

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA
SUBAREA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE AGRONOMÍA
EPSA-



TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN
EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS PARA
EL CONTROL PREVENTIVO DE *Fusarium spp.* EN EL CULTIVO DE ARVEJA,
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LAS FINCAS Y PLANTA DE EMPAQUE DE GRUPO
HORTICOLA DE EXPORTACIÓN GHORTEX MUNICIPIO DE SUMPANGO,
CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

NAPOLEÓN PÉREZ RIVERA
GUATEMALA, FEBRERO DE 2014

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN

EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL PREVENTIVO DE *Fusarium spp.* EN EL CULTIVO DE ARVEJA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LAS FINCAS Y PLANTA DE EMPAQUE DE GRUPO HORTICOLA DE EXPORTACION GHORTEX MUNICIPIO DE SUMPANGO, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

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

POR

NAPOLEÓN PÉREZ RIVERA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2,014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

DR. CARLOS ESTUARDO GALVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc Oscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	P.For. Sindi Benita Simón Mendoza
VOCAL QUINTO	Br. Camilo José Wolford Ramírez
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

GUATEMALA, FEBRERO DE 2014

Guatemala, Febrero de 2014

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 **“ REALIZADO EN LAS FINCAS Y PLANTA DE EMPAQUE DE GRUPO HORTÍCOLA DE EXPORTACIÓN, EN EL MUNICIPIO DE SUMPANGO, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA C.A.”**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Napoleón Pérez Rivera

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por ser mi guía, y ser esa voz interna que siempre me bendice día tras día.

MI PADRE

Napoleón Pérez Herrera, por ser ejemplo de padre, esposo y profesional, quien siempre ha sido el motor de mi vida, por creer en mí quien me ha permitido alcanzar esta meta.

MI MADRE

Nolvia Orbelina Rivera Mendizábal, por su amor, apoyo y comprensión.

MIS HERMANOS

Celestina, Claudio, Alejandra por ser mis hermanos del alma y amigos inseparables, por su apoyo, comprensión y formar parte de este éxito.

MI FAMILIA

Que les sirva de motivación para alcanzar sus metas y lograr la realización personal y familiar.

MIS AMIGOS

Por haberme permitido compartir momentos inolvidables de mi vida y motivarme a alcanzar la meta que nos propusimos cuando emprendimos este viaje en los salones de nuestra gloriosa facultad y que hoy se ven coronados todos nuestros esfuerzos.

MIS MAESTROS

Ingenieros de la Facultad de Agronomía por verter esos conocimientos académicos tan sólidos que han permitido llegar a ser el profesional de hoy.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

DIOS

Padre, amigo y guía que forma parte de mi alma y de mi ser.

MI FAMILIA

Nido de amor, estabilidad emocional y espiritual que ha permitido desarrollarme en todos los ámbitos de mi vida.

MI PUEBLO

Guazacapán, terruño de ensueño que me vió crecer y realizar mis sueños y que será mi realización como profesional.

UNIVERSIDAD

San Carlos de Guatemala, alma mater que me permitió la instrucción y conocimiento.

FACULTAD DE AGRONOMÍA Gloriosa facultad, que me forjó como profesional del agro.

Ghortex S.A.

Por permitirme la realización de investigación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Ghortex S.A.

Por permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado que ha sido mi escuela de campo.

Ing. Emilio Say

Por su amistad, confianza y enseñanzas.

Ing. Alejandra Agosto

Por su apoyo, comprensión y enseñanzas.

Ing. Álvaro Hernández

Por su amistad incondicional y conocimientos.

Ing. Guillermo García

Por ser mi guía y permitir la realización de esta investigación.

Ing. Fredy Hernandez

Por todo el apoyo y asistencia durante el ejercicio profesional supervisado.

Dr. Ariel Ortiz

Por su colaboración en la elaboración de este documento.

Genaro Boror

Por sus conocimientos, apoyo y amistad sincera.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
RESUMEN.....	x
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE EMPAQUE DE ARVEJA PARA EXPORTACION EN GHORTEX S.A., SUMPANGO, CHIMALTENANGO, GUATEMALA C.A.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	4
1.2.1 Clima.....	4
1.2.2 Suelos.....	4
1.2.3 Uso de la tierra.....	5
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 General.....	6
1.3.2 Específicos.....	6
1.4 METODOLOGÍA.....	7
1.4.1 Fuentes primarias.....	7
1.4.2 Fuentes secundarias.....	7
1.4.3 Recursos.....	8
1.5 RESULTADOS.....	9

	PÁGINA
1.5.1 Recepción del producto.....	9
1.5.2 Proceso de descalizado, despuntado, clasificado y análisis de la calidad.....	10
1.5.3 Proceso de Llenado, empaque y pesado.....	11
1.5.4 Proceso de Sellado y Etiquetado de Cajas.....	13
1.5.5 Proceso de Armado de Pallets y Llenado de Furgón.....	14
1.5.6 Principales Problemas Detectados.....	15
1.6 CONCLUSIONES.....	17
1.7 RECOMENDACIONES.....	18
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	19
CAPITULO II INVESTIGACIÓN. EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL PREVENTIVO DE <i>Fusarium spp.</i> EN EL CULTIVO DE ARVEJA DULCE (<i>Pisum sativum, L.</i>) EN GHORTEX S.A., SUMPANGO, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.....	20
2.1 PRESENTACIÓN.....	21
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	23
2.2.1 Marco teórico.....	23
2.2.1.A Marchitamientos vasculares.....	23
2.2.1.B Taxonomía del patógeno.....	24
2.2.1.C Características morfológicas.....	24
2.2.1.D Sintomatología.....	25

	PÁGINA
2.2.1.E Epidemiología.....	26
2.2.1.F Ciclo biológico.....	28
2.2.1.G Desarrollo de la enfermedad.....	29
2.2.1.H Control.....	30
2.2.1.I Pudrición de la raíz por <i>Fusarium</i> en arveja.....	31
2.2.1.J Los productos.....	36
2.3 HIPÓTESIS.....	46
2.4 OBJETIVOS.....	46
2.4.1 General.....	46
2.4.2 Específicos.....	46
2.5 METODOLOGÍA.....	47
2.5.1 Diseño experimental.....	50
2.6 RESULTADOS.....	51
2.6.1 Análisis de varianza.....	54
2.7 ANALISIS ECONÓMICO.....	66
2.8 CONCLUSIONES.....	69
2.9 RECOMENDACIONES.....	70
2.10 BIBLIOGRAFÍA.....	71

CAPÍTULO III SERVICIOS REALIZADOS EN GHORTEX S.A., FINCA EL CALVARIO, ALDEA EL CALVARIO, VILLA NUEVA, GUATEMALA C.A.....	73
3.1 PRESENTACIÓN.....	74
3.2 SERVICIO 1. PLAN DE FERTILIZACIÓN PARA EL CULTIVO DE ZUCCHINI (Cucúrbita pepo, L.) FINCA EL CALVARIO, VILLA NUEVA, GUATEMALA.....	75
3.2.1 Presentación.....	75
3.2.2 Antecedentes.....	75
3.2.3 Justificación.....	76
3.2.4 Objetivos.....	77
3.2.4.A General.....	77
3.2.4.B Específicos.....	77
3.2.5 Metodología.....	78
3.2.5.A Muestreo.....	78
3.2.5.B Elaboración del Plan.....	79
3.2.6 Resultados.....	80
3.2.7 Conclusiones.....	82
3.2.8 Recomendaciones.....	83
3.2.9 Bibliografía.....	84
3.2.10 Anexos.....	85

3.3 SERVICIO 2. PLAN DE CONTROL QUIMICO PARA EL MANEJO DE TRIPS spp. EN EL CULTIVO DE ZUCCHINI (<i>Cucúrbita pepo</i> , L.)Y CALABAZA AMARILLA (<i>Cucúrbita pepo</i> , L. var. <i>Supernova</i>) FINCA EL CALVARIO, VILLA NUEVA, GUATEMALA.....	86
3.3.1 Presentación.....	86
3.3.2 Antecedentes.....	86
3.3.3 Justificación.....	87
3.3.4. Objetivos.....	88
3.3.4.A General.....	88
3.3.4.B Específicos.....	88
3.3.5 Metodología.....	89
3.3.5.A Diagnóstico de la Finca.....	89
3.3.5.B Elaboración del Plan.....	89
3.3.5.C Evaluación de los Productos.....	89
3.3.6 Resultados.....	91
3.3.6.A Diagnóstico de la Finca.....	91
3.3.6.B Plan de control.....	96
3.3.6.C Evaluación de los Productos.....	96
3.3.7 Conclusiones.....	101
3.3.8 Recomendaciones.....	102

PÁGINA

3.3.9 Bibliografía.....	103
3.3.10 Anexos.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Pesado y entarimado de la arveja.....	10
2. Caja calada y estanque de lavado de la arveja.....	11
3. Presentación del empaque en bandeja y caja.....	12
4. Pesado de la caja y bandeja.....	12
5. Etiqueta de Trazabilidad del producto.....	14
6. Pallet de cajas de 10 libras.....	15
7. Ciclo patológico de <i>Fusarium oxysporum</i>	28
8. Pudrición de la raíz por <i>Fusarium</i> en la zona de unión del cotiledón.....	34
9. Plantas de arveja que presentan un grado de severidad de pudrición de la raíz por <i>Fusarium</i>	34
10. Pudrición de la raíz en el campo por <i>Fusarium</i>	36
11. Distribución de los tratamientos en el campo.....	48
12. Síntomas de <i>Fusarium</i> sp. en arveja dulce.....	52
13. Macroconidias y microconidias de <i>Fusarium</i> sp. en arveja dulce.....	53
14. Incidencia de <i>Fusarium</i> sp. en los diferentes tratamientos.....	57
15. Menor incidencia de la enfermedad con base al testigo.....	58
16. Incidencia de la enfermedad del T4 con base al testigo.....	59
17. Incidencia de la enfermedad del T8 en base al testigo.....	60
18. Incidencia de la enfermedad con respecto al tiempo.....	61

PÁGINA

19. Comportamiento de <i>Fusarium sp.</i> en el tiempo, con respecto a los Tratamientos.....	63
20. Comportamiento de <i>Fusarium sp.</i> en el tiempo, T4.....	63
21. Comportamiento de <i>Fusarium sp.</i> en el tiempo, T8.....	65
22. Gráfica de la tasa de costo de efectividad.....	68
23. Toma de muestras en el campo en forma de zigzag.....	78
24. Informe de análisis de suelo con fines de fertilidad.....	80
25A. Cultivo de zucchini con el plan de fertilización.....	85
26A. Cultivo de zucchini entrando a cosecha.....	85
27A. Plantas viroticas de Calabaza amarilla.....	91
28. Trips por planta muestreado calabaza amarilla.....	93
29. Trips por planta muestreado zucchini.....	95
30. Trips por planta muestreada calabaza amarilla.....	98
31. Trips por planta muestreada zucchini.....	100
32. Aborto de frutos de zucchini por virosis transmitida por Trips spp.....	104
33. Aborto de frutos de calabaza amarilla por virosis transmitida por Trips spp.....	104
34. Planta virotica de calabaza amarilla transmitido por Trips spp.....	105
35. Plantación de calabaza amarilla después de la tercera aplicación del plan de controlquímico.....	105

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Tratamientos y dosis de los fungicidas aplicados.....	48
2. Incidencia de la enfermedad por semana.....	53
3. ANDEVA. Incidencia de la enfermedad.....	54
4. Prueba múltiple de medias de Tukey.....	55
5. Promedio de incidencia de los tratamientos.....	66
6. Costo de aplicación por tratamiento.....	68
7. Plan de Fertilización.....	81
8. Boleta de muestreo de calabaza amarilla.....	92
9. Boleta de muestreo de zucchini.....	94
10. Insecticidas y dosis aplicadas.....	96
11. Boleta de muestreo calabaza amarilla una hora después de la aplicación.....	97
12. Boleta de muestreo de zucchini una hora después de la aplicación.....	99

EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL PREVENTIVO DE *Fusarium spp.* EN EL CULTIVO DE ARVEJA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LAS FINCAS Y PLANTA DE EMPAQUE DE GRUPO HORTICOLA DE EXPORTACION GHORTEX MUNICIPIO DE SUMPANGO, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

Durante la ejecución del ejercicio profesional supervisado llevado a cabo de febrero del 2011 a noviembre del 2011, en las fincas de producción y planta de Grupo Hortícola de Exportación, se desarrollaron diferentes temas en base a la problemática y necesidades de la empresa. En primer lugar se desarrolló el diagnóstico del proceso de empaque para exportación de la arveja (*Pisum sativum, L.*) en Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, en la planta de la empresa, en la cual se determinaron todos los procesos que se llevan a cabo para el empaque de la arveja para determinar los problemas puntuales en el proceso con el objetivo de plantear soluciones y mejoras del proceso de empaque de la arveja.

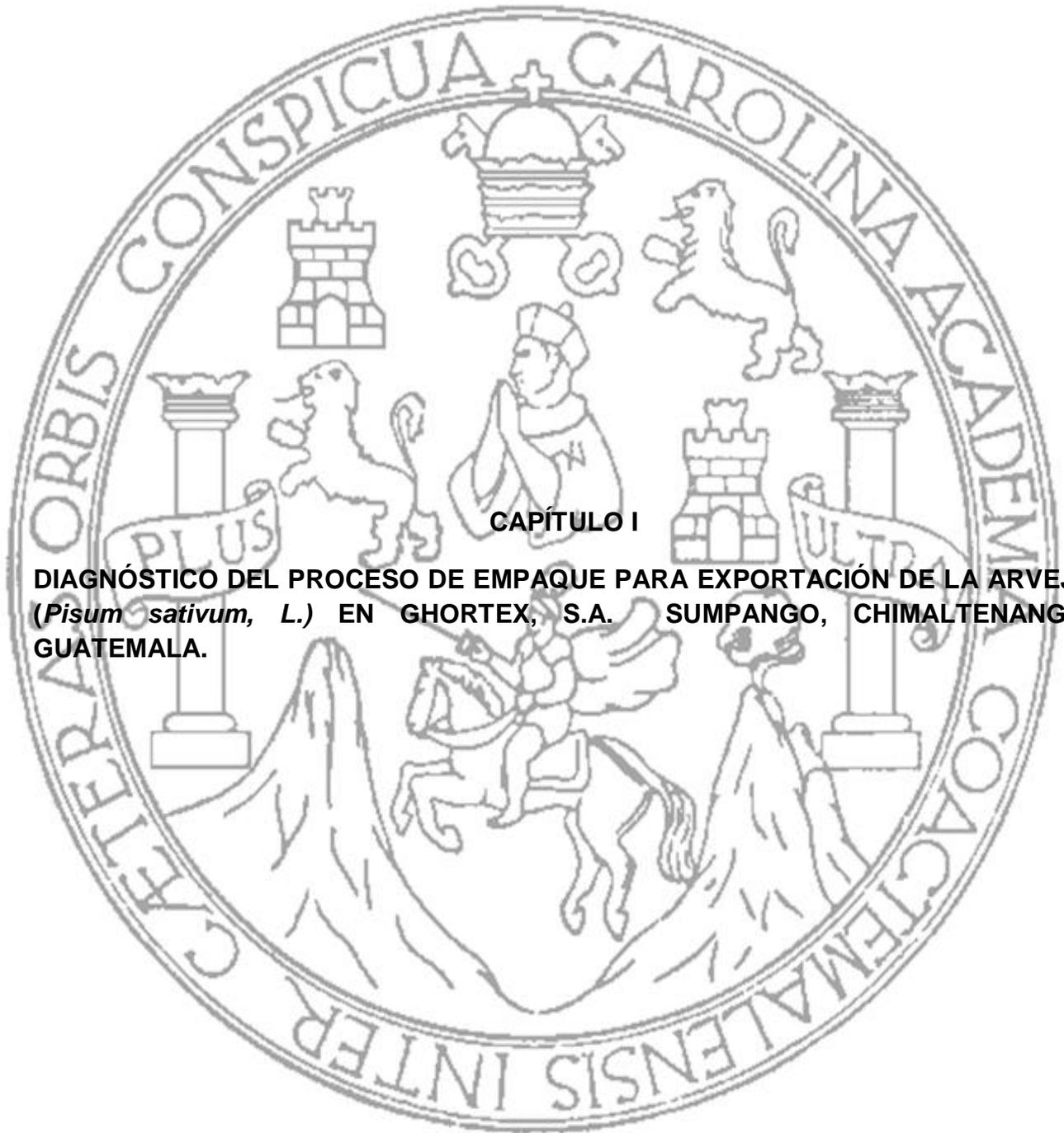
En segundo lugar se realizó la investigación que consistió en la evaluación de diferentes tratamientos químicos y biológicos para el control preventivo de *Fusarium sp.* en el cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum, L.*) en Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, ya que *Fusarium* es un hongo que produce marchitamiento vascular en la arveja, provocando pérdidas hasta del 50% en las plantaciones. Esta es una enfermedad que afecta en todas las etapas del cultivo, causando la muerte de las plantas por lo que el manejo de esta enfermedad debe ser de forma preventiva y acompañada en todas las etapas fenológicas del cultivo.

Se evaluaron 2 mezclas de fungicidas químicos y 3 fungicidas biológicos de los cuales los que presentaron menor incidencia de la enfermedad fueron los siguientes: Carbendazim y tebuconazol a una dosis de 0.5 l/ha y 0.4 l/ha que fueron aplicados a diferentes etapas. Un tratamiento a la semilla antes de la siembra a una dosis de 0.14l/ha de semilla (77 lb). Posteriormente dos aplicaciones al tronco, la primera a los 21 días, la segunda a los 42 días; Etridiazol y metiltiofanato 285 g/ha los cuales fueron aplicados a diferentes etapas. Un tratamiento a la semilla antes de la siembra a una dosis de 106 g/ha de semilla (77 lb).

Posteriormente dos aplicaciones al tronco, la primera a los 21 días, la segunda a los 42 días.

Para la evaluación de los fungicidas se implementó una parcela experimental en la cual se evaluaron 11 tratamientos y 3 repeticiones con un diseño de bloques al azar, posteriormente se realizó un análisis de medias basado en Tukey con un 5% de significancia.

