en las plantas afectadas las raicillas se observaron al estereoscopio para determinar la presencia de pudriciones o lesiones necróticas. Al detectar presencia de daño en el tejido radical se procedió de la siguiente forma:

##### **A. Raspado**

Se colocaron signos o micelios y conidias en laminillas portaobjetos con una gota de colorante lactofenol, se utilizaron las agujas de disección con las cuales se hicieron los raspados de la superficie del tejido enfermo.

##### **B. Cortes**

Se efectuaron cortes en las raíces y cuello del tallo, los montajes se efectuaron tiñéndolos en lactofenol azul y se observaron los cuerpos fructíferos para su determinación se utilizó la clave géneros ilustrados de hongos imperfectos Barnett.

También se realizó un análisis nematológico de todos los tratamientos utilizando el método de tamizado y centrifugado y el de la cámara nebulizadora.

#### **2.4.8 Análisis estadístico y económico**

Se analizaron los datos a través de un programa estadístico SAS para el modelo estadístico de Bloques al Azar que se ha planteado.

Se realizó un análisis económico de costo/beneficio para cada tratamiento evaluado.

## 2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar el primer muestreo 8 días después de la siembra, no se observó síntomas de marchites en las plantas, lo cual indica que la severidad de la enfermedad en esta etapa del cultivo no causa colapso en las plantas, sin embargo a partir del segundo muestreo realizado a los 16 días después de la siembra los síntomas de la enfermedad son detectados a simple vista por el marchitamiento de las plantas como se observa en la Figura 22.



**Figura 22. Marchitamiento de plantas de pasca *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch a los 16 días después del transplante**

Al arrancar las plantas se observaron daños en la raíz tales como pudrición, cáncer del cuello, necrosis, síntomas característicos de enfermedades causadas por hongos del suelo (1) tal como se observa en las Figuras 23 y 24.



**Figura 23. Daño en el sistema radicular**



**Figura 24. Pudrición de raíz**

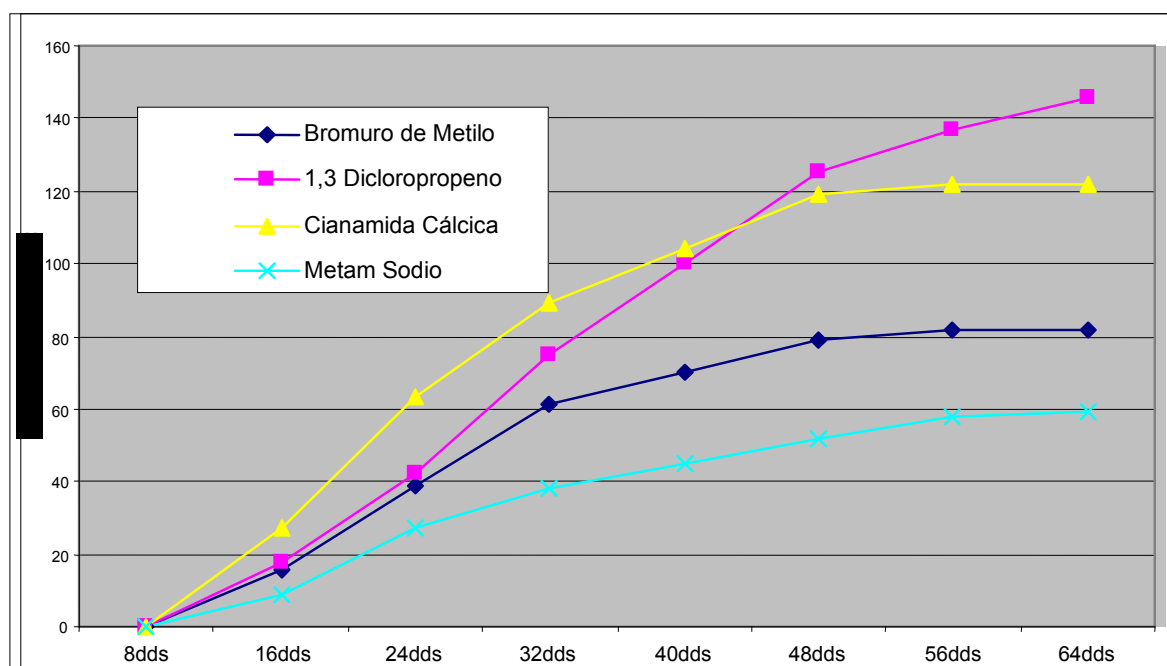
En el Cuadro 9 se presenta la cantidad acumulada de plantas muertas por tratamiento, la enfermedad de raíz se presentó durante los 64 días después del transplante, transcurrido ese tiempo ya no hubo muerte de plantas debido a que existe un mayor sistema radicular en las plantas, haciéndolas más resistentes al ataque de hongos del suelo.

**Cuadro 9. Cantidad acumulada de plantas muertas en los diferentes períodos evaluados después del transplante. 2007.**

	8DDS	16DDS	24DDS	32DDS	40DDS	48DDS	56DDS	64DDS
<b>Bromuro de Metilo</b>	0	16	39	61	70	79	82	82
<b>1,3 Dicloropropeno</b>	0	18	42	75	100	125	137	146
<b>Cianamida Cálcica</b>	0	27	63	89	104	119	122	122
<b>Metam Sodio</b>	0	9	27	38	45	52	58	59

DDS = Días después de la siembra

Puede observarse que la incidencia de plantas muertas en el tratamiento de Metam Sodio es 28% menor que el tratamiento testigo (Bromuro de Metilo) producto que se utiliza actualmente, la Cianamida Cálcica y el 1,3 Dicloropropeno presentan aún menos porcentaje de control desinfectando el suelo 32% y 44% respectivamente, ver Figura 25.



**Figura 25. Acumulación de plantas muertas en el período evaluado después del tranplante.**

Las plantas colapsadas se trasladaron al laboratorio de Parasitología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos en donde se determinó que los agentes causales de la marchites son *Fusarium sp* y *Rizoctonia solani*.

### 2.5.1 Incidencia de *Fusarium sp*.

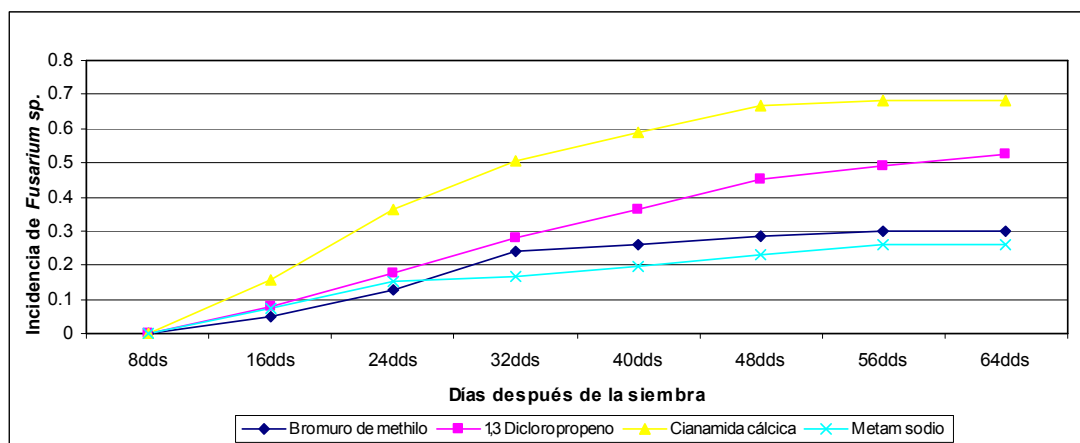
En los Cuadros 10 y 11 se presentan los resultados obtenidos al hacer el diagnóstico de los agentes causales del mal del talluelo y marchites radicular en pascua *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch.

**Cuadro 10. Cantidad acumulada de plantas muertas por *Fusarium sp*.**

	<i>Fusarium sp.</i>							
	8dds	16dds	24dds	32dds	40dds	48dds	56dds	64dds
Bromuro de metilo	0	6	16	30	33	36	38	38
1,3 Dicloropropeno	0	10	22	35	46	57	62	66
Cianamida Cálcica	0	20	46	64	74	84	86	86
Metam sodio	0	9	19	21	25	29	33	33

dds = días después de la siembra

En el Cuadro 11 se muestra que el Metam Sodio presenta una incidencia de *Fusarium sp.* 15% menor a la del Bromuro de Metilo, los productos 1,3 Dicloropropeno y Cianamida Cálctica presentan mayor incidencia de *Fusarium sp.* 126% y 100% respectivamente. Lo anterior se puede ver en la Figura 26.



