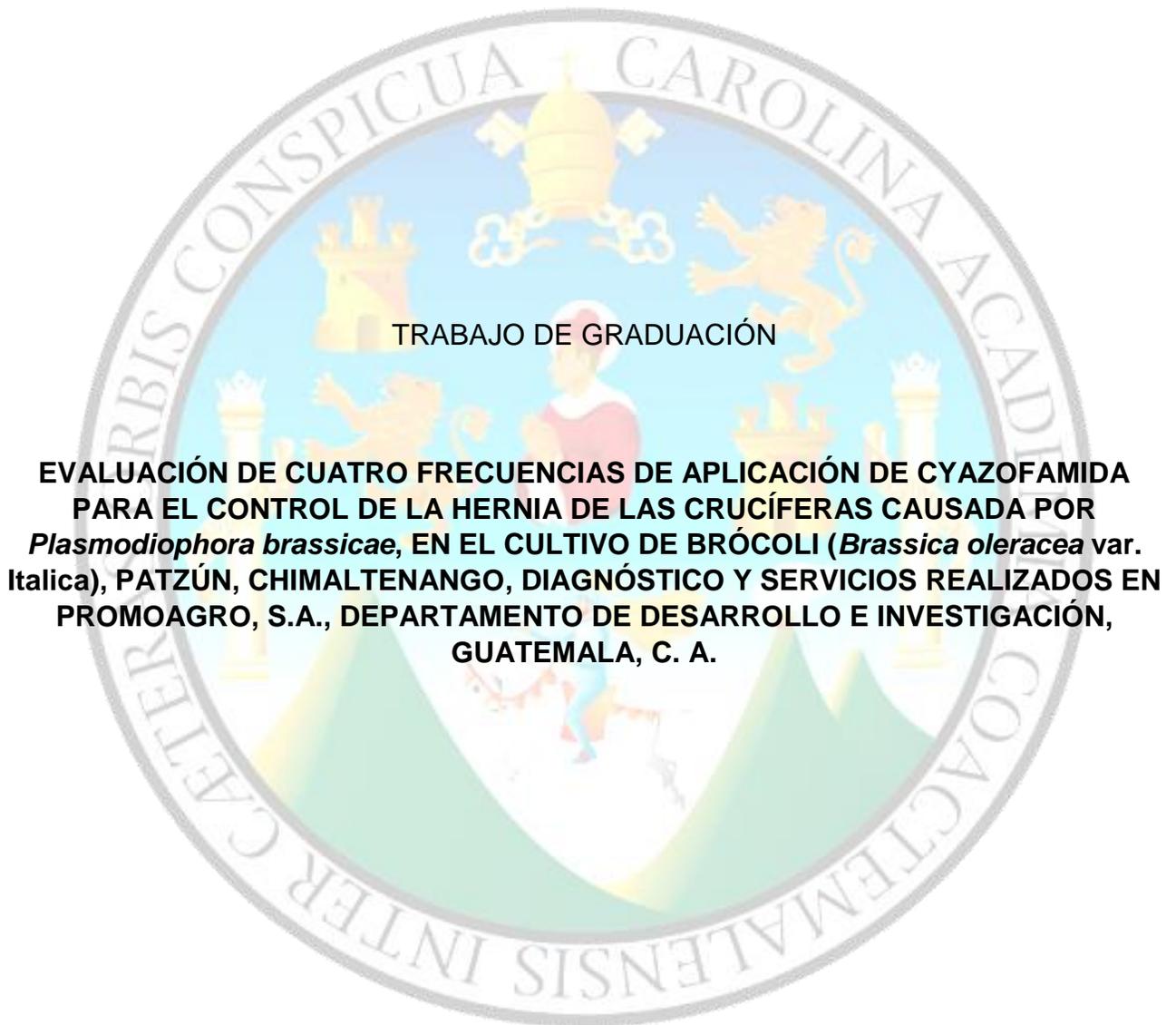


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE CUATRO FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE CYAZOFAMIDA PARA EL CONTROL DE LA HERNIA DE LAS CRUCÍFERAS CAUSADA POR *Plasmodiophora brassicae*, EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Italica*), PATZÚN, CHIMALTENANGO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN PROMOAGRO, S.A., DEPARTAMENTO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN, GUATEMALA, C. A.**

ROBERTO ANTONIO ARENALES BARRERA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE CUATRO FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE CYAZOFAMIDA  
PARA EL CONTROL DE LA HERNIA DE LAS CRUCÍFERAS CAUSADA POR  
*Plasmodiophora brassicae*, EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var.  
*Italica*), PATZÚN, CHIMALTENANGO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN  
PROMOAGRO, S.A., DEPARTAMENTO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN,  
GUATEMALA, C. A.**

POR

ROBERTO ANTONIO ARENALES BARRERA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO  
EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO ING. AGR.	Ing. Agr. Mario Antonio Godinez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M.Sc. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr. Walfer Yasmany Godoy Santos
VOCAL QUINTO	P. Contador. Neydi Yasmine Jucarán Morales
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

Guatemala, octubre de 2017



Guatemala, octubre de 2017

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 titulado **“EVALUACIÓN DE CUATRO FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE CYAZOFAMIDA PARA EL CONTROL DE LA HERNIA DE LAS CRUCÍFERAS CAUSADA POR *Plasmodiophora brassicae*, EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Italica*), PATZÚN, CHIMALTENANGO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN PROMOAGRO, S.A., DEPARTAMENTO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN, GUATEMALA, C.A.”**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ROBERTO ANTONIO ARENALES BARRERA



## ACTO QUE DEDICO

Dios:

De quien proviene todo, fuente de luz y sabiduría, por su amor y bendición.

Mis padres:

Eddy Arenales Gómez y Arlet Barrera de Arenales, quienes me han brindado su total e incondicional apoyo además porque este triunfo es de ustedes por ser el mejor ejemplo de vida.

Mis hermanos:

Eddy Arenales Barrera y Arlet Arenales Barrera, por todo su apoyo, que este triunfo, sea la antesala de una larga lista de futuros logros que hemos de escribir juntos, como una familia.

Mis abuelitos:

Antonio Barrera, Elfa Arenales y Teresa Gómez Vda. de Arenales por su amor incondicional, los consejos, oraciones y por siempre estar al pendiente de mí. A Julio Roberto Arenales, (QEPD) que desde el cielo vela por el bienestar de sus seres queridos.

Mi familia:

Gracias a mis tíos, primos y demás familia, por todo el apoyo dado durante el transcurso de mi carrera, por los consejos y bendiciones.

Amigos de la FAUSAC:

Por su amistad y compañerismo, por haber formado parte de mi carrera y aprender junto a ustedes.



## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Dios

Mi patria Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

La Facultad de Agronomía

Colegio La Salle

Mis asesores

Corporación PROMOAGRO, S.A.

ALCOSA



## AGRADECIMIENTOS

A:

Mi Supervisor, Ing. Agr. Hermógenes Castillo por su apoyo y sus consejos durante el Ejercicio Profesional Supervisado así como en la elaboración del documento.

Mi Asesor, Ph. D. Amílcar Sánchez por su guía en la elaboración, planificación y ejecución del proyecto de investigación.

PROMOAGRO, S.A., por abrirme sus puertas y contribuir en mi desarrollo como profesional en las ciencias agrícolas, por proporcionarme las herramientas y recursos necesarios para realizar el Ejercicio Profesional Supervisado.

Los ingenieros agrónomos, Orestes Cerna, Víctor Hernández, Sergio Lima, Werner Vázquez, Julio Chacón y Saúl López por sus enseñanzas, consejos y por hacer de mi estadía en la empresa una experiencia muy satisfactoria para mi crecimiento personal y profesional. Eternamente agradecido.

Ing. Agr. Fernando Alvarado por su amistad y el apoyo brindado en el desarrollo del EPS.

Don Mauricio Ejcalon y familia, por todo el apoyo dado en el desarrollo de mi investigación.



## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DE LAS PRINCIPALES PLAGAS DE LOS CULTIVOS DE ZANAHORIA ( <i>Daucus carota</i> var. <i>sativus</i> ) Y LECHUGA ( <i>Lactuca sativa</i> L.) PATZICÍA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, 2016. ....	1
1.1. Presentación.....	3
1.2. Marco referencial.....	4
1.2.1. Localización .....	4
1.2.2. Colindancias .....	4
1.2.3. Extensión y división territorial.....	4
1.2.4. Distancias de acceso .....	4
1.2.5. Características biofísicas.....	5
1.2.5.1. Zona de vida .....	6
1.2.5.2. Suelos .....	6
1.3. Objetivos .....	8
1.3.1. General.....	8
1.3.2. Específicos:.....	8
1.4. Metodología .....	9
1.4.1. Fase de reconocimiento.....	9
1.4.2. Fase de análisis de la información .....	10
1.5. Resultados.....	11
1.5.1. Principales plagas en el cultivo de zanahoria ( <i>Daucus carota</i> var. <i>sativus</i> ):.....	11
1.5.1.1. Nematodos, ( <i>Meloidogyne</i> spp.): .....	11
1.5.1.2. Gallina ciega ( <i>Phyllophaga</i> sp.).....	11
1.5.1.3. Gusano de las hojas ( <i>Trichoplusia ni</i> ): .....	11
1.5.1.4. Pulgones ( <i>Aphis</i> sp.): .....	12
1.5.2. Principales plagas en el cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	13
1.5.2.1. Trips ( <i>Frankliniella occidentalis</i> ).....	13
1.5.2.2. Minadores ( <i>Liriomyza</i> sp.).....	13
1.5.2.3. Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> ).....	13
1.5.2.4. Pulgones ( <i>Myzus persicae</i> ).....	13
1.6. Conclusiones .....	15

CONTENIDO	PÁGINA
1.7. Bibliografía.....	16
CAPÍTULO II EVALUACIÓN DE CUATRO FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE CYAZOFAMIDA PARA EL CONTROL DE LA HERNIA DE LAS CRUCÍFERAS CAUSADA POR <i>Plasmodiophora brassicae</i> , EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Italica</i> ), PATZÚN, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C. A. ....	
2.1. Presentación .....	21
2.2. Marco teórico .....	23
2.2.1. Marco conceptual.....	23
2.2.1.1. Etimología.....	23
2.2.1.2. Historia.....	23
2.2.1.3. Clasificación.....	23
2.2.1.4. Descripción del patógeno .....	24
2.2.1.5. Biología.....	24
2.2.1.6. Hernia de las crucíferas .....	27
2.2.1.7. Métodos de control .....	28
A. Control cultural .....	28
B. Control legal .....	29
C. Control químico .....	29
2.2.1.8. Cultivo de brócoli .....	29
2.2.1.9. Importancia económica del cultivo de brócoli .....	30
2.2.1.10. Cyazofamida.....	31
2.2.1.11. Antecedentes.....	32
2.2.2. Marco referencial.....	33
2.2.2.1. Ubicación geográfica .....	33
2.2.2.2. Población .....	35
2.2.2.3. Agricultura.....	35
2.2.2.4. Descripción biofísica.....	35
A. Suelo .....	35
B. Recurso hídrico .....	36
C. Clima .....	36
2.3. Objetivos.....	37

CONTENIDO	PÁGINA
2.3.1. Objetivo General.....	37
2.3.2. Objetivos Específicos.....	37
2.4. Hipótesis .....	38
2.5. Metodología .....	39
2.5.3. Metodología experimental.....	39
2.5.3.1. Descripción de los tratamientos .....	39
2.5.3.2. Diseño experimental .....	40
2.5.3.3. Descripción de la unidad experimental .....	41
2.5.3.4. Arreglo espacial de la investigación .....	42
2.5.3.5. Variables respuesta .....	43
A. Incidencia de <i>P. brassicae</i> .....	43
B. Severidad de la enfermedad .....	43
C. Diámetro de florete .....	44
D. Rentabilidad de manejo fitosanitario .....	44
2.5.3.6. Manejo del experimento.....	44
A. Preparación del terreno .....	44
B. Siembra del cultivo brócoli .....	44
C. Delimitación de las unidades experimentales .....	45
D. Manejo agronómico del cultivo.....	46
E. Aplicación de los tratamientos de Cyazofamida.....	48
2.5.3.7. Recolección de datos.....	48
A. Incidencia de hernia de las crucíferas causada por ( <i>P. brassicae</i> ).....	48
B. Severidad de la enfermedad.....	49
C. Diámetro de florete del cultivo de brócoli .....	50
2.5.3.8. Análisis de la información.....	51
2.6. Resultados y discusión.....	52
2.6.1. Incidencia de la enfermedad hernia de las crucíferas causada por ( <i>P. brassicae</i> ).....	52
2.6.2. Severidad de la enfermedad de la hernia de las crucíferas causada ( <i>P. brassicae</i> ).....	53
2.6.3. Diámetro de florete de brócoli .....	55

CONTENIDO	PÁGINA
2.6.4. Análisis de rentabilidad.....	56
2.7. Conclusiones.....	58
2.8. Recomendaciones.....	59
2.9. Bibliografía.....	60
2.10. Anexos.....	63
<b>CAPÍTULO III SERVICIOS REALIZADOS PARA PROMOAGRO, S.A., EN EL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>71</b>
3.1. Presentación.....	73
3.2. Servicio 1: Asesoramiento agrícola en el cultivo de zanahoria ( <i>Daucus carota</i> var. sativus).....	74
3.2.1. Objetivos.....	74
3.2.1.1. General.....	74
3.2.1.2. Específicos.....	74
3.2.2. Metodología.....	75
3.2.3. Resultados.....	78
3.2.3.1. Día de campo.....	78
3.2.4. Evaluación.....	79
3.3. Servicio 2: Asesoramiento agrícola en el cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> )....	80
3.3.1. Objetivos.....	80
3.3.1.1. General.....	80
3.3.1.2. Específicos.....	80
3.3.2. Metodología.....	81
3.3.3. Resultados.....	84
3.3.3.1. Día de campo.....	84
3.3.4. Evaluación.....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1 Mapa de ubicación del área de estudio, Patzicía, Chimaltenango .....	5
Figura 2 Principales plagas en el cultivo de zanahoria ( <i>Daucus carota</i> var. <i>sativus</i> ). (A) <i>Meloidoginyne</i> spp., Fuente: (SEMINIS, 2017); (B) <i>Phyllophaga</i> sp., Fuente: (ANACAFE, 2012); (C) <i>Trichoplusia ni</i> , Fuente: (Vitanza, 2015); (D) <i>Aphis</i> sp. Fuente: (Bermejo, 2011).....	12
Figura 3 Principales plagas en el cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.). (A) <i>Frankliniella occidentalis</i> , Fuente: (Agromática, 2014); (B) <i>Liriomyza</i> sp, Fuente: (Fero, 2012); (C) <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , Fuente: (Marin, 2011); (D) <i>Myzus persicae</i> , Fuente: (Bayer Crop Science, 2014).....	14
Figura 4 Ciclo de vida de la enfermedad de la hernia de las crucíferas causada por de <i>P. brassicae</i> .....	26
Figura 5 Diagrama de una molécula de Cyazofamida.....	31
Figura 6. Mapa del municipio de Patzún, Chimaltenango .....	34
Figura 7. Esquema de una unidad experimental utilizada en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	41
Figura 8. Croquis del campo del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	43
Figura 9. Siembra de las plantas de brócoli del ensayo de la eficiencia de la frecuencia de del Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	45
Figura 10. Delimitación y rotulación de las parcelas del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	46
Figura 11. Aplicación de los tratamientos del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	48

FIGURA	PÁGINA
Figura 12. Escala de índice de severidad para la enfermedad de la hernia de las crucíferas ( <i>P. brassicae</i> ), según (Williamson, 1987), para ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	50
Figura 13. Porcentajes de incidencia de la enfermedad de la hernia de las crucíferas obtenidos en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	53
Figura 14. Media ponderada de la severidad de la hernia de las crucíferas causada por <i>P. brassicae</i> obtenido en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencias de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	54
Figura 15. Diámetro de florete en cultivo de brócoli obtenido en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	55
Figura 16A. Muestra de plantas del bloque uno obtenida de las unidades experimentales en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	66
Figura 17A. Muestra de plantas del bloque dos obtenida de las unidades experimentales en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	67
Figura 18A. Muestra de plantas del bloque tres obtenida de las unidades experimentales en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	68
Figura 19A. Muestra de plantas del bloque cuatro obtenida de las unidades experimentales en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	69
Figura 20. Preparación de la mezcla de agroquímicos para su posterior aplicación en la parcela demostrativa. ....	75
Figura 21. Aplicación de agroquímicos en la parcela demostrativa del cultivo de zanahoria ( <i>Daucus carota</i> var. <i>sativus</i> ). ....	77
Figura 22. Parcela demostrativa del cultivo de zanahoria, ( <i>Daucus carota</i> var. <i>sativus</i> ). ...	77

FIGURA	PÁGINA
Figura 23. Realización del día de campo del cultivo de zanahoria ( <i>Daucus carota</i> var. sativa).....	78
Figura 24. Capacitación a los productores sobre las nuevas alternativas para el control de plagas que ofrece la corporación PROMOAGRO, S.A.....	79
Figura 25. Preparación de la mezcla de agroquímicos para su posterior aplicación en la parcela demostrativa. ....	81
Figura 26. Aplicación de agroquímicos en la parcela demostrativa del cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	83
Figura 27. Parcela demostrativa del cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	83
Figura 28. Realización del día de campo del cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	84

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Descripción de los tratamientos del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	40
Cuadro 2. Distribución de los diferentes tratamientos y repeticiones del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	42
Cuadro 3. Manejo fitosanitario implementado en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	47
Cuadro 4. Manejo nutricional implementado en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	47
Cuadro 5. Escala de índice de severidad para la enfermedad de la hernia de las crucíferas .....	50
Cuadro 6. Escala de diámetros de florete del cultivo de brócoli del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	51
Cuadros 7. Cuadro de costos totales del manejo fitosanitario y nutricional de una hectárea de cultivo de brócoli en Patzún, Chimaltenango. ....	56
Cuadro 8. Análisis de rentabilidad obtenido en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	57
Cuadro 9A. Análisis estadístico de la varianza de la variable incidencia del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	63
Cuadro 10A. Análisis estadístico no paramétrico de Friedman de la variable severidad del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	63

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 11A. Análisis estadístico del diámetro de florete en el cultivo de brócoli ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	64
Cuadro 12A. Porcentaje de incidencia obtenido de las unidades experimentales en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016. ....	64
Cuadro 13A. Escala de severidad obtenida de las unidades experimentales en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.....	65
Cuadro 14. Manejo fitosanitario implementado en la parcela demostrativa del cultivo de zanahoria ( <i>Daucus carota</i> var. <i>sativus</i> ). ....	76
Cuadro 15. Manejo fitosanitario implementado en la parcela demostrativa del cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	82



**EVALUACIÓN DE CUATRO FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE CYAZOFAMIDA  
PARA EL CONTROL DE LA HERNIA DE LAS CRUCÍFERAS CAUSADA POR  
*Plasmodiophora brassicae*, EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var.  
*Italica*), PATZÚN, CHIMALTENANGO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN  
PROMOAGRO, S.A., DEPARTAMENTO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN,  
GUATEMALA, C. A**

**RESUMEN**

El presente documento contiene los resultados del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual es la parte final de la formación de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola; el mismo, fue desarrollado en la corporación PROMOAGRO, S.A. en el área del Altiplano I, que comprende los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala, en el período comprendido de febrero a noviembre del 2016.