Como tercer punto se realizaron los servicios correspondientes: plan de fertilización para el cultivo de zucchini (*cucúrbita pepo*, L.) el cual fue realizado en la Finca El Calvario, Aldea El Calvario, Villa Nueva. Este servicio consistió en la elaboración de dicho plan el cual inició con la toma de muestras de suelo de la finca con fines de fertilidad, las cuales fueron llevadas posteriormente al laboratorio para su análisis. En base a estos resultados y a las demandas del cultivo, se procedió a la elaboración del plan el cual fue aplicado en las plantaciones de zucchini. El segundo servicio consistió en la elaboración de un plan de control químico para el manejo de trips spp. en el cultivo de zucchini (*cucúrbita pepo*, L.) y calabaza amarilla (*cucúrbita pepo*, L. var. *supernova*) el cual fue realizado en la Finca El Calvario, Aldea El Calvario, Villa Nueva. Este plan de control químico surgió a raíz de los problemas que esta plaga estaba ocasionando en los campos de cultivo de la finca.



CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE EMPAQUE PARA EXPORTACIÓN DE LA ARVEJA
(*Pisum sativum*, L.) EN GHORTEX, S.A. SUMPANGO, CHIMALTENANGO,
GUATEMALA.**

1.1. Presentación

En Guatemala, el cultivo de la arveja ha sido y es de mucha importancia económica para el sector agrícola debido a que este se ha desarrollado desde ya aproximadamente 40 años en diversas zonas del país principalmente en el área central y occidental ya que dichas zonas cuentan con condiciones favorables como; altitud, temperatura, tipos de suelos, pluviosidad, etc. (Felipe Farfán, 2009)

Es un cultivo cuyo producto final es primordialmente de exportación, generando en ese proceso un aproximado de 50,000 empleos de forma directa e indirecta con aproximadamente 45,000 productores. Guatemala en el año 2011 exporto 80 millones de libras de arveja fresca y congelada a los principales mercados del mundo. Los principales destinos son Estados Unidos, Inglaterra, Holanda, Alemania y otros los cuales demandan la arveja fresca como congelada. Las exportaciones de arveja han crecido 15% por año a partir del 2001 hasta el 2011(Ramírez, 2012).

Se cultivan varios tipos de arvejas, de la cuales podemos mencionar como grandes grupos: arvejas chinas y arvejas dulces de exportación; en menores proporciones, arvejas de grano también de exportación y arvejas criollas de consumo local (Felipe Farfán, 2009).

Según el censo agropecuario 2003, el departamento que mayores unidades productivas de arveja tiene es el departamento de Chimaltenango con el 69 por ciento de la producción a nivel nacional. Le sigue el departamento de Suchitepéquez con el 21 por ciento, Quiché con el 9 por ciento y Baja Verapaz con el 2 por ciento (MAGA, 2007).

El desarrollo de la producción a nivel nacional de arveja ha permitido que Guatemala sea el segundo productor a nivel mundial por lo que la arveja constituye uno de los principales cultivos para la economía de país.

En el presente diagnóstico se determinaron los diferentes procesos que se llevan a cabo en planta para el empaque de la arveja para exportación. Con la información recopilada se logró determinar los problemas del proceso de empaque de la arveja con el objetivo de mejorar y plantear soluciones para dicho proceso.

Los problemas detectados en la planta podemos mencionar: el porcentaje de rechazo del producto de las fincas productoras de la empresa y agricultores es mayor al 20% y este rechazo es por daños al cultivo provocado por trips y botritis. Este rechazo también se debe a daño mecánico ocasionado a la hora de la cosecha, también por el tamaño de la vaina que no cumple con el tamaño para ser exportado.

Otro de los problemas detectados en el proceso de empaque fue que el análisis de la calidad del producto se realiza en el proceso de descalizado y despuntado cuando este debería realizarse en el área de recepción del producto.

1.2 Marco Referencial

El presente diagnóstico fue llevado a cabo en la planta de empaque de la empresa Ghortex S.A. ubicada en el km. 40, Sumpango, Sacatepéquez. Sumpango cuenta con un área aproximada de 55 km² y cuenta con una carretera asfaltada pasa por la ruta interamericana CA-1(Wikipedia, 2011).

El municipio de Sumpango colinda al Norte con Santo Domingo Xenacoj, al este con Santiago Sacatepéquez y San Bartolomé Milpas Altas, al sur con Pastores y Jocotenango y al oeste con El Tejar Chimaltenango. La cabecera del municipio se ubica geográficamente en las coordenadas: latitud 14°38'42", longitud 90°40'00" (Wikipedia 2011).

1.2.1 Clima

Sumpango se encuentra a una altura de 1,900 metros sobre el nivel del mar por lo que posee clima templado y semi-frio, con temperatura media de 19°C; máxima de 25°C y mínima de 13°C, por encontrarse dentro del Altiplano de Guatemala. El patrón de lluvia varía entre 1972 mm 1588mm. Como promedio de 1344 mm/año. La evapotranspiración potencial media es de 0.75 mm/día. La topografía es variable alcanzando pendientes hasta del 30% de inclinación (Selkin Aldana, 2005).

1.2.2 Suelos

Los suelos del municipio de Sumpango están constituidos dentro de los de la altiplanicie central, dentro de la clasificación de los suelos Cauque, son profundos, desarrollados sobre ceniza volcánica a elevaciones altas de color claro(Selkin Aldana, 2005).

Según la clasificación de Simmons la serie Cauque (Cq), estos son profundos, bien drenados y desarrollados en un clima húmedo-seco sobre ceniza volcánica pomácea firme y gruesa (Selkin Aldana, 2005).

El suelo superficial, a una profundidad de alrededor de 15cm., es arcillo arenoso. La estructura granular fina y la reacción es de mediana a ligeramente acida, PH alrededor de

6.0. El suelo inmediato al superficial, a una profundidad cerca de 35 cm., es franco arcillo-arenoso, friable café-oscuro. La estructura es granular suave y la reacción es de mediana a ligeramente acida, PH alrededor de 6. El subsuelo, a una profundidad cerca de 75cm., Es franco arcilloso firme, pero friable, de color café a café oscuro. La estructura es cubica poco desarrollada y la reacción es de mediana a ligeramente acida, PH alrededor de 6.0. (Selkin Aldana, 2005).

1.2.3 Uso de la tierra

En el municipio de Sumpango por su clima y tipo de suelos, siembran maíz, frijol, café, trigo. Verduras y hortalizas como tomate, chile pimiento, aguacate, brócoli, arveja china, ejote, zucchini, que son productos de exportación. Frutas como mora, fresa para la exportación (Selkin Aldana, 2005).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- Realizar el Diagnostico del Proceso de Empaque para Exportación de la Arveja (*Pisum sativum*) en Ghortex S.A.

1.3.2 Específicos

- Determinar los procesos que se llevan a cabo en la planta de la empresa para el empaque de la arveja para exportación.
- Obtener información en la planta empacadora de la empresa para determinar los principales problemas del proceso de empaque para exportación de la arveja

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Fuentes Primarias

Para la realización del diagnóstico se visitó semanalmente la planta de empaque la cual se encuentra ubicada en el km. 40 cruce a Santo Domingo Xenacoj. Se realizaron observaciones de cada una de las etapas desde recepción del producto hasta el despacho.

Mediante el diálogo semi-estructurado, que consistió en recolectar información general o específica mediante visitas, entrevistas y conversaciones con trabajadores de las áreas productivas de la empresa, ya que ellos poseen mayor conocimiento de los procesos que se llevan a cabo en la planta de empaque.

1.4.2 Fuentes Secundarias

Se consultaron documentos proveídos por personal de GHORTEX, S. A. y revisión bibliográfica. Esta información fue recopilada y analizada, para así tener un mejor conocimiento de la situación de la empresa y su manejo.

Después de recopilada la información primaria y secundaria, se realizó un análisis comparativo de los procesos que se llevan a cabo en la planta de la empresa vrs. la información científica, para detectar los problemas potenciales y puntuales en cada etapa del proceso.

Detectados los problemas se realizó una matriz de problemas y una priorización de los mismos tomando en cuenta todos los aspectos técnicos de cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la planta.

1.4.3 Recursos

Materiales

- Libreta
- Cámara Digital
- Automóvil

Humanos

- Maquiladores
- Ing. Agrónomos, supervisores de línea
- Personal de planta.

1.5 RESULTADOS

Los procesos de empaque de la arveja para exportación que se llevan a cabo en la planta de Ghortex S.A. son los siguientes:

1. Recepción del Producto.
2. Proceso de descalizado, despuntado, y análisis de la calidad
3. Proceso de llenado, pesado, lavado de cajas y empacado de cajas
4. Proceso de sellado y codificado de cajas
5. Proceso de armado de pallets y llenado de furgón.

1.5.1 Recepción del Producto

Esta área se encuentra a la entrada de la planta empacadora. Acá se recibe el producto proveniente de las fincas y productores. El producto que proviene de las fincas es transportado en camiones los cuales no tienen enfriador no es necesario porque la entrega del producto es inmediata por la cercanía de la finca a la planta. De las fincas el producto es transportado en canastas de un color específico que corresponde a cada finca. En el caso de los productores algunos cuentan con canastas o simplemente el producto es llevado en costales.

Cuando el producto proviene de las fincas de la empresa es acompañado por una boleta de envío en él se detalla la cantidad de canastas, libras y variedades de arveja que son enviadas de la finca. En el caso de los agricultores que el producto llega en costales es trasegado a cajas. Se procede a pesar la mercadería.

El procedimiento es el siguiente: se pesa el producto y si hay nota de envío se corrobora los pesos y se anotan los nuevos pesos, luego se entariman las cajas y se hace una

boleta de recibido. En el caso de los productores se les entrega una boleta de recibido. Este producto es enviado al cuarto frio para ser trabajado posteriormente



Figura 1. Pesado y entarimado de la arveja.

1.5.2 Proceso de descalizado, despuntado, clasificado y análisis de la calidad

En esta etapa del proceso es donde se realiza el análisis de la calidad en donde el producto es clasificado. Se realiza un análisis completo de las características del producto. Vainas rectas, que tenga un largo de 8 a 9 cm, que no presente mancha negra producida por botritis, mancha blanca producida por la ovoposición del trips, lija producida por la alimentación del trips, daño mecánico que son los problemas más comunes.

Luego de la clasificación se procede a la realización del proceso de descalizado que consiste en quitar el cáliz de la vaina y despuntado este proceso es llamado T y T. Este proceso se hace únicamente cuando el producto se está preparando para el mercado de Europa. Para el mercado de Estados Unidos únicamente se le quita el cáliz a la vaina.

Posteriormente este producto es vaciado a canastas caladas para ser lavado en agua que tiene una concentración de cloro de 5ml/lit de agua al 3.5% se sumerge la arveja durante un minuto. Es sacada y escurrida durante veinte minutos y luego es enviada a los cuartos

fríos alrededor de 24 horas a 2 grados centígrados. Si este producto es para el mercado Europeo no se lava, simplemente se envía al cuarto frío.

Cuando se inicia a trabajar este producto lo acompaña una boleta que proviene de recepción del producto donde especifica cuantas libras, el producto que se va maquilar y su variedad.



Figura 2. Caja calada y estanque de lavado de la arveja.

1.5.3 Proceso de Llenado, empaque y pesado

Posteriormente de haber pasado 24 horas en los cuartos fríos el producto es empacado en las cajas o bandejas y luego es pesado para corroborar el peso del producto en base a la presentación del producto. Los tipos de presentación de empaque de la arveja son los siguientes:

Bandeja: de 100 g., 150 g., 200 g., 250g., y 300 g., son empacadas en cajas de 8, 12, 16 bandejas cada una. Este mercado va directamente a Europa.

Caja: únicamente de 10 lb. es un producto que va para el mercado de Estados Unidos.

En la presentación de caja de 10 lb. posteriormente a su empacado es lavado nuevamente en agua que contiene una concentración de cloro de 5ml/lit de agua al 3.5%.

Se pasa a escurrir nuevamente alrededor de media hora y pasa al enfriador de 4 a 6 horas dependiendo si hay producto para la elaboración de Pallets.

En esta etapa se calcula el porcentaje de rechazo de la siguiente forma:

El número de libras que ingresaron en la boleta proveniente de recepción del producto se le resta el número de libras que salieron para empaque se obtiene el número de libras rechazadas, luego por regla de 3 simple se le saca el porcentaje de rechazo. El porcentaje y número de libras de rechazo es anotado por el encargado de esta etapa del proceso en la boleta que acompaña al producto.



Figura 3. Presentación del empaque en bandeja y caja.



Figura 4. Pesado de la caja y bandeja.

1.5.4. Proceso de Sellado y Etiquetado de Cajas

Después de haber pasado por el llenado de cajas se procede a sellar las cajas, y etiquetarlas para poder realizar el armado de pallets.

Entre los controles de Trazabilidad de la cosecha se cuenta con un registro específico de trazabilidad, en el cual se detalla la fecha de la cosecha, la cantidad cosechada, la procedencia, la unidad de medida utilizada, el código de trazabilidad que en este caso es la numeración de la finca, a quien fue entregado el producto, la hora de recepción y por último la firma de la persona que recibió físicamente el producto.

De esta manera se cuenta con un registro en donde se puede identificar de una manera más fácil la procedencia del material cosechado y se puede responder de manera efectiva ante cualquier inconveniente.

El producto al ingresar a planta continua con el mismo código que al ingresar de la finca, así mismo posee otra información adicional, como lo es:

El producto que se está trabajando que puede ser

MT: ARVEJA CHINA

SS: ARVEJA DULCE

FB: EJOTE FRANCES

Posteriormente se identifica la semana en la que se está trabajando de la 1 a la 52 y el día que se trabajó. La etiqueta de trazabilidad sería la siguiente:

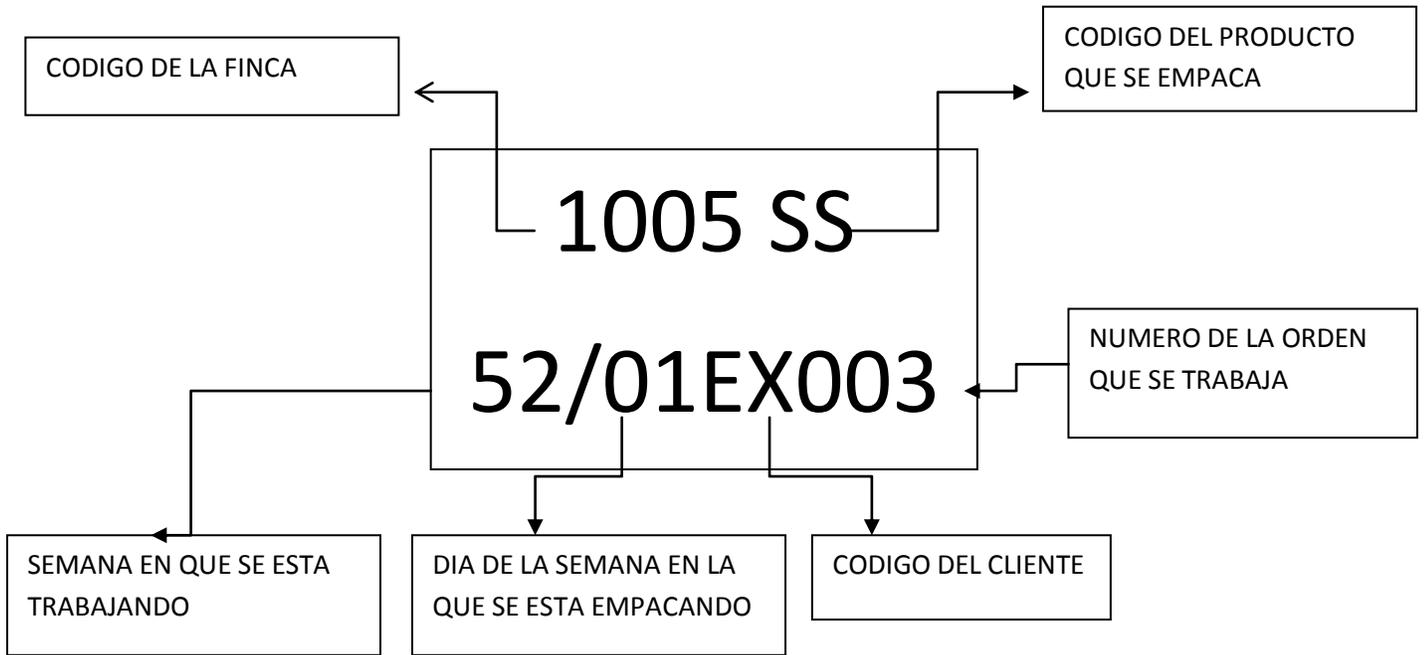


Figura 5. Etiqueta de Trazabilidad del producto

1.5.5 Proceso de Armado de Pallets y Llenado de Furgón

Después de haber etiquetado y sellado el producto en sus presentaciones, se procede a realizar el armado de pallets. Primero se coloca el producto en una tarima las cuales vienen tratadas y selladas por el MAGA. Se procede a colocar las cajas y a flejar el producto. Esta actividad consiste en colocar cinchos de plásticos y esquineros de cartón de tal forma de fijar las cajas en la tarima.

Dependiendo del envío del producto es el tamaño de las tarimas. Si es vía marítima las tarimas son de 45*42 pulgadas. Si es vía aéreo 40*40. En base al tamaño de la tarima es el tamaño del pallet y así el número de cajas. En el caso de los pallets vía aéreo el número máximo de cajas es de 128 cajas. En el caso de los pallets vía marítima el número de cajas máximo puede ser hasta 264 cajas. El tamaño del pallet depende también de la

cantidad de producto que haya disponible para enviar. Los pallets son armados en el cuarto frio en donde se encuentre almacenado el producto

Luego del armado de pallets se procede al llenado del contenedor. Este se llena ubicando los pallets una fila a lo largo y otra fila a lo ancho. Al iniciar el llenado de pallets el encargado pone el cooler del contenedor en 2 grados centígrados. Se ingresa el producto por tamaño del lote, el más grande ingresa de primero. El lote es identificado colocando desde A1, B1..... hasta llenar el contenedor. El contenedor es llenado con 20 pallets.