**Figura 26. Incidencia de *Fusarium sp.* por tratamiento durante el tiempo**

En el Cuadro 11, se presenta la incidencia de *Fusarium sp.*, en cada una de las tomas de datos y en el Cuadro 12, el resumen del análisis de varianza.

**Cuadro 11. Incidencia de *Fusarium sp.* en cada toma de datos.**

	8 DDS	16 DDS	24 DDS	32 DDS	40 DDS	48 DDS	56 DDS	64 DDS
<b>Bromuro de metilo</b>	0	4	5	2	2	3	1	0
<b>1-3 Dicloropropeno</b>	0	8	8	9	4	6	2	0
<b>Perlka</b>	0	14	22	20	13	10	2	0
<b>Metham sodio</b>	0	7	7	2	2	4	2	0

DDS = días después de la siembra

Los resultados del Cuadro 12 muestran los efectos significativos que tienen los diferentes productos para el control de *Fusarium sp.* (Incidencia) indicando que al menos un producto actúa diferente al Bromuro de Metilo en cuanto al control de *Fusarium sp.*, y en el Cuadro 13 se presenta el resumen de la prueba de Tukey.

**Cuadro 12. Análisis de Varianza para la incidencia de *Fusarium sp.***

F.V.	G.L.	SC	C.M.	F. value	Pr> F
TRAT	3	823.33333333	274.44444444	15.37	0.0032
BLOQ	2	66.16666667	33.08333333	1.85	
Error	6	107.16666667	17.86111111		

\* Existe significancia  
Coeficiente de variación 31.69

El análisis del Cuadro 13 nos indica que el tratamiento menos efectivo para el control de *Fusarium sp.* es el producto Cianamida Cálcica mientras que el 1-3 Dicloropropeno y el Metam Sodio no presentaron diferencias significativas contra el Bromuro de Metilo en cuando al control de *Fusarium sp.* Por lo tanto se pueden utilizar indistintamente.

**Cuadro 13. Resumen de la comparación de medias Tukey**

Tratamiento	Media	Grupo Tukey
Cianamida Cálcica	28.6	A
1-3 Dicloropropeno	22	B
Metham Sodio	11	B
Bromuro de Metilo	12.66	B

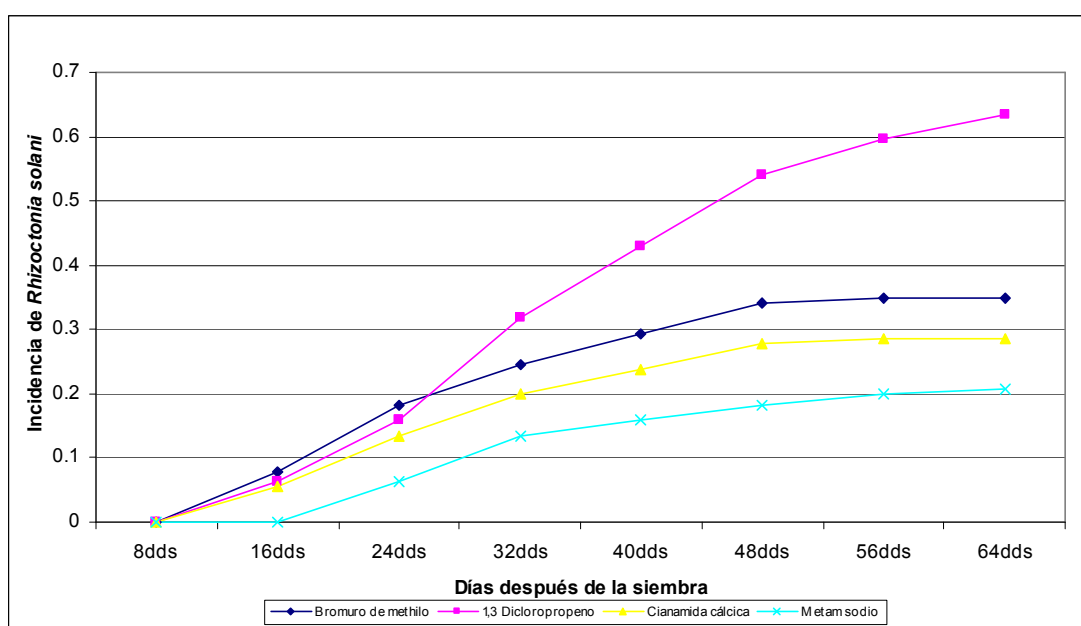
### 2.5.2 Incidencia de *Rhizoctonia solani*

En el Cuadro 14, se presenta la cantidad acumulada de plantas muertas por *Rhizoctonia solani*.

**Cuadro 14. Cantidad acumulada de plantas muertas por *Rhizoctonia solani*.**

	<i>Rhizoctonia solani</i>							
	8dds	16dds	24dds	32dds	40dds	48dds	56dds	64dds
<b>Bromuro de Metilo</b>	0	10	23	31	37	43	44	44
<b>1,3 Dicloropropeno</b>	0	8	20	40	54	68	75	80
<b>Cianamida Cálcica</b>	0	7	17	25	30	35	36	36
<b>Metam Sodio</b>	0	0	8	17	20	23	25	26

La Figura 27 muestra que la mayor incidencia *Rhizoctonia solani* se presentó en el tratamiento de 1,3 Dicloropropeno con un 81% mayor de incidencia respecto al Bromuro de Metilo, mientras que la Cianamida Cálcica y el Metam Sodio un 18% y 40% menor de incidencia de *Fusarium sp.* que el tratamiento de Bromuro de Metilo respectivamente.



**Figura 27. Incidencia de *Rhizoctonia solani* durante los 64 días después del transplante**

En el Cuadro 15 se presenta el resumen la incidencia de *Rhizoctonia solani* para cada una de las lecturas y en el Cuadro 16 se presenta el resumen del análisis de varianza.

**Cuadro 15. Resumen de resultados de la incidencia de *Rhizoctonia solani* en cada toma de datos.**

	8 dds	16 dds	24 dds	32 dds	40 dds	48 dds	56 dds	64 dds
<b>Bromuro de methilo</b>	0	7	7	7	4	3	1	0
<b>1-3 Dicloropropeno</b>	0	6	7	11	8	10	5	0
<b>Cianamida Cálcica</b>	0	7	11	6	5	4	1	0
<b>Metham sodio</b>	0	4	9	8	5	5	3	0

Los resultados del Cuadro 16 muestran que no hay diferencias significativas de los tratamientos alternativos para el control de *Rhizoctonia solani* respecto al testigo relativo que es el Bromuro de Metilo.

**Cuadro 16. Análisis de varianza para incidencia de *Rhizoctonia solani***

F.V.	G.L.	SC	C.M.	F. value	Pr> F
TRAT	3	59.33333333	19.77777778	4.72	0.0509
BLOQ	2	1.50000000	0.75000000	0.18	
Error	6	25.16666667	4.19444444		

No existen diferencias significativas

Coefficiente de variación 17.066%

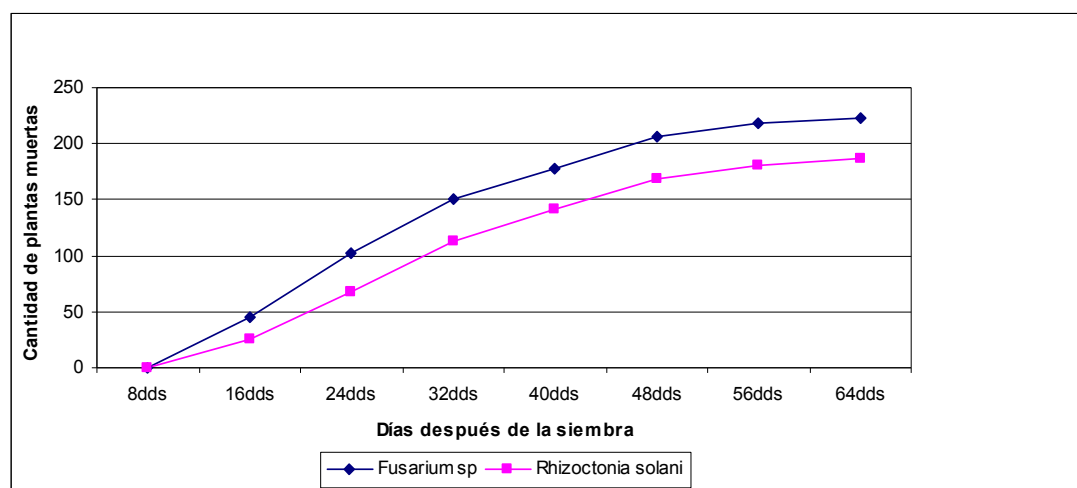
### 2.5.3 Análisis de *Fusarium sp* y *Rhizoctonia solani*

En el Cuadro 17, se presenta los totales de incidencia para el complejo *Fusarium sp.*, y *Rhizoctonia solani*.