La corporación PROMOAGRÓ, S.A. tiene 24 años de trabajo, esfuerzo y dedicación por la agricultura. Es una empresa constituida en Guatemala, dedicada a proveer a los agricultores, agroquímicos y equipo para la producción de cultivos. Tiene sedes en distintas partes del país, así como a nivel centroamericano.

El diagnóstico fue realizado en el municipio de Patzicía, Chimaltenango, en donde aproximadamente un 70 % de su población se dedica a la agricultura; cultivando principalmente hortalizas y legumbres, (Xicay Sacbajá, 2014). Los cultivos de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*) y lechuga (*Lactuca sativa* L.). Son de importancia económica en el municipio de Patzicía, Chimaltenango, debido a que representa el 24.79 % y 8.4 % respectivamente del total de su producción agrícola (Díaz Monterroso, 2011).

PROMOAGRO, S.A. tiene interés en trabajar en dicho lugar, buscando la interacción entre la empresa y el agricultor, asesorándolo y resolviendo los problemas que puedan ocurrir en el proceso de producción agrícola. Debido a esto se realizó el diagnóstico sobre las principales plagas que afectan a los cultivos de lechuga y zanahoria.

En el municipio de Patzún, Chimaltenango, se han presentado serios problemas con la enfermedad denominada hernia de las crucíferas causada por el patógeno *Plasmodiophora brassicae*, el cual reduce entre un 20 % hasta 80 % el rendimiento del cultivo de brócoli (Nájera Juárez, 2010).

Cyazofamida es la molécula presente en el producto comercial RANMAN 40 SC® perteneciente a la familia de los Cianoimidazoles. En la presente investigación se evaluó la eficiencia de esta molécula para el control de la enfermedad hernia de las crucíferas causada por *P. brassicae*, evaluando cuatro frecuencias de aplicación las cuales fueron: siete, catorce, veintiún días y un testigo al cual no se le realizó ninguna aplicación. Las variables de respuesta evaluadas son severidad, incidencia, diámetro de florete y rentabilidad del cultivo.

Los resultados obtenidos indican que de las tres frecuencias de aplicación evaluadas, la de siete días con una media de 1.13, presentó menor severidad de la enfermedad. Las frecuencias de aplicación cada siete días con 42.5 % y catorce días con 53.75 %, presentaron menor porcentaje de incidencia. Las frecuencias de aplicación cada siete días con 17.14 cm de media de diámetro y catorce días con 15.88 cm de diámetro presentaron un mayor diámetro de florete. Las frecuencias de aplicación cada siete días y catorce días, mostraron una relación beneficio/costo arriba de uno y una rentabilidad positiva, lo cual indica que es viable su aplicación.

Finalmente, se presentan los servicios realizados los cuales fueron: asesoramiento agrícola en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*) y asesoramiento agrícola en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Se trabajó el manejo de parcelas demostrativas de estos cultivos utilizando productos de la empresa y se realizaron días de campo en los cuales se presentaron los resultados obtenidos. Los eventos cumplieron con los objetivos establecidos logrando el interés por parte de los productores hacia los agroquímicos utilizados.



## CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LAS PRINCIPALES PLAGAS DE LOS CULTIVOS DE ZANAHORIA  
(*Daucus carota* var. *sativus*) Y LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) PATZICÍA,  
CHIMALTENANGO, GUATEMALA, 2016.**



### 1.1. Presentación

La corporación PROMOAGRÓ S.A. tiene 24 años de trabajo, esfuerzo y dedicación por la agricultura. Es una empresa constituida en Guatemala, dedicada a proveer a los agricultores, agroquímicos y equipo para la producción de cultivos. Tiene sedes en distintas partes del país, así mismo a nivel centroamericano.

La actividad principal de PROMOAGRO S.A. es proveer soluciones para los agricultores en armonía con la salud, para mejorar su productividad, trabajando con tecnología de vanguardia con respaldo de proveedores de renombre mundial, estando en coherencia con el medio ambiente y cuidando el manejo seguro de los productos.

En el municipio de Patzicía, Chimaltenango se realizan diferentes actividades ocupacionales y productivas, entre las que sobresalen: la agricultura, artesanía, el comercio y la industria. Sin embargo, la agricultura es la ocupación predominante, ya que es la base fundamental de la economía del municipio.

En el municipio de Patzicía, Chimaltenango, en donde aproximadamente un 70 % de su población se dedica a la agricultura, cultivando principalmente hortalizas y legumbres (Xicay Sacbajá, 2014). Los cultivos de zanahoria (*Daucus carota var. sativus*) y lechuga (*Lactuca sativa L*) son de importancia económica en el municipio de Patzicía, Chimaltenango, debido a que representa el 24.79 % y 8.4 % respectivamente del total de la producción agrícola. (Díaz Monterroso, 2011).

PROMOAGRO S.A. tiene interés en trabajar en dicho lugar buscando la interacción entre la empresa y el agricultor, asesorándolo y resolviendo los problemas que puedan ocurrir en su cultivo. Debido a esto se realizó el diagnóstico sobre las principales plagas en los cultivos de lechuga y zanahoria.

## 1.2. Marco referencial

### 1.2.1. Localización

El municipio de Patzicía está ubicado en el altiplano central de la república de Guatemala. Su cabecera municipal está situada en las coordenadas 14° 37' 54" de latitud norte y 90° 55' 30" de longitud oeste, según el banco de marca que se encuentra en el parque central de su cabecera (SEGEPLAN, 2010).

### 1.2.2. Colindancias

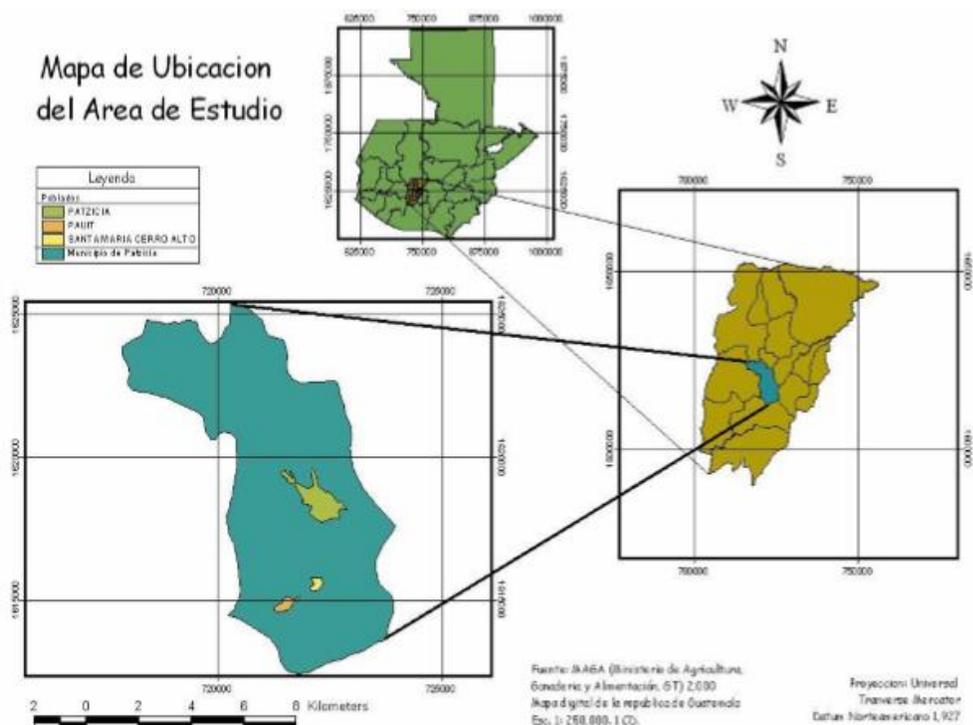
Forma parte de los 16 municipios que componen el departamento de Chimaltenango y se encuentra en la región lingüística kakchiquel. Sus colindancias son al norte con Santa Cruz Balanyá y Tecpán, al sur con Acatenango y San Andrés Itzapa, al este con Zaragoza y al oeste con Patzún (SEGEPLAN, 2010).

### 1.2.3. Extensión y división territorial

El municipio de Patzicía tiene una extensión de 44 kilómetros cuadrados. La altura sobre el nivel del mar es de 2,400 metros (figura 1). Su cabecera tiene categoría de villa y está dividida en 4 zonas, 2 colonias, 5 aldeas, 18 caseríos, 6 fincas y 4 parajes (SEGEPLAN, 2010).

### 1.2.4. Distancias de acceso

Por la carretera asfaltada CA-1, desde el departamento de Chimaltenango hasta la cabecera municipal de Patzicía hay una distancia de 17 kilómetros y 70 kilómetros desde la ciudad capital (SEGEPLAN, 2010).



Fuente: (Xicay Sacbajá, 2014)

Figura 1 Mapa de ubicación del área de estudio, Patzicía, Chimaltenango

### 1.2.5. Características biofísicas

En el municipio de Patzicía se marcan dos estaciones que son: seca y lluviosa. Se registra una temperatura promedio de 27° máxima y 14° mínima. Se encuentra a una altura de 2,400 metros sobre el nivel del mar, por lo cual su clima es frío, acentuándose en los meses de diciembre a marzo. La humedad relativa de esta área se encuentra entre 80-90 % y normalmente la estación lluviosa inicia en el mes de mayo y finaliza en el mes de octubre. La época seca inicia en el mes de noviembre y finaliza en el mes de abril. La precipitación pluvial durante la época lluviosa está dentro del orden de 24 días al año, o bien el equivalente a 280.0 mm<sup>3</sup>. Mientras que registra aproximadamente 1,000 a 2,000 m<sup>3</sup> por año (Xicay Sacbajá, 2014).

#### 1.2.5.1. Zona de vida

El área de Patzicía se encuentra clasificada dentro de Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), el cual posee un patrón de lluvias dentro del rango de 1,057 mm y 1,588 mm, con un promedio de 1,344 mm de precipitación anual. Las temperaturas en esta zona de vida oscilan de 15 a 23 °C y una evapotranspiración potencial de 0.75 en promedio. También se encuentra la zona de vida de bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB), el cual posee una precipitación total anual de 2,065 mm a 3,900 mm, promediando 2,730 mm. Sus temperaturas oscilan entre los 12.5 a 18.6 °C (Xicay Sacbajá, 2014).

#### 1.2.5.2. Suelos

Patzicía está ubicada dentro de la zona geológica denominada tierra volcánica, por lo que sus suelos tienen características de materiales volcánicos. Las características que se encuentran pertenecen a la serie Cauqué, Tecpán Guatemala Área fragosa y Zacualpa que son suelos de material madre: ceniza volcánica de color claro. Los suelos Tecpán son franco-arcillo arenosos profundos, bien drenados sobre ceniza volcánica, porosa, grano fino en un clima húmedo y es semiplano. Los suelos Cauqué son profundos bien drenados en un clima húmedo seco, ceniza volcánica pomácea firme y gruesa, están asociados a los suelos Tecpán Guatemala con un relieve ondulado y son de color oscuro con textura franca. Los suelos de Zacualpa son muy inclinados, cortados por quebradas y es de color café grisáceo con textura franca arenosa.

La textura del subsuelo Cauqué y Tecpán es franco arcillosa y la textura de Zacualpa es franco arenosa. El municipio se clasifica con los siguientes tipos de periodos: Clasificación Tv: rocas volcánicas, predominantemente Miopiloceno, incluyen tobas, coladas de lava, materia lahárico y sedimentos volcánicos. Cuaternario: renos y cubiertas gruesas de ceniza pómez de origen diverso. Paleozoico: rocas metamórficas sin dividir filitas, exquisitos cloríficos y granatíferos, esquistos y gneisses de cuarzómica-fedespato, mármol y migmatitas (Ordoñez Gomez, 2008).

## A. Uso actual Y capacidad de uso

El territorio del municipio de Patzicía cuenta actualmente con 1,923 hectáreas con cubierta forestal; 2,003 hectáreas que se utilizan para cultivos, 112 hectáreas que se destinan para el área urbana (cabecera municipal) y aproximadamente 312 hectáreas en infraestructura, carreteras y cuerpos de agua (Xicay Sacbajá. RE., 2014).

Capacidad de uso según la clasificación del Instituto Nacional de Bosques (INAB, 2000), es la siguiente:

### I. Agricultura sin limitaciones

Ocupa un área de 2,068 hectáreas, equivalentes al 47 % del área total, con aptitud para cultivos agrícolas sin mayores limitaciones de pendiente, profundidad, pedregosidad o drenaje. Permiten cultivos agrícolas en monocultivo o asociados en forma intensiva y no requieren prácticas intensivas de conservación de suelos. Pueden ser objeto de labranza y mecanización (INAB, 2000).

### II. Agroforestería con cultivos anuales

Estas tierras ocupan un área de 88 hectáreas lo que equivale al 2 % del área total, presentan limitaciones en cuanto a la pendiente, se permite en ellas la siembra de cultivos agrícolas asociados con especies arbóreas o bien con obras de conservación de suelos y medidas o prácticas agronómicas (INAB, 2000).

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. General

1. Identificar las principales plagas en los cultivos de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*) y lechuga (*Lactuca sativa* L.), en el municipio de Patzicía, Chimaltenango.

#### 1.3.2. Específicos:

1. Identificar las principales plagas en los cultivos de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*), en el municipio de Patzicía, Chimaltenango.
2. Identificar las principales plagas en los cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el municipio de Patzicía, Chimaltenango.

## 1.4. Metodología

La fuente primaria que se utilizó para obtener la información fue la entrevista. Se logró determinar las principales plagas que aquejan a los cultivos de zanahoria (*Daucus carota* var. sativus) y lechuga (*Lactuca sativa* L.), en el municipio de Patzicía, Chimaltenango como fuente secundaria de información se consultaron investigaciones previas realizadas en el municipio y documentos sobre las plagas identificadas.

### 1.4.1. Fase de reconocimiento

Se realizó el reconocimiento en las principales zonas de producción agrícola de la región. Luego se realizaron una serie de entrevistas a las siguientes fuentes de información:

- Productores de los cultivos de zanahoria y lechuga buscando identificar a las principales plagas que aquejan a estos cultivos.
- Personal de los principales agroservicios de Patzicía, Chimaltenango para la recopilación y respaldo de la información.
- Ingeniero a cargo del desarrollo e investigación de la zona del Altiplano I de PROMOAGRO, S.A. para recopilar información sobre la situación de las principales plagas que afectan a los cultivos de zanahoria y lechuga en Patzicía, Chimaltenango.

#### 1.4.2. Fase de análisis de la información

Con la información recopilada de las diferentes fuentes entre las cuales se encuentran, productores agrícolas, personal de los agroservicios, personal de PROMOAGRO, S.A. y fuentes secundarias. Se obtuvo la información necesaria para realizar un análisis de la información y determinar cuáles son las principales plagas en los cultivos de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*) y lechuga (*Lactuca sativa* L.), en el municipio de Patzicía, Chimaltenango.

## 1.5. Resultados

Por medio de la entrevista a productores agrícolas, personal de los agroservicios, personal de PROMOAGRO, S.A. y fuentes literarias se obtuvo la siguiente información:

### 1.5.1. Principales plagas en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*):

#### 1.5.1.1. Nematodos, (*Meloidogyne* spp.):

Los nematodos, (figura 2), causan malformaciones al cultivo de zanahoria, esto es debido al virus que transmiten al momento de alimentarse de la zona radicular de la planta (SEMINIS, 2017).

#### 1.5.1.2. Gallina ciega (*Phyllophaga* sp.)

Es una plaga del suelo que afecta a la zona radicular de la planta, por tal motivo en etapas tempranas del cultivo causan la muerte de la planta; y en etapas tardías afecta la calidad del producto, figura 2 (Godínez Orozco, 2004).

#### 1.5.1.3. Gusano de las hojas (*Trichoplusia ni*):

Estos insectos se alimentan de las hojas de la planta, causando una reducción de la parte foliar de la planta y por lo tanto una disminución en el rendimiento del cultivo, figura 2 (Godínez Orozco, 2004).