Figura 6. Pallet de cajas de 10 libras

1.5.6 Principales Problemas Detectados

1. El porcentaje de rechazo de las Fincas productoras de la empresa y agricultores es mayor al 20 por ciento.
2. Las causas de rechazo de productos de las Fincas de la empresa son por mancha negra ocasionado por botritis, mancha blanca ocasionado por la ovoposición del trips, y lija en las vainas ocasionado por la alimentación de las larvas de trips.

3. Otra de las causas por rechazo es por el tamaño de la vaina, que no cumple con los requisitos para ser exportado.
4. Cuando las cantidades de producto que entran de Finca de la empresa y productores es muy grande el producto no se almacena en los cuartos fríos.
5. Existen en la planta cuatro cuartos fríos pero no todos están disponibles para su uso.
6. El análisis de la calidad del producto se realiza en el proceso de descalizado y despuntado cuando este debería de realizarse en el área de recepción del producto antes de ingresar a planta.
7. El producto que entra de fincas o productores se almacena en el mismo cuarto que el producto que está empacado.

1.6 Conclusiones

Las causas del rechazo de producto en planta producidas por plagas y enfermedades son: mancha negra provocado por Botritis, mancha blanca, ocasionada por la ovoposición del trips, lija provocada por la alimentación del trips.

Las causas del rechazo de producto en planta por cosecha son: daño mecánico, sobre maduró, vaina pequeña la cual debe estar entre 8 y 9 cm de largo.

Los procesos de empaque de la arveja para exportación que se llevan a cabo en la planta de Ghortex S.A. son los siguientes:

1. Recepción del Producto.
2. Proceso de descalizado, despuntado, y análisis de la calidad.
3. Proceso de llenado, pesado, lavado de cajas y empackado de cajas.
4. Proceso de sellado y codificado de cajas.
5. Proceso de armado de pallets y llenado de furgón.

1.7 Recomendaciones

Reducir los niveles de rechazo de producto de las fincas de la empresa y productores a través de asesoría técnica a los mismos y monitoreo de plagas y enfermedades.

Todo producto que entre de las fincas y productores sea enviado a los cuartos de enfriamiento para evitar la descomposición de la misma.

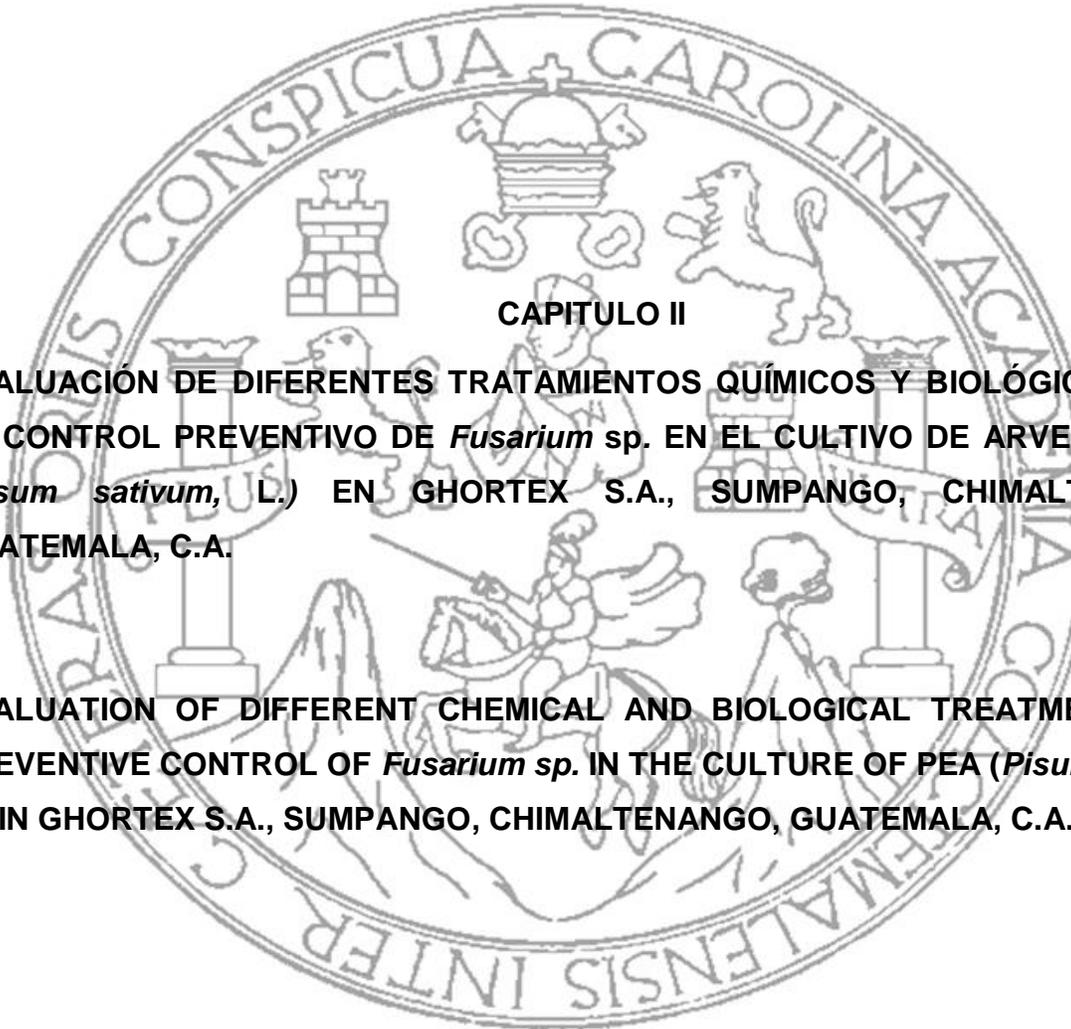
El análisis de calidad sea realizado antes de que el producto entre a la planta.

Capacitar al personal de la fincas y productores para la realización de la cosecha para evitar el rechazo por sobre maduración y vaina pequeña.

El producto proveniente de los productores debe ser transportado o entregado a la planta en cajas plásticas para evitar pérdidas o daño al mismo.

1.8. Bibliografía

1. AGEXPRONT (Asociación Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales, GT). 2006. Comisión agraria, directorio de exportadores de productos no tradicionales. Guatemala. 58 p.
2. Aldana, BTS. 2005. Diseño del edificio escolar para el Instituto Oscar Humberto Enríquez Guerra y sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Santa Marta del municipio de Sumpango, Sacatepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Civil. Guatemala, USAC. 230 p.
3. Felipe Farfán, CA. 2009. Semillas de arvejas chinas y dulces. Agronegocios nov/dic:4-12.
4. Guillermo Ramírez, CA. 2012. El mercado de la arveja china (en línea). Prensa Libre, Efectivo Guatemala, enero 3:8-10. Consultado 30 ene 2011. Disponible en www.prensalibre.com/economía/PDFEFECT_03012012_0002.pdf
5. IICA, CR. 2009. Programa interamericano para la promoción del comercio, los negocios agrícolas y la inocuidad de los alimentos (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 25 feb 2011. Disponible en www.iica.int/Esp/Programas/.../C10_Logistica_Exportacion.pdf
6. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2007. Programa de apoyo a los agronegocios (en línea). Guatemala. Consultado 17 feb 2011. Disponible en portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uc_upie/documentos/arveja_china_agro_negocios.pdf

The seal of the University of Chimaltenango is a circular emblem. It features a central figure of a knight on horseback, holding a sword and a shield. Above the knight is a crown. To the left is a castle tower, and to the right is a lion rampant. The seal is surrounded by the Latin text "UNIVERSITAS CONSPICUA CAROLINA ACADÉMIA CHIMALTENANGENSIS INTER".

CAPITULO II

EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL PREVENTIVO DE *Fusarium* sp. EN EL CULTIVO DE ARVEJA DULCE (*Pisum sativum*, L.) EN GHORTEX S.A., SUMPANGO, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

EVALUATION OF DIFFERENT CHEMICAL AND BIOLOGICAL TREATMENTS FOR PREVENTIVE CONTROL OF *Fusarium* sp. IN THE CULTURE OF PEA (*Pisum sativum*, L.) IN GHORTEX S.A., SUMPANGO, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

En Guatemala el consumo de la arveja es muy bajo, se consume el 15% de lo que se produce nacionalmente sin embargo en países europeos y Estados Unidos, esta leguminosa ha tomado importancia, en especial variedades dulces, en un comercio, donde lo “saludable” está en auge.

Los marchitamientos vasculares son enfermedades que se encuentran ampliamente distribuidas y son muy destructivas, espectaculares y alarmantes, se manifiestan en un marchitamiento más o menos rápido, empardecimiento y muerte de hojas y vástagos succulentos de algunas plantas, lo cual da como resultado la muerte de estas últimas. Los marchitamientos se deben a la presencia y actividades del patógeno en los tejidos vasculares xilémicos de las plantas. En pocas semanas el patógeno puede ocasionar la muerte de plantas completas o de sus órganos que se localizan por arriba del punto de invasión vascular en la mayoría de las plantas anuales y algunas perennes, aunque en algunas plantas de este último grupo no mueren sino hasta después de varios años a partir del momento en que fueron infectadas por el hongo (Agrios, 1996).

La marchitez vascular provocada por *Fusarium sp.* es una de las enfermedades que causa mayores problemas en el cultivo de arveja, afecta en todas las etapas del cultivo, causando la muerte de las plantas y a la vez grandes pérdidas hasta del 50%, por lo que el manejo de esta enfermedad debe ser de forma preventiva y acompañada en todas las etapas fenológicas del cultivo.

La investigación se centró en evaluar diferentes tratamientos químicos y biológicos para el control preventivo del marchitamiento provocado por *Fusarium sp.* y determinar cuál de los tratamientos propuestos ayuda a prevenir esta enfermedad.

Los primeros síntomas que se observaron de esta enfermedad en arveja dulce se presentaron a partir de los 30 días después de la siembra, iniciándose la incidencia de la

enfermedad y aumentando en las etapas de floración, fructificación y cosecha la planta fue mas susceptible al ataque alcanzando hasta el 35% de incidencia.

Con los tratamientos evaluados en esta investigación se efectuó la mezcla de dos fungicidas sistémicos, permitió reducir hasta un 12% la incidencia de la enfermedad. Iniciando con un tratamiento a la semilla antes de la siembra y refuerzo de dos aplicaciones tronqueadas la primera a los 21 días después de la siembra y la segunda a los 42 días, permitió mayor número de plantas vivas y por lo tanto mayor producción por hectárea de arveja, obtener mayores ingresos a los agricultores y productores a nivel nacional.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Marco teórico

2.2.1.A Marchitamientos vasculares

Las marchiteces vasculares constituyen una de las enfermedades más importantes y estudiadas causadas por hongos. A pesar de ello, existen todavía lagunas en el conocimiento de muchos aspectos, lo que ha contribuido a que sea uno de los grupos de enfermedades en los que menos se ha progresado en aspectos aplicados de control. La característica distintiva de los hongos implicados es su restricción al xilema de la planta durante la mayor parte de su ciclo parasítico, que provoca la interferencia con el transporte de agua. Por ello, la marchitez constituye el síndrome mas característico de este tipo de infecciones, aunque no siempre resulte en una flacidez visible (Patología vegetal, 2000).

Todos los marchitamientos vasculares, sin considerar el tipo de patógeno que los ocasione, tienen ciertas características en común. Las hojas de plantas infectadas o de partes de plantas infectadas pierden su turgencia, se debilitan, adquieren una tonalidad que va del verde claro al amarillo verdoso, decaen y finalmente se marchitan, se tornan amarillas, empardecen y mueren. Las hojas marchitas pueden estar extendidas o bien enrollarse. Los retoños tiernos y jóvenes también se marchitan y mueren. Los cortes transversales que se hacen de tallos y ramitas infectados muestran varias zonas café decoloradas dispuestas en forma de un anillo completo o interrumpido que consta de tejidos vasculares decolorados. En los vasos xilémicos de tallos, raíces y otros órganos infectados, puede haber micelio y esporas del hongo. Algunos de los vasos xilémicos son obstruidos por el micelio, las esporas o bien los polisacáridos que produce el hongo. Esta obstrucción se incrementa aún más por los geles y gomas que se forman por la acumulación y oxidación de los productos de degradación de las células vegetales atacadas por las enzimas del hongo (Agrios, 1996).

Al parecer, la decoloración café de los tejidos vasculares afectados se debe también a la oxidación y translocación de algunos de los productos de degradación. En los tallos jóvenes recién infectados, el número de vasos xilémicos formados disminuye y sus paredes celulares se adelgazan más de lo normal. Con frecuencia, las células

parenquimatosas en torno a los vasos xilémicos son estimuladas por las secreciones del patógeno para que se dividan excesivamente y esto aunado a las paredes adelgazadas y debilitadas de los vasos, da como resultado la disminución del diámetro o el colapso total de los vasos. En algunos hospedantes, las células parenquimatosas forman tilosis que mantienen unidos a algunos vasos xilémicos. Estas tilosis en forma de globo salen al interior de los vasos y hacen que éstos se obstruyan. Las toxinas que secreta el hongo de los marchitamientos en los vasos, llevadas por el flujo de agua hacia la parte superior de la planta afectan a las células parenquimatosas adyacentes al xilema, produciendo así algunos de los efectos descritos con anterioridad. Las toxinas pueden ser llevadas también hacia las hojas, en las que hacen que disminuya la síntesis de clorofila de sus nervaduras (ocasionando así el aclaramiento de éstas), que disminuya la tasa fotosintética y se altere la permeabilidad de las membranas celulares de la hoja, así como su habilidad para controlar la pérdida de agua a través de la transpiración, lo cual da como consecuencia epinastia, marchitamiento, necrosis internerval, empardecimiento y muerte de las hojas. (Agrios, 1996).

2.2.1.B Taxonomía del patógeno

Clase: ***Deuteromycetes*** (Anamórficos)

Orden: ***Moniliales***

Familia: ***Moniliaceae***

Género: ***Fusarium***

2.2.1.C Características morfológicas

El género ***Fusarium***, fué descrito por Link en 1915, quién consideró las siguientes características: conidióforos alargados en forma de botella, con ramas a intervalos regulares o verticiladas, septados, individuales o agrupados en esporodoquios; conidios de dos tipos: microconidios elípticos o piriformes, unicelulares o bicelulares, no curvados, en cabezuelas o cadenas; macroconidios falcados, en forma de media luna o elípticos, dos a

nueve septas, ápice puntiagudo, roma o en forma de gotero, base puntiaguda, roma o en forma de pié; clamidosporas, si se producen, globosas, ovales o piriformes, individuales o en grupos, intercalares o terminales, uní o bicelulares, lisas o rugosas y generalmente de color café. En la fase ascógena las especies que se reproducen sexualmente producen peritecios del tipo: **Nectria**, **Hypomyces**, **Gibberella** o **Calonectria** Orden **Hypocreales** (Vifinex, 2003).

Buxton, demostró en 1956, que **Fusarium** mostraba un ciclo parasexual, que también se encontraba en otros Deuteromicetes. En este ciclo el micelio suele ser heterocariótico, con núcleos de más de un genotipo, por lo que la unión de las hifas puede no ser necesariamente un requisito para la unión parasexual de los núcleos de este tipo de unión puede dar origen a nuevos heterocariontes con una virulencia distinta a la de los progenitores (Webster, 1974).

2.2.1.D Sintomatología

El patrón de síntomas en enfermedades vasculares depende en gran medida de la especie hospedante. Tanto las fusariosis vasculares como las verticilosis tienen muchos aspectos sintomatológicos comunes, lo que hace, que en ocasiones se confundan fácilmente. En plantas herbáceas, los síntomas comunes son epinastias y clareamiento de nervios, que pueden manifestarse a las 24-48 horas después de la infección (Patología vegetal, 2000).

Otro aspecto frecuente y de interés en enfermedades vasculares es la existencia de infecciones asintomáticas. **Fusarium oxysporum** procedentes de melón y sandía resultan patogénicos únicamente cuando se inoculan sobre sus hospedantes originales, aunque pueden infectar sistémica y asintomáticamente los hospedantes heterólogos (Patología vegetal, 2000).

Fusarium es un hongo habitante del suelo y generalmente es a este nivel donde causa los mayores daños. El patógeno afecta el sistema radical de muchos tipos de plantas en climas tropicales. Los síntomas se manifiestan como una ligera decoloración de venas de

hojas jóvenes, después de lo cual ocurre epinastia de las hojas senescentes ocasionada por el colapso de los pecíolos (Vifinex, 2003).

Cuando la infección ocurre en el estado de plántula, éstas mueren poco después de aparecer los primeros síntomas. Las plantas adultas en campo pueden morir repentinamente en el caso de infecciones severas y clima favorable al hongo. En infecciones graduales ocurre epinastia foliar, aclaramiento de venas, amarillamiento de hojas inferiores, formación ocasional de raíces adventicias, defoliación, necrosis marginal de hojas y la muerte. Los síntomas avanzan hacia la parte superior, hasta dañar todo el follaje y ocasionar la muerte (Vifinex, 2003).

Los síntomas se originan porque el micelio del hongo se propaga intercelularmente a través de la corteza de la raíz, invadiendo los vasos xilémicos. El micelio se ramifica y produce microconidios que son transportados por la savia de la planta, invadiendo los vasos adyacentes. Durante el proceso de invasión se obstruyen los vasos por el micelio, gomas, geles y tilosis, impidiendo el libre movimiento del agua hacia la parte superior de la planta. Cuando este suministro es inferior al mínimo requerido para el normal funcionamiento, los estomas se cierran, las hojas se marchitan y mueren, produciendo el colapso total y muerte de la planta (Vifinex, 2003).

El hongo a nivel foliar es un patógeno débil, que puede encontrarse generalmente como oportunista en lesiones en descomposición, causadas por otros patógenos (Vifinex, 2003).