**Cuadro 17. Totales acumulados de *Fusarium sp* y *Rhizoctonia solani***

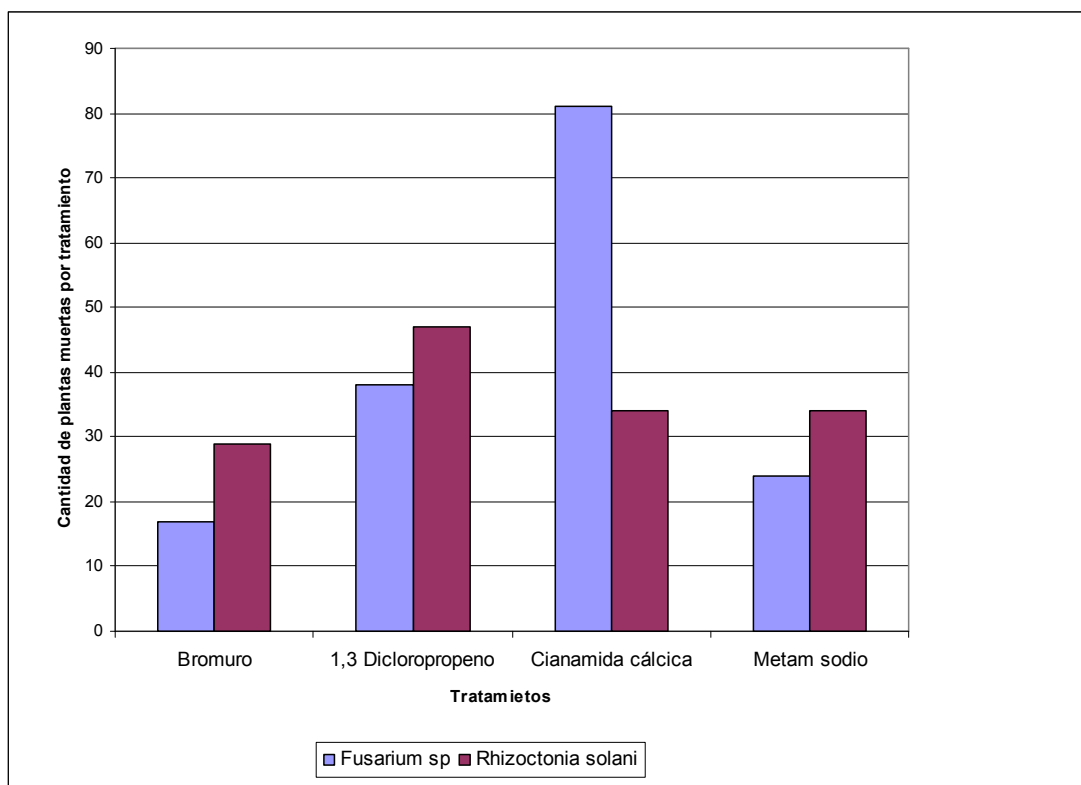
	8dds	16dds	24dds	32dds	40dds	48dds	56dds	64dds
<i>Fusarium sp</i>	0	45	103	150	178	206	219	223
<i>Rhizoctonia solani</i>	0	25	68	113	141	169	180	186

Del cuadro 17 se genera la Figura 28 donde se compara la incidencia de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia solani*, determinando que el agente que causa mayor pérdida de plantas en un 16% es *Fusarium sp.*

**Figura 28. Incidencia de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia solani***

En la Figura 29, se presenta la incidencia de *Fusarium sp.*, y *Rhizoctonia solani*, para cada tratamiento evaluado.





**Figura 29. Comparación de la incidencia de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia solani* en cada tratamiento**

El Bromuro de Metilo presentó mayor efectividad en el control de *Fusarium sp.* que en *Rhizoctonia solani*, tal como se observa en la Figura 29, donde también se ve que el tratamiento de 1,3 Dicloropropeno la incidencia del *Fusarium sp.* es menor que *Rhizoctonia solani*, sin embargo en este tratamiento hubo una repetición en la cual *Fusarium sp.* presentó elevada incidencia probablemente por existir mayor fallas en la efectividad de la aplicación, aunque se verificó antes de esta que el sistema de inyección del producto estuviera en óptimas condiciones para tener eficiencia en la aplicación.

El Metam Sodio presenta buen control contra *Fusarium sp.* y de *Rhizoctonia solani*.

La Cianamida Cálcica según la Figura 29 es mas efectiva contra *Rhizoctonia solani*, sin embargo los resultados obtenidos en el control de *Fusarium sp.* no fueron satisfactorios, lo que también influye que en el ensayo *Fusarium sp.* sea el causante de la mayor cantidad de plantas muertas, al igual que Hans-Juergen Klasse que en Alemania obtuvo malos resultados en el control de *Fusarium sp.* utilizando Cianamida Cálcica, sin embargo para otros fitoparógenos tales como *Phytophthora sp.* si presenta un buen control (7). Según Hans-Juergen, la Cianamida Cálcica al descomponerse en el suelo forma el ácido dicianamídico el cual actúa para el control de hongos del suelo, también libera nitrógeno en forma de amonio y nitratos (7). Se conoce que las altas concentraciones de nitrógeno controlan hongos del suelo tales como *Fusarium sp.* (20) sin embargo también se menciona que a partir de 48 horas luego de la aplicación de altas cantidades de nitrógeno se favorece el desarrollo de las poblaciones de hongos y bacterias, pero transcurridas 6 semanas después de la aplicación, se ve la disminución drástica de las poblaciones de estos microorganismos fitopatógenos, tal como se manifestó en el tratamiento de Cianamida Cálcica y se observa en la Figura 29 que a partir de la sexta semana el tratamiento con Cianamida Cálcica presenta igual número de muerte de plantas que el Bromuro de Metilo y el Metam Sodio, sin embargo en esta etapa se va disminuyendo la susceptibilidad de la planta al ataque de hongos tales como *Fusarium sp* y *Rhizoctonia solani*.

En el Cuadro 18, se presenta el resumen del análisis de varianza para la pérdida total de plantas provocada por *Fusarium sp.*, y *Rhizoctonia solani*, y en el Cuadro 19 el resumen de la prueba de medias de Tukey.

**Cuadro 18. Análisis de varianza de *Fusarium sp.*, y *Rhizoctonia solani***

F.V.	G.L.	SC	C.M.	F. value	Pr> F
TRAT	3	942.00000000	314.00000000	17.53	0.0023
BLOQ	2	67.16666667	33.58333333	1.87	
Error Exp.	6	107.5	17.91		

\*Existen diferencias significativas

Coefficiente de variación 16.708%

En el Cuadro 19 se puede observar las diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el Bromuro de Metilo el que presentó la menor incidencia al sumar las plantas perdidas tanto por *Fusarium sp.* como por *Rhizoctonia solani* siendo significativa esta diferencia ya que se ubica en el grupo C.

**Cuadro19. Resumen de la comparación de medias del total de plantas perdidas por *Fusarium sp.* y por *Rhizoctonia solani***

Tratamiento	Media	Grupo Tukey
Cianamida Cálcica	38.33	A
1-3 Dicloropropeno	28.33	A B
Metham Sodio	19.33	B C
Bromuro de Metilo	15.33	C

El Metam Sodio corresponde al grupo B C por lo que estadísticamente puede llegar a tener tan buenos resultados como el Bromuro de Metilo en desinfección de suelo para el control de *Fusarium sp* y *Rhizoctonia solani*, sin embargo también puede presentar resultados similares al 1-3 Dicloropropeno el cual en dos de las repeticiones presentó muy buenos resultados aunque en una se pudo observar mayor incidencia tanto de *Fusarium sp.* como de *Rhizoctonia solani* lo cual pudo originarse a una mayor concentración de patógenos en esa área o problemas de efectividad en la cobertura de la aplicación por lo tanto se ubica estadísticamente en el grupo A B.

#### 2.5.4 Análisis nematológico

Los resultados obtenidos luego de realizar tanto el método de tamizado y centrifugado, como el de la cámara nebulizadora indicaron que no había nemátodos fitopatógenos en el suelo.

#### 2.5.5 Análisis económico

En el Cuadro 20 se presenta el análisis económico de la relación costo beneficio de cada uno de los tratamientos.

La rentabilidad de la desinfección de suelos por medio de Metam Sodio y 1,3 Dicloropropeno es del 10%, la cual es mayor a los tratamientos de Bromuro de Metilo y Cianamida Cálcica que presentan un 9% de rentabilidad. Lo cual se debe al desabastecimiento y consecuente incremento en el precio del Bromuro de Metilo y los otros materiales necesarios para su aplicación.