#### 1.5.1.4. Pulgones (*Aphis* sp.):

Estos insectos se alimentan de la savia de las plantas; por lo que el daño está representado por el debilitamiento de esta; además de ser vectores trasmisores de virus, Figura 2 (Godínez Orozco, 2004).

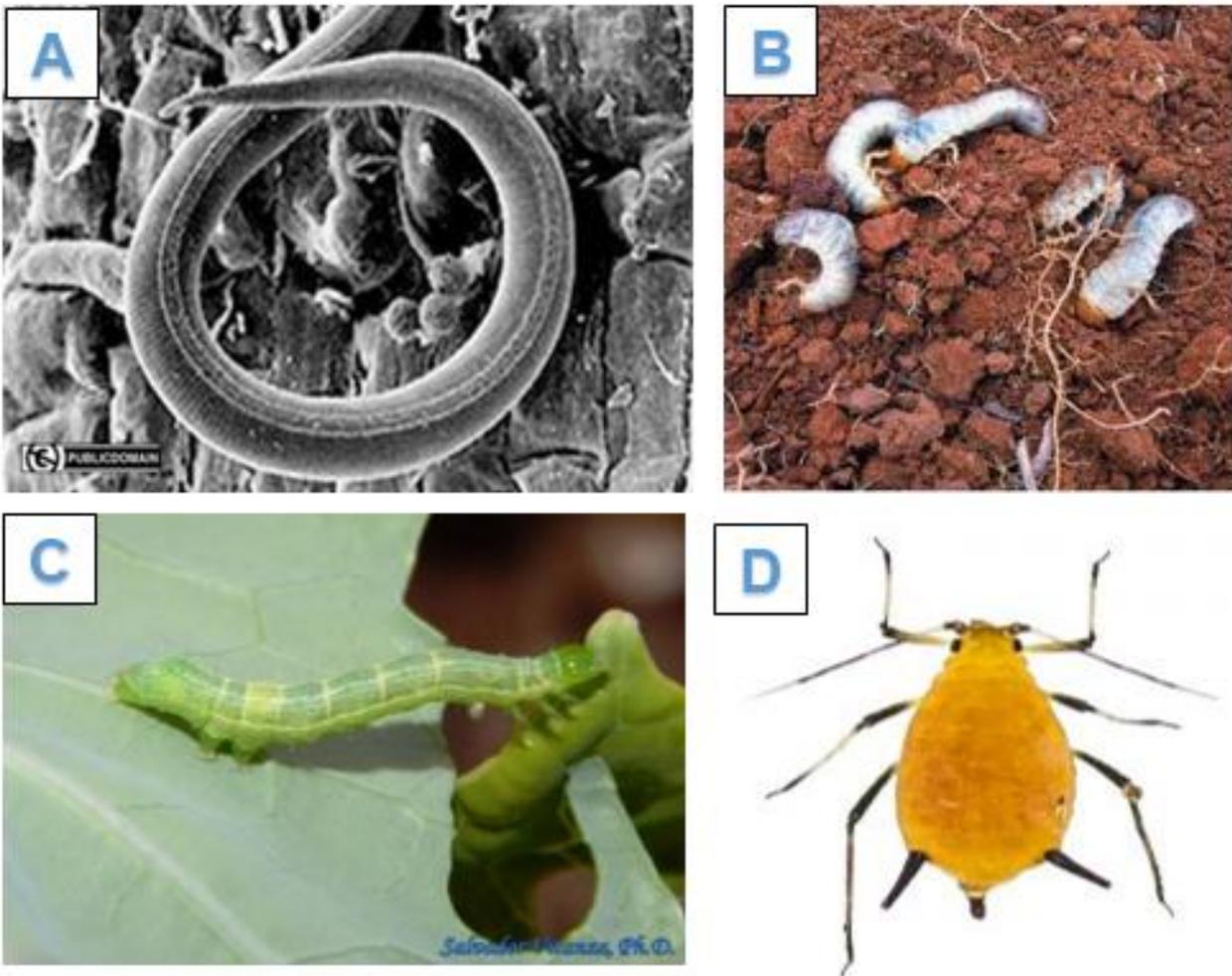


Figura 2 **Principales plagas en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*).** (A) *Meloidoginyne* spp., Fuente: (SEMINIS, 2017); (B) *Phyllophaga* sp., Fuente: (ANACAFE, 2012); (C) *Trichoplusia ni*, Fuente: (Vitanza, 2015); (D) *Aphis* sp. Fuente: (Bermejo, 2011).

## 1.5.2. Principales plagas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

### 1.5.2.1. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Se trata de una de las plagas que causan daño al cultivo de la lechuga, pues es transmisora del virus, figura 3 (Agromática, 2014).

### 1.5.2.2. Minadores (*Liriomyza Sp.*)

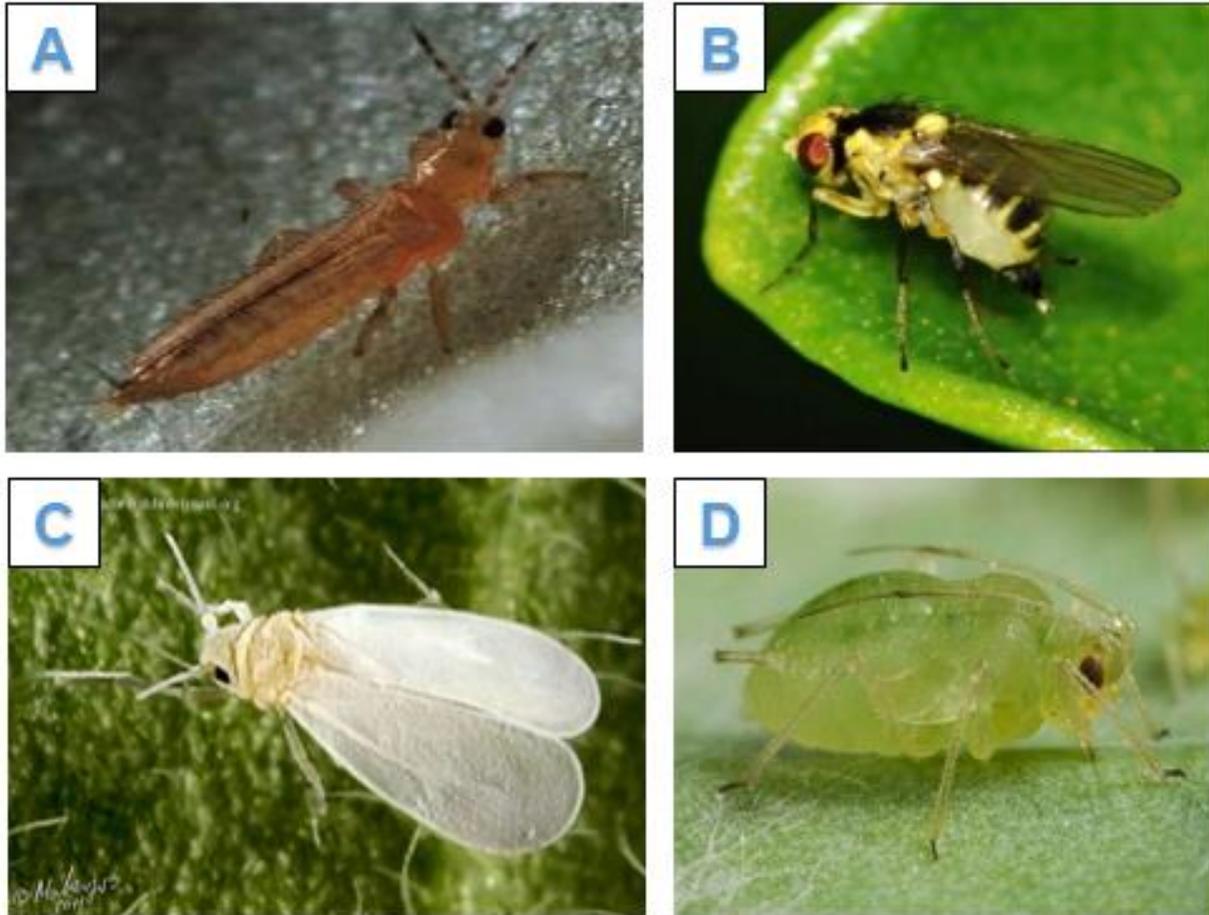
Forman galerías en las hojas y si el ataque de la plaga es muy fuerte la planta queda debilitada y sufre daños considerables, figura 3 (INFOAGRO. 2013).

### 1.5.2.3. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Produce una melaza que deteriora las hojas dando lugar a un debilitamiento general de la planta, figura 3 (INFOAGRO. 2013).

### 1.5.2.4. Pulgones (*Myzus persicae*)

Los pulgones, (figura 3) colonizan las plantas desde las hojas exteriores y avanzan hasta el interior afectando significativamente el rendimiento y calidad del cultivo (INFOAGRO. 2013).



**Figura 3 Principales plagas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). (A) *Frankliniella occidentalis*, Fuente: (Agromática, 2014); (B) *Liriomyza* sp, Fuente: (Fero, 2012); (C) *Trialeurodes vaporariorum*, Fuente: (Marin, 2011); (D) *Myzus persicae*, Fuente: (Bayer Crop Science, 2014).**

## 1.6. Conclusiones

1. Se identificaron las principales plagas en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*). Encontrando las siguientes: *Heterodera carotae*, *Meloidogyne spp.*, *Pylophaga sp.*, *Agriotes obscurus*, *Trichoplusia ni* y *Aphis sp.*
2. Se identificaron las principales plagas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Encontrando las siguientes: *Frankliniella occidentalis*, *Liriomyza Sp.*, *Trialeurodes vaporariorum* y *Myzus persicae*.

## 1.7. Bibliografía

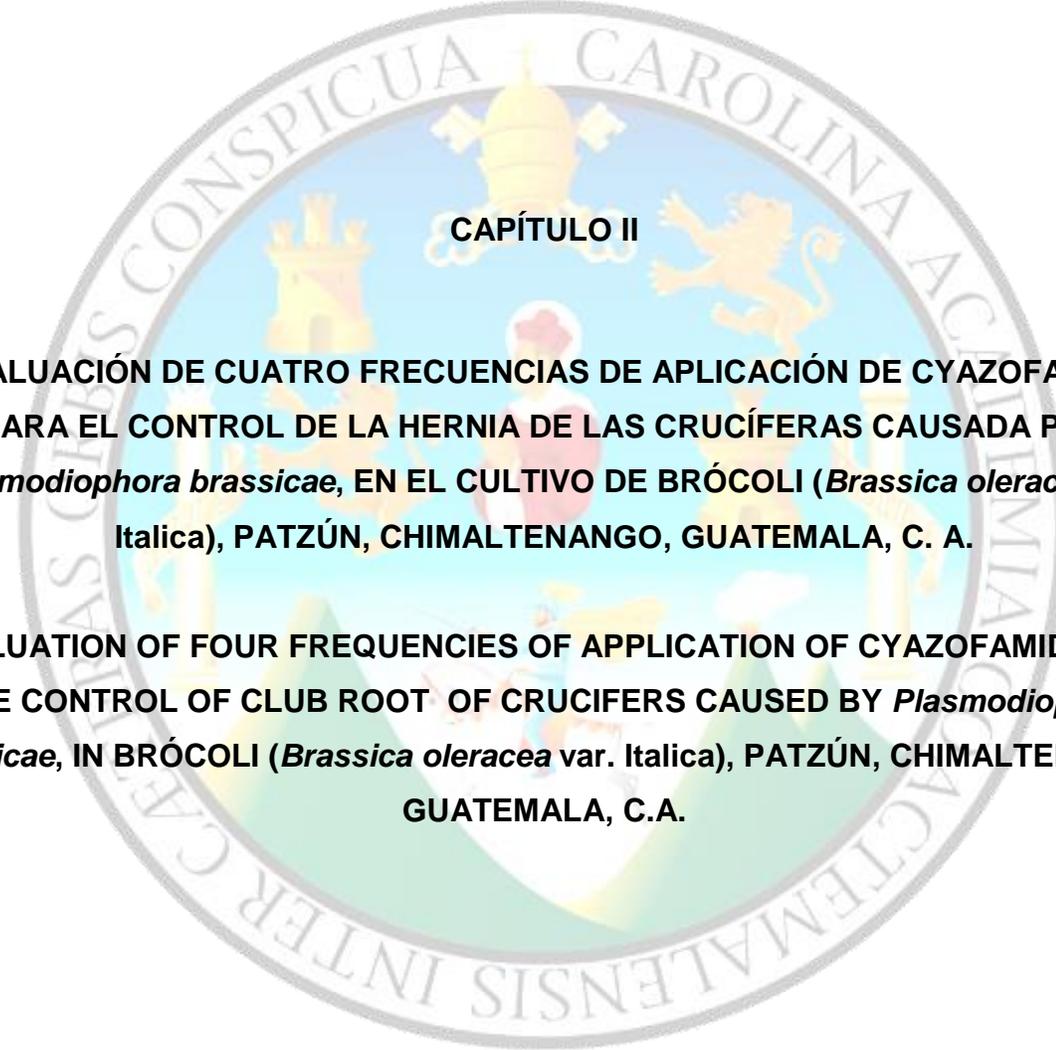
1. Agromática. (2014). *Manejo y control de Frankliniella occidentalis*. Obtenido de Agromática: <http://www.agromatica.es/frankliniella-occidentalis/>
2. ANACAFE. (2012). *El cafeto versus el ronrón de Mayo*. Obtenido de ANACAFE: [https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cafeto\\_versus\\_Ronron\\_de\\_Mayo](https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cafeto_versus_Ronron_de_Mayo)
3. Barrientos, E. (2002). *Situación y perspectivas para el desarrollo agrícola y rural en Centroamérica y Panamá en la primera década del siglo XXI*. Santiago, Chile: Oficina Regional para América Latina y el Caribe, ONU.
4. Bayer Crop Science. (2014). *Myzus persicae*. Obtenido de Bayer Crop Science: <https://www.cropscience.bayer.com/en/crop-compendium/pests-diseases-weeds/pests/myzus-persicae>
5. Bermejo, J. (2011). *Información sobre Aphis nerii*. Obtenido de Agrologica: <http://www.agrologica.es/informacion-plaga/pulgon-adelfa-aphis-nerii/>
6. Díaz Monterroso, J. (2011). *Diagnostico socioeconómico, potenciales productivas y propuestas de inversión, municipio de Patzicía, Chimaltenango*. Obtenido de USAC, Biblioteca Central: [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0755\\_v9.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0755_v9.pdf)
7. Fero, M. (2012). *Diptera*. Obtenido de Liriomyza sp.: [https://diptera.info/forum/viewthread.php?thread\\_id=45374](https://diptera.info/forum/viewthread.php?thread_id=45374)
8. Godínez Orozco, R. (2004). *Descripción y eficiencia del uso de plagicidas en el cultivo de papa, zanahoria, cebolla y repollo, en el altiplano occidental de Guatemala*. Obtenido de USAC, Biblioteca Central: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2105.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2105.pdf)
9. INAB. (2000). *Manual para la clasificación de tierras ,por capacidad de uso*. Obtenido de INAB: <http://186.151.231.170/inab/images/descargas/manuales/capacidad.pdf>
10. INFOAGRO. (2011). *El cultivo de Lechuga*. Obtenido de INFOAGRO: <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
11. Marin, J. (2011). *Trialeurodes vaporariorum*. Obtenido de Biodiversidadvirtual: <http://www.biodiversidadvirtual.org/insectarium/Trialeurodes-vaporariorum-img276797.html>
12. Nemachile. (2016). *Meloidogyne spp*. Obtenido de Nemachile: <http://www.nemachile.cl/meloidogyne.html>

13. Ordoñez Gomez, F. (2008). *Descriptiva cualitativa y cuantitativa de desechos sólidos domésticos en nueve municipios de Chimaltenango, Guatemala y su potencial uso en la agricultura*. Obtenido de USAC, Biblioteca Central:  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2446.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2446.pdf)
14. SEGEPLAN. (2010). *Plan de desarrollo Patzicía, Chimaltenango*. Obtenido de SEGEPLAN: [www.segeplan.gob.gt](http://www.segeplan.gob.gt)
15. SEMINIS. (2017). *Nematodos, combatiendo al enemigo*. Obtenido de SEMINIS:  
<http://www.seminis-las.com/nematodos-combatiendo-al-enemigo/>
16. Vitanza, S. (2015). *Lepidoptera noctuidae Trichoplusia ni*. Obtenido de Texas A&G Agrilife Extension: <http://elp.tamu.edu/moths/lepidoptera-noctuidae-trichoplusia-ni-cabbage-looper-moth-larva-b/>
17. Xicay Sacbaja, R. (2014). *Evaluación de insecticidas en diferentes aplicaciones al follaje y aplicaciones al suelo para el control de Paratrioza (Bacteriza cockerelli), en el cultivo de papa Solanum tuberosum), Diagnostico y servicios realizados en Bayer, S.A*. Obtenido de USAC, Biblioteca Central:  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2941.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2941.pdf)



Polando Ramirez





**CAPÍTULO II**

**EVALUACIÓN DE CUATRO FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE CYAZOFAMIDA PARA EL CONTROL DE LA HERNIA DE LAS CRUCÍFERAS CAUSADA POR *Plasmodiophora brassicae*, EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Italica*), PATZÚN, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C. A.**

**EVALUATION OF FOUR FREQUENCIES OF APPLICATION OF CYAZOFAMIDE FOR THE CONTROL OF CLUB ROOT OF CRUCIFERS CAUSED BY *Plasmodiophora brassicae*, IN BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Italica*), PATZÚN, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**



## 2.1. Presentación

La presente investigación fue realizada como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual es la parte final de la formación de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola; el mismo, fue desarrollado en la corporación PROMOAGRO, S.A. en el área del Altiplano I, que comprende los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala, en el período comprendido de febrero a noviembre del 2016.