2.2.1.E Epidemiología

El patógeno sobrevive en el suelo en forma de micelio y en cualquier forma de sus esporas, pero con mayor frecuencia como clamidosporas, las que pueden sobrevivir hasta por 30 años. *Fusarium* es un excelente habitante del suelo, por lo que una vez establecido puede permanecer en él indefinidamente. Se disemina a través de corrientes de agua de riego o lluvia, movimientos y trasplante de materiales en suelo contaminado. El desarrollo del hongo es mejor en suelos de textura fina francos y arenosos, lo mismo ocurre en suelos ácidos con pH de 3.8-5.0. La temperatura del suelo en un rango de 25-35

grados centígrados favorece el desarrollo y reproducción del hongo. En condiciones de anegamiento el patógeno puede morir en 2-3 meses (Vifinex, 2003).

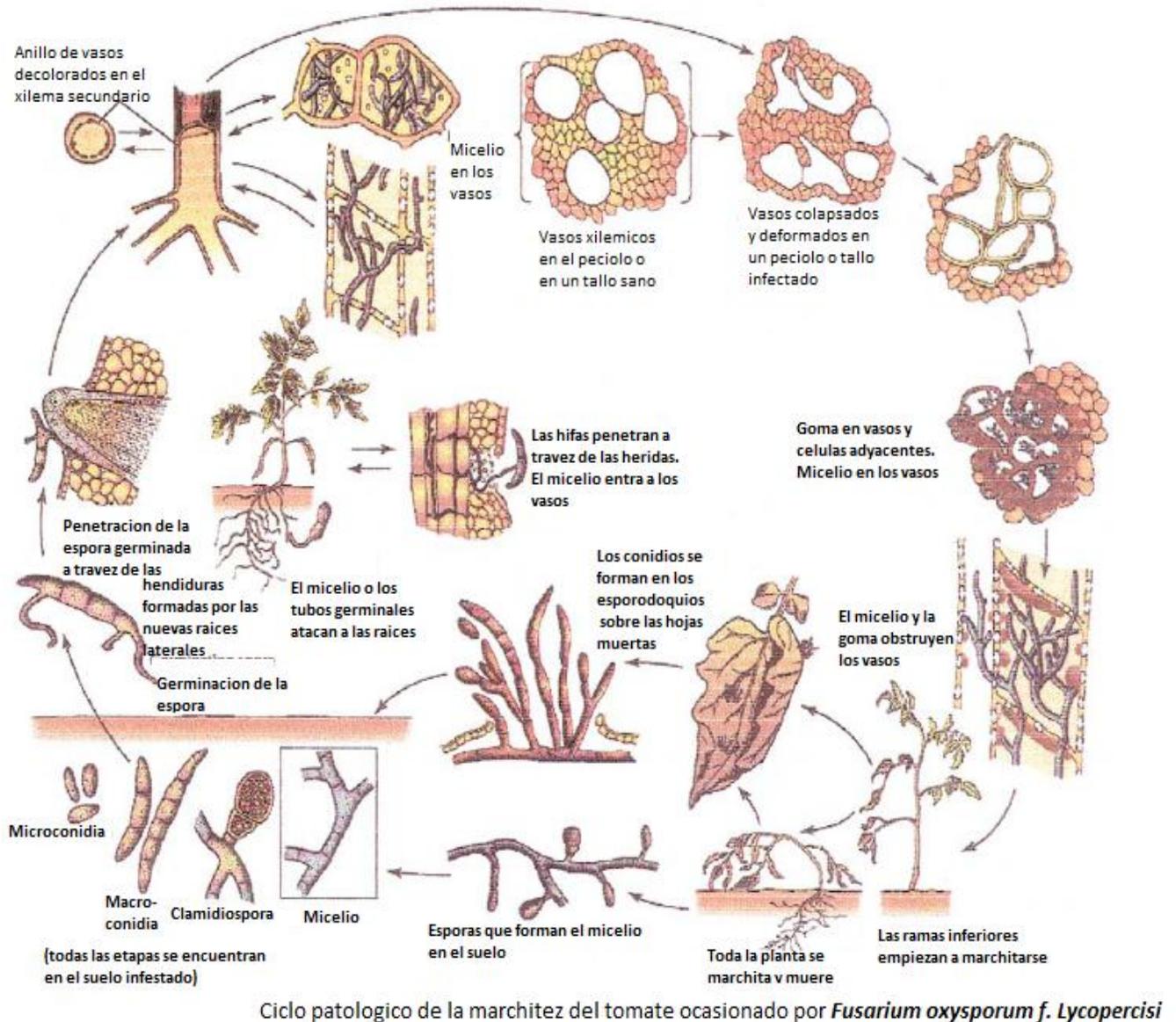


Figura 7. Ciclo patológico de *Fusarium oxysporum*.

Tomado de: Agrios 5ta. edición, 2005.

2.2.1.F Ciclo biológico

El ciclo biológico de *Fusarium oxysporum* puede resumirse en las siguientes fases:

1. Invasión extravascular, que determina el éxito o no en alcanzar el sistema vascular.
2. Invasión vascular, que determina el éxito o no en colonizar el sistema vascular.
3. Colonización extravascular.
4. Destrucción de los tejidos del hospedante y producción de estructuras de supervivencia.
5. Liberación de nuevas estructuras de supervivencia en el suelo o en restos de materia orgánica.
6. Producción de nuevas estructuras de supervivencia a través de actividades saprofiticas o por colonización de tejidos corticales (Patología vegetal, 2000).

La transmisión puede ser externa, por adherencia de esporas del hongo o restos infestados que permanecen sobre las semillas, o interna a través de la infección vascular. Se ha descrito la transmisión en semillas de la f. sp. de *F. oxysporum* que infectan guisantes, judía y tomate (Patología vegetal, 2000).

Tanto para las fusariosis vasculares como para las verticilosis, la fuente de inóculo mas importante es el suelo. Además, las estructuras fúngicas de *F. oxysporum* pueden alcanzar los lugares mas insospechados, como tuberías de riego a las que llega a obturar, o el techo de los invernaderos entre otros. La principal forma de supervivencia de estos patógenos es mediante estructuras especializadas: microesclerocios, hifas oscuras y clamidiosporas (Patología vegetal, 2000).

La especialización vascular de los hongos causantes de marchiteces es probablemente el resultado de su incapacidad de evadir las defensas de las células del parénquima anexo al xilema en la raíz y tallo. Una vez en el xilema, la colonización depende de la interacción entre el hospedante y el parasito (Patología vegetal, 2000).

2.2.1.G Desarrollo de la enfermedad

La expresión fenotípica de la patogénesis se inicia con los estados finales de la colonización del xilema y células parenquimáticas. Hasta ese momento, el patógeno permanece restringido en el xilema (Patología vegetal, 2000).

Entre los factores que contribuyen al fenómeno de la patogénesis se han descrito el papel de las toxinas, a la importancia de la obstrucción mecánica en elementos del xilema, la implicación de las enzimas que disuelven paredes celulares, y los reguladores del crecimiento (Patología vegetal, 2000).

Muchos de los síntomas en las patogénesis vasculares, como epinastia, hiperplasia del xilema, raíces adventicias, tilosis, enanismo, clorosis foliares, abscisión de peciolo, son indicativas de la alteración de los reguladores del crecimiento. De ellos, el etileno juega un papel fundamental en las enfermedades vasculares. Sin duda es la más simple, pero la más poderosa hormona de desarrollo que contribuye a los mecanismos de resistencia. El etileno inhibe numerosas funciones de las células y de los tejidos como: división celular, síntesis de ADN, expansión celular, abscisión de flores y hojas (Patología vegetal, 2000).

Es un hecho general que el etileno aumenta poco después la infección. Una de sus funciones relacionadas con la patogénesis es la activación de la producción de enzimas poligalacturonasas en el hospedante, que a su vez causan la degradación de la pectina de la pared primaria en las células. Los productos de la degradación pasan a través de los poros laterales y se acumula en el lumen de los vasos del xilema donde se solidifican y forma los geles que interfieren con el transporte del agua. Puesto que planta y patógeno producen etileno, la cuestión es cual es la contribución de cada uno de ellos en la patogénesis (Patología vegetal, 2000).

Otro regulador del crecimiento implicado en las marchiteces vasculares es el ácido abscísico, que ha sido descrito como inductor de enanismo, regulador estomático de la transpiración e inductor de la abscisión. Los depósitos de geles y gomas deben ser una barrera efectiva al movimiento de agua aunque no exista una oclusión completa del lumen (Patología vegetal, 2000).

La oclusión vascular es el principal factor responsable de la marchitez, aunque sea resultado de numerosos factores en los que intervienen la acción directa del patógeno, su interacción con la planta y la respuesta de ésta (Patología vegetal, 2000).

En general, las formas especiales de *Fusarium oxysporum* se comportan como patógenos monocíclicos, en los que el inoculo disponible para infectar el hospedante permanece prácticamente constante durante todo el desarrollo del cultivo, y cada ciclo de infección coincide con una estación del cultivo (Patología vegetal, 2000).

2.2.1.H Control

Por el tipo de enfermedad que ocasionan y la ubicación del patógeno, las estrategias de manejo de estas enfermedades se basan principalmente en rotaciones de cultivos, labranzas y resistencia genética. Las condiciones que afectan el crecimiento radicular provocan el aumento de la intensidad de estas enfermedades, por lo que la realización de labranzas que favorezcan un mejor crecimiento de raíces han permitido disminuir la incidencia de las mismas (Bernie, 1991; Burke *et al.*, 1972; Hilderbrand *et al.*, 1998; Oddino *et al.*, 2003; Siberbagel, 1981; Vick *et al.*, 2003). También la resistencia genética ha contribuido al control de enfermedades causadas por *F. solani* en leguminosas (INTA, 2001).

El método más efectivo para controlar los marchitamientos por *Verticillium* y *Fusarium* ha sido el uso de variedades resistentes. Debido a la inmovilidad relativa de los patógenos y, por lo tanto, al lento desarrollo y distribución de cualesquiera nuevas razas patogénicas, las variedades se mantienen resistentes durante largos períodos de tiempo. Las prácticas de cultivo tales como la aradura profunda, la rotación de cultivos, el dejar el suelo sin cultivar o la inundación de los terrenos de cultivo, han sido útiles para disminuir las poblaciones del patógeno en el suelo, pero no lo eliminan totalmente. La fumigación de los suelos ha tenido éxito en algunos casos, pero es demasiado costosa y su efecto es tan poco duradero que la hace inadecuada (Vifinex, 2003).

En los invernaderos, la esterilización del suelo proporciona un control eficaz de ambas enfermedades. Un aparente avance en el control de los marchitamientos vasculares ocasionados por hongos parece haber sido el descubrimiento de los fungicidas sistémicos

que contienen thiabendazol o sus derivados y que incluyen, en particular, al compuesto benomil en varias formulaciones (Vifinex, 2003).

Se han llevado a cabo un gran número de investigaciones en los últimos años en torno a la posibilidad de controlar biológicamente la marchitez ocasionada por *Fusarium*. Los resultados han sido alentadores al inocular previamente las plantas utilizando hongos antagonistas como *Trichoderma* y, asimismo, empleando bacterias del género *Pseudomonas* que producen sideróforos. El calentamiento solar (solarización) del terreno cubriéndolo con una película de plástico transparente, durante el verano, disminuye también la incidencia de la enfermedad. Aun cuando sean prometedores estos tratamientos, hasta ahora ninguno de esos métodos se utiliza para controlar eficientemente los marchitamientos vasculares por *Fusarium* (Agrios, 1996).

2.2.1.I Pudrición de la raíz por *Fusarium* en arveja

El patógeno, perteneciente al complejo *Fusarium solani*, produce infecciones a nivel radicular dificultando la absorción y translocación de agua. Esta enfermedad está muy ligada a los factores climáticos, siendo la cantidad y frecuencia de las precipitaciones el factor más importante. En el año 1997, debido a situaciones de sequía prolongada, se presentó con carácter epidémico (March y Marinelli, 1998).

Las especies dentro del complejo *F. solani* están ampliamente distribuidas en el suelo, donde se encuentran cepas fitopatógenas y saprófitas. Las cepas fitopatógenas se pueden dividir en grupos, cada uno con un rango de hospedantes distintos (INTA, 2001).

Hasta el momento se han descrito 11 formas especiales (f. sp.) dentro del complejo, 7 de las cuales son heterotálicas con un estado sexual en común: *Haematonectria haematococca* (INTA, 2001).

Las formas especiales pueden ser identificadas por taxonomía clásica, teniendo en cuenta las similitudes morfológicas, culturales y fisiológicas y la especificidad de hospedante; por capacidad reproductiva determinando las poblaciones de apareamiento; y por relaciones filogenéticas comparando las secuencias de ADN (INTA, 2001).

La pudrición de raíz de la arveja, causada por *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.f.sp.*lisi* (Jones) Snyder y Hans., fue descrita por primera vez como patógeno grave de la arveja en Minnesota en 1918 y en Wisconsin en 1923. La enfermedad se describe también en Europa casi al mismo tiempo (Compendium of pea diseases, 1984).

La pudrición de raíz es una de las enfermedades problemáticas de la arveja y grave en zonas de EE.UU. y es de las enfermedades de raíz más destructivas de la arveja en Washington, Oregón y Idaho en ambas zonas secas y zonas de regadío. La pudrición de raíz por *Fusarium* es diferente al marchitamiento de *Fusarium* y que se produce en relación con otras enfermedades de la raíz de la arveja. Los datos publicados sobre las pérdidas de cosechas causadas por este patógeno son escasos. Sin embargo, los rendimientos fueron 30% menos en las parcelas infestadas en Washington con *F. solani* f. sp. *lisi* que en las parcelas no infectadas en el mismo campo de arveja (Compendium of pea diseases, 1984).

A Los síntomas

F. solani f. sp. *lisi* generalmente infecta a la zona de la unión cotiledonar, del epicotilo e hipocotilo. Los síntomas iniciales de las raíces primarias y secundarias consisten en rayas marrón rojizo que se unen más tarde en la temporada. El color de la raíz externa se convierte en marrón rojizo oscuro, sobre todo en la línea del suelo y en la zona de semillas. Una coloración roja del sistema de la raíz primaria vascular se puede ver, sobre todo cerca de la zona para la fijación del cotiledón, pero no avanza por encima de la línea del suelo, y el patógeno es raramente aislado de las partes aéreas. Los síntomas en la parte aérea para las plantas severamente infectadas son grises, color amarillento, y necrosis del follaje inferior y retraso en el crecimiento de las plantas (Compendium of pea diseases, 1984).



Figura 8. Pudrición de la raíz por *Fusarium* en la zona de unión del cotiledón. Tomado de: Compendium of Pea Disease, 1984.



Figura 9. Plantas de arveja que presentan un grado de severidad de pudrición de la raíz por *Fusarium*. Tomado de: Compendium of Pea Diseases, 1984.

B Organismo causal

En el cultivo, *F. solani* f.sp. *lisi* produce esporodoquios azul-verde. Las macroconidias (4,5-5 x 27 a 40 µm) son principalmente de tres septos, curvos, y hialinas. Microconidias no son abundantes, excepto en cultivo líquido. Clamidosporas tienden a desarrollarse en abundancia en un medio mínimo por lo general después de 7-14 días, a partir de micelio o por la conversión de conidios (Compendium of pea diseases, 1984).

F. solani f. sp.*lisi* produce una fase perfecta (*Hypomyces*) y es heterotálica. La fase perfecta ha sido clasificada como *Nectria haematococca* Berk y Br.. (sin. *F. solani*). La fase perfecta ha sido reportada en la naturaleza solo en plantas enfermas de mora (*Morus alba* L.) las sucursales en Japón y las pruebas de apareamiento indican que el patógeno que causa el tizón de la mora y la pudrición de la mora y la raíz del ginseng es *F. solani* f. sp. *solani* (Compendium of pea diseases, 1984).

C Ciclo de la enfermedad y epidemiología

Luego de la formación del talo inicia la infección que suele ser a través de los estomas en el epicótilo y el hipocótilo, la infección se extiende hacia abajo en el sistema de raíces. Además, *F. solani* f. sp.*lisi* directamente puede penetrar la superficie cuticular del epicotilo de la arveja a través de la actividad enzimática (Compendium of pea diseases, 1984).

Las clamidosporas son las estructuras de supervivencia de *F. solani* f. sp.*lisi* en el suelo infestado naturalmente. La máxima germinación de clamidosporas se produce 20 horas después que las semillas se plantan en el suelo con al menos 9% de humedad del suelo. La imbibición y germinación de semilla, con la liberación correspondiente de los nutrientes en el suelo circundante, son los principales factores que desencadenan la germinación de clamidosporas, el crecimiento, y la infección de las plántulas de la arveja (Compendium of pea diseases, 1984).

La temperatura óptima para el crecimiento del patógeno es de 30 grados centígrados sin embargo, se desarrolla la enfermedad a los 18 grados centígrados y por encima, con un óptimo de los 25-30 grados centígrados reduciendo el rendimiento causado por la

podrición de la raíz por *Fusarium* en la arveja. Éste aumenta por la rotación inadecuada, temperaturas del suelo de 22 a 30°C, los niveles de humedad del suelo de los 5-12 atmosferas, el exceso de compactación del suelo, el suelo ácido (pH 5.1 a 6.2), y la baja fertilidad del suelo. La mayoría de las decisiones de preparación de suelo afectan directamente el crecimiento y el rendimiento de plantas de arveja, y éstas tienen una mayor importancia si la pudrición de raíz es un problema (Compendium of pea diseases, 1984).



Figura 10. Pudrición de la raíz en el campo por *Fusarium*.

D Control

Actualmente no hay cultivares comerciales resistentes a *F. solani* f.sp.*pisii*, sin embargo, los cultivares obsoletos Wando y Horal se informó ser tolerantes. Recientemente, el germoplasma resistente a este patógeno ha sido puesto en libertad, y cultivares resistentes comercialmente aceptables se pueden desarrollar en los próximos años (Compendium of pea diseases, 1984).

Podrición de raíz y otras enfermedades corticales de la arveja se ven favorecidas por las condiciones ambientales que son perjudiciales para el crecimiento y el vigor de las raíces de las plantas. En consecuencia, las buenas prácticas de labranza que previenen o reducen la compactación del suelo y promover la humedad del suelo favorables, junto con

el uso de semillas de alta calidad, ayudará a reducir el problema (Compendium of pea diseases, 1984).