## Cuadro 20. Análisis costo beneficio

Tratamiento	Costo de Aplicación		Rendimiento Esqueje/Ha		CPU	CT	IB	IN	B/C	Rentabilidad
	Q									
Bromuro de metilo	Q	16,277.88	2989048		Q 1,180,673.81	Q 1,196,952.00	Q 2,498,844.00	Q 1,301,892.00	1.09	9%
Metam sodio	Q	11,829.81	2986190		Q 1,179,545.24	Q 1,191,375.00	Q 2,496,455.00	Q 1,305,080.00	1.1	10%
Cianamida Cálcica	Q	15,240.38	2972619		Q 1,174,184.52	Q 1,189,425.00	Q 2,485,110.00	Q 1,295,685.00	1.09	9%
1,3 Dicloropropeno	Q	8,404.81	2979762		Q 1,177,005.95	Q 1,185,411.00	Q 2,491,081.00	Q 1,305,670.00	1.1	10%

### Referencias

Precio del esqueje Q 0.836

Costo por unidad producida Q 0.395

Existen otros factores que se deben considerar, tales como el menor impacto ambiental que se genera al aplicar cualquiera de los productos alternativos al Bromuro de Metilo evaluados en la presente investigación y desde el punto de vista de la productividad enfocada a generar más esquejes por unidad de área es más conveniente la aplicación de Metam Sodio pues se producen más de 6000 esquejes por cada hectárea desinfectada en suelos que la producción de esquejes que se alcanza con la aplicación de 1,3 Dicloropropeno tal como se ve en el Cuadro 20.

Podemos observar que la rentabilidad de la aplicación del Cianamida Cálcica alcanza un 9% lo cual es similar a la rentabilidad del Bromuro de Metilo sin embargo debido a la incidencia en la muerte de plantas en ese tratamiento la producción se ve afectada en más de 16000 esquejes por hectárea, por lo que se necesita contar con más área para alcanzar los planes de producción anual.

## 2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 2.6.1 Conclusiones

- a. Las pudriciones de raíz en producción de pascua ***Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch** en las primeras ocho semanas de establecimiento, son causadas por los hongos ***Fusarium* sp** y ***Rhizoctonia solani*** siendo el ***Fusarium* sp.** el que presenta mayor incidencia en la muerte de plantas en dicha etapa fenológica.
- b. El Metam Sodio alcanza una efectividad similar al Bromuro de Metilo para la desinfección de suelo en control de hongos que provocan pudrición de raíz en producción de pascua ***E. pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch.**
- c. El 1-3 Dicloropropeno presentó resultados que pueden ubicarlo con similar efecto en el control de hongos del suelo como el Metam Sodio, sin embargo también presenta efectos estadísticamente similares a la Cianamida Cálcica de bajo control contra ***Fusarium* sp.**
- d. El análisis económico indica que el Metam Sodio y el 1,3 Dicloropropeno son mas rentables que el Bromuro de Metilo.

## 2.6.2 Recomendaciones

- a. Aplicar Metam Sodio en desinfección de suelo para la producción de pascua ***Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch.**
- b. Evaluar el 1-3 Dicloropropeno y la Cianamida Cálcica a mayor dosis para desinfección de suelo en producción de Pascua ***E. pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch**
- c. Evaluar bajo condiciones controladas la efectividad de los productos Metham sodio, 1-3 Dicloropropeno y Cianamida Cálcica para el control de nemátodos fitopatógenos que pueden afectar la producción de pascua por ejemplo ***Meloydogine sp.***
- d. Evaluar viabilidad de aplicación de Cianamida Cálcica en desinfección de sustratos que permanezcan 6 semanas entre el período de aplicación y la siembra de las plantas.
- e. Hacer evaluaciones de las alternativas al Bromuro de Metilo en áreas comerciales mayores a 5,000 metros cuadrados.

## 2.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, GN. 1997. Plant pathology. 4 ec. US, APS. p.133-150.
2. Chase, AR. 1987. Compendium of ornamental foliage diseases. US, APS. 37 p.
3. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala; según el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
4. Daughtrey, M. 1995. Compendium of flowering potted plant diseases. US, APS. 92 p.
5. Ecke, P. *et al.* 2004. The Ecke poinsettia manual. Batavia, Illinois, US, Ball Publishing. 287 p.
6. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, HN. 2005. Hongos que casuan enfermedades en el suelo. Honduras. Boletín Informativo. 2 p.
7. Hans-Juergen Klasse, SKW; Trostberg, AG. 2000. Calcium cyanamide – an important tool in methyl bromide replacement strategies (en línea). Germany. Consultada 2 ago 2006. Disponible en [www.minagric.gr/greek/data/files2251/PERLKLA1.DOC](http://www.minagric.gr/greek/data/files2251/PERLKLA1.DOC).
8. Husein, A. *et al.* 1996. Live after methyl bromide. *In* Annual conference on pest and disease management for ornamentals (2, 1996, US). US, Orchyds. Society of American Florists. 61p.
9. Lopez, JM. Posibles alternativas al uso de Bromuro de Metilo, Málaga, España, CIFA. p. 1-3.
10. López Bautista, EA. 2004. Estadística aplicada a la producción agrícola Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 55 p.
11. Maister, RD. 2005. Crops protection handbook 2005. US, Meisterpro. 453p.
12. Miramontes Avila, JA. 2000. Avances Agropecuarios. Sonora, México, Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería, Coordinación de Difusión. 84 p.
13. Monzón, A; Rodríguez Tudela, JL. 2005. Infecciones causadas por el género *Fusarium*. s.n.t. Consultada 4 set 2005. Disponible en [www.seimc.org/control/revimico/fusarium.html](http://www.seimc.org/control/revimico/fusarium.html)
14. Moorman, GW. 2000. Disease management. Pennsylvania, US, Pennsylvania State University, Department of Plant Pathology, Special Research Report no. 103, 3 p. (American Floral Endowment).
15. New Jersey Department of Health and Senior Services, US. 1999. Hoja informativa sobre sustancias peligrosas. New Jersey, US. Consultada 04 set 2005. Disponible en <http://www.state.nj.us/health/eoh/rtkweb/0666sp.pdf>

16. PNUMA, Secretaría del Ozono, CA. 1999. Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan el ozono. Beijing. 52 p.
17. Santamarta Flores, J. 2003. Estados Unidos y la destrucción de la capa de ozono (en línea). España, World Watc. Consultada 9 set 2005. Disponible en <http://www.lainsignia.org/index.html>
18. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
19. Standley, PC; Steyermark, JA. 1949. Flora of Guatemala. Chicago, US, Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany, v. 24, pte. 6, p. 25.
20. UPR (Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, Servicio de Extensión Agrícola, PR). 1999. Clínica microflora: el proceso natural de limpieza por la microflora del suelo (en línea). Puerto Rico. Consultado 3 ago 2006. Disponible en [www.seam.uprm.edu/forest/Publicaciones/Clinica\\_Microflora.htm](http://www.seam.uprm.edu/forest/Publicaciones/Clinica_Microflora.htm)





**CAPÍTULO III**

**SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA TRES VOLCANES PROPIEDAD DE PAUL ECKE DE GUATEMALA, SAN MIGUEL DUEÑAS SACATEPEQUEZ**

### 3.1 PRESENTACIÓN

La finca Tres Volcanes en San Miguel Dueñas, Sacatepéquez ha delegado en el departamento de protección vegetal el objetivo de lograr que los esquejes lleguen al cliente libre de plagas y enfermedades, para lo cual debe contar con un personal capacitado en el reconocimiento de plagas y enfermedades, habilidad para el control de los mismos, sin olvidar el aspecto de seguridad industrial enfocado a la prevención de intoxicaciones agudas o crónicas. En el desarrollo del EPSA se realizó una serie de servicios que proporcionaron apoyo a las actividades del departamento de protección vegetal.

Dada la diversidad de los cultivos que se producen actualmente y que anualmente se integran nuevos materiales para exportación algunos de ellos exóticos se han desarrollado nuevos problemas de plagas y enfermedades. Uno de los principales problemas era que el personal que monitorea no estaba capacitado en el reconocimiento de insectos y síntomas de enfermedades y no se había determinado los agentes patógenos causales de las enfermedades en cultivos de Flower Fields. Durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía se realizó un diagnóstico, donde se detectaron los principales problemas y en función de ellos se desarrolló la investigación y los servicios que se presentan a continuación.