En el municipio de Patzún, Chimaltenango, se han presentado serios problemas con la enfermedad denominada hernia de las crucíferas causada por el patógeno *Plasmodiophora brassicae*, el cual reduce significativamente el rendimiento en el cultivo de brócoli (Nájera Juárez, 2010).

Según (Muñoz Archila, 2009), cita que las malas prácticas agrícolas, la no rotación de cultivos, la ausencia de enmiendas y la no desinfección de maquinaria agrícola, entre otras, han aportado a la amplia diseminación de la enfermedad denominada hernia de las crucíferas, causada por *Plasmodiophora brassicae* en el municipio de Patzún, Chimaltenango (Rodríguez Barrios, 2006).

Esta situación ha afectado directamente la producción del cultivo de brócoli reduciendo considerablemente los rendimientos de este (Nájera Juárez, 2010), añadido a la deficiencia de control por parte del control químico, debido a la forma de persistencia anual del patógeno (Rodríguez Barrios, 2006). Por lo cual es necesario evaluar nuevas alternativas que nos permitan controlar dicho patógeno.

Cyazofamida es la molécula presente en el producto comercial RANMAN 40 SC® perteneciente a la familia de los Cianoimidazoles. En la presente investigación se evaluó la eficiencia de esta molécula para el control de la enfermedad hernia de las crucíferas causada por *P. brassicae*, evaluando cuatro frecuencias de aplicación las cuales fueron: siete, catorce, veintiún días y un testigo al cual no se le realizó ninguna aplicación. Las variables de respuesta evaluadas son severidad, incidencia, diámetro de florete y rentabilidad del cultivo.

Los resultados obtenidos indican que de las tres frecuencias de aplicación evaluadas, la frecuencia de siete días con una media de 1.13, presentó menor severidad de la enfermedad. Las frecuencias de aplicación cada siete días con 42.5 % y catorce días con 53.75 %, presentaron menor porcentaje de incidencia. Las frecuencias de aplicación cada siete días con 17.14 cm de media de diámetro y catorce días con 15.88 cm de diámetro presentaron un mayor diámetro de florete. Las frecuencias de aplicación cada siete días y catorce días, mostraron una relación beneficio/costo arriba de uno y una rentabilidad positiva, lo cual indica que es viable su aplicación.

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Marco conceptual

#### 2.2.1.1. Etimología

El microorganismo *P. brassicae* está ubicado en el reino Protozoa. Plasmodiophoromycota es bien definido como un grupo monofilético debido a varios caracteres incluyendo su división nuclear cruciforme. El filo plasmodiophoromycota contiene la única clase plasmodiophoromycetes con el único orden plasmodiophorales y la única familia plasmodiophoraceae, (Balanguera Alarcón, Beleño Prada, & Wiest Hernandez, 2015)

#### 2.2.1.2. Historia

Los informes históricos indican la aparición de la enfermedad alrededor del siglo XIII en Europa. La enfermedad fue reportada por primera vez en los Estados Unidos de América en 1,852. A finales del siglo XVIII, una epidemia severa de la hernia de las crucíferas destruyó una gran proporción de la cosecha de coles en San Petesburgo, Rusia. Para 1878 que la verdadera naturaleza de esta enfermedad fue descubierta por el fitopatólogo ruso Woronin quien reportó el hongo *Plasmadiophora brassicae*, demostrando ser el agente causal (Grabowski, 1998).

#### 2.2.1.3. Clasificación

Según (Furnari , y otros, 2013), citan que el patógeno causante de la hernia de las crucíferas presenta la siguiente clasificación:

Reino:	Protozoa
Phyllum:	Plasmodiophoromycota
Clase:	Plasmodiophoromycetes
Orden:	Plasmodiophorales

Familia: Plasmodiophoraceae

Género: Plasmodiophora

Especie: *P. brassicae*

(Balanguera Alarcón, Beleño Prada, & Wiest Hernandez, 2015)

#### 2.2.1.4. Descripción del patógeno

Según Monterroso & Ruegg, (2012), citan que *P. brassicae* no posee micelio y cuyo cuerpo lo constituye un plasmodio que se desarrolla solo dentro de las células de la raíz, ya que es un organismo parásito obligado, del plasmodio multinucleado se desarrollan las esporas de hibernación y descanso las cuales medían menos de 4 micras de diámetro, estas salen al exterior al romperse las membranas que las contienen, las zoosporas primarias uninucleadas, esféricas, hialinas, de 2.5 - 3.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, que evolucionan, dentro del huésped, produciendo plasmodios que dan lugar a numerosos zoosporangios. De cada uno de ellos se originan 4-16 zoosporas secundarias (muy similares a las primarias) que, en ocasiones, se comportan como gametos para dar lugar a un cigoto

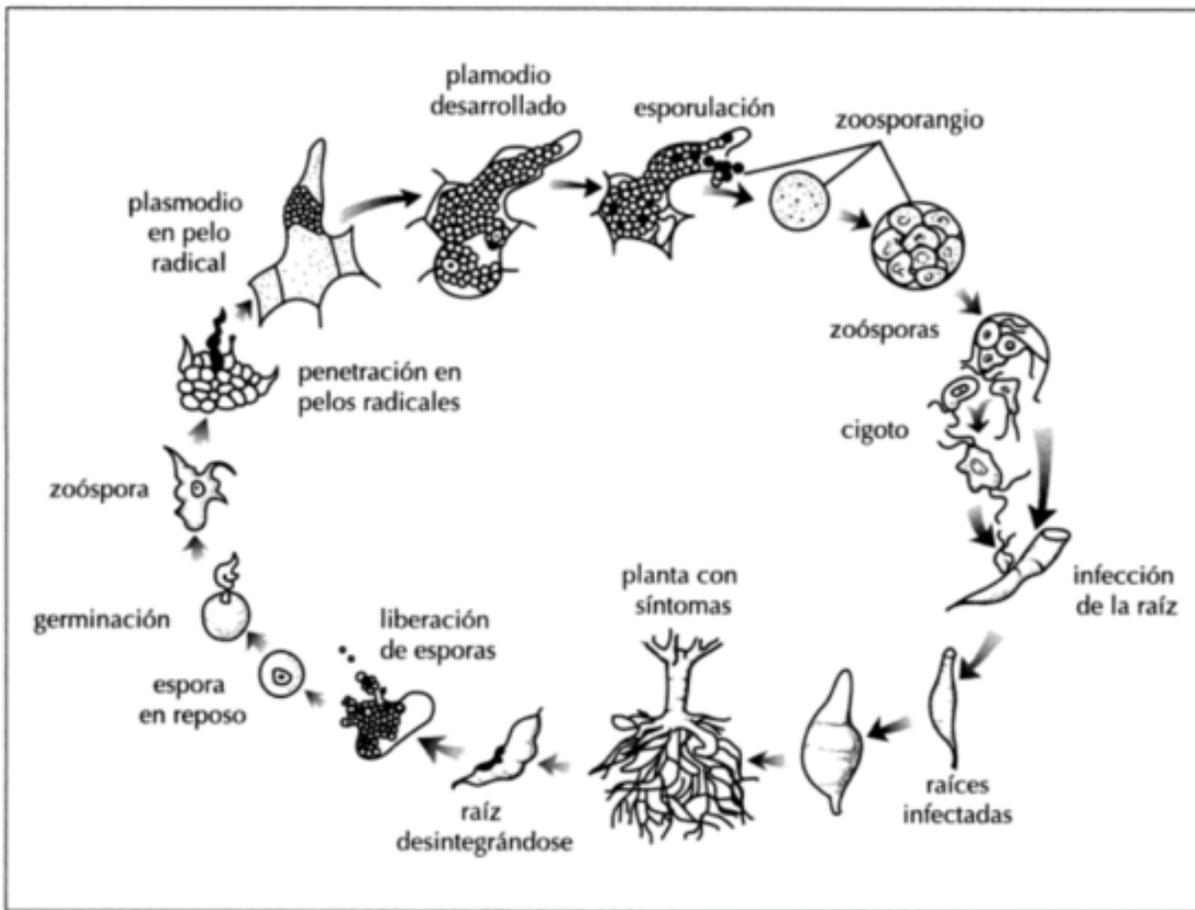
#### 2.2.1.5. Biología

Según Karling, (1968), cita que *P. brassicae*, es un parásito obligado. Que sobrevive en el suelo solamente como quistes latentes formados por zoosporas. Los quistes pueden sobrevivir durante un máximo de 6-8 años sin la presencia de un huésped, y germinan en respuesta a la presencia de exudados de las raíces de las crucíferas. Las zoosporas primarias liberados de quistes en germinación infectan los pelos radiculares de huésped mediante la formación de plasmodio en la superficie radicular para entrar mediante el desarrollo de células de la epidermis. Raíces más antiguas también pueden infectarse si la herida está presente para proporcionar una entrada al patógeno.

En los pelos radiculares, las células del patógeno se unen para formar un plasmodio multinucleado. Este plasmodio se divide y forma múltiples zoosporas secundarias, que se eliminan en el suelo. Las zoosporas secundarias infectan las partes sanas del hospedero inicial o infectan a las plantas cercanas. Estas zoosporas también entran a través de los pelos radiculares, de las células corticales del huésped.

Una vez en la corteza, el patógeno infecta a un huésped celular cortical donde se puede multiplicar o unirse a otras células para formar un plasmodio. A medida que se desarrolla el plasmodio, que libera hormonas vegetales (IAA) que causan las células huésped para ampliar hasta 20 veces su tamaño normal. A medida que crece el plasmodio, se divide e infecta las células vecinas haciendo que se agranden. Los grupos de estas células agrandadas son responsables de matar los pelos radiculares y se les conoce como 'Kankheitsherd'.

No todas las células infectan las células corticales. Algunos se mueven en el tejido vascular e infectar las células del cambium del huésped. Las paredes de las células no desarrolladas del cambium permiten a *P. brassicae* viajar fácilmente hacia arriba y abajo de la raíz, la infección de células corticales, células de los radios vasculares y células del cambium. La infección y la inflamación resultante de las células de los radios vasculares es responsable de los síntomas característicos de marchitez asociados con *P. brassicae*. Como las células de los radios se hinchan para tamaños anormales, las secciones de xilema se empujan a un lado, y la continuidad de la columna de agua. El plasmodio en todas las células huésped, finalmente, se someten a la meiosis y se desarrollan en quistes de reposo, (figura 4).



Fuente: (Monterroso & Ruegg, 2012)

Figura 4. Ciclo de vida de la enfermedad de la hernia de las crucíferas causada por de *P. brassicae*

Según Ren, y otros, (2016), reportan que el patógeno infecta 30 especies de crucíferas y cinco malezas las cuales pueden hospedar esporas de *P. brassicae* entre ellas *C. bursa-pastoris*, *Lepidium apetalum*, *Descurainia sophia*, *S. alba*, y *Thellungiella salsuginea* en condiciones de descanso del terreno.

### 2.2.1.6. Hernia de las crucíferas

#### A. Sintomatología

El primer síntoma de la enfermedad en el cultivo es el marchitamiento de las hojas en días cálidos. Durante la noche estos síntomas desaparecen, luciendo frescas las plantas en la mañana. Antes del marchitamiento aparentemente éstas presentan un crecimiento normal, sin embargo, la tasa de crecimiento es menor. Motivo por el cual las plantas enfermas quedan pequeñas, se tornan amarillas y finalmente mueren. Cuando el marchitamiento ocurre es posible que se confunda con falta de agua, pero el grado de desarrollo de esta anomalía es determinado por varios factores, de los cuales los más importantes son: tiempo de infestación, la especie, la tasa de crecimiento de la planta y condiciones del suelo tales como humedad y temperatura, (Grabowski, 1998).

Cuando la infección ocurre temprano y es severa la planta puede morir. Infecciones menos severas en plantas jóvenes o ya desarrolladas producen deformaciones en raíces. Cuando la infección es tardía, la planta es pequeña, pero puede sobrevivir, (Balanguera Alarcón, Beleño Prada, & Wiest Hernandez, 2015).

Según Cedeño, Dominguez, Briceño, Pino, & Quintero , (2006), citan que *P. brassicae* se disemina mejor en suelos fríos, húmedos y ácidos, por lo tanto, en tales condiciones el número de plantas enfermas es mucho mayor. En suelos ácidos la enfermedad ocurre a temperaturas que van desde 10 °C a 35 °C, pero más favorables entre 20 °C y 25 °C. En los suelos alcalinos el rango de temperaturas favorables es mucho menor.

Dicho patógeno puede ser transportado en las partículas de suelo que se pegan a herramientas, equipos, animales y personas. Por lo general, en los campos no contaminados, llega en los materiales de trasplante (plántulas) infectados y también en las aguas que atraviesan suelos donde se ha presentado la enfermedad, (Balanguera Alarcón, Beleño Prada, & Wiest Hernandez, 2015).

### 2.2.1.7. Métodos de control

#### A. Control cultural

Según Nájera Juárez, (2010), producir almácigo en la propia finca con buenas prácticas de desinfección de los sustratos utilizados o que provengan de viveros certificados. La solarización del suelo es esencial cuando se va a utilizar suelo de la propia finca como sustrato, para llenar las bandejas en la producción de almácigos. También ayudan a prevenir y controlar la enfermedad las siguientes medidas:

1. Regular el agua de riego y evitar que las aguas de escorrentía de fincas vecinas corran en forma libre por su terreno. Se deben construir acequias de ladera o canales de desagüe para desviar las aguas de escorrentía, de tal manera que éstas no se constituyan en riesgo para la dispersión del hongo.
2. Establecer una sola vía de entrada y salida a la finca o parcela evitando el tránsito libre de personas, equipo, maquinaria y animales.
3. Lavar y desinfectar equipo, zapatos, maquinaria, cascos de animales y herramientas antes de ingresar a la finca. La maquinaria debe lavarse y desinfectarse antes de su ingreso a la finca.
4. Desinfectar raíces de los almácigos antes del trasplante definitivo.
5. Mantener un permanente monitoreo de plantas sospechosas en la plantación. Incinerar aquellas que resulten afectadas, desinfectar el área de suelo contaminado, para lo cual se utilizan productos como PCNB, Dazomet u otro recomendado según etiqueta.
6. Realizar rotación de cultivos con especies ajenas a la familia de las crucíferas para evitar la infección de suelos en áreas donde se determine la existencia de la enfermedad.

## B. Control legal

Establecer cuarentenas internas, evitando sembrar crucíferas donde se detecte la presencia de la enfermedad.

## C. Control químico

Según Jacobsen & Williams, (1970), al igual que Reyes, Davidson, & Marks, (1974), citan que existen diversas formas de control evaluadas en campo, sin que ninguna muestre la eficacia necesaria. Sin embargo, bajo invernadero, el control químico con Benomil y Metil Tiofanato demostró ser eficaz para reducir la enfermedad; no obstante para (Velandia, 1992) en sus evaluaciones cita que dichos productos resultaron deficientes en los ensayos de campo.

El mejoramiento de la resistencia a *P. brassicae* no ha tenido el éxito esperado debido a la falta de fuentes de resistencia estables ante la alta proliferación y extrema virulencia de las razas del patógeno según citan (Crisp, y otros, 1989).

De las prácticas culturales que ayudan a controlar la enfermedad la aplicación de cal al suelo es la más conocida, la cual inicialmente fue recomendada, entre otros, por (Mayers, 1985).

### 2.2.1.8. Cultivo de brócoli

Según Fernández Rivera, (2007), cita que el brócoli es una hortaliza originaria del mediterráneo y en Asia se cultiva por la producción de brotes y flores para su consumo en fresco y congelado.

Botánicamente se le denomina como *Brassica oleracea* L. var. *Italica*, pertenece a la subclase IV, Dellenidae, orden Caparales y a la familia Cruciferae o Brassicae el grupo las coles (Fernández Rivera, 2007).

#### 2.2.1.9. Importancia económica del cultivo de brócoli

Según Fernández Rivera, (2007), cita que la importancia económica del brócoli se debe actualmente a su demanda en el mercado internacional. El destino para los Estados Unidos es del 85 % de la exportación y el resto para algunos países europeos.

San Marcos, Quetzaltenango, Sololá, Quiché, Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, Jalapa, Alta Verapaz y Baja Verapaz son zonas productoras tradicionales de Guatemala. Existen plantas de procesamiento en donde se llevan a cabo actividades de clasificación, empaque y embarque, siendo por ello, el brócoli un cultivo que actualmente tiene gran importancia socioeconómica en Guatemala.

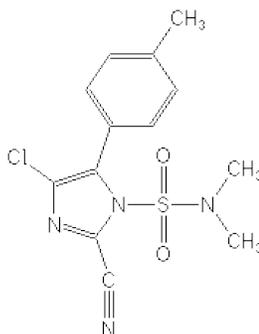
Según EDIFARM, (2003), cita que el brócoli es una planta herbácea con raíces profundas y amplias lo que le permite tener un buen anclaje y una gran capacidad de absorción de nutrientes. Las hojas son erectas verde oscuro y algo rizadas, festoneadas con ligerísimas espículas, presentando un limbo hendido, que en la base de la hoja puede dejar en ambos lados del nervio central pequeños fragmentos de limbo foliar a modo de folíolos.

Las hojas suelen ser pecioladas, siendo erectas y se extienden más en forma horizontal y abierta. Generalmente desarrollan solamente hojas cuando está en su fase de crecimiento, que irán decreciendo en tamaño cuando empiezan a surgir las flores. Sus tallos principales rematan en una masa globulosa de yemas hipertrofiadas lateralmente, capaces de rebrotar.