La rotación de cultivos en los que la arveja no se planta en el mismo campo más de una vez en cinco años, también puede retrasar la aparición de la enfermedad y reduce la gravedad. El mantenimiento de la fertilidad del suelo es importante, la incorporación al suelo de fertilizantes durante la siembra ha reportado que reduce las pérdidas por pudrición de las raíces en suelos pesados. El uso de fungicidas protectores de semillas reduce al mínimo la contaminación de semillas de *F. solani* (Compendium of pea diseases, 1984).

2.2.2 Los productos

A Carbendazim

✓ Identificación

Fungicida sistémico, con actividad preventiva y curativa sobre enfermedades.

✓ Características físico químicas

✓ Grupo químico: benzimidazoles.

✓ Formula empírica: $C_9H_9N_3O_2$; $C_9H_{12}N_3O_6P$ (fosfato)

✓ Actividad

Fungicida sistémico con actividad preventiva y curativa, de acción rápida. Es absorbido por las raíces y por los tejidos verdes y traslocado en sentido acropetálica. Actúa interfiriendo la biosíntesis del DNA durante la mitosis y el mecanismo de transmisión del mensaje genético del DNA al RNA. Impide el desarrollo de las hifas, la formación de apresorios y el crecimiento del micelio. Permite la germinación de las esporas pero detiene el desarrollo del tubo germinativo induciendo irregularidades en la división celular y dando lugar a células anormales que provocan la muerte del hongo. Posee actividad secundaria sobre huevos de *Rhizoglyphus echinopus* y de otros ácaros y cierta acción secundaria contra oídios. Con el fin de retrasar la aparición de cepas resistentes a los benzimidazoles se

aconseja alternar su aplicación con otros fungicidas de forma de acción distinta (Carlos De Liñán y Vicente, 2003)

✓ **Aplicaciones**

Se aplica a dosis de 200-400 g/ha en el control de *Fusarium oxysporum*. Es compatible con muchos fitosanitarios excepto los alcalinos (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

✓ **Anotaciones**

No controla Oomicetos. *Cercospora herpotrichoides* de los cereales es claramente resistente. No es fitotóxico si se usa como se recomienda pero a dosis elevadas puede ser algo fitotóxico para el tabaco. No aplicar si se espera lluvia o helada o si el cultivo está húmedo o bajo los efectos de la sequía u otras circunstancias adversas. Teniendo en cuenta que en las plantas de tabaco la formación de fenoles refuerza su resistencia a los agentes patógenos, se ha comprobado en laboratorio que el carbendazim a dosis moderadas fomenta la formación de esos fenoles y por tanto su resistencia a enfermedades. Sin embargo, a dosis altas el carbendazim es nocivo porque inhibe la biosíntesis y la oxidación de los fenoles y por tanto su efecto beneficioso (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

✓ **Metabolitos y residuos**

Se descompone en el suelo por acción microbiana. Su vida media en el césped es de 3-6 meses y en suelo desnudo de 6 a 12 meses. Se ha observado que en el suelo los residuos permaneces fijos durante los primeros 28 días y después van decreciendo. La lixiviación es muy pequeña 1.1% de la dosis aplicada, incluso en condiciones extremas. Entre los metabolitos se han encontrado 2-aminobenzimidazol y 5-hidroxi-2-aminobenzimidazol. En los mamíferos, después de una administración oral, sufre hidrólisis enzimática y se forman conjugados hidrosolubles. El 95-99% se elimina en la orina a los 3 días (Farmacología vegetal, 2003).

B Etridiazol

✓ **Identificación**

Fungicida de aplicación al suelo especialmente activo en el control de enfermedades producidas por Oomicetos y otros hongos (Carlos De Liñán y Vicente, 2003)

✓ **Características físico químicas**

✓ **Grupo químico:** triadiazoles

✓ **Fórmula empírica:** C₅ H₅ Cl₃ N₂ O S.

✓ **Actividad**

Fungicida de contacto con propiedades preventivas y curativas, de aplicación al suelo y específico contra diversas especies de los géneros ***Pythium*** y ***Phytophthora***. También actúa como inhibidor de la nitrificación en algodón, maíz y trigo (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

✓ **Aplicaciones**

Se utiliza, a la concentración de 96 g/100 litros en aplicaciones al cuello de las plantas y a razón de 960 g/ha en riego por goteo, en el control de enfermedades producidas por Oomicetos y hongos del suelo: ***Fusarium culmorum***, ***Fusarium oxysporum***, ***Fusarium semitectum*** y tratamientos de compost (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

✓ **Anotaciones**

No es fitotóxico si se usa como se recomienda. No usar en lechuga pues la germinación de su semilla en suelos previamente tratados puede ser desigual. Aplicar solo a fresa plantada en primavera que lleve establecida por lo menos 3 meses. No utilizar en algunas especies de ***Escallonia***, ***Gloxinia*** y ***Pyracahta***. Los mejores resultados se obtienen cuando se incorpora muy bien al suelo. No aplicar a suelos húmedos. Debe hacerse un

ensayo para comprobar la compatibilidad con otros productos (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

✓ **Metabolitos y residuos**

En el suelo tarda en disiparse 1 semana. Algunas plantas metabolizan el etridiazol hasta formar productos naturales. En los mamíferos, después de ser ingerido, se encuentra como metabolito el 3-carboxi-5-etoxi-1,2,4-tiadiazol, producto soluble en agua. No se acumula en el organismo (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

D Tiofanato-metil

✓ **Identificación**

Fungicida sistémico, con actividad preventiva y curativa sobre enfermedades producidas por hongos endo y ectoparásitos. Posee acción secundaria sobre huevos de ácaros (Farmacología vegetal, 2003).

✓ **Características físico químicas**

✓ **Grupo químico:** benzimidazoles

✓ **Fórmula empírica:** C₁₂ H₁₄ N₄ O₄ S₂.

✓ **Actividad**

Fungicida con actividad sistémica y por contacto, efecto curativo y preventivo y movilidad por el xilema y floema. Actúa impidiendo el crecimiento micelial y la germinación de conidias. En la superficie de la planta se transforma en benzimidazol metilcarbamato carbendazim, compuesto que es mejor absorbido, fácilmente transportado por la sabia bruta y altamente fungitóxico. Es más eficaz que el tiofanato. Al igual que otros benzimidazoles, posee cierta actividad sobre los cloroplastos y sobre la fotosíntesis mejorando el color verde de las hojas. También se usa para la desinfección de semillas y bulbos. Se han observado efectos secundarios sobre huevos de ácaros y nematodos (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

✓ **Aplicaciones**

Se aplica a concentraciones de 50-75 g/100 litros en pulverización foliar, aplicación al suelo y en el tratamiento de semillas o tubérculos, con el fin de controlar enfermedades producidas por *Fusarium oxysporum* y otras enfermedades (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

✓ **Anotaciones**

No es fitotóxico si se usa como se recomienda. Cuando se aplica sobre manzanos, desde la floración hasta el cuajado, puede producir herrumbre, ruseting, en los frutos de cultivares sensibles. No usar en frutales a la caída de pétalos o al comienzo del cuajado si previamente se ha aplicado un fungicida del grupo captan. No tratar groselleros entre el final de la floración y la cosecha. Con el fin de controlar *Plasmodiophora brassicae* en col de transplante, se recomienda sumergir las plantas a tratar en el caldo fungicida. No controla *Alternaria sp.*, *Taphrina sp.*, *Phytophthora sp.*, *Pseudoperonospora sp.* y otros Oomicetos, ni es eficaz contra cepas resistentes al carbendazim. Se conocen razas resistentes de hongos (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

✓ **Metabolitos y residuos**

En el suelo se convierte en carbendazim por fotodegradación. Su persistencia es de casi 1 mes. En las plantas también se degrada a carbendazim. En los mamíferos también pasa a carbendazim que sufre hidroxilación del anillo bencénico y se excreta en la orina: el 61% como combinado y el resto en las heces. El principal metabolito es 5-hidroxibenzimidazol-2-carbamato (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

E Tebuconazol

✓ **Identificación**

Fungicida sistémico, de amplio espectro, con actividad preventiva y curativa, especialmente adecuado para el tratamiento de semillas (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

- ✓ **Características físico químicas**
- ✓ **Grupo químico:** triazoles
- ✓ **Fórmula empírica:** C₁₆ H₂₂ Cl N₃ O.
- ✓ **Actividad**

Fungicida sistémico con actividad preventiva, curativa y erradicante. Influye sobre el proceso de biosíntesis del esterol en los hongos patógenos. Como otros azoles, impide la metilación del C14 del lanosterol, DMI, que da lugar a la acumulación de trimetiesteroles, pero tebuconazol, en un paso posterior, impide la deshidrogenación en el D7 y acumulación de 3D5 esteroides, D5-estigmastenol, D5,22-estigmastadienol y D5 ergostenol. Por su actividad sistémica, proporciona un buen control no solo de las enfermedades presentes en la superficie externa de la semilla sino también de las que se encuentran en su interior. En la planta se trasloca en sentido acropetalico, de forma que es bien absorbido por el vegetal y traslocado hacia los meristemas terminales en los que se acumula ligeramente. Su efecto sistémico es intermedio entre el altamente móvil del triadimenol y el inmóvil del bitertanol (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

- ✓ **Aplicaciones**

Su campo de actividad es muy amplio incluyendo entre otros hongos fitopatógenos entre ellos *Fusarium oxysporum*, así como los Ustilaginales productores de carbones y los Uredinales productores de royas. Son resistentes los Oomicetos, como *Phytophthora megasperma* y otros mildius. Utilizado en el control de oidios, royas y otras micosis. Dosis: en pulverización se aplica a concentraciones de 100-250 g /100 litros; en cereales se utiliza a la dosis de 250 g /ha, mientras en ajo y cebolla son necesarios 500 g /ha, en este caso se aconseja aplicar inmediatamente después de la siembra o trasplante y seguidamente regar. En el control preventivo, por tratamiento de la semilla, de *Phaeosphaeria nodorum*, *Tilletia sp.*, *Urocystis sp.*, *Ustilago sp.* y otras enfermedades de origen fúngico en avena, cebada, centeno y trigo son suficientes 2-3 g /100 gramos de semilla (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

✓ **Anotaciones**

A las dosis recomendadas es bien tolerado tanto por las semillas como por los cultivos en que se recomienda.

✓ **Metabolitos y residuos**

En el suelo se degrada con rapidez y no se acumula. Es poco móvil y por tanto no se lixivia. En el agua se hidroliza y se fotoliza con una vida media de unos 28 días. En las plantas el principal residuo es la s.a. Administrado por vía oral a ratas, se absorbe rápidamente por el tracto digestivo y se elimina más del 80% en las heces y el resto en la orina en unas 72 horas.

F *Bacillus subtilis*

✓ **Identificación**

Orden: Eubacteriales. Bacteria que se utiliza como fungicida en diversos cultivos. Se emplean varias cepas de esta especie. Son varias las empresas que multiplican y comercializan alguna cepa de esta bacteria (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

Esta especie bacteriana se caracteriza, en general, por descomponer la materia orgánica y es causante, ejemplo, de la putrefacción de alimentos. Sin embargo, varias cepas de esta especie se han desarrollado industrialmente como fungicidas desinfectantes de semillas. La bacteria forma endosporas que, aplicadas a las semillas, se expanden por las raíces de las plántulas y compiten con hongos patógenos del suelo de los géneros ***Alternaria***, ***Aspergillus***, ***Fusarium***, ***Thanatephorus***, etc., que atacan las raíces. Es un antagonismo entre bacteria y hongo por competencia por el alimento, espacio, etc. La bacteria continúa viviendo en el sistema radicular y le proporciona protección durante todo el ciclo de desarrollo de la planta. Se ha observado que la cepa QST 713 estimula también las defensas naturales de las plantas contra bacteriosis ya que impide la germinación de las esporas patógenas, interrumpe el desarrollo de los tubos germinativos e impide la fijación del patógeno a las hojas. La cepa GB03 también estimula por vía foliar el desarrollo de colonias de rizobacterias que controlan patógenos que se encuentran en las hojas de cultivos como pepino, tabaco y tomate. En general como efecto secundario, se ha observado que estimula la formación de nódulos de bacterias fijadoras de nitrógeno en las

raíces de leguminosas no peligroso para el hombre, animales vertebrados e invertebrados terrestres y acuáticos, artrópodos útiles excepto el producto técnico que afecta al Himenóptero *Nasonia vitripennis*, etc. Tampoco es peligroso para aves que ingieran semillas tratadas con esta bacteria (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

G Trichoderma

✓ Identificación

Trichoderma es un género de Deuteromicetos filamentosos que viven en asociación con numerosas plantas, entran en contacto con las raíces y las cubren con su micelio formando una barrera que las protege de la actividad de algunos hongos patógenos; esta barrera avanza a medida que las raíces crecen. Se alimentan de exudados radiculares y de los desechos que se producen; por su parte, favorecen la solubilización de diferentes nutrientes como el fósforo que pasan a disposición de la planta. No se ha observado que se desarrollen sobre las plantas vivas como endófitos de ellas. Su modo de acción es complejo y comprende quimiotaxis, antibiosis y parasitismo. Parece ser que la primera interacción entre el parásito y el hospedante es un desarrollo quimiotrópico; las hifas del parásito se dirigen hacia el hospedante respondiendo a la secreción de lectinas. Es posible que las lectinas se combinen con residuos de galactosa de las paredes celulares de *Trichoderma* y este identifique a su presa. Las enzimas hidrolíticas, quitinasas, β -1,3-glucanasas y proteinasas segregadas por los *Trichoderma* desintegran las paredes celulares de las hifas y esclerocios del hongo patógeno hasta causarle la muerte. También se han identificado varios antibióticos volátiles y no volátiles, como: diterpenos, butenolidas, furanonas, piridonas, etc. El agente patógeno pasa a ser alimento de la microflora del suelo; el desarrollo supera al que sería normal. Estas quitinasas actúan en medio ácido de forma que no afectan a la cutícula de los insectos, en particular de las abejas; tampoco afectan a las aves, mamíferos, peces o plantas. De la mayoría de las especies de *Trichoderma* no se conoce su forma teleomórfica sino, únicamente, su forma anamórfica y sus esporas asexuales (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

Las cepas salvajes son heterocarióticas, poseen núcleos con genotipos diferentes, pero las cepas desarrolladas para biocontrol son homocarióticas, con núcleos con genotipos iguales, una cualidad importante para su comercialización (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

Cuando una planta protegida por *Trichoderma* termina su ciclo biológico y muere, la cantidad de *Trichoderma* disminuye con rapidez, de forma que al establecer una nueva planta difícilmente será capaz de ejercer un buen control fungicida (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

Secundariamente, los *Trichoderma* producen importantes enzimas extracelulares que se utilizan en la producción de celulosa y otras enzimas que degradan los polisacáridos complejos (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

Del género *Trichoderma* se utilizan las especies: *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viridae*, así como diversas cepas (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

H *Trichoderma harzianum*

✓ Identificación

Teleomorfo: *Hypocrea lixii* Patouillard (Sin.: *Hypocrea lentiformis*, *Hypocrea nigricans*). Anamorfo: *Trichoderma harzianum* Rifai.

Priscila Chaverri junto con el micólogo Gary Samuels identificaron la forma sexual de *Trichoderma harzianum* como *Hypocrea lixii* Patouillard, ascomiceto ya conocido. Este descubrimiento fue publicado en agosto de 2002 (Carlos de Liñán y Vicente, 2003).

Se utiliza tanto en invernaderos como en el campo en el momento de la germinación y enraizamiento de las plantas para controlar: *Acremonium sp.*, *Alternaria sp.*, *Ascochyta sp.*, *Athelia rolfsii*, *Botryotina sp.*, *Botrytis sp.*, *Chondrostereum purpureum*, *Fusarium sp.*, *Macrophomina phaseolina*, *Pythium sp.*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Thanatephorus cucumeris*, *Verticillium sp.* Las dosis oscilan alrededor del 1%, es decir 1 litro de producto por 100 litros de sustrato antes de llenar sacos, jardineras, macetas, etc (Carlos de Liñán y Vicente, 2003).

✓ **CEPA T-22**

La cepa T-22, híbrido obtenido y desarrollado por la Universidad de Cornell, fue adquirida por TGT Inc., quien la comercializa actualmente.

Es eficaz en el tratamiento de semillas, incluso las tratadas con algunos fungicidas compatibles, siendo precisamente este tipo de tratamiento conjunto de *Trichoderma* y fungicida compatible el más eficaz. También resulta eficaz en el tratamiento de sustratos antes del repicado y transplante. Aplicado al césped, reduce notablemente la actividad de *Sclerotinia homeocarpa*, *Pythium sp.* y *Thanatephorus cucumeris*; su eficacia como en casos anteriores, se ve incrementado con el uso conjunto de fungicidas compatibles. También se ha utilizado con éxito en el tratamiento de flores y frutos frente a *Botryotinia fuckeliana*; en el caso de tratamiento de uva, los mejores resultados se obtienen tratando, en mezcla en tanque, con el biofungicida iprodione. Es capaz de proteger, en mayor o menor medida, las raíces de algodón, árboles y arbustos ornamentales, cacahuete, césped, col, haba, judía, maíz, patata, pepino, remolacha azucarera, sorgo, soya y tomate del ataque de *Athelia rolfsii*, *Botryotinia fuckeliana*, *Cylindrocladium sp.*, *Fusarium sp.*, *Sclerotinia homeocarpa*, *Phytium sp.*, *Thanatophorus cucumeris* y *Thielaviopsis sp.*, siendo notablemente mas eficaz cuando se aplica junto con un fungicida compatible (Carlos De Liñán y Vicente, 2003).

I *Trichoderma viridae*

✓ **CEPA ATCC 20476**

Entre los hongos patógenos que se pueden combatir con esta especie se encuentran: *Armillaria mellea*, *Athelia rolfsii*, *Ceratocystis ulmi*, *Chondrostereum purpureum*, *Fusarium sp.*, *Monographella nivalis*, *Phytophthora sp.*, *Pythium sp.* y *Rhizoctonia sp.*

2.3 HIPÓTESIS

Al menos uno de los tratamientos, reducirá la incidencia de *Fusarium sp.* en el cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum*).