Para realizar la capacitación se inició con la determinación por medio de monitoreos y colectas de muestras de las principales plagas y enfermedades de los cultivos. Habiendo identificado 17 problemas de plagas se procedió hacer una investigación documental y revisión de los programas de control para elaborar las fichas técnicas por cada problema identificado en el campo y en el laboratorio. Finalizada la fase de laboratorio y gabinete se procedió a capacitar a 26 personas del Departamento de Protección Vegetal de la empresa en el reconocimiento de los síntomas e identificación a nivel de campo por medio de las fichas elaboradas y material colectado, para que logren detectar en sus estadios iniciales las infestaciones de plagas que dañen la producción.

Durante la temporada 2004-2005 se tuvieron graves problemas con larvas de lepidópteros *Spodoptera exigua*, especialmente en el cultivo de verbenas *Verbena canadensis*, la lentitud en el control de esta plaga, trajo como consecuencia la detención de 4 embarques durante la temporada y el reclamo de clientes. Se determinó que la dificultad en la penetración de los productos debido a la morfología de las verbenas, causaba baja efectividad en las aplicaciones, por lo que se diseñó un accesorio de aplicación que debido a sus características permitió la penetración de los productos hasta los niveles más bajos de la planta, donde se encontraban las larvas al momento de la aplicación en las horas frescas. Por lo tanto, al implementar el uso de esta lanza tipo "Aguilón" se controló el problema en menos de tres semanas.

Finalmente, como se ha mencionado, una de las estrategias para la prevención y el control de plagas y enfermedades en la finca Tres Volcanes, es el uso de plaguicidas químicos, por lo que tanto las personas que lo aplican como quienes los supervisan, están expuestos diariamente a la intoxicación aguda o en el mediano o largo plazo a una intoxicación crónica. Por lo tanto, es necesario manejar adecuadamente los plaguicidas y verificar periódicamente el estado de contaminación en la sangre. Lo cual se logra por medio del examen de colinesterasa en la sangre para el caso de organofosforados. Se realizaron las gestiones para adquirir los recursos económicos necesarios para examinar los niveles de colinesterasa de los fumigadores y de los supervisores en un laboratorio bioclínico privado ubicado en Antigua Guatemala. Ninguno de los resultados estuvieron por debajo del nivel inferior que es de 5,900 u/l sin embargo 2 de las 18 personas, se diagnosticaron con un nivel entre 6,000 y 7,000 u/l por lo tanto se trasladaron al grupo de monitoreo, como medida preventiva.

### **3.2 SERVICIO 1: FICHAS TÉCNICAS DE LAS PLAGAS QUE AFECTAN LOS CULTIVOS DE FLOWER FIELDS EN LA FINCA TRES VOLCANES, SAN MIGUEL DUEÑAS SACATEPÉQUEZ**

#### **3.2.1 Objetivos**

##### **A. General**

Elaborar las fichas técnicas de plagas en los cultivos de Flower Fields en la finca Tres Volcanes, San Miguel Dueñas, Sacatepéquez.

##### **B. Específicos**

- a. Investigar las principales plagas que afectan los cultivos de Flower Fields para la producción de esquejes.
- b. Determinar los agentes causales de las enfermedades en los cultivos de Flower Fields.
- c. Capacitar al personal de monitoreo en la identificación de síntomas y daños de las plagas.
- d. Elaborar material didáctico con fines de capacitación a todo el personal de la Empresa Paul Ecke de Guatemala S.A.

#### **3.2.2 Metodología**

##### **A. Recursos y Materiales**

- i. Archivos de monitoreos de campo
- ii. Biblioteca de Departamento Protección Vegetal
- iii. Lupas 3x, 10x, 20x
- iv. Estereoscopio
- v. Microscopio
- vi. Laminillas porta y cubreobjetos
- vii. Cámaras húmedas

- viii. Malla atrapa insectos
  - ix. Computadora
  - x. Especímenes de plagas
  - xi. Material didáctico
  - xii. Marcadores
  - xiii. Pizarra
  - xiv. Afiches plagas
- 
- a. Revisión de informes de monitoreos de los últimos 5 años en el Departamento de Protección Vegetal.
  - b. Revisión de Literatura de las plagas más importantes de los cultivos de Flower Fields
  - c. Recolección de muestras de especímenes y plantas con síntomas encontradas durante los monitoreos semanales.
  - d. Identificación de agentes causales a nivel de laboratorio en el Centro de Diagnóstico Parasitológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, Universidad del Valle de Guatemala y laboratorios privados Agroexpertos y Naturalmente Puresa.
  - e. Revisión de Literatura de las plagas identificadas a través de la Biblioteca del Departamento de Protección Vegetal.
  - f. Elaboración de Fichas técnicas por cada plaga identificada, conteniendo información técnica de taxonomía, síntomas y control.
  - g. Capacitación de personas que se dedican al monitoreo de plagas en la Empresa, por medio de charlas, material didáctico ilustrado (fichas técnicas elaboradas). Una charla mensual, evaluando los conocimientos adquiridos por medio de exámenes de proficiencia establecidos en el desempeño laboral de la empresa.



### 3.2.3 Resultados

Se elaboró el compendio de plagas más importantes en los cultivos de Flower Fields por medio de la recolección de muestras en los monitoreos durante la fase de establecimiento, formación y cosecha de esquejes, las fichas técnicas elaboradas se describen a continuación.

#### A. Plagas de importancia económica en los cultivos de Flower Fields

##### a. Plagas insectiles

En los Cuadros del 21 al 38 y las Figuras de la 30 a la 47, se presentan resúmenes de las fichas técnicas de las plagas de importancia en los cultivos de Flower Fields.

#### Cuadro 21. Descripción de daño y manejo de larvas de *Spodoptera exigua* Hübner

<b>Nombre común:</b>	Gusanos
<b>Nombre científico:</b>	<i>Spodoptera exigua</i> Hübner
<b>Orden taxonómico:</b>	Lepidoptera
<b>Especies más afectadas:</b>	<b>Verbena canadensis, Gazania x hybrida, Impatiens walleriana, Osteospermum ecklonis, Bracteantha bracteata.</b>
<b>Etapas fenológicas que afecta:</b>	Producción.
<b>Daño:</b>	Cuando las larvas eclosionan suelen atacar las partes altas mas tiernas de las plantas. Se alimentan de las hojas de las plantas.
<b>Manejo:</b>	Trampas de luz internas y externas. Recolección manual. Aplicación de Xentari 2 gr/l y Emamectina 5 gr/l.



Figura 30. Larva de lepidóptero *Spodoptera exigua* Hübner

**Cuadro 22. Descripción de daño y manejo de trips *Frankliniella occidentalis* Pergande**

<b>Nombre común:</b>	Trips
<b>Nombre científico:</b>	<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande
<b>Orden taxonómico:</b>	<i>Thysanoptera</i>
<b>Especies más afectadas:</b>	<i>Impatiens walleriana</i> , <i>Osteospermum ecklonis</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , <i>Bidens humillis</i>
<b>Etapa fenológica en que ataca:</b>	Establecimiento y producción.
<b>Daño:</b>	Succionan el contenido celular de los tejidos. Vectores de enfermedades.
<b>Manejo:</b>	Trampas amarillas y azules para capturar al insecto adulto. No presencia de flor dentro del invernadero. Aplicación de Mesurol 1.5 gr/l.



**Figura 31. Adulto *Frankliniella occidentales* Pergande**

**Cuadro 23. Descripción de daño y manejo de fungus gnats *Bradysia sp.* Winnertz**

<b>Nombre común:</b>	Fungus gnats
<b>Nombre científico:</b>	<i>Bradysia sp.</i> Winnertz
<b>Orden taxonómico:</b>	<i>Diptera</i>
<b>Especies más afectadas:</b>	<i>Osteospermum hybrid</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , <i>Lamium maculatum</i> .
<b>Etapa fenológica en que ataca:</b>	Propagación y establecimiento.
<b>Daño:</b>	Las larvas se alimentan de las raíces, el daño que producen al perforar la raíz hace la planta más susceptible al ataque de enfermedades del complejo damping off.
<b>Manejo:</b>	Trampas amarillas para capturar al insecto adulto. Aplicación de Oxamil 0.5 gr/l; Imidacloprid 0.3 gr/l aplicado al sustrato.