Las masas de inflorescencias hipertrofiadas son verdosas grisáceas o moradas, el grado de compactación es mediano (pellas abiertas). Las flores amarillas blanquecinas están formadas por cuatro pétalos en forma de cruz que se agrupan en racimos desarrollados a partir del tallo principal. Es una flor de polinización alógama y el fructificación se produce en silículas.

### 2.2.1.10. Cyazofamida

Cyazofamida es la molécula del grupo de los ciano-imidazoles, (figura 5), posee un modo de acción bloqueando la cadena de electrones en el complejo bc1 (ubiquinona reductasa), es decir, uno de los centros de energía del patógeno. Esta molécula es el ingrediente activo del producto RANMAN 40 SC® la cual es una molécula con acción fungicida con excelente control en el grupo de los Oomycetos como *Phytophthora infestans*, *Pseudoperonospora cubensis*, *Peronospora spp.*, entre otros, posee un modo de acción diferente pues bloquea los centros de energía del hongo en la cadena de electrones en el complejo bc1 de los procesos mitocondriales. Es un fungicida de acción protectora, translaminar y antiesporulante. Otra característica muy importante de RANMAN 40 SC es su resistencia al lavado, lo cual mejora la eficacia biológica del producto debido a su mayor aprovechamiento en el control de las enfermedades (Ishihara Sangyo Kaisha, 2016).



Fuente: Ishihara Sangyo Kaisha, 2016.

Figura 5 Diagrama de una molécula de Cyazofamida

#### 2.2.1.11. Antecedentes

Peng, y otros, (2014), evaluaron la acción de fungicidas químicos y biofungicidas en acción solitaria y en acción con resistencia varietal, para determinar el potencial en el manejo de la enfermedad hernia de las coles. Los fungicidas sintéticos evaluados fueron: pentacloronitrobenzeno, fluazinam y cyazofamida; los cuales mostraron actividad contra *P. brassicae*, ellos redujeron ocasionalmente la hernia de las crucíferas en brócoli.

Mitani, y otros, (2003), citan que cyazofamida (4-chloro-2-cyano-N, N-dimethyl-5-p-tolylimidazole-1-sulfonamida) es un novedoso fungicida con alta actividad contra oomycetos y *P. brassicae*. Dichos efectos fueron evaluados contra la hernia de las crucíferas en repollo, cyazofamida a una concentración de 0.3 ppm inhibió esporas en dormancia en un 80%, sin embargo, a una concentración entre 3 – 10 ppm mostraron actividad antifungica en esporas durante dormancia 10 días después del tratamiento de aplicación de cyazofamida en suelos infestados, tanto en infección radicular.

Desde 1974 se dieron los primeros indicios de la existencia de *Plasmodiophora brassicae* en Guatemala según investigó (Monterroso & Ruegg, 2012), pues destacaron que “esporas del hongo” se encontraban adheridas a los repollos, luego identificaron que en el Valle de Almolonga, Guatemala, la incidencia de la enfermedad iba en aumento así como su distribución. Los mismos autores señalan algunas medidas de control del patógeno.

En Guatemala la enfermedad se ha diseminado en forma acelerada. En 1995 se determinó su distribución geográfica en siete y entre ellos se encuentra Jalapa (Carranza Bazini, Morales, & Salguero, 1995).

López Quiñónez, (1995), evaluó solarizado simple y en combinación con encalado y productos químicos, en Patzicia, Chimaltenango, para determinar su eficiencia en el control de la hernia del brócoli, encontró que el control químico no fue efectivo para el hongo, pues se presentó incidencia superior al 90 por ciento, en tanto que el encalado solo, solarizado solo y la combinación de ambos reducen la incidencia hasta no tener plantas enfermas obteniendo los mayores rendimientos en el cultivo de brócoli de alrededor de 20,000 kg/ha.

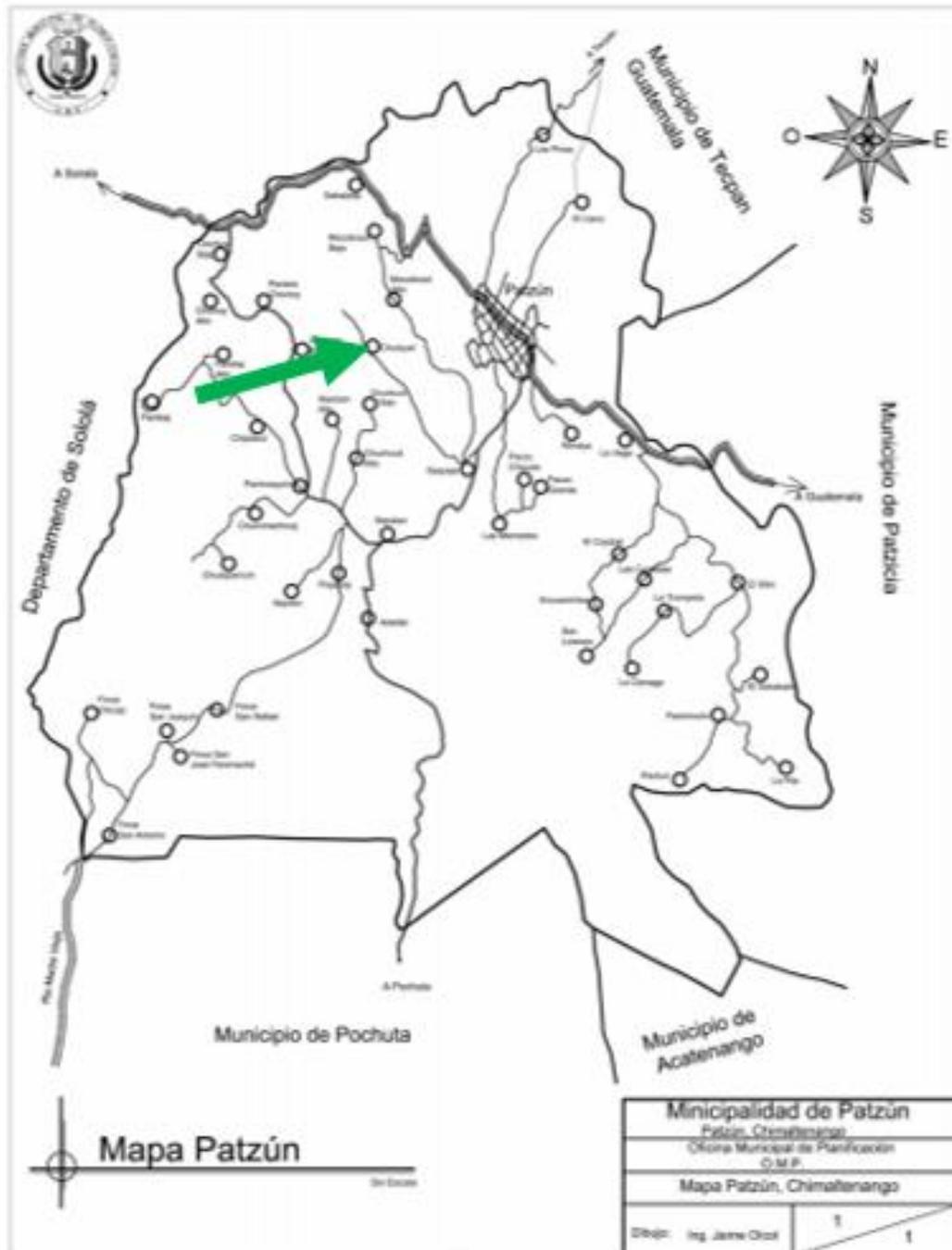
Paz Kroell, (1996), evaluó diferentes períodos de exposición de solarizado y solarizado encalado, además de solo encalado como métodos de control de la hernia del brócoli. El mejor tratamiento consistió en solarizar el suelo con encalado durante ocho semanas, seguido por solarizado más encalado del suelo por seis semanas y el menos eficiente fue el solarizado más encalado a dos semanas previo a la siembra.

Fernández Rivera, (2007), evaluó el efecto del encalado en diferentes períodos previo a la siembra del brócoli, para el control de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae woronin*) en brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), en la aldea el Astillero, Jalapa. El período de encalado previo a la siembra de brócoli que tuvo mayor beneficio económico fue el de cinco semanas previo a la siembra del brócoli.

## 2.2.2. Marco referencial

### 2.2.2.1. Ubicación geográfica

El experimento se realizó en la aldea Chuiquel, jurisdicción del municipio de Patzún del departamento de Chimaltenango, (figura 3). Esta aldea se encuentra a una distancia de 90 km de la capital de Guatemala. Patzún se encuentra en el departamento de Chimaltenango, a 30 km de la cabecera departamental, Chimaltenango. En la figura 6 se encuentra el mapa de este municipio. Para llegar a Patzún se sale de Chimaltenango, después de 15 km al llegar a Patzicia se entra a mano izquierda, se atraviesa el pueblo y a 13 km se encuentra Patzún, todo por carretera de asfalto. La capital Guatemala se encuentra a 84 km (Muñoz Archila, 2009).



Fuente: Municipalidad de Patzún, Chimaltenango, 2016.

Figura 6. Mapa del municipio de Patzún, Chimaltenango

#### 2.2.2.2. Población

Patzún cuenta con un total de 57,320 habitantes (proyección 2017) con un crecimiento anual estimado en 3.4 %. Es una población que se caracteriza por ser joven donde el 39 % tienen entre 5 y 19 años. (Municipalidad de Patzún, Chimaltenango, 2016)

#### 2.2.2.3. Agricultura

La mayoría de los habitantes, especialmente los hombres, se dedican al cultivo de verduras y granos básicos. Los granos básicos como el frijol y maíz son para el consumo familiar. Las verduras como la arveja china y dulce, brócoli, repollo, coliflor, col de bruselas, ejote en su mayoría son exportadas a los Estados Unidos y parte a Europa. El 40 % de cultivo de arveja china, dulce y brócoli que se exporta a Estados Unidos proviene del departamento de Chimaltenango, concretamente del municipio de Patzún, (Municipalidad de Patzún, Chimaltenango, 2016).

En Patzún existen varios centros de acopio donde se recibe la verdura y se subasta. También algunas empresas se dedican a la exportación como PROVESA, MAYA PAC, AGRO ALTO, ALCOSA, OPCION, AGIL y otros.

#### 2.2.2.4. Descripción biofísica

##### A. Suelo

El municipio de Patzún cuenta con inclinaciones bastante pronunciadas, por lo que la mayoría de áreas de cultivo para la siembra son terrenos cuyo desnivel oscila desde el 10 % hasta más del 70 %. Cauqué, Tecpán y Zacualpa, son las series de suelos existentes, siendo el material madre ceniza volcánica de color claro. El relieve del Cauqué es fuertemente inclinado u ondulado. La serie Tecpán es casi plano u ondulado y el relieve del Zacualpa es muy inclinado, cortado por muchos barrancos. El drenaje de los dos primeros es bueno y el del último excesivo. El color de las series Cauqué y Tecpán es café oscuro y el de Zacualpa café grisáceo. La textura y consistencia del Cauqué es franco friable y del

Zacualpa franco arenoso y suelto. El espesor es de veinte a cuarenta centímetros; el subsuelo de estos en su consistencia es friable, a excepción del Zacualpa, que es suelto. La textura del subsuelo de los dos primeros es franco arcilloso y la de Zacualpa franco arenosa (Muñoz Archila, 2009).

Predominan por lo general los bosques naturales de pino, ciprés común y árboles que se utilizan para leña. No se han encontrado, que se sepa, vestigios de reforestación hecha por los habitantes ni las autoridades. Los bosques son de especies típicas dentro de la clasificación del altiplano del país.

## B. Recurso hídrico

Ríos: Blanco, Las Flores, Nicán, Peña Colorada, Bojoyá, Los Cangrejos, Nimayá, Reventón, Chocoyá, Los Chocoyos, Pacacquix, San Jorge, El Molino, Los Encuentros, Pachimulín, Seco, La Vega, Los Ídolos, Patoquer, Xatzán, Las Canoas, Madre Vieja, Paxulá y Zarco.

## C. Clima

En Patzún, en verano, que va de febrero a abril, el clima es seco y con fuertes vientos de variaciones violentas y sube la temperatura a 25 °C. El invierno, que va de mayo a octubre, es lluvioso y con mucho viento, la temperatura es de 23 °C. A partir de noviembre hasta febrero no hay lluvias y la temperatura baja algunos días de diciembre o enero hasta los 15°C.

La temperatura máxima es de 30 °C, mínima de 10 °C y media de 20 °C, con una humedad relativa anual del 80 %. La velocidad de los vientos suele ser de 12 km. por hora y su dirección por lo general es de norte a sur, (Municipalidad de Patzún, Chimaltenango, 2016).

## 2.3. Objetivos

### 2.3.1. Objetivo General

1. Evaluar la efectividad de frecuencias de aplicación, (siete días, catorce días, veintiún días y testigo absoluto), de Cyazofamida en el control de hernia de las crucíferas (*P. brassicae*); Patzún, Chimaltenango.

### 2.3.2. Objetivos Específicos

1. Determinar la variación de incidencia y severidad de la hernia de las crucíferas (*P. brassicae*), en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Italica), al final del ciclo del cultivo.
2. Determinar el diámetro de los floretes en cada uno de los tratamientos evaluados.
3. Realizar análisis de rentabilidad económica de las diferentes frecuencias de aplicación, (siete días, catorce días, veintiún días y testigo absoluto), de Cyazofamida.

#### 2.4. Hipótesis

La frecuencia de aplicación cada 7 días de Cyazofamida producirá el mejor efecto supresor de la hernia de las crucíferas, causado por *P. brassicae* en el cultivo de brócoli. Esto debido a la corta frecuencia de aplicación, lo que permite un menor desarrollo del patógeno.

## 2.5. Metodología

### 2.5.3. Metodología experimental

#### 2.5.3.1. Descripción de los tratamientos

Para la investigación se evaluaron tres frecuencias de aplicación de la molécula Cyazofamida presente en el fungicida RANMAN 40 SC®. El producto comercial tiene 40 % de ingrediente activo, para la aplicación se disolvió 16 cm<sup>3</sup> del producto comercial en una bomba asperjadora de mochila de 16 L, y a cada planta se le aplicó 25 cm<sup>3</sup> de la solución, lo que es equivalente a una dosis de 10 ppm del Cyazofamida por cada planta, se evaluaron las siguientes frecuencias de aplicación: frecuencia de aplicación cada siete días, frecuencia de aplicación cada catorce días y frecuencia de aplicación cada veintiún días. A estos tratamientos se les realizó una aplicación de Cyazofamida el día uno, sumergiendo las raíces de los pilones en la solución de la molécula y agua, sumando un total de 3 aplicaciones en total por tratamiento. Se utilizará un testigo absoluto el cual comprenderá la no aplicación de Cyazofamina como comparador del desarrollo natural de la enfermedad en el área de evaluación. En el cuadro 1, se muestra la descripción de las frecuencias evaluadas.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

<b>Descripción de los tratamientos (Cyazofamida)</b>			
<b>Dosis: 400 ppm de Cyazofamida por litro de agua, (10 ppm/planta)</b>			
<b>Frecuencia de aplicación (días)</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Inmersión de plántulas en solución de Cyazofamida (día 1)</b>	<b>Total de aplicaciones</b>
0	4	No	0
7	4	Si	3
14	4	Si	3
21	4	Si	3

Fuente: Elaboración propia, 2016.

#### 2.5.3.2. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro frecuencias de aplicación de Cyazofaminda evaluados y con 4 repeticiones, para un total de 16 unidades experimentales.

El modelo estadístico para dicho diseño experimental es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable respuesta de la ij-ésima unidad experimental.

$\mu$  = Media general de la variable respuesta.

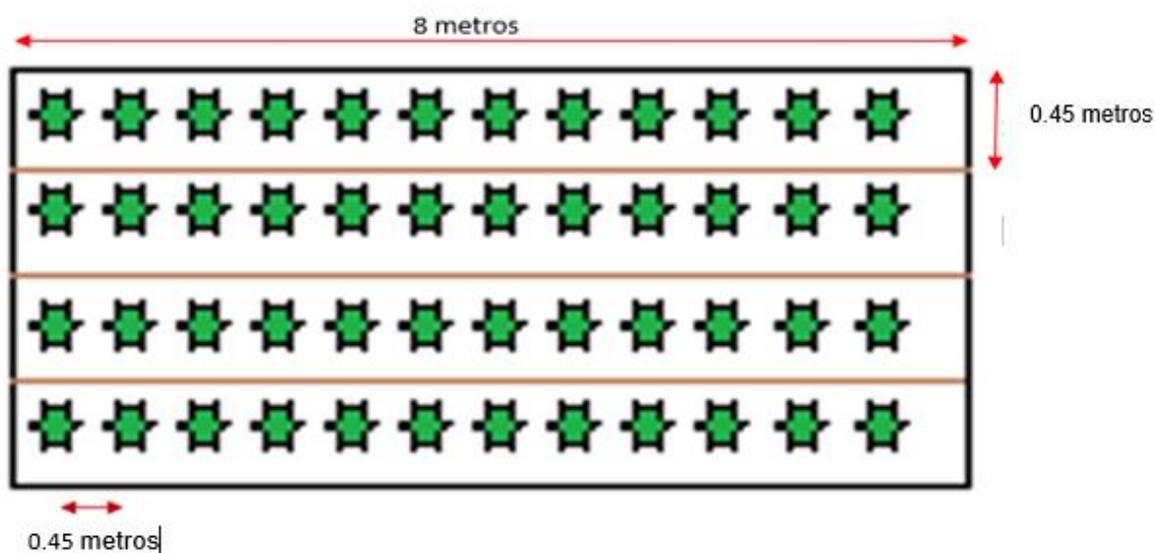
$T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento en la variable respuesta.

$B_j$  = efecto del j-ésimo bloque en la variable respuesta.