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

- Evaluar diferentes tratamientos químicos y biológicos para el control preventivo de *Fusarium sp.* en el cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum*).

2.4.2 Específicos

- Determinar el mejor tratamiento químico o biológico para el control preventivo de *Fusarium sp.* en el cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum*).
- Establecer la tasa costo-efectividad del mejor tratamiento para el control preventivo de *Fusarium sp.* en el cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum*).

2.5 METODOLOGÍA

Para la realización de esta investigación se utilizó una parcela experimental de 25 m de largo, por 44 m de ancho, una área total de 1,100 m², la cual fue establecida el 10 de junio del 2011, localizada en el área de cultivos de la empresa en Santo Domingo Xenacoj, en el departamento de Sacatepéquez. El área fue preparada y delimitada previa a la siembra los tratamientos iniciaron con inmersión a la semilla. Se sembró la variedad Sugar Daddy la cual es susceptible a *Fusarium sp.*

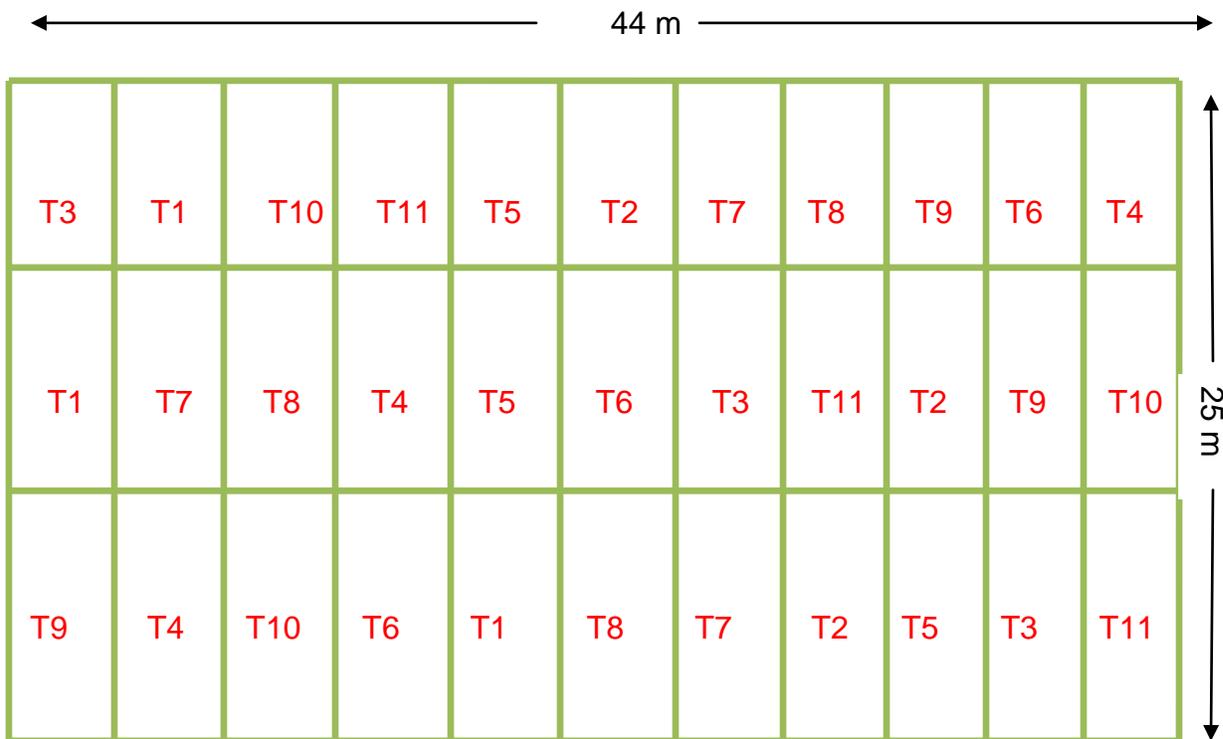


Figura 11. Distribución de los tratamientos en el campo.

Las aplicaciones de los tratamientos en estudio, se realizaron con mochilas de aspersion de 18 litros debidamente calibradas. Las aplicaciones se realizaron en horas de la mañana. Para el control de (*Fusarium sp.*), en esta investigación se realizaron diferentes tratamientos en diferentes etapas del cultivo y diferentes dosificaciones los cuales se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Tratamientos y dosis de los fungicidas aplicados.

TRATAMIENTO		DÓISIS	MOMENTO DE LA APLICACIÓN
T1	Testigo		
T2	Carbendazim	4cc/kg de semilla	inmersión de la semilla 1 día antes de la siembra
	Tebuconazole	2cc/kg de semilla	
T3	Carbendazim	4cc/kg de semilla	inmersión de la semilla 1 día antes de la siembra
	Tebuconazole	2cc/kg de semilla	
	Carbendazim	2cc/L de agua	tronqueado a los 21 días después de la siembra
	Tebuconazole	1.6cc/L de agua	
T4	Carbendazim	4cc/L de semilla	inmersión de la semilla 1 día antes de la siembra
	Tebuconazole	2cc/L de semilla	
	Carbendazim	2cc/L de agua	tronqueado a los 21 días después de la siembra
	Tebuconazole	1.6cc/L de agua	
	Carbendazim	2cc/L de agua	tronqueado a los 42 días después de la siembra
	Tebuconazole	1.6cc/L de agua	
T5	Carbendazim	4cc/kg de semilla	inmersión de la semilla 1 día antes de la siembra
	Tebuconazole	2cc/kg de semilla	
	Carbendazim	2cc/L de agua	tronqueado a los 21 días después de la siembra
	Tebuconazole	1.6cc/L de agua	
	Carbendazim	2cc/L de agua	tronqueado a los 42 días después de la siembra
	Tebuconazole	1.6cc/L de agua	
	Carbendazim	2cc/L de agua	tronqueado a los 63 días después de la siembra
	Tebuconazole	1.6cc/L de agua	
T6	Etridiazol	3g/kg de semilla	inmersión de la semilla 1 día antes de la siembra
	Metil tiofanato	3g/kg de semilla	
T7	Etridiazol	3g/kg de semilla	inmersión de la semilla 1 día antes de la siembra
	Metil tiofanato	3g/kg de semilla	
	Etridiazol	1g/L de agua	tronqueado a los 21 días después de la siembra
	Metil tiofanato	1g/L de agua	
T8	Etridiazol	3g/kg de semilla	inmersión de la semilla 1 día antes de la siembra
	Metil tiofanato	3g/kg de semilla	
	Etridiazol	1g/kg de semilla	tronqueado a los 21 días después de la siembra
	Metil tiofanato	1g/kg de semilla	
	Etridiazol	1g/L de agua	tronqueado a los 42 días después de la siembra
	Metil tiofanato	1g/L de agua	
T9	Etridiazol	3g/kg de semilla	inmersión de la semilla 1 día antes de la siembra
	Metil tiofanato	3g/kg de semilla	
	Etridiazol	1g/L de agua	tronqueado a los 21 días después de la siembra

	Metil tiofanato	1g/L de agua	
	Etridiazol	1g/L de agua	
	Metil tiofanato	1g/L de agua	tronqueado a los 42 días después de la siembra
	Etridiazol	1g/L de agua	
	Metil tiofanato	1g/L de agua	tronqueado a los 63 días después de la siembra
T10	<i>Bacillus subtilis</i>	15cc/kg de semilla	inmersión de la semilla 1 día antes de la siembra
			tronqueado a los 21 días después de la siembra
			tronqueado a los 42 días después de la siembra
		10cc/L de agua	tronqueado a los 63 días después de la siembra
T11	<i>Trichoderma sp.</i>	15g/Lb de semilla	inmersión de la semilla 1 día antes de la siembra
			tronqueado a los 21 días después de la siembra
			tronqueado a los 42 días después de la siembra
		3g/L de agua	tronqueado a los 63 días después de la siembra

En la evaluación de los tratamientos biológicos y químicos se tomaron muestras semanalmente de las unidades experimentales. Consistió en contar el número de plantas afectadas con síntomas de marchitez. Posteriormente fueron llevadas al laboratorio de fitopatología de la FAUSAC para ser constatadas.

La toma de muestras inició a partir de la emergencia del cultivo con fecha 13 de junio del 2011 las cuales fueron tomadas semanalmente hasta la etapa de cosecha y finalizaron el 28 de agosto del 2011.

Con las muestras que se tomaron semanalmente se procedió a realizar los cálculos para obtener la incidencia de la enfermedad; usando la fórmula siguiente:

$$\text{INCIDENCIA} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número total de plantas}} \times 100$$

Para la interpretación de los datos de incidencia se procedió a elaborar gráficas comparativas en donde se ingresaron los datos de incidencia versus tratamientos aplicados y gráficas de la evolución de la enfermedad con respecto al tiempo. Estas gráficas se elaboraron con la ayuda del programa EXCEL.

2.5.1 Diseño experimental

Para la realización de la investigación se utilizó el diseño estadístico de bloques al azar con once tratamientos y tres repeticiones. A continuación el modelo estadístico utilizado:

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

Donde:

Y_{ij}= variable de respuesta del *ij*-ésima unidad experimental

μ= efecto de la media general

τ_i= efecto del *i*-ésimo tratamiento

β_j= efecto del *j*-ésimo bloque

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

2.6 RESULTADOS

Los primeros síntomas de *Fusarium sp.* en arveja dulce se presentaron a los 30 días después de la siembra y los síntomas observados en el campo fueron los siguientes:

- Amarillamiento de las hojas bajas de la planta
- Amarillamiento y marchitamiento ascendente de la planta
- Marchitez generalizada y muerte de la planta



Figura 12. Síntomas de *Fusarium sp.* en arveja dulce.

La aparición de *Fusarium sp.* fue aumentando conforme la planta se fue desarrollando y acercándose a la etapa de floración y fructificación.

Los tratamientos iniciaron con la inmersión de la semilla un día antes de la siembra con fecha 09-06-2011 y dependiendo del tratamiento prosiguieron tres aplicaciones al tronco de la planta a los veinte y uno, cuarenta y dos y sesenta y tres días respectivamente las cuales finalizaron con fecha 05-08-2011.

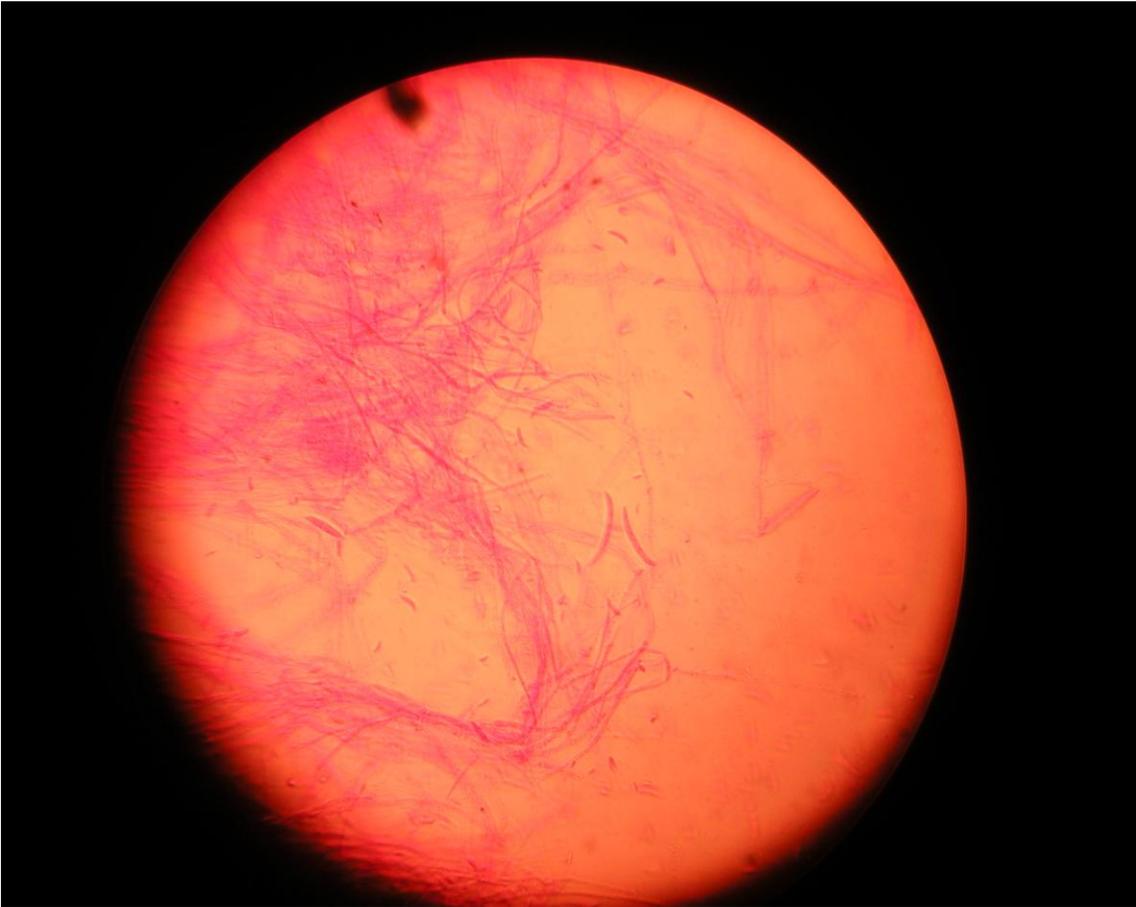


Figura 13. Macroconidias y microconidias de *Fusarium* sp. en arveja dulce

En la figura anterior se observa al efectuar un raspado del micelio del hongo, las estructuras reproductivas como son las macroconidias, en forma de media luna características de *Fusarium* sp. presentes en las muestras de arveja dulce que fueron constatadas en el laboratorio de la FAUSAC . Las muestras que presentaron mayor incidencia de la enfermedad fueron las que se tomaron a partir de la sexta semana del cultivo.

Cuadro 2. Incidencia de la enfermedad por semana.

Tratamiento	Incidencia								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Testigo	0.47	0.78	1.56	3.07	5.42	11.77	18.02	25.52	34.01
Tratamiento 2	0.57	0.89	1.15	1.35	1.82	5.05	16.61	29.53	42.24
Tratamiento 3	0.21	0.26	0.26	0.47	0.89	3.59	12.19	21.93	32.08
Tratamiento 4	0.31	0.36	0.42	0.63	0.99	3.54	9.53	15.10	22.19
Tratamiento 5	0.26	0.52	0.52	0.99	1.35	3.28	10.21	18.54	27.24
Tratamiento 6	0.36	0.47	0.52	0.73	1.15	3.49	11.20	19.90	27.81
Tratamiento 7	0.47	0.47	0.63	1.15	2.03	4.90	9.43	14.27	22.81
Tratamiento 8	0.47	0.83	0.83	1.20	1.61	5.68	10.21	18.28	23.54
Tratamiento 9	0.31	0.52	0.57	0.94	2.66	5.42	13.28	20.68	30.83
Tratamiento 10	0.57	0.73	0.94	2.03	3.75	6.41	15.89	23.96	30.47
Tratamiento 11	0.94	1.30	1.82	3.33	5.63	11.61	22.71	34.79	46.61

En el cuadro anterior se observan los resultados del cálculo de incidencia de los datos tomados semanalmente en campo. La última semana que corresponde a la onceava del cultivo se observa que para cada tratamiento se presenta la mayor tasa de incidencia en la que se puede tomar como base el testigo el cual presentó una tasa del 34 por ciento.

Estos datos reflejan que si existe una diferencia de los tratamientos aplicados con respecto al testigo. Los que menor incidencia presentan son el tratamiento 4 con un 22% y el tratamiento 8 con un 23%. Posteriormente a este cálculo se procedió a realizar el ANDEVA.

2.6.1 Análisis de varianza

Se realizó el análisis de varianza para comprobar la hipótesis planteada si uno de los tratamientos reducía la incidencia de *Fusarium sp.* con base al testigo.

Con base al análisis de varianza realizado se demuestra que al menos uno de los tratamientos presenta diferencia significativa, la F calculada es mayor que la F tabulada con un coeficiente de variación del 14 % lo que indica que la investigación fue bien realizada. Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 3. ANDEVA. Incidencia de la enfermedad. **¡Error! Vínculo no válido.**

Posteriormente al análisis estadístico se realizó la prueba múltiple de medias de Tukey con un 5% de significancia para determinar cual o cuales de los tratamientos es el mejor para disminuir la incidencia de *Fusarium sp.*

Cuadro 4. Prueba múltiple de medias de Tukey.

TRATAMIENTOS	Medias (Incidencia)	N	E.E.			
4	22,19%	3	2,62	A		
8	23,54%	3	2,62	A		
5	27,24%	3	2,62	A		
6	27,81%	3	2,62	A		
7	30,42%	3	2,62	A		
10	30,47%	3	2,62	A	B	
9	30,83%	3	2,62	A	B	

3	32,08%	3	2,62	A	B	
Testigo	34,01%	3	2,62	A	B	C
2	42,24%	3	2,62		B	C
11	46,61%	3	2,62			C
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)</i>						

La prueba múltiple de medias de Tukey muestra que el mejor tratamiento fue el 4, que es una mezcla de dos fungicidas que son carbendazim y tebuconazole los cuales fueron aplicados antes de la siembra con la inmersión de la semilla y refuerzo de dos aplicaciones al tronco, la primera a los 21 días y la segunda a los 42 días después de la siembra.

Y el tratamiento 8 el cual es una mezcla de dos fungicidas que son etridiazole y metiltiofanato los cuales fueron aplicados antes de la siembra con la inmersión de la semilla y refuerzo de dos aplicaciones al tronco, la primera a los 21 días y la segunda a los 42 días después de la siembra.

En la siguiente gráfica se observa la incidencia de la enfermedad en cada tratamiento, se aprecia mejor el efecto de los tratamientos 4 y 8 para reducir la incidencia de la enfermedad producida por *Fusarium sp.* significa que se reduce el número de plantas muertas por tratamiento.