Figura 32. Larvas de Fungus gnats *Bradysia sp.* Winnertz provocando daños en la raíz

Cuadro 24. Descripción de daño y manejo de mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn y *Trialeurodes vaporariorum* Westwood

<b>Nombre común:</b>	Mosca blanca
<b>Nombre científico:</b>	<i>Bemisia tabaci</i> Genn y <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood
<b>Orden taxonómico:</b>	<i>Homoptera</i>
<b>Etapa fenológica que afecta:</b>	Propagación, Establecimiento y Producción
<b>Daño:</b>	Se alimenta de la clorofila de la planta, grandes poblaciones provocan el apareamiento de fumagina.
<b>Manejo:</b>	Trampas amarillas dentro y fuera de los invernaderos Aplicación de adulticidas como Tiocyclam 1 gr/l, Imidacloprid 0.3 gr/l, Aplicación de Ovicidas como <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> Wize 1 gr/l, <i>Beauveria bassiana</i> balsamo 1 gr/l, spiromezifen 1 gr/l.

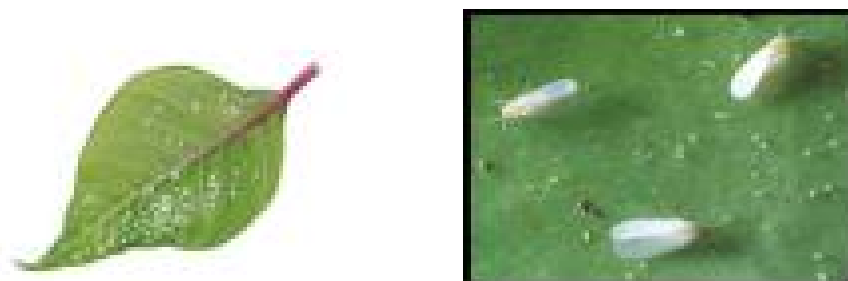


Figura 33. Mosca Blanca *Bemisia tabaci* Genn y *Trialeurodes vaporariorum* Westwood

**Cuadro 25. Descripción del daño y manejo de la araña amarilla *Polyphagotarsonemus latus* Banks**

<b>Nombre común:</b>	Broad mite
<b>Nombre científico:</b>	<i>Polyphagotarsonemus latus</i> Banks
<b>Orden taxonómica:</b>	<b><i>Acarina</i></b>
<b>Especies más afectadas:</b>	<i>Impatiens walleriana</i> , <i>Sutera cordata</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , <i>Osteospermum ecklonis</i> .
<b>Etapa fenológica que afecta:</b>	Propagación, establecimiento y producción.
<b>Daño:</b>	Se alimentan de la savia, provocan moteaduras en las hojas, grandes cantidades pueden causar amarillamiento, acaparamiento y defoliación.
<b>Manejo:</b>	Riego de calles, aplicación en áreas externas Productos utilizados: Abamectina 0.6 ml/l; Hidróxido de calcio más azufre 5 gr/l, Diafenturion 0.8 ml/l, Spiromezifen 1 gr/l.



**Figura 34. Adulto *Polyphagotarsonemus latus* Banks**

**Cuadro 26. Descripción de daño y manejo de araña roja *Tetranychus urticae* Koch**

<b>Nombre común:</b>	Araña Roja
<b>Nombre científico:</b>	<i>Tetranychus urticae</i> Koch
<b>Orden taxonómica:</b>	<b><i>Acarina</i></b>
<b>Etapa fenológica que afecta:</b>	Propagación, establecimiento y producción
<b>Daño:</b>	Se alimentan de la savia, provocan moteaduras en las hojas, grandes cantidades pueden causar amarillamiento, acaparamiento y defoliación.
<b>Manejo:</b>	Riego de calles, aplicación en áreas externas Productos utilizados: Abamectina 0.6ml/l; Hidróxido de calcio + azufre 5 gr/l, Diafenturion 0.5 gr/l, Spiromezifen 1 gr/l.



Figura 35. Adulto de araña roja *Tetranychus urticae* Koch

Cuadro 27. Descripción de daño y manejo de babosa *Sarasinula plebeya* Fisher

<b>Nombre común:</b>	Babosas
<b>Nombre científico:</b>	<i>Sarasinula plebeya</i> Fisher
<b>Orden taxonómico:</b>	<i>Solerolifera</i>
<b>Especies más afectadas:</b>	<b>Bracteantha bracteata, Scaevola aemula, Gazania x hybrida, Osteospermum ecklonis</b>
<b>Etapas fenológicas que afecta:</b>	Propagación
<b>Daño:</b>	Se alimentan de las hojas, segregan un líquido brillante que afecta la apariencia de las plantas y pueden causar quemaduras.
<b>Control:</b>	Tener buen drenaje, colocación de cebos con methaldehido 1 gr/m <sup>2</sup> .



Figura 36. Adultos de babosas *Sarasinula plebeya* Fisher.

b. Enfermedades causadas por hongos

Cuadro 28. Descripción de daño y manejo de *Botrytis cinerea* Pers.

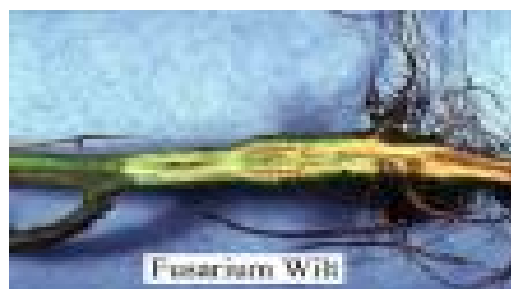
<b>Nombre común:</b>	Botrytis
<b>Nombre científico:</b>	<i>Botrytis cinerea</i> Pers
<b>Orden taxonómico:</b>	<i>Moniliales</i>
<b>Etapas fenológicas que afecta:</b>	Propagación, Establecimiento y Producción
<b>Daño:</b>	Quizá la enfermedad más común y ampliamente distribuida en plantas ornamentales en todo el mundo. Aparece principalmente en forma de pudriciones del follaje, pero también como pudriciones del tallo, ahogamiento de plántulas, manchas foliares. Además ocasiona pudriciones blandas en los esquejes cuando se transportan.
<b>Manejo:</b>	Disminuir la humedad relativa y bajar temperatura manejando cortinas, eliminación de hojas con síntomas, aplicación de Clorotalonil 1 gr/l; Mancozeb 1 gr/l; Iprodione 2 gr/l.



Figura 37. Daño de *Botrytis cinerea* Pers

**Cuadro 29. Descripción de daño y manejo de *Fusarium oxysporium* Schl**

<b>Nombre común:</b>	Fusarium
<b>Nombre científico:</b>	<i>Fusarium oxysporium</i> Schl
<b>Orden:</b>	<i>Hypocreales</i>
<b>Etapa que afecta:</b>	Establecimiento.
<b>Daños:</b>	Causa pudrición radicular y muerte en las plántulas, ingresa por heridas y se conduce por el xilema. Los brotes tiernos pierden turgencia, se obstruye el xilema
<b>Manejo:</b>	Manejar la humedad del suelo, que haya buen drenaje, Aplicaciones de Propamocarb 1 ml/l; Carbendazim 1 cc/l; Fosetil Aluminio 3 gr/l, Methil thiofanato 1.5 gr/l.

**Figura 38. Daño provocado por *Fusarium oxysporium* Schl****Cuadro 30. Descripción de daño y manejo de *Myrothecium***

<b>Nombre común:</b>	Myrothecium
<b>Nombre científico:</b>	<i>Myrothecium roridum</i> Tode
<b>Orden:</b>	<i>Hyphomycetes</i>
<b>Etapa fenológica que afecta:</b>	Propagación, establecimiento y producción.
<b>Daños:</b>	Causa manchas foliares circulares y posteriormente irregulares de 2.5 cm de diámetro. El centro de la mancha puede tener un color pardo mas claro que el borde y mas oscuro en el haz que en el envés de la hoja.
<b>Manejo:</b>	Eliminación de material vegetal infectado, disminuir humedad relativa del invernadero, colocación de mulch, aplicación de Azoxistrobin 0.3 gr/l, Mancozeb 1 gr/l, Clorotalonil 1 gr/l, peróxido de hidrógeno 7 ml/l antes de la cosecha.



Figura 39. Daño provocado por *Myrothecium roridum* Tode

Cuadro 31. Descripción de daño y manejo de mildiu polvoso *Erysiphe* sp.

<b>Nombre común:</b>	Mildiu polvoso
<b>Nombre científico:</b>	<i>Erysiphe</i> sp.
<b>Orden:</b>	<i>Erysiphales</i>
<b>Etapa fenológica que afecta:</b>	Propagación, establecimiento y producción.
<b>Daños:</b>	Polvo blanco o cenizo muy típico, en hojas y brotes. Las hojas y tallos atacados se vuelven de color amarillento y terminan por secarse.
<b>Manejo:</b>	Eliminación de material vegetal infectado, elevar humedad relativa del invernadero, aplicación de Clorotalonil 1 gr/l, Azoxistrobin 0.3 gr/l, Mancozeb 1 gr/l, Miclobutanil 0.6 gr/l.