$E_{ij}$  = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

### 2.5.3.3. Descripción de la unidad experimental

Cada unidad experimental posee 1.8 metros de ancho por 8 metros de largo, con una área de 14.4 m<sup>2</sup>, con cuatro surcos, distanciados 45 cm entre cada uno. El distanciamiento de siembra fue de 45 cm entre surcos y 45 cm entre plantas (figura 7). El área total será de 230.4 m<sup>2</sup> (figura 8). En el cuadro 2, se muestra la distribución de los tratamientos en las repeticiones.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 7. Esquema de una unidad experimental utilizada en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

#### 2.5.3.4. Arreglo espacial de la investigación

Se realizó el proceso de aleatorización de las unidades experimentales. En el cuadro 2, se encuentra el arreglo espacial que se obtuvo.

Cuadro 2. Distribución de los diferentes tratamientos y repeticiones del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
Testigo	Frecuencia 21 días	Frecuencia 7 días	Frecuencia 14 días
Frecuencia 7 días	Testigo	Frecuencia 14 días	Frecuencia 21 días
Frecuencia 21 días	Frecuencia 14 días	Testigo	Frecuencia 7 días
Frecuencia 14 días	Frecuencia 7 días	Frecuencia 21 días	Testigo

Fuente: Elaboración propia, 2016.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 8. Croquis del campo del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

#### 2.5.3.5. Variables respuesta

##### A. Incidencia de *P. brassicae*

Proporción de plantas que cuentan con la enfermedad por unidad experimental al final del ciclo del cultivo.

##### B. Severidad de la enfermedad

Proporción de la planta que se ve afectada con síntomas de la enfermedad en los diferentes tratamientos evaluados al final del ciclo del cultivo.

### C. Diámetro de florete

Diámetro de florete en centímetros por unidad experimental al final del ciclo del cultivo.

### D. Rentabilidad de manejo fitosanitario

Se evaluó la rentabilidad del manejo fitosanitario en las diferentes frecuencias de aplicación de la molécula.

## 2.5.3.6. Manejo del experimento

### A. Preparación del terreno

Se utilizó labranza secundaria utilizando azadón dos veces con el fin de mejorar la estructura del suelo y mejorar así las condiciones para el establecimiento del cultivo.

### B. Siembra del cultivo brócoli

Se utilizaron pilones de brócoli, con un distanciamiento de siembra de 0.45 m entre surcos y 0.45 m entre plantas, de forma manual. En la figura 9, se muestra el proceso de siembra del cultivo de brócoli.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 9. Siembra de las plantas de brócoli del ensayo de la eficiencia de la frecuencia de del Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas, Patzún, Chimaltenango, 2016.

### C. Delimitación de las unidades experimentales

Se delimitaron con estacas las unidades experimentales y se colocó un rotulo al centro de cada una para su identificación. En la figura 10, se muestra el proceso de delimitación de la parcela.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 10. Delimitación y rotulación de las parcelas del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

#### D. Manejo agronómico del cultivo

El manejo agronómico de la parcela fue realizada por parte del agricultor dueño de la parcela, siguiendo el programa fitosanitario y nutricional recomendado por la exportadora Alimentos Congelados S.A. En el cuadro 3, se muestra el manejo fitosanitario utilizado en el cultivo. En el cuadro 4, se muestra el manejo nutricional utilizado en el cultivo.

Cuadro 3. Manejo fitosanitario implementado en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

Manejo del Cultivo de Brócoli ( <i>Brassica olerase</i> var. <i>italica</i> )		
Manejo Fitosanitario		
Día de aplicación	Producto	Plaga o Enfermedad
30	Clorotalonil 72 %	<i>Peronospora brassicae</i> , <i>A. candida</i> , <i>M. brassicicola</i>
	Dimetoato 40 EC	<i>Liriomyza</i> sp., <i>Pieris brassicae</i> L., <i>Brevicoryne brassicae</i> L., <i>Plutella xylostella</i>
37	Spinetoram 6%	<i>Liriomyza</i> sp., <i>Pieris brassicae</i> L., <i>Trichoplusia ni</i> .
	Azufre 80 %	<i>Peronospora brassicae</i> , <i>A. candida</i>
44	Clorotalonil 72 %	<i>Peronospora brassicae</i> , <i>A. candida</i> , <i>M. brassicicola</i>
	Flubendiamide 20 %	<i>Pieris brassicae</i> L. <i>Trichoplusia ni</i> ,
51	Lambda Cialotrina 10%	<i>Liriomyza</i> sp., <i>Pieris brassicae</i> L., <i>Brevicoryne brassicae</i> L., <i>Plutella xylostella</i>
	Sulfato de cobre 27 %	<i>Xanthomonas</i> spp., <i>Erwinia carotovora</i>
58	Spinetoram 6%	<i>Liriomyza</i> sp., <i>Pieris brassicae</i> L., <i>Trichoplusia ni</i> .
	Clorotalonil 72 %	<i>Peronospora brassicae</i> , <i>A. candida</i> , <i>M. brassicicola</i>
80	<b>COSECHA</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Cuadro 4. Manejo nutricional implementado en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

Manejo del Cultivo de brócoli ( <i>Brassica olerase</i> var. <i>italica</i> )	
Manejo nutricional	
Día de aplicación	Fertilizante
25	15-15-15 (Granulado)
60	15-15-15 (Granulado)
80	<b>COSECHA</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016.

### E. Aplicación de los tratamientos de Cyazofamida

La aplicación de los tratamientos se realizó de forma manual utilizando asperjadora de mochila. A cada planta se le aplicó 25 ml de la solución realizada. En la figura 11, se muestra el proceso de aplicación de Cyazofamida al cultivo de brócoli.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 11. Aplicación de los tratamientos del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

#### 2.5.3.7. Recolección de datos

##### A. Incidencia de hernia de las crucíferas causada por (*P. brassicae*)

Se realizó un solo muestreo, después de la cosecha se procedió a remover una muestra de 20 plantas del suelo, las raíces se separaron del tallo de la planta, se lavaron y seguidamente se determinó la presencia o ausencia de la enfermedad y se calculó el porcentaje de incidencia.

### B. Severidad de la enfermedad

Se realizó un solo muestreo, después de la cosecha se procedió a remover las plantas del suelo, y las raíces se separaron del tallo de la planta, se lavaron y seguidamente se determinó la severidad de la enfermedad siguiendo la escala propuesta por (Williamson, 1987), (cuadro 5 y figura 12). Los datos de severidad se usaron para calcular la media de la severidad de la enfermedad para cada uno de los tratamientos.

Escala de severidad de Williamson		
Escala	Estado	Sintoma
0	Saludable	No presenta agallas
1	Ligero	Agallas pequeñas con diámetro menor a 4 mm
2	Moderado	Agallas menores de 10 mm x 5 mm o diámetro de 7.5 mm
3	Severo	Agallas menores de 20 mm x 10 mm o diámetro de 15 mm
4	Muy severo	Agallas mayores de 20 mm x 10 mm o diámetros mayores de 15 mm

Fuente: (Williamson, 1987)

Cuadro 5. Escala de índice de severidad para la enfermedad de la hernia de las crucíferas.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 12. Escala de índice de severidad para la enfermedad de la hernia de las crucíferas (*P. brassicae*), según (Williamson, 1987), para ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

### C. Diámetro de florete del cultivo de brócoli

A los 80 días después del trasplante se procedió a cosechar una muestra de 20 floretes de brócoli, para ello se colectaron los floretes de los dos surcos de la parte central de cada unidad experimental, se determinó el diámetro en centímetros y siguiendo la escala de diámetros permitidos por la exportadora, (cuadro 6). Se procedió a verificar su aceptación. Luego se procedió a pesarlos y luego se calculó el rendimiento del cultivo en kilogramos por hectárea. Luego se calculó la rentabilidad de los tratamientos evaluados.

Cuadro 6. Escala de diámetros de florete del cultivo de brócoli del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

Escala de diámetros de florete del cultivo de brócoli	
Diámetros (centímetros)	Clasificación
De 10.16 a 19.05	Diámetro aceptado
20.32 en adelante	No aceptado

Fuente: Elaboración propia, 2016.

#### 2.5.3.8. Análisis de la información

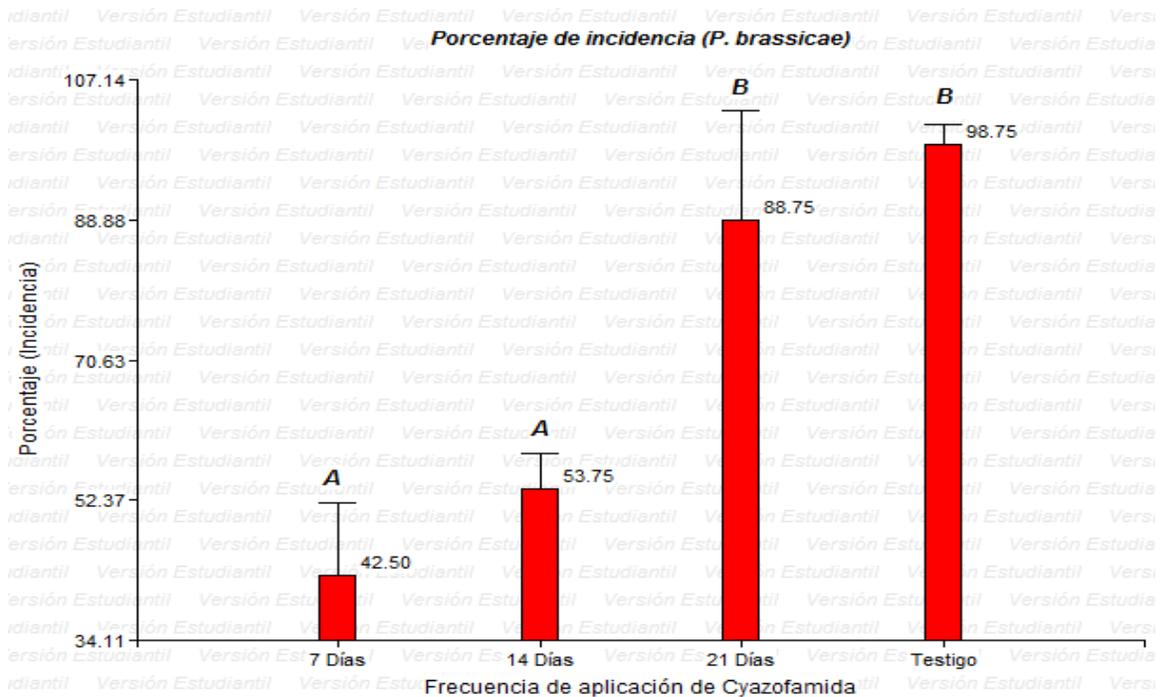
Los datos obtenidos para las variables de diámetro de florete e incidencia de la enfermedad se analizaron con análisis de varianza (ANDEVA) de bloques al azar. Se mostraron diferencias significativas entre tratamientos, por lo cual se realizó un análisis múltiple de medias de Tukey, mientras los datos de la variable de severidad de la enfermedad se analizaron con análisis de la varianza (ANDEVA) de Friedman, y la variable de rentabilidad se analizó con la obtención de cuadros de análisis de beneficio/costo.

## 2.6. Resultados y discusión

### 2.6.1. Incidencia de la enfermedad hernia de las crucíferas causada por (*P. brassicae*).

Se determinó la variable incidencia de la enfermedad hernia de las crucíferas (*P. brassicae*), al final del período de estudio mismo, con frecuencias de aplicación como efecto fijo y efectos de bloque como aleatorio. Los datos obtenidos fueron analizados y cumplieron con los supuestos de independencia de errores, homogeneidad de varianzas y distribución normal.

Se determinó que existe diferente efecto en el control de incidencia por los tratamientos evaluados con un nivel de confianza del 95 %, por lo que se realizó un análisis de comparación de medias por el método Tukey, en el cual se determinó, (cuadro 8A y figura 13), que las frecuencias de aplicación cada siete días con 42.5 % de media de porcentaje de incidencia y catorce días con 53.75 % de media de porcentaje de incidencia, fueron los que presentaron menor incidencia de la enfermedad, esto debido a la acción antiesporulante y traslaminar de la molécula Cyazofamida lo que permite un mayor control en la propagación del organismo. Esto se confirman en el estudio realizado por (Peng, y otros, 2014), en el cual se mostró el efecto anti fúngico de la molécula frente a esta enfermedad.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

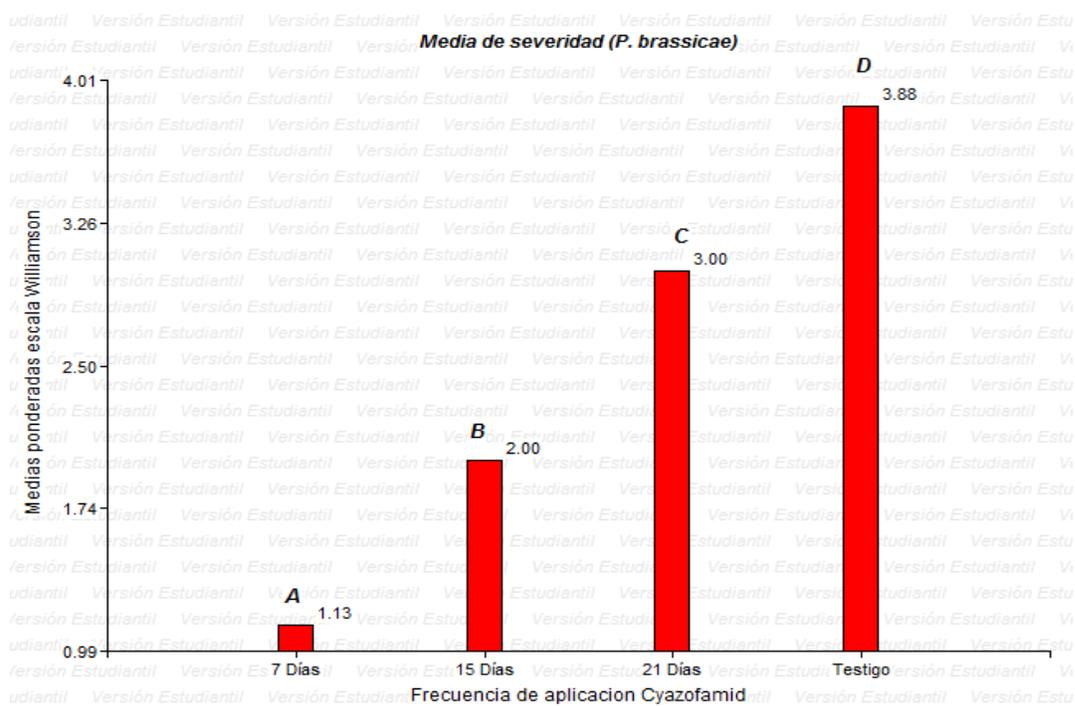
Figura 13. Porcentajes de incidencia de la enfermedad de la hernia de las crucíferas obtenidos en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

#### 2.6.2. Severidad de la enfermedad de la hernia de las crucíferas causada por (*P. brassicae*).

Se determinó la variable severidad de la enfermedad hernia de las crucíferas (*P. brassicae*), al final del período de estudio mismo, con frecuencias de aplicación como efecto fijo y efectos de bloque como aleatorios. Los datos obtenidos fueron analizados y cumplieron con los supuestos de independencia de errores, homogeneidad de varianzas y distribución normal. Seguidamente se realizó un análisis de la varianza no paramétrico, (ANDEVA) de Friedman.

En el cual se determinó, (cuadro 9A y figura 14), que la frecuencia de aplicación cada siete días con una media de 1.13 en la escala de severidad de (Williamson, 1987) fue la que

presentó la severidad más baja en los tratamientos con aplicación de Cyazofamida. En el estudio realizado por (Mitani, y otros, 2003), se investigaron los efectos de Cyazofamida contra *P. brassicae*, el agente causal de la hernia de las Crucíferas. Esta molécula inhibió la germinación de las esporas de descanso de dicho patógeno. Según el estudio estos resultados indican que Cyazofamida tiene un alto potencial para ser un fungicida efectivo para el control de *P. brassicae*.



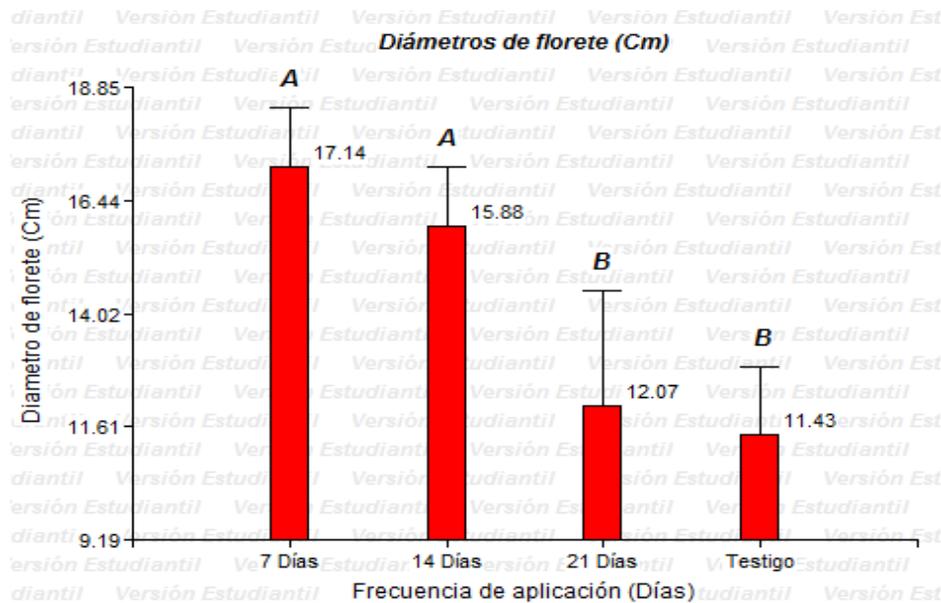
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 14. Media ponderada de la severidad de la hernia de las crucíferas causada por *P. brassicae* obtenido en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencias de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas, Patzún, Chimaltenango, 2016.