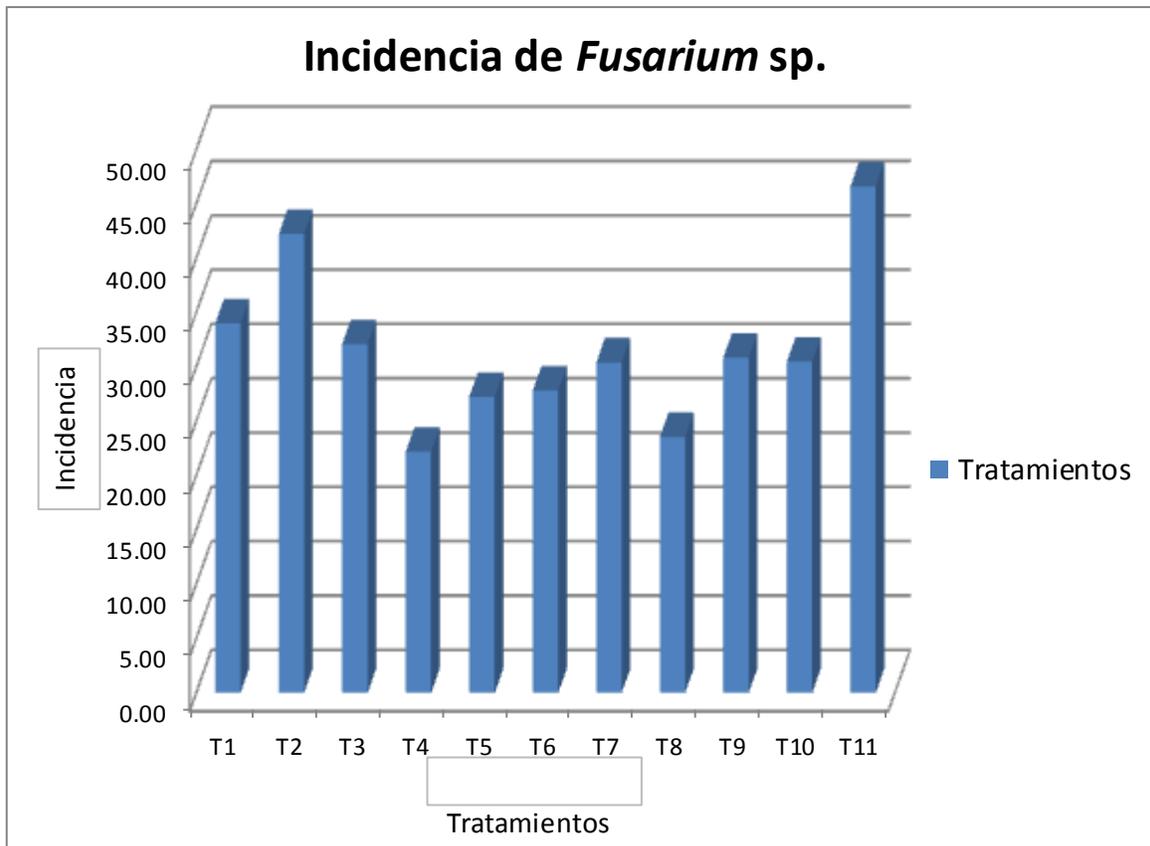


Figura 14. Incidencia de *Fusarium* sp. en los diferentes tratamientos.

Los tratamientos que presentaron menor incidencia son los siguientes:

Carbendazim y tebuconazol a 0.36L/mz y 0.3L/mz que corresponde al tratamiento 4 y etridiazol & metilteofanato a 200 g/mz que corresponde al tratamiento 8. Los cuales si presentan una diferencia sobre no aplicar y aplicar esta mezcla.

Se observa menor incidencia de la enfermedad cuando se realiza un tratamiento a la semilla antes de la siembra, una aplicación a los 21 días y otra aplicación a los 42 días dirigida al tronco.

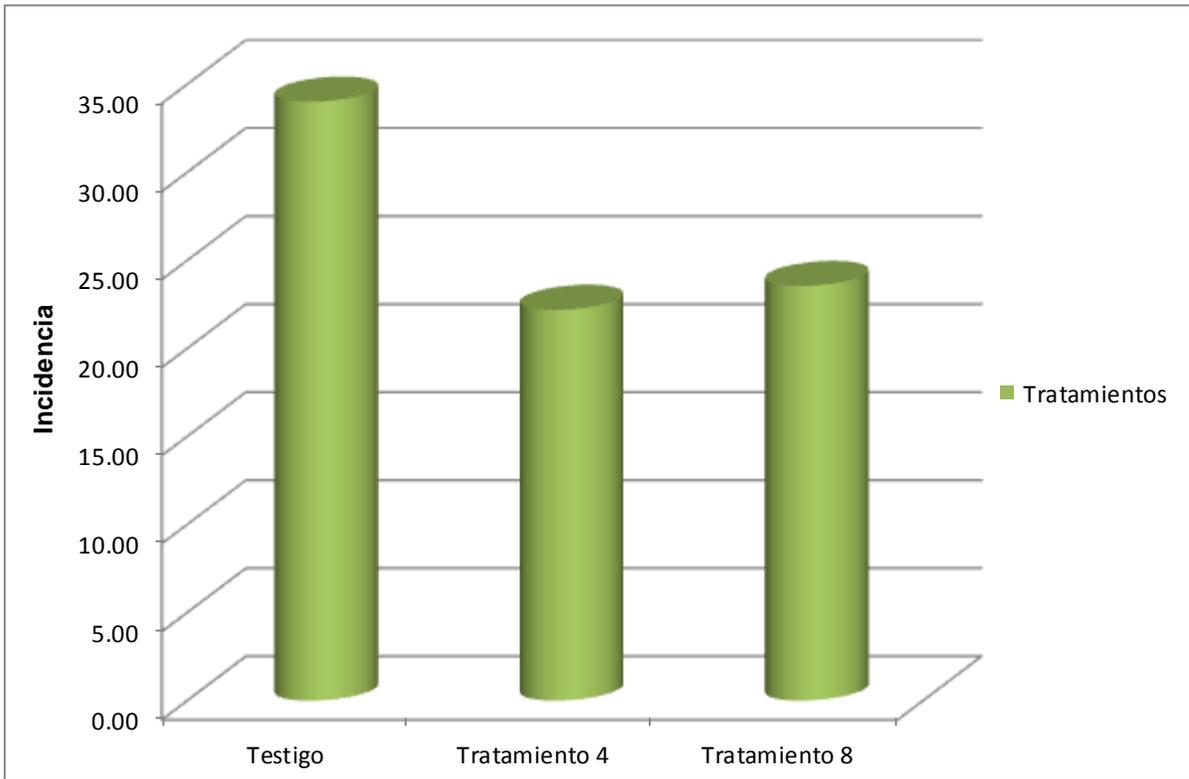


Figura 15. Menor incidencia de la enfermedad con base al testigo.

En la gráfica anterior se observa la diferencia que hay entre los tratamientos T4 y T8 con respecto al testigo.

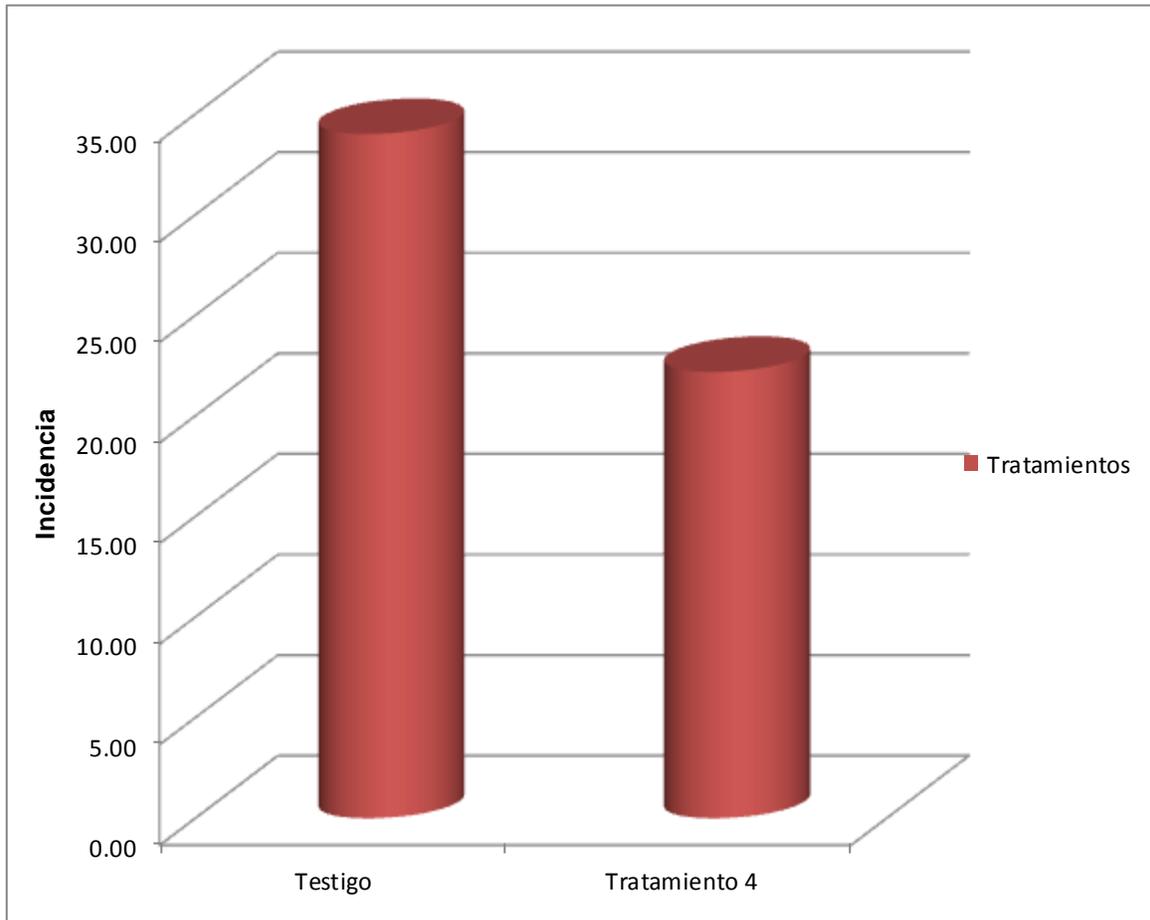


Figura 16. Incidencia de la enfermedad del T4 con base al testigo.

En la gráfica anterior se observa el comportamiento del tratamiento 4 con respecto al testigo, es menor la incidencia de la enfermedad. Existe un 11% de diferencia de incidencia de la enfermedad del tratamiento 4 con respecto al testigo. Los productos utilizados para el tratamiento 4 corresponde a una mezcla de carbendazim & tebuconazol a 0.36 L/mz y 0.3L/mz .

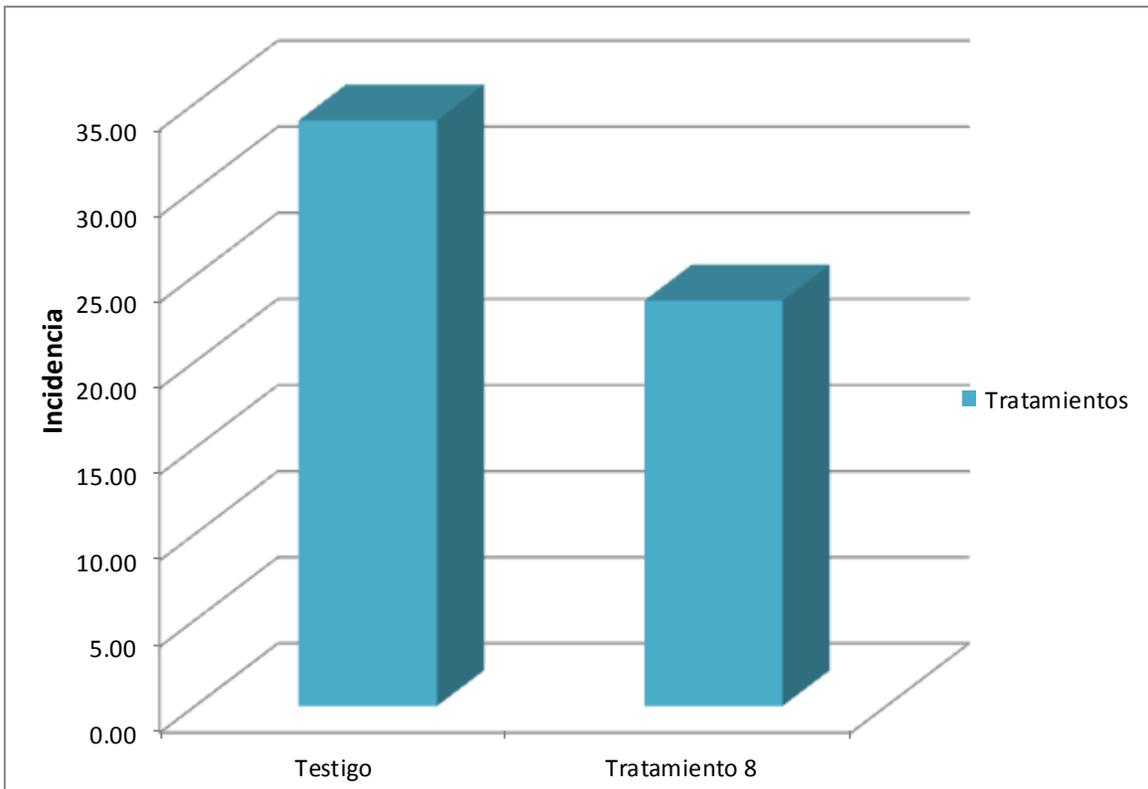


Figura 17. Incidencia de la enfermedad del T8 en base al testigo.

En la gráfica anterior se observa el comportamiento del tratamiento 8 con respecto al testigo, existe una menor incidencia de la enfermedad. Existe un 10% de diferencia de incidencia de la enfermedad del tratamiento 8 con respecto al testigo. Los productos utilizados para el tratamiento 8 corresponden a una mezcla de etridiazol & metiltiofanato a 200 g/mz.

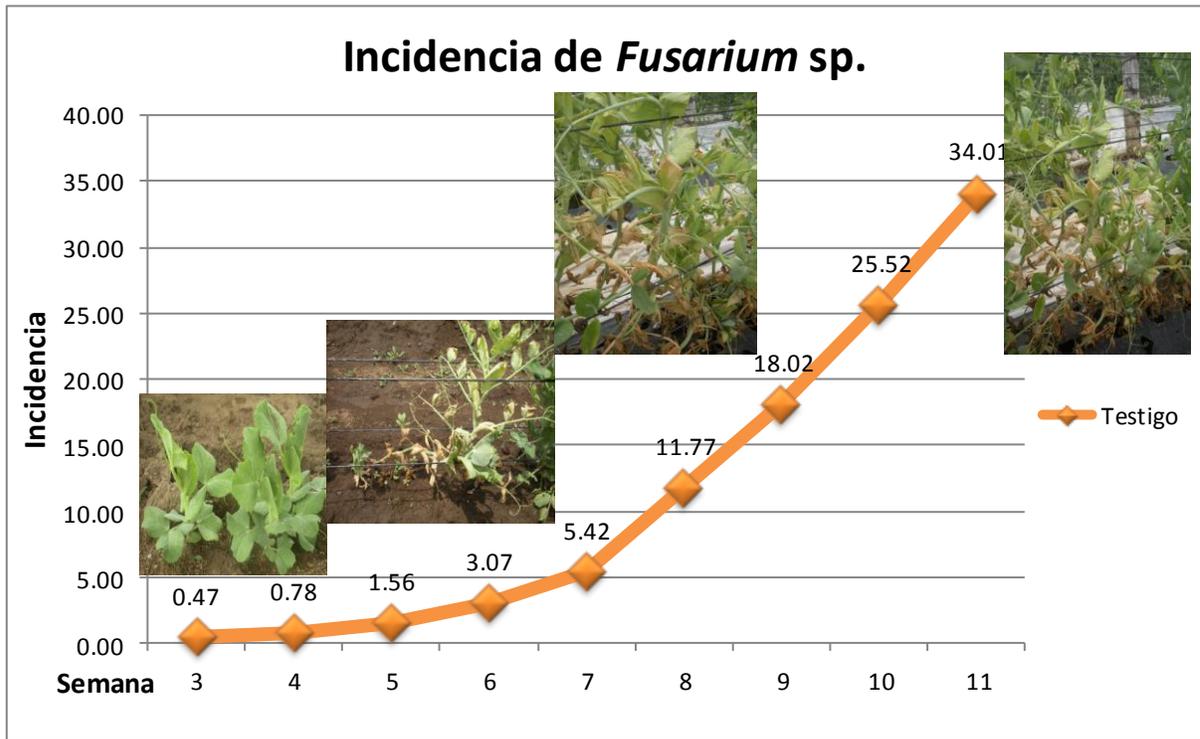


Figura 18. Incidencia de la enfermedad con respecto al tiempo.

Se observa el comportamiento de la enfermedad respecto al tiempo. La primera y segunda semana del cultivo se encuentra en la etapa de emergencia no presenta síntomas de la enfermedad por lo que no hay plantas muertas ni incidencia de la misma. En la tercera semana del cultivo, éste se encuentra en la etapa de desarrollo vegetativo que se da hasta la quinta semana, se presentan los primeros síntomas de la enfermedad y la incidencia es menor al 2%. En la sexta semana el cultivo entra en la etapa de floración, que se da hasta la séptima semana y la incidencia de la enfermedad alcanza casi el 7%. En la octava semana el cultivo se encuentra en la etapa de desarrollo de vainas y cosecha de las mismas. La incidencia de la enfermedad aumenta drásticamente hasta alcanzar un 34% en la onceava semana que es su pico mas alto en que el cultivo es muy susceptible mostrando un comportamiento exponencial que es característico de este tipo de enfermedad. Los datos que se muestran en esta gráfica fueron tomados a partir de la tercera semana que corresponde del 27-06-11 al 03-07-11 a partir del 27-06-11 se manifestaron los primeros síntomas de la enfermedad.