Figura 40. Daño provocado por *Erysiphe* sp.

Cuadro 32. Descripción de daño y manejo de mildiu veloso *Bremia lactucae*.

<b>Nombre común:</b>	Mildiu polvoso
<b>Nombre científico:</b>	<i>Bremia lactucae</i> Regel
<b>Orden:</b>	<i>Peronosporales</i>
<b>Etapas fenológicas que afecta:</b>	Propagación, establecimiento y producción.
<b>Daños:</b>	Polvo blanco en el envés de las hojas. Las hojas y tallos atacados se vuelven de color amarillento y terminan amarillarse.
<b>Manejo:</b>	Eliminación de material vegetal infectado, Bajar humedad relativa del invernadero, colocar mulch, aplicación de Methalaxil 2 gr/l, Azoxistrobin 0.3 gr/l, Mancozeb 1 gr/l, Fosetil Al 3 gr/l.

Figura 41. Daño provocado por *Erysipe* sp.Cuadro 33. Descripción de daño y manejo de roya *Puccinia* sp.

<b>Nombre común:</b>	Roya
<b>Nombre científico:</b>	<i>Puccinia</i> sp.
<b>Orden:</b>	<i>Uredinales</i>
<b>Etapas fenológicas que afecta:</b>	Propagación, establecimiento y producción.
<b>Daños:</b>	Atacan la parte aérea de las plantas, causa lesiones en la epidermis que parece óxido, puede causar enanismo también.
<b>Manejo:</b>	Eliminación de material vegetal infectado, evitar condensación de humedad sobre el follaje, colocar mulch, aplicación de Azoxistrobin 0.3 gr/l, Mancozeb 1 gr/l, Miclobutanil 0.6 gr/l.



Figura 42. Daño provocado por *Puccinia* sp.

c. Enfermedades provocadas por bacterias

Cuadro 34. Descripción de daño y manejo de *Erwinia carotovora* Dye

<b>Nombre común</b>	Erwinia
<b>Nombre Científico</b>	<i>Erwinia carotovora</i> Dye
<b>Orden</b>	<b>Eubacteriales</b>
<b>Etapa fenológica</b>	Propagación
<b>Daños</b>	Pudrición y muerte de plantas
<b>Manejo</b>	Bajar temperatura, disminuir humedad hasta que el cultivo lo permita. Aplicación de sales alifáticas de cobre 5ml/l; sulfato de cobre pentahidratado 0.9 ml/l.



Figura 43. Daño provocado por *Erwinia carotovora* Dye



Cuadro 35. Descripción de daño y manejo de *Pseudomonas syringae* van Hall

<b>Nombre común</b>	<b>Pseudomonas</b>
<b>Nombre científico</b>	<b><i>Pseudomonas syringae</i> van Hall</b>
<b>Orden</b>	Burkordiales
<b>Etapa fenológica</b>	Establecimiento
<b>Daño</b>	Manchas en el follaje
<b>Manejo</b>	Bajar temperatura, disminuir humedad hasta que el cultivo lo permita. Aplicación de sales alifáticas de cobre 5 ml/l; sulfato de cobre pentahidratado 0.9 ml/l.

Figura 44. Daño provocado por *Pseudomonas syringae* van HallCuadro 36. Descripción de daño y manejo de *Agrobacterium tumefaciens* Cereon

<b>Nombre común</b>	<b>Agrobacterium</b>
<b>Nombre científico</b>	<b><i>Agrobacterium tumefaciens</i> Cereon</b>
<b>Orden</b>	Rhizobiales
<b>Etapa fenológica</b>	Establecimiento
<b>Daño</b>	Causa tumores o agallas en cuello y raíces de los cultivos, incluso puede observarse en tallos y hojas, reduce la absorción de agua por lo que la planta puede morir.
<b>Manejo</b>	Desinfección de suelo antes del transplante, desinfección y rotación de navajas con amonio cuaternario. Aplicación de sales alifáticas de cobre 5 ml/l después de realizar labores culturales en cultivos con mayor susceptibilidad, se trabajan al final del día y con guantes de cirugía.



Figura 45. Daño provocado por *Agrobacterium tumefaciens* Cereon

d. Enfermedades causadas por nemátodos

Cuadro 37. Descripción de daño y manejo de *Meloidogyne* sp.

<b>Nombre común:</b>	Nematodo agallador
<b>Nombre científico:</b>	<i>Meloidogyne</i> sp. Smith
<b>Orden taxonómico:</b>	<i>Tylenchina</i>
<b>Etapa fenológica que afecta:</b>	Producción
<b>Daño:</b>	Penetran en las raíces produciéndole nódulos, obstruyen los vasos e impiden la absorción por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo.
<b>Manejo:</b>	Desinfección del suelo antes de sembrar o plantar, arrancar las plantas muy afectadas y quemarlas. Aplicación de Oxamil 1 ml/l.



Figura 46. Daño de *Meloidogyne* sp. en la raíz

#### **3.2.4 Evaluación**

Se identificaron 17 plagas de importancia económica en el cultivo de pascua en los tres estados fenológicos del cultivo.

Se elaboraron 17 fichas técnicas de plagas de importancia económica y un afiche conteniendo las principales plagas con fines de capacitación a todo el personal de campo de la Empresa.

Se capacitaron 26 personas de monitoreo en el reconocimiento de las plagas más importantes de los cultivos de Flower Fields.

### **3.3 SERVICIO 2: EFICIENTIZAR LA COBERTURA EN LAS APLICACIONES EN EL CULTIVO DE VERBENAS *Verbena canadensis* PARA EL CONTROL DE LARVAS DE LEPIDÓPTERO *Spodoptera exigua* EN LA FINCA TRES VOLCANES, SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ.**

#### **3.3.1 Objetivos**

##### **A. General**

Aumentar la cobertura en las aplicaciones de insecticidas para el control de larvas de lepidóptero *Spodoptera exigua* en el cultivo de verbenas *Verbena canadensis*

##### **B. Específicos**

- a. Desarrollar una herramienta que permita tener mayor efectividad en las aplicaciones contra larvas de lepidóptero *S. exigua*.
- b. Desarrollar una técnica de aplicación efectiva para el control de larvas de lepidóptero *S. exigua*
- c. Capacitar a los fumigadores en el uso del equipo de aplicación específico para el cultivo de verbenas *V. canadensis*

#### **3.3.2 Metodología**

##### **A. Materiales**

- i. Computadora
- ii. Libretas de campo
- iii. Lupas 3x, 10x y 20x
- iv. Papel hidro sensible
- v. Lanza de aplicación usada actualmente
- vi. Equipo de aplicación tipo “aguilón”
- vii. Registros de monitoreos en hojas electrónicas (Excel)
- viii. Registros de monitoreo de campo
- ix. Equipo motorizado de aplicación

- a. Se determinó que la causa del poco control de larvas de lepidóptero **S. exigua** en el cultivo de verbenas **V. canadensis**.
- b. Se elaboró un diseño de equipo de aplicación tipo “aguilón” que por sus características permite la penetración del producto a las áreas de difícil cobertura.
- c. Se evaluó con papel hidrosensible la penetración de las gotas de los productos.

### 3.3.3 Resultados

El diseño tipo “aguilón” (Figura 47) tiene las siguientes características. Lo cual le permite tener una cobertura excelente en los lugares de difícil penetración debido a la morfología del cultivo de verbenas *V. canadensis*.

Está elaborado con Poliuro de Vinilo (PVC) SCH 80 para alta presión (600 psi), posee gatillo para control de aplicación en empuñadora de operador, cuenta con dos bajante que permite tener altura de operación adecuada el control de la aplicación de 0.75 m de largo, cuenta con una entrada de cheque antigoteo para evitar daños de quemas en el follaje, arnés del aguilon con pequeños bajantes para penetrar en el follaje de 15 cm de largo, distribuidos en zigzag para generar traslape entre la briza de las boquillas las cuales son TK 0.75 tipo perpendicular a la punta de la boquilla, paralelo a la superficie del suelo.



**Figura 47. Diseño tipo aguilon**

En la Figura 48 se observa la forma en que se utiliza el “aguilon” al hacer aplicaciones en verbenas.



**Figura 48. Aplicación con equipo especial tipo “Aguilón”**

Al medir la cobertura con papel hidro sensible se contaron un promedio de 29 gotas/cm<sup>2</sup> (49), el rango recomendado para aplicación de insecticidas es de 20 a 30 gotas/cm<sup>2</sup>, por lo tanto se esta eficientizando la aplicación al contar con una excelente cobertura en los lugares de difícil penetración con el método tradicional (Figura 50).