### 2.6.3. Diámetro de florete de brócoli

Se determinó la variable de diámetro de florete, al final del período de estudio mismo, con frecuencias de aplicación como efecto fijo y efectos de bloque como aleatorios. Los datos obtenidos fueron analizados y cumplieron con los supuestos de independencia de errores, homogeneidad de varianzas y distribución normal.

Se determinó que existe diferencia en efecto del incremento del diámetro del florete de brócoli por los tratamientos evaluados con un nivel de confianza del 95 %, (cuadro 9A y figura 15), por lo que se realizó un análisis de comparación de medias por el método Tukey, en el cual se determinó que las frecuencias de aplicación cada siete días con 17.14 cm de media de diámetro y catorce días con 15.88 cm de diámetro, presentaron los mayores diámetros de florete, esto debido a la corta frecuencia de aplicación, lo que permite un menor desarrollo de *P. brassicae* por ende aumentando el desarrollo vegetativo.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 15. Diámetro de florete en cultivo de brócoli obtenido en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

## 2.6.4. Análisis de rentabilidad

Cuadros 7. Cuadro de costos totales del manejo fitosanitario y nutricional de una hectárea de cultivo de brócoli en Patzún, Chimaltenango.

	Concepto	Valor parcial	Valor total
1	Costos directos		
	1.1 Renta de la tierra		Q1,400.00
	1.2 Mano de obra		
	a)Preparación del suelo	Q2,000.00	
	b)Siembra	Q1,000.00	
	c)Fertilización	Q760.00	
	d)Control fitosanitario	Q850.00	
	e)Cosecha	Q1,100.00	
	Subtotal		Q7,110.00
	1.3 Insumos		
	a)Pilonos	Q5,000.00	
	b)Fertilizantes	Q1,800.00	
	c)Insecticidas	Q1,300.00	
	d)Fungicidas	Q700.00	
	e)Ranman 40 SC®	Q7,450.00	
	Subtotal		Q16,250.00
	Total		Q23,360.00

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Cuadro 8. Análisis de rentabilidad obtenido en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

E3

Análisis de Rentabilidad						
Frecuencia de aplicación	Rendimiento Kg/ha	Costo Total (ha)	Ingreso total	Ingreso neto	Relación B/C	Rentabilidad %
Testigo	9393.93	Q23,360.00	Q21,699.98	-Q1,660.02	0.93	-7.11
7 Días	13699.48	Q23,360.00	Q31,645.80	Q8,285.80	1.35	35.47
15 Días	12916.65	Q23,360.00	Q29,837.47	Q6,477.47	1.28	27.73
21 Días	9863.63	Q23,360.00	Q22,784.98	-Q575.02	0.98	-2.46

Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el cuadro 8 se muestra el análisis de rentabilidad del ensayo realizado. Se considera que el costo total es constante en todos los tratamientos, (cuadro 7), debido a que el manejo agronómico del experimento fue el mismo, solo varió las frecuencias de aplicación de Cyazofamida.

Las frecuencias de aplicación cada siete y catorce días, mostraron una relación beneficio/costo arriba de 1 y una rentabilidad positiva, lo cual indica que los beneficios son mayores que los costos. Lo cual indica que es viable la aplicación de la molécula Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas (*P. brassicae*), en el cultivo de brócoli en dichas frecuencias. El testigo y frecuencia de aplicación cada veintiún días, muestran una relación beneficio/costo menor a 1 y una rentabilidad negativa, lo cual indica que los costos son mayores a los beneficios.

## 2.7. Conclusiones

1. De las tres frecuencias evaluadas de aplicación de Cyazofamida, las que redujeron en mayor porcentaje la incidencia de *P. brassicae* fueron las frecuencias de aplicación cada siete y catorce días respectivamente.
2. Existe efecto directo de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para la disminución de la severidad de ataque de *P. brassicae*. De las tres frecuencias evaluadas, la de siete días presentó menor severidad de la enfermedad.
3. Las frecuencias de aplicación de Cyazofamida que promueven un mayor aumento de diámetro basal de brócoli son siete y catorce días, debido al mejor control de diseminación del organismo.
4. Los tratamientos que mostraron beneficios económicos fueron las frecuencias de aplicación cada siete y catorce días, ya que obtuvieron una rentabilidad positiva y una relación beneficio/costo de 1.35 y 1.28 respectivamente. El testigo y frecuencia de aplicación cada veintiún días, reportaron pérdidas.

## 2.8. Recomendaciones

1. Se recomienda evaluar diferentes concentraciones de Cyazofamida, realizando las aplicaciones con una frecuencia de siete días.
2. Se sugiere que se valide la aplicación de la frecuencia de aplicación cada siete días de Cyazofamida en otras regiones en donde se produzca brócoli a manera que se logre obtener una alternativa para control de *P. brassicae*.

## 2.9. Bibliografía

1. Balanguera Alarcón, E. A., Beleño Prada, S. G., & Wiest Hernandez, M. C. (2015). *Plasmodiophora brassicae* como patógeno. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
2. Carranza Bazini, H., Morales, R., & Salguero, N. (1995). *Distribución geográfica e incidencia de la hernía del brócoli (Plasmodiophora brassicae), en Guatemala*. Guatemala, Guatemala: ICTA, CATIE.
3. Cedeño, L., Dominguez, I., Briceño, A., Pino, H., & Quintero, K. (2006). *Hernia de la col, (Plasmodiophora brassicae)*. Merida, Venezuela: Universidad de los Andes (ULA); Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP).
4. Crisp, P., Crute, I., Sutherland, R., Angel, A., Blook, K., Burges, H., & Gordon, P. (1989). *The exploitation of genetic resources of Brassicae oleraceae in breeding for resistance to club root (Plasmodiophora brassicae)*. Obtenido de Euphytica 42(3):215–226: <https://link.springer.com/article/10.1007%2F00034457?LI=true>
5. EDIFARM. (2003). *Manual de hortalizas*. Guatemala: EDIFARM.
6. Fernández Rivera, R. (2007). *Manejo del cultivo de brócoli (brassica oleracea var. italica) en la empresa alimentos congelados, s.a. (ALCOSA) en el departamento jalapa*. Obtenido de USAC, Biblioteca Central: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2363.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2363.pdf)
7. Furnari, G., Guglielmo, A., Longhitano, N., Pavone, P., Salmeri, C., & Scelsi, F. (2013). *Tabla de botánica sistemática*. (P. Pavone, Productor) Recuperado el Marzo de 2016, de Dipartamenti di Scienze Biologiche Geologiche e Ambientali: [http://www.dipbot.unict.it/sistemica\\_es/Index.html](http://www.dipbot.unict.it/sistemica_es/Index.html)
8. Gallego, E., & Sánchez, J. (2016). *Principales grupos fúngicos*. Obtenido de Universidad de Valencia, Facultad de Biología: <http://www.ual.es/GruposInv/myco-ual/grupos.htm>
9. Grabowski, M. (1998). *Plasmodiophora brassicae*. Obtenido de North Carolina University, Department of Plant Pathology: <https://projects.ncsu.edu/cals/course/pp728/Plasmodiophora/Plasmodiophora.html>
10. Ishihara Sangyo Kaisha. (2016). Ficha Técnica: Ranman 40 SC. *Ishihara Sangyo Kaisha*. Guatemala: ECASSA, PROMOAGRO.
11. Jacobsen, B., & Williams, P. (1970). *Cabbage club root control using benlate*. Obtenido de Plant Disease Report 54:(6)456-460: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19711100342>

12. Karling, J. S. (1968). *The plasmodiophorales*. New York, USA: Hafner Publishing Company.
13. López Quiñónez, M. (1995). *Evaluación de métodos de control de la hernia de la crucíferas (Plasmodiophora brassicae) en el cultivo del brócoli (Brassica oleracea var. Itálica) en Patzicia, Chimaltenango*. Obtenido de USAC, Biblioteca Central: [Biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_1558.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1558.pdf)
14. MAGA. (2014). *El agro en cifras 2014*. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación; Dirección de Planeamiento: <http://web.maga.gob.gt/download/1agro-cifras2014.pdf>
15. Mayers, D. R. (1985). *Lime in the control of club root of crucifers; effect of pH, calcium, magnesium and their interactions*. Obtenido de *Phytopathology* 75(6):670-673: *Phytopathology*
16. Mitani, S., Sugimoto, S., Hayashi, H., Takii, Y., Ohshima, T., & Matsuo, N. (2003). *Effects of cyazofamid against Plasmodiophora brassicae Woronin on Chinese cabbage*. Obtenido de National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine 59(3):287-93: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12639045>
17. Monterroso, S. D., & Ruegg, K. (2012). *Incidencia del nudo o hernia del repollo (Plasmodiophora brassicae), en el valle de Almolonga, Quetzaltenango*. Obtenido de AGRIS SINCE 1: [http://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=87E8B1063F9F736E12CD9647503B016D?request\\_locale=es&recordID=AG19760066717&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=&centerString=&enableField=](http://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=87E8B1063F9F736E12CD9647503B016D?request_locale=es&recordID=AG19760066717&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=&centerString=&enableField=)
18. Municipalidad de Patzún, Chimaltenango. (2016). *Municipalidad de Patzún*. Obtenido de <http://www.patzun.gob.gt/>
19. Muñoz Archila, I. (2009). *Evaluación de tres programas químicos para el control de plutella xylostella l. en el cultivo de brócoli (Brassica oleraceae var italica)*. Patzún, Chimaltenango: Facultad de Agronomía, Tesis de grado.
20. Nájera Juárez, H. (2010). *Enfermedad denominada hernia o nudo de la raíz de las crucíferas (Plasmodiophora brassicae)*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/44773333/Trabajo-Investigacion-Plasmodiophora-Brassicae>
21. Paz Kroell, H. (1996). *Evaluación de cuatro periodos de solarizado, encalado y sus combinaciones, para el control de la hernia de la crucíferas (Plasmodiophora brassicae Woronin) en brócoli (Brassica oleracea L. var. Italica Plenck) en el Tejar, Chimaltenango*. Obtenido de USAC, Biblioteca Central: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_1640.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1640.pdf)

22. Peng, G., Rachid, L., Sheau-Fang, H., Russell, K., Pageau, D., McDonald, M., . . . Stephen, E. (2014). *Crop rotation, cultivar resistance, and fungicides/biofungicides for managing clubroot (Plasmodiophora brassicae) on canola*. doi:10.1080/07060661.2013.860398
23. Ren, L., Xu, L., Liu, F., Chen, K., Sun, C., Li, J., & Fang, X. (2016). *Host range of plasmodiophora brassicae on cruciferous crops and weeds in China*. Obtenido de APS Journals 100(5):933-939: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS-09-15-1082-RE>
24. Reyes, A., Davidson, T., & Marks, C. (1974). *Races, pathogenicity and chemical control of Plasmodiophora brassicae*. Obtenido de AGRIS, FAO 64(72):173-177: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201303132862>
25. Rodríguez Barrios, S. L. (2006). *Sistematización de las experiencias de los programas fitosanitarios en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea) de exportación en Chimaltenango*. Obtenido de USAC, Biblioteca Central: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2284.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2284.pdf)
26. Tradiconales, A. (. (2002). *Estadísticas de exportación, cultivo del brócoli*. Guatemala.
27. Velandia, J. (1992). *Evaluación de cuatro fungicidas y tres dosis en el control de Plasmodiophora brassicae, informe anual*. Bogotá, Colombia: Sección de hortalizas, Icatibaitata.
28. Williamson, C. (1987). Assessment of resistance to Plasmodiophora brassicae in swedes. *Plant Pathology*, Vol. 36, 264-275.




## 2.10. Anexos

Cuadro 9A. Análisis estadístico de la varianza de la variable incidencia del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

Porcentaje (Incidencia) 16 0.90 0.87 12.75

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	8779.69	3	2926.56	35.79	<0.0001
Tratamiento (Días)	8779.69	3	2926.56	35.79	<0.0001
Error	981.25	12	81.77		
Total	9760.94	15			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=18.98366**

gl: 12

Frecuencia (Días)	Medias	n	E.E.	
7 Días	42.50	4	4.52	A
14 Días	53.75	4	4.52	A
21 Días	88.75	4	4.52	B
Testigo	98.75	4	4.52	B

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

Cuadro 10A. Análisis estadístico no paramétrico de Friedman de la variable severidad del ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

T1 T2 T3 T4 T<sup>2</sup> p  
3.88 1.13 2.00 3.00 37.36 <0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 2.501

Frecuencia (Días)	Suma	Media	n	
7 Días	4.50	1.13	4	A
14 Días	8.00	2.00	4	B
21 Días	12.00	3.00	4	C
Testigo	15.50	3.88	4	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

Cuadro 11A. Análisis estadístico del diámetro de florete en el cultivo de brócoli ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

Diametro de florete (Cm) 16 0.74 0.67 11.89

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	94.76	3	31.59	11.19	0.0009
Frecuencia de aplicación	94.76	3	31.59	11.19	0.0009
Error	33.87	12	2.82		
Total	128.63	15			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.52698**

Error: 2.8226 gl: 12

Frecuencia de aplicación	Medias	n	E.E.	
7 Días	17.15	4	0.84	A
14 Días	15.88	4	0.84	A
21 Días	12.07	4	0.84	B
Testigo	11.43	4	0.84	B

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

Cuadro 12A. Porcentaje de incidencia obtenido de las unidades experimentales en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

PORCENTAJE DE INCIDENCIA ( <i>Plamodiophora brassicae</i> )				
BLOQUE				
I	Testigo 95%	Frecuencia 21 Días 100%	Frecuencia 7 Días 30%	Frecuencia 14 Días 50%
II	Frecuencia 7 Días 50%	Testigo 100%	Frecuencia 14 Días 50%	Frecuencia 21 Días 85%
III	Frecuencia 21 Días 70%	Frecuencia 14 Días 60%	Testigo 100%	Frecuencia 7 Días 50%
IV	Frecuencia 14 Días 55%	Frecuencia 7 Días 40%	Frecuencia 21 Días 100%	Testigo 100%

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Cuadro 13A. Escala de severidad obtenida de las unidades experimentales en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

		Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
<b>Testigo</b>					
Escala	Estado	Número de Plantas			
0	Saludable	1	0	0	0
1	Ligero	0	3	1	0
2	Moderado	1	5	5	0
3	Severo	6	4	4	2
4	Muy severo	12	8	10	18
<b>Frecuencia 7 Días</b>					
Escala	Estado	Número de Plantas			
0	Saludable	14	10	10	12
1	Ligero	2	7	2	7
2	Moderado	4	2	8	1
3	Severo	0	1	0	0
4	Muy severo	0	0	0	0
<b>Frecuencia 14 Días</b>					
Escala	Estado	Número de Plantas			
0	Saludable	10	10	8	7
1	Ligero	2	4	6	8
2	Moderado	8	6	6	5
3	Severo	0	0	0	0
4	Muy severo	0	0	0	0
<b>Frecuencia 21 Días</b>					
Escala	Estado	Número de Plantas			
0	Saludable	0	3	6	0
1	Ligero	2	0	0	5
2	Moderado	6	4	5	10
3	Severo	6	5	3	5
4	Muy severo	6	8	6	0

Fuente: Elaboración propia, 2016.



Figura 16A. Muestra de plantas del bloque uno obtenida de las unidades experimentales en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.



Figura 17A. Muestra de plantas del bloque dos obtenida de las unidades experimentales en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

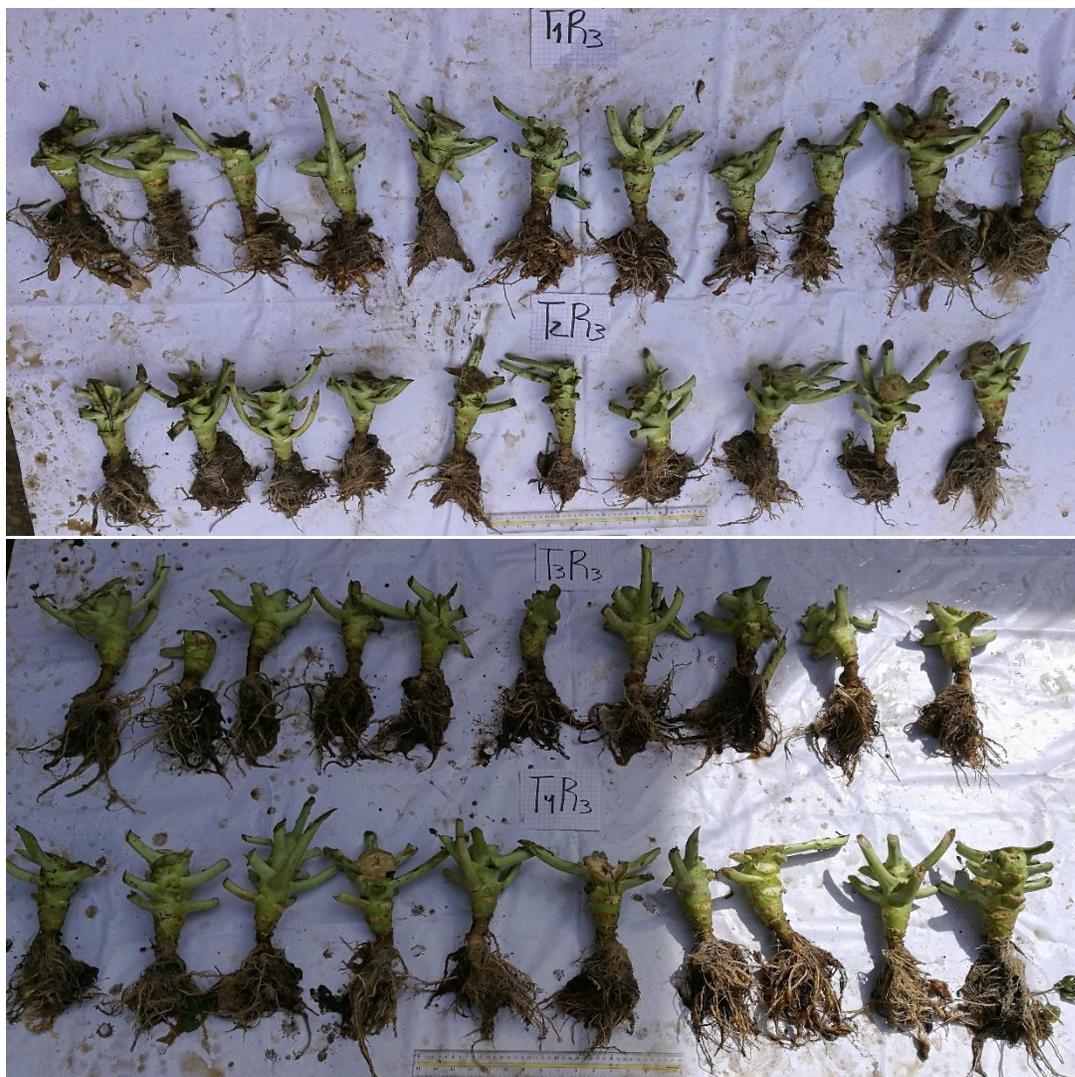


Figura 18A. Muestra de plantas del bloque tres obtenida de las unidades experimentales en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.

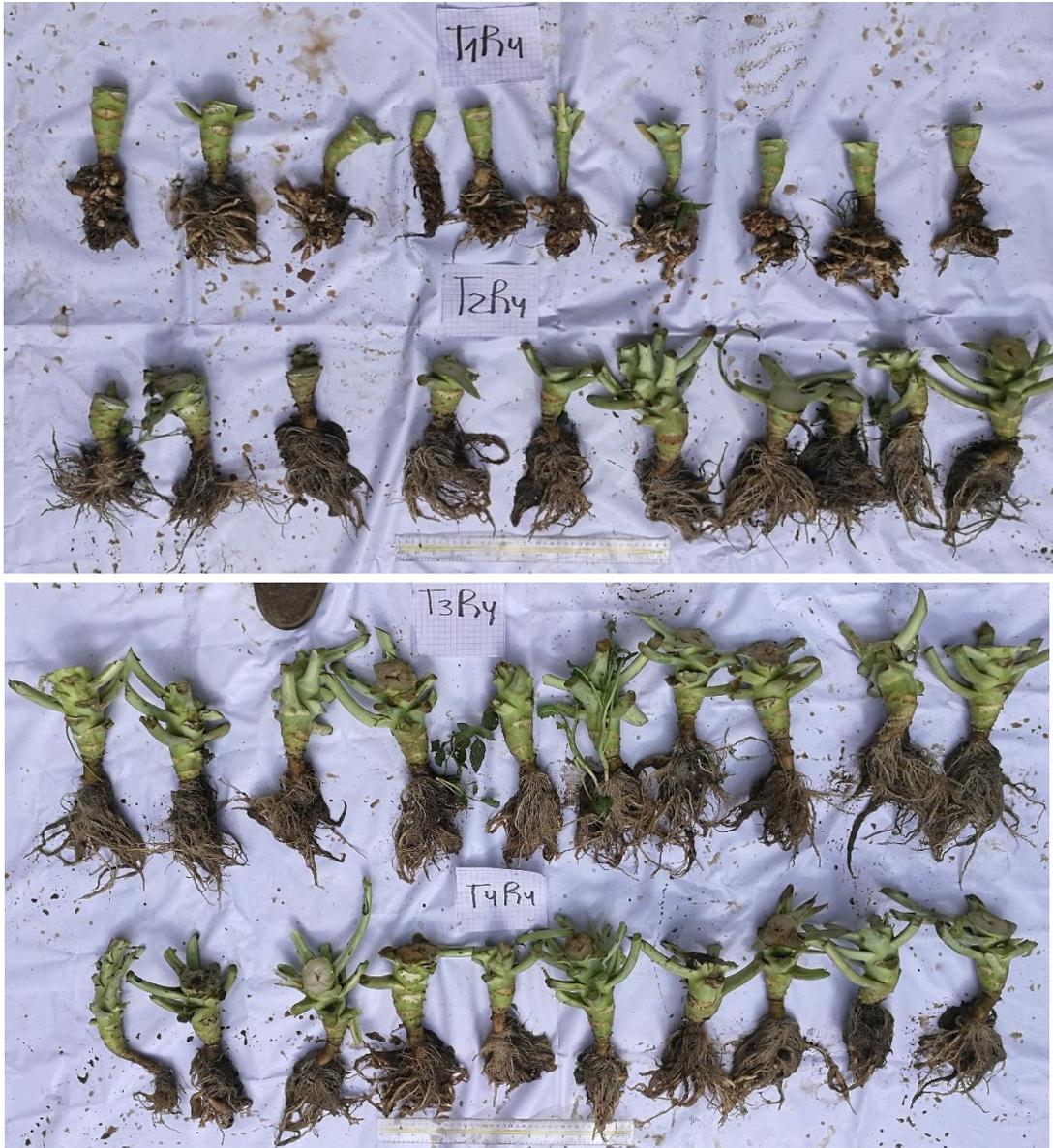


Figura 19A. Muestra de plantas del bloque cuatro obtenida de las unidades experimentales en el ensayo de la evaluación de eficiencia de frecuencia de aplicación de Cyazofamida para el control de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli, Patzún, Chimaltenango, 2016.





**CAPÍTULO III**

**SERVICIOS REALIZADOS PARA PROMOAGRO, S.A., EN EL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN**



### 3.1. Presentación

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado realizado en la corporación PROMOAGRO, S.A. en el departamento de Desarrollo e investigación, el municipio de Patzicía fue uno de los mayor interés debido a la diversidad de cultivos que este posee y por ende la diversidad de plaguicidas utilizados para controlar plagas y enfermedades, por lo que el diagnóstico y servicios se realizaron enfocados hacia cultivos de importancia económica, así como las plagas y el control químico que se emplea en estos.

Los cultivos de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*) y lechuga (*Lactuca sativa* L.), son de importancia económica en el municipio de Patzicía, Chimaltenango. Debido a que representa el 24.79 % y 8.4 % respectivamente del total de la producción agrícola (Díaz Monterroso, 2011).

Se realizaron los servicios de asesoramiento agrícola en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*) y asesoramiento agrícola en el cultivo de zanahoria lechuga (*Lactuca sativa* L.). Se trabajó el manejo de parcelas de estos cultivos utilizando productos de la empresa entre los cuales se encuentran: fungicidas e insecticidas. Se realizaron días de campo en los cuales se presentaron los resultados obtenidos en las parcelas y los productos que se utilizaron. Los eventos cumplieron con los objetivos establecidos logrando el interés por parte de los productores hacia los agroquímicos utilizados.

### 3.2. Servicio 1: Asesoramiento agrícola en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*)

#### 3.2.1. Objetivos

##### 3.2.1.1. General

1. Brindar asesoramiento agrícola a los productores de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*), en el municipio de Patzicía, Chimaltenango. Realizando una parcela demostrativa y capacitación en un evento de día de campo.

##### 3.2.1.2. Específicos

1. Realizar parcela demostrativa del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*).
2. Realizar un día de campo para evaluar el desempeño del programa fitosanitario implementado en la parcela demostrativa del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*).
3. Realizar una capacitación de uso de agroquímicos en el control de plagas y enfermedades en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*).

### 3.2.2. Metodología

Se realizó una parcela demostrativa del cultivo de zanahoria en el municipio de Patzicía, Chimaltenango. Se implementó el manejo fitosanitario utilizando agroquímicos de la corporación PROMOAGRO, S.A., buscando proteger al cultivo de las diferentes plagas y enfermedades que le afecten.

El área de la parcela fue de 30 m de largo por 6 m de ancho dando un total de 180 m<sup>2</sup>. En el manejo fitosanitario se utilizaron productos para la prevención de plagas y enfermedades. En el día 101 se realizó un día de campo con agricultores de la región, en la cual se explicó los productos que se utilizaron y el manejo que se le realizó.

A continuación se mostrará el procedimiento que se siguió en el manejo de la parcela:

1. Preparación de la mezcla de agroquímicos para su posterior aplicación en la parcela.

Como parte de la realización de la parcela demostrativa del cultivo zanahoria (*Daucus carota* var. sativus), se realizó la preparación de la mezcla de agroquímicos. En la figura 20 se muestra la mezcla preparada.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 20. Preparación de la mezcla de agroquímicos para su posterior aplicación en la parcela demostrativa.

2. Manejo fitosanitario implementado en la parcela demostrativa del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*).

En el cuadro 14 se muestra el manejo fitosanitario implementado en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*), durante el ciclo del cultivo.

Cuadro 14. Manejo fitosanitario implementado en la parcela demostrativa del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*).

Programa de aplicaciones en parcela de Zanahoria					
Variedad: Bangor					
Fecha de siembra 15 de febrero del 2016					
Productor: Carlos Sisimit					
Ubicación: Camino viejo a Tecpán, Patzicía, Chimaltenango.					
Seguimiento y asistencia técnica proporcionado por el equipo de la CORPORACIÓN <b>PROMOAGRO</b>					
Día	Producto	Ingrediente Activo	Dosis por Mochila	Dosis por Tonel	Forma de aplicación
28	Banguard 80 WG	Thiram 80%	4 copas	800 gramos	Foliar
	Zapador 20 SC	Fipronil 20%	1/2 copa	6 copas	
35	Saprol 19 EC	Triforine 19%	1 copa	13 copas	Foliar
42	Vivace 50 SC	Pyraclostrobin + Fluxapyroxad	10 cc	120 cc	Foliar
	Milbeknock I EC	Milbemectina 1%	15 cc	8 copas	
48	Banguard 80 WG	Thiram 80%	4 copas	800 gramos	Foliar
56	Saprol 19 EC	Triforine 19%	1 copa	13 copas	Foliar
	Zapador 20 SC	Fipronil 20%	1/2 copa	6 copas	
62	Banguard 80 WG	Thiram 80%	4 copas	800 gramos	Foliar
69	Vivace 50 SC	Pyraclostrobin + Fluxapyroxad	10 cc	120 cc	Foliar
	Zapador 20 SC	Fipronil 20%	1/2 copa	6 copas	
76	Banguard 80 WG	Thiram 80%	4 copas	800 gramos	Foliar
81	Saprol 19 EC	Triforine 19%	1 copa	13 copas	Foliar
87	Banguard 80 WG	Thiram 80%	4 copas	800 gramos	Foliar
	Zapador 20 SC	Fipronil 20%	1/2 copa	6 copas	
94	Saprol 19 EC	Triforine 19%	1 copa	13 copas	Foliar
101	DIA DE CAMPO				

Fuente: Elaboración propia, 2016.

### 3. Aplicación de agroquímicos.

Se realizó la aplicación de los agroquímicos por medio de una asperjadora durante todo el ciclo del cultivo como parte del manejo fitosanitario de la parcela demostrativa, (figura 21).



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 21. Aplicación de agroquímicos en la parcela demostrativa del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*).

### 4. Parcela demostrativa.

En la figura 22 se encuentra la parcela demostrativa presentada en el día de campo que se realizó al final del ciclo del cultivo.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 22. Parcela demostrativa del cultivo de zanahoria, (*Daucus carota* var. *sativus*).

### 3.2.3. Resultados

#### 3.2.3.1. Día de campo

Como parte de la realización de la parcela demostrativa se realizó un día de campo al final de ciclo del cultivo. El cual tuvo como objetivo mostrar a los agricultores de la región las nuevas alternativas para el control de los patógenos que pueden afectar al cultivo de zanahoria, (figura 23).



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 23. Realización del día de campo del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* var. *sativa*).

Previo al día de campo se realizó una capacitación a los agricultores sobre las nuevas alternativas que ofrece la corporación PROMOAGRO, S.A. para el control de las diferentes plagas y enfermedades que puedan afectar el rendimiento del cultivo de zanahoria (figura 24) .



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 24. Capacitación a los productores sobre las nuevas alternativas para el control de plagas que ofrece la corporación PROMOAGRO, S.A.

#### 3.2.4. Evaluación

En la actividad que se realizó en el día de campo y capacitación del cultivo de zanahoria en el municipio de Patzicía, Chimaltenango, asistieron un total de 25 personas.

En esta actividad surgieron nuevos clientes, varios agricultores se interesaron en los agroquímicos utilizados, beneficiando a la corporación PROMOAGRO, S.A. Cumpliendo a cabalidad lo previsto, por lo que se concluye que se lograron los objetivos.

3.3. Servicio 2: Asesoramiento agrícola en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

3.3.1. Objetivos

3.3.1.1. General

1. Brindar asesoramiento agrícola a los productores de lechuga (*Lactuca sativa L.*), en el municipio de Patzicía, Chimaltenango. Realizando una parcela demostrativa y capacitación en día de campo.

3.3.1.2. Específicos

1. Realizar una parcela demostrativa del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).
2. Realizar un día de campo para evaluar el desempeño del programa fitosanitario implementado en la parcela demostrativa del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

### 3.3.2. Metodología

Se realizó una parcela demostrativa del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*), en el municipio de Patzicía, Chimaltenango. Se implementó el manejo fitosanitario utilizando agroquímicos de la corporación PROMOAGRO, S.A., buscando proteger al cultivo de las diferentes plagas y enfermedades que le afecten.

El área de la parcela fue de 30 metros de largo por 4 metros de ancho dando un total de 120 m<sup>2</sup>. En el manejo fitosanitario se utilizaron productos para la prevención de plagas y enfermedades. En día 59 se realizó un día de campo con agricultores de la región, en la cual se explicó los productos que se utilizaron y el manejo que se le realizó.

A continuación se mostrará el procedimiento que se siguió en el manejo de la parcela:

1. Preparación de la mezcla de agroquímicos, para su posterior aplicación en la parcela.

Como parte de la realización de la parcela demostrativa de lechuga (*Lactuca sativa L.*), se realizó la preparación de la mezcla de agroquímicos. En la figura 25 se muestra la mezcla preparada.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 25. Preparación de la mezcla de agroquímicos para su posterior aplicación en la parcela demostrativa.

3. Manejo fitosanitario implementado en la parcela demostrativa del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

En el cuadro 15 se muestra el manejo fitosanitario implementado en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*), durante el ciclo del cultivo.

Cuadro 15. Manejo fitosanitario implementado en la parcela demostrativa del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

Programa de aplicaciones en parcela de Lechuga					
Variedad: Legacy					
Fecha de siembra 10 de junio 2016					
Productor: Jose Esquit					
Ubicación: San Quim, Patzicía, Chimaltenango.					
Seguimiento y asistencia técnica proporcionado por el equipo de la CORPORACIÓN <b>PROMOAGRO</b>					
Día	Producto	Ingrediente Activo	Dosis por Mochila	Dosis por Tonel	Forma de aplicación
10	Banguard 80 WG	Thiram 80%	4 copas	800 gramos	Foliar
	Zapador 20 SC	Fipronil 20%	1/2 copa	6 copas	
17	Saprol 19 EC	Triforine 19%	1 copa	13 copas	Foliar
24	Vivace 50 SC	Pyraclostrobin + Fluxapyroxad	10 cc	120 cc	Foliar
	Milbeknock I EC	Milbemectina 1%	15 cc	8 copas	
30	Banguard 80 WG	Thiram 80%	4 copas	800 gramos	Foliar
36	Saprol 19 EC	Triforine 19%	1 copa	13 copas	Foliar
	Zapador 20 SC	Fipronil 20%	1/2 copa	6 copas	
43	Banguard 80 WG	Thiram 80%	4 copas	800 gramos	Foliar
50	Vivace 50 SC	Pyraclostrobin + Fluxapyroxad	10 cc	120 cc	Foliar
	Zapador 20 SC	Fipronil 20%	1/2 copa	6 copas	
59	DIA DE CAMPO				

Fuente: Elaboración propia, 2016.

#### 4. Aplicación de agroquímicos.

Se realizó la aplicación de los agroquímicos por medio de una asperjadora durante todo el ciclo del cultivo, como parte del manejo fitosanitario de la parcela demostrativa, (figura 26).



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 26. Aplicación de agroquímicos en la parcela demostrativa del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

#### 5. Parcela demostrativa.

En la figura 27, se muestra la parcela demostrativa presentada en el día de campo que se realizó al final del ciclo del cultivo.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 27. Parcela demostrativa del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)

### 3.3.3. Resultados

#### 3.3.3.1. Día de campo

Como parte del evento del día de campo se realizó una parcela demostrativa. El cual tuvo como objetivo mostrar a los agricultores de la región, las nuevas alternativas para el control de los patógenos que pueden afectar al cultivo de lechuga, (figura 28).



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 28. Realización del día de campo del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.).

#### 3.3.4. Evaluación

En la actividad que se realizó en el día de lechuga en el municipio de Patzicía, Chimaltenango, asistieron un total de 30 personas.

En esta actividad surgieron nuevos clientes, varios agricultores se interesaron en los agroquímicos utilizados, beneficiando a la corporación PROMOAGRO, S.A. Cumpliendo a cabalidad lo previsto, por lo que se concluye que se lograron los objetivos.