**Figura 49. Papel hidro sensible luego de aplicación con “aguilón”**



**Figura 50. Técnica de aplicación tradicional utilizada en verbenas**

### 3.3.4 Evaluación

Se capacitó a las 16 personas del grupo de fumigadores de la finca Tres Volcanes en la forma adecuada de aplicación con el equipo tipo “aguilón” en el cultivo de verbenas.

Se integró el uso del “aguilón” en el cultivo de verbenas *V. canadensis*. Para el control de larvas de lepidóptero *S. exigua*

Luego de dos aplicaciones en campo con el “aguilón” con intervalo de 8 días cada una, las poblaciones de lavas en el cultivo de verbenas se redujeron en un 90% y para la tercera semana no se reportaron larvas en el cultivo de verbenas.



### **3.4 SERVICIO 3: GESTIÓN PARA EVALUAR EL NIVEL DE COLINESTERASA EN LA SANGRE DE LOS FUMIGADORES EN LA FINCA TRES VOLCANES SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ.**

#### **3.4.1 Objetivos**

##### **A. General**

Prevenir enfermedades crónicas ocasionadas por intoxicación de organofosforados de los fumigadores de la finca tres volcanes

##### **B. Específicos**

Conocer el nivel de colinesterasa en la sangre de los fumigadores de finca Tres Volcanes, San Miguel Dueñas Sacatepéquez.

Proponer medidas de seguridad preventivas con énfasis al personal que presente niveles de colinesteraza menores a 5,900 u/l.

Concientizar a los fumigadores sobre los riesgos para la salud, al aplicar productos químicos con énfasis en los organofosforados.

#### **3.4.2 Metodología**

##### **A. Recursos y Materiales**

- i. Carta de solicitud de diagnóstico
  - ii. Computadora
  - iii. Proyector multimedia
  - iv. Resultados del diagnóstico
- 
- a. Reunión con el gerente del departamento de protección vegetal de la finca Tres Volcanes, para exponerle el interés de realizar el examen de colinesterasa en la sangre de los fumigadores.
  - b. Gestión con gerencia de recursos humanos para adquirir los recursos económicos para la realización del examen de colinesterasa.

- c. Cotización del diagnóstico en los laboratorios bioclínicos ubicados en Antigua Guatemala.
- d. Toma de muestras de sangre a los fumigadores en las instalaciones del laboratorio Lumilab ubicado en Antigua Guatemala.
- e. Análisis de resultados y propuesta de medidas a tomar con el personal con niveles menores a 5,900 u/l.
- f. Se realizó una presentación de resultados a los fumigadores.
- g. Se trasladó al grupo de monitoreo a las personas que presentaron niveles cercanos a 7,500 u/l.

### **3.4.3 RESULTADOS**

Se realizó el examen de colinesterasa a las 16 personas del departamento de protección vegetal que realizan las aplicaciones de productos químicos, al supervisor del grupo, así como también al agrónomo jefe de finca y al gerente del departamento. Los valores de referencia normales son de 5,900 a 12,200 u/l, al analizar los resultados se encontró que ninguna de las personas examinadas presentó niveles inferiores a 5,900 u/l lo cual es satisfactorio, e indica que los productos químicos especialmente los organofosforados han sido manejados adecuadamente. El promedio general fue de 9,370 u/l. Las 3 personas que presentaron niveles cercanos a 7,500 u/l fueron trasladadas al grupo de monitoreo como medida de seguridad para evitar que la continua exposición a productos organofosforados siga reduciendo sus niveles de colinesteraza.

En el Cuadro 38 se encuentran los rangos en que se ubicaron las personas según el resultado del examen de colinesteraza.

**Cuadro 38. Resultados del examen de colinesterasa a los fumigadores.**

<b>Rangos 5,900-12,220 u/l</b>	<b>Cantidad de personas</b>
4,970-7,500	3
7,500-10,000	9
10,000-12,000	7
12,000-14,000	0
TOTAL	19

#### **3.4.4 Evaluación**

El personal del departamento de protección vegetal de la finca Tres Volcanes demostró agradecimiento por el interés que la empresa tiene en prevenir accidentes provocados por intoxicación de productos químicos. A la vez adquirieron mas compromiso en el manejo seguro de los plaguicidas pues conocieron los riesgos a los que están expuestos al realizar las aplicaciones.

Fue satisfactorio el presentar en promedio 9,370 u/l lo que indica que los plaguicidas organofosforados han sido utilizados adecuadamente, lo que se demostró también al no tener personas por debajo de los niveles inferiores que es de 5,900 u/l.

Se seguirá realizando anualmente el examen de colinesteraza en el mes de Septiembre debido a que es cuando finaliza la temporada de producción de pascua *Euphorbia pulcherrima* y donde es cuando más se utilizan organofosforados para el control de plagas como la mosca blanca *Bemisia tabacci* y *Trialeurodes vaporariorum*, ácaros tales como *Tetranychus urticae* o *Polyphagotarsonemus latus* y fungus gnats *Bradisia* sp.

### 3.5 BIBLIOGRAFÍA

- 1 Ecke, P; Matkin, OA; Hartley, D. 2004. The Ecke poinsettia manual. Illinois, US, Ball Publishing. 287 p.
- 2 Gill, S; Clement, DL; Dutky, E. 2001. Plagas y enfermedades de los cultivos de flores: estrategias biológicas. Santa Fe, Bogotá, Colombia, Hortitecna. p. 223-225.
- 3 Molina, E. 2006. Manejo de plagas del follaje y patógenos de suelo del cultivo de pascua (***Euphorbia pulcherrima*** Willd ex. Klotzsch) para exportación de esquejes, en la empresa Paul Ecke de Guatemala S.A. San Juan Alotenango, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 83 p.
- 4 Powell, C; Lindquist, R. 1997. Ball pest & disease manual. 2 ed. Batavia, Illinois, US, Ball Publishing. 426 p.

**Cuadro 39A. Productos químicos insecticidas utilizados en Paul Ecke de Guatemala, para el control plagas, en el programa de manejo integrado de la plaga.**

Nombre Comercial	Nombre en Inglés	Dosis	Ingrediente Activo	Grupo Químico	Compañía Formuladora	Intervalo Aplicación	Método de Aplicación
Confidor 70 WG	Marathon	0.3 gr/l	Imidacloprid	Neonicotinoide	Bayer	60 días	Al suelo y Follaje
Epingle 10 EC	Distance	0.5 ml/l	Piriproxifen	Fenilether	Sumitomo 2 chemical	30 días	Follaje
Acatara 25 WG	Flagship	0.4 gr/l	Thiametoxan	Neonicotinoide	Syngenta	60 días	Suelo y Follaje
Rimon 10 EC	Rimon	2 ml/l	Novaluron	benzoilfenil ureas	Makhtes	120 días	Follaje
Oberón 24 SC	Judo	1 ml/l	Spiromesifen	Ketoenol	Bayer	30 días	Follaje
Safary 20 SG	Safary	0.3 gr/l	Dinotefuran	Neonicotinoide	Valent	60 días	Follaje
Pegassus 50 SC	Polo	0.8 ml/l	Diafenturión	Thiourea	Syngenta	120 días	Follaje
Evisect 50 SP	Sandoz	1 gr/l	Tiociclam	Tritiano	Novartis	24 días	Follaje
Talstar 10 EC	Talstar	0.8 ml/l	Befentrin	Piretroide	Duwest	30 días	Follaje
Orthene 75 SP	Orthene	0.8 gr/l	Acephate	Organofosforado	Ortho	30 días	Follaje
Rescate 20 SP	Tristar	0.8 gr/l	Acetamiprid	Neonicotinoide		45 días	Follaje
Tamaron 60 SL	Monitor	1 ml/l	Methamidofos	Organofosforado	Bayer	60 días	Follaje
Vidate 24 SL	Vidate	1 ml/l	Oxamyl	Carbamato	Dupont	60 días	Follaje
Specific Pae	Nofly	1 gr/l	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Biologico	Naturalmente puresa	30 días	Follaje
Specific Beauveria	Botani Gard	1 gr/l	<i>Beauveria bassiana</i>	Biologico	Naturalmente puresa	30 días	Follaje
Karate Zeon 2.5 CS	Warrior	1 ml/l	Lambda cyhalothrin	Piretroide	Stauffer	120 días	Follaje
Vertimec 1.8 EC	Avid	0.6 ml/l	Abamectin	Lactosa	Syngenta	60 días	Follaje
Killmite	Sulfur	5 gr/l	Hidroxide calcium + Sulfur	Organico	Naturalmente puresa	60 días	Follaje
Abakob 20 SL		0.5 ml/l	Abamectin + Azadiractina	Extracto vegetal	Intrakam	24 días	Follaje