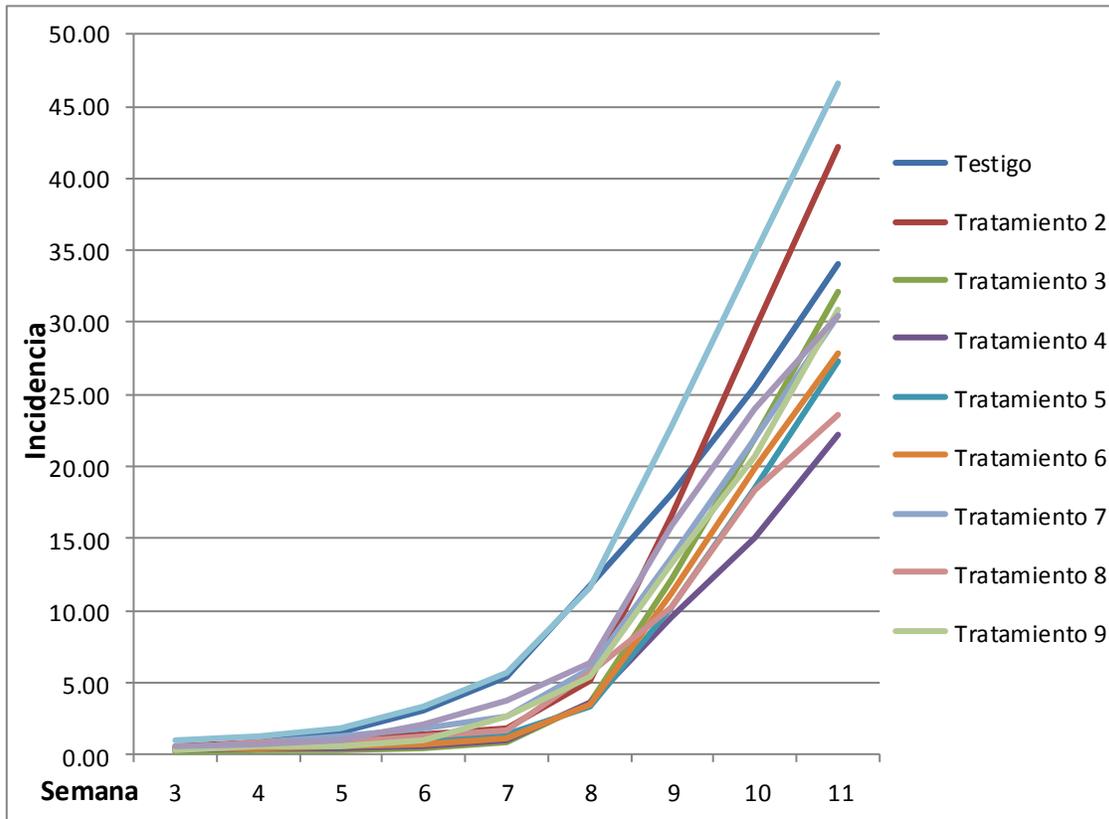


Figura 19. Comportamiento de *Fusarium sp.* en el tiempo, con respecto a los tratamientos.

La figura anterior muestra el comportamiento de la enfermedad con base a los tratamientos aplicados, en la que se aprecia que el porcentaje de incidencia de la enfermedad inicia a partir de la séptima semana el cultivo está en la etapa de floración y la mayor incidencia se presenta cuando la planta está en la etapa de fructificación y cosecha que es a partir de la octava semana en adelante.

Se observa una menor incidencia de la enfermedad en el tratamiento 8 y el tratamiento 4, los cuales ambos tienen tratamiento a la semilla y dos refuerzos primero a los 21 días y el segundo a los 42 días después de la siembra.

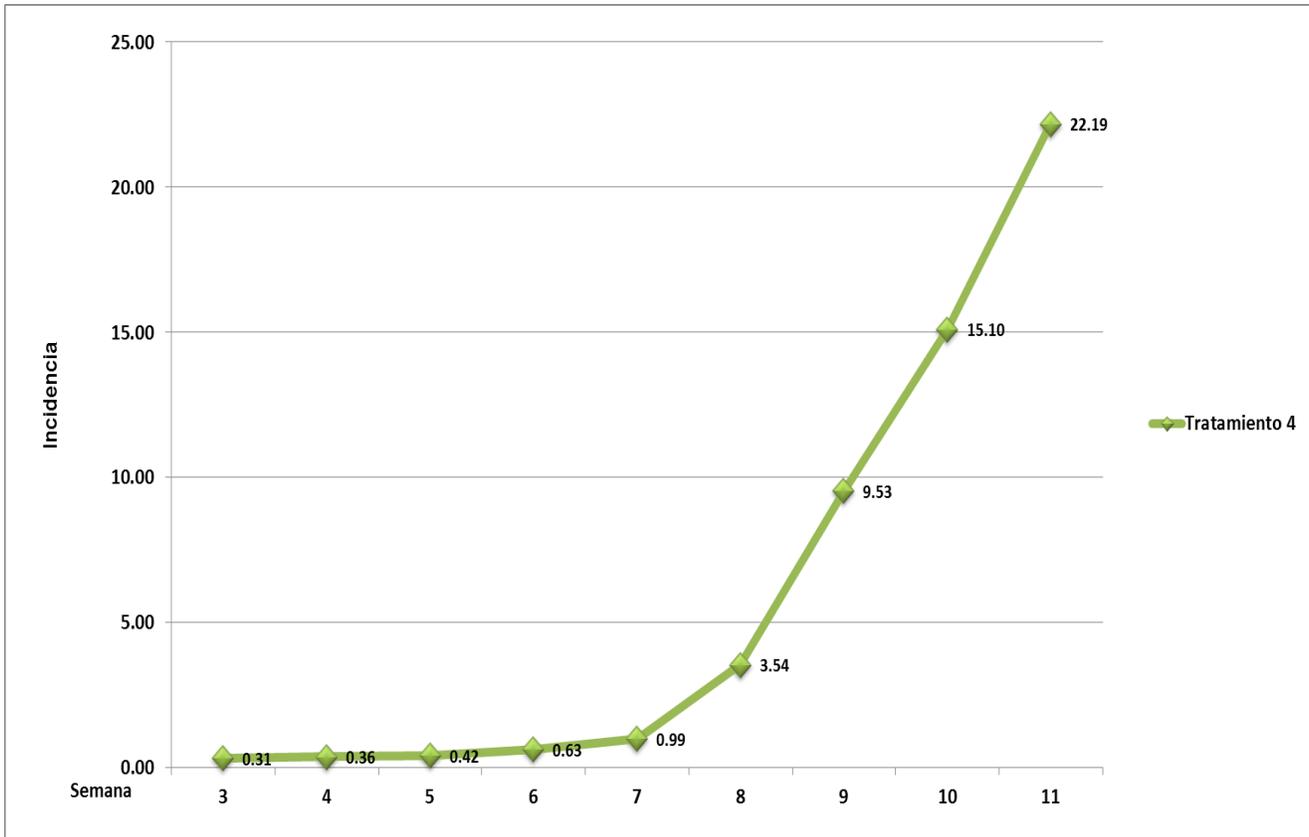


Figura 20. Comportamiento de *Fusarium sp.* en el tiempo, T4.

Se observa el comportamiento de la enfermedad respecto al tiempo. La primera y segunda semana del cultivo se encuentra en la etapa de emergencia no presenta síntomas de la enfermedad por lo que no hay incidencia de la misma. En la tercera semana del cultivo, éste se encuentra en la etapa de desarrollo vegetativo que se da hasta la quinta semana en las cuales se presentan los primeros síntomas de la enfermedad y la incidencia es menor al 0.5%. En la sexta semana el cultivo entra en la etapa de floración, que se da hasta la séptima semana y la incidencia de la enfermedad alcanza casi el 1%. En la octava semana el cultivo se encuentra en la etapa de desarrollo de vainas y cosecha de las mismas en la cual la incidencia es menor al 4%. La incidencia de la enfermedad aumenta a partir de la octava semana hasta alcanzar un 22 % en la onceava semana que es su pico mas alto.

El tratamiento 4 muestra menor incidencia con respecto al testigo, el aumento en la incidencia de la enfermedad se presenta hasta la octava semana.

Este tratamiento consistió en mezcla de dos fungicidas:

Carbendazim y tebuconazol a una dosis de 0.36 L/mz y 0.3 L/mz que fueron aplicados a diferentes etapas. Un tratamiento a la semilla antes de la siembra a una dosis de 0.1 L/mz de semilla (54 lb). Posteriormente dos aplicaciones al tronco, la primera a los 21 días y la segunda a los 42 días.

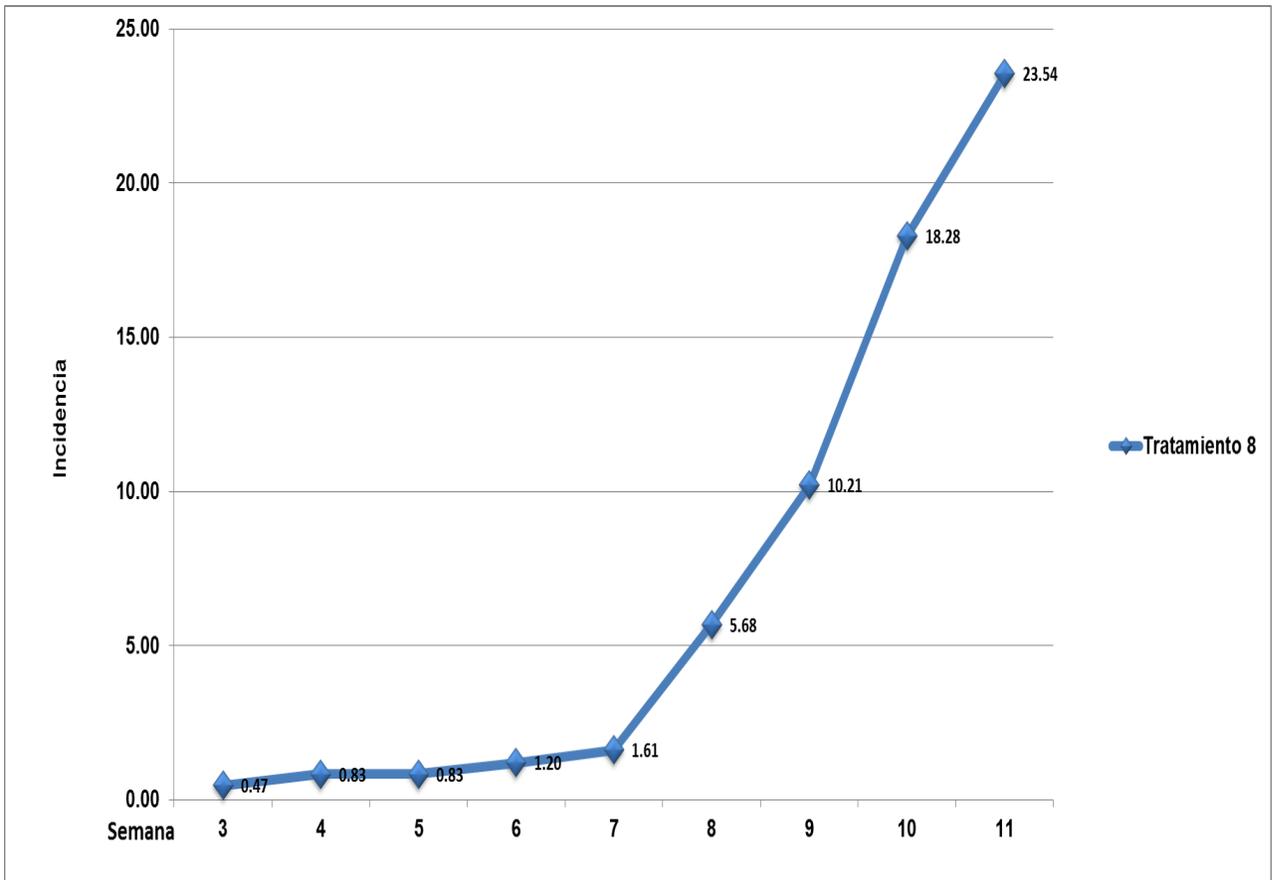


Figura 21. Comportamiento de *Fusarium sp.* en el tiempo, T8.

Se observa el comportamiento de la enfermedad respecto al tiempo. La primera y segunda semana del cultivo se encuentra en la etapa de emergencia no presenta síntomas de la enfermedad por lo que no hay incidencia de la misma. En la tercera semana del cultivo, éste se encuentra en la etapa de desarrollo vegetativo que se da hasta la quinta semana se presentan los primeros síntomas de la enfermedad y la incidencia es menor de 1%. En la sexta semana el cultivo entra en la etapa de floración, que se da hasta la séptima semana y la incidencia de la enfermedad alcanza casi el 2%. En la octava semana el cultivo se encuentra en la etapa de desarrollo de vainas y cosecha de las mismas la incidencia es menor al 6%. La incidencia de la enfermedad aumenta a partir de la octava semana hasta alcanzar un 23 % en la onceava semana que es su pico mas alto.

El tratamiento 8 muestra una menor incidencia con respecto al testigo, el aumento en la incidencia de la enfermedad se presenta hasta la octava semana. Este tratamiento consistió en mezcla de dos fungicidas:

Etridiazol y metiltiofanato 200 g/mz los cuales fueron aplicados a diferentes etapas. Un tratamiento a la semilla antes de la siembra a una dosis de 74 g/mz de semilla (54 lb). Posteriormente dos aplicaciones al tronco, la primera a los 21 días y la segunda a los 42 días.

2.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

En el cuadro resumen de Tukey que es el cuadro 4. Existen tres grupos de tratamientos que muestran de menor a mayor incidencia de la enfermedad.

Cuadro 5. Promedio de incidencia de los tratamientos.

Tratamiento	Medias (incidencia)	Promedio (incidencia)	Costo aplicación	
4	22,19	26.24	115	A
8	23,54	26.24	115	A
5	27,24	26.24	115	A
6	27,81	26.24	115	A
7	30.42	26.24	115	A
10	30,47	31.12	389.86	B
9	30,83	31.12	389.86	B
3	32,08	31.12	389.86	B
Testigo	34,01	38.12	0	C
2	42,24	38.12	0	C
11	46,61	46.21	2149.4	D

En el cuadro 5 se observan los tres grupos de los tratamientos, los cuales están ordenados de menor a mayor incidencia.

Se tomaron los tratamientos que se encuentran en cada grupo del A al D y se calculó la incidencia. Luego de cada grupo se tomó el costo de aplicación más económico para elaborar la gráfica siguiente.

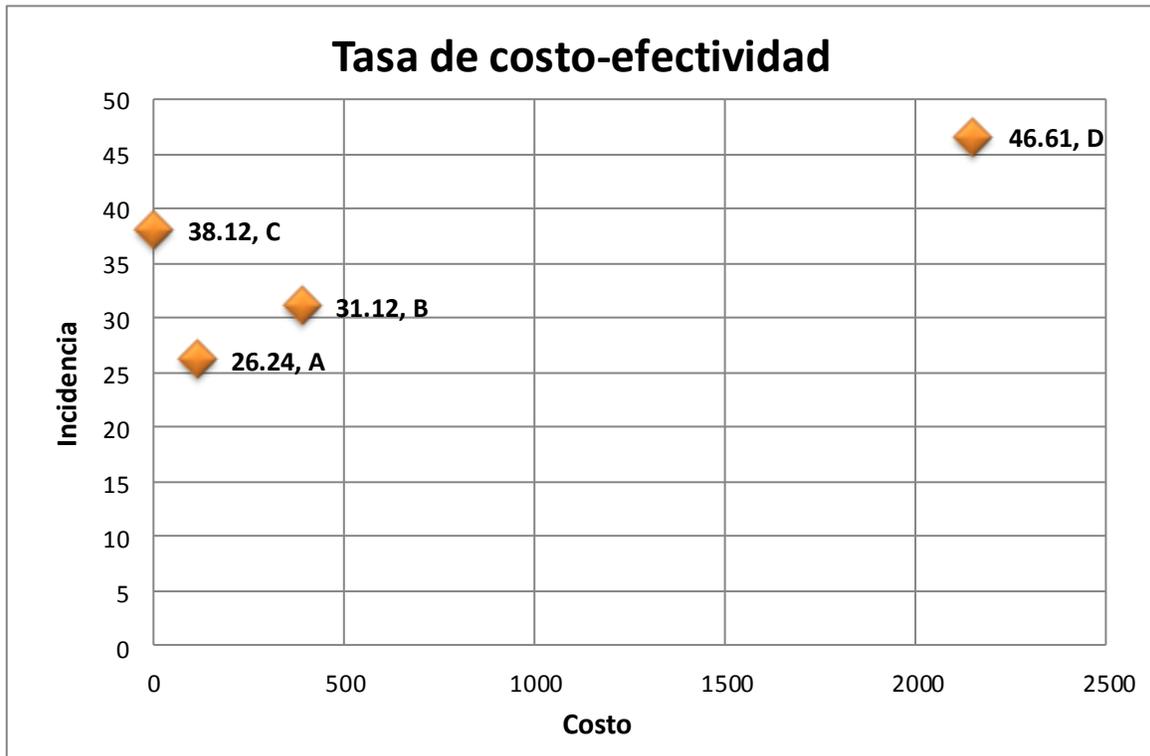


Figura 22. Gráfica de la tasa de costo de efectividad.

En la gráfica anterior se presenta la tasa de costo de efectividad en donde el grupo A de los tratamientos es dominante sobre los otros grupos, es el tratamiento que presentó un menor costo y menor incidencia de la enfermedad y es comparado con el grupo C que corresponde al testigo a cambio de un mayor costo, menor incidencia de la enfermedad.

Entonces para el cálculo de la tasa de costo de efectividad se tomaron los tratamientos del grupo A, y el precio del tratamiento 4. Se observa en la gráfica que existe una diferencia del 11.88 % entre el testigo y el tratamiento 4 se divide el costo de aplicación del tratamiento 4 que es de Q. 732.5/mz entre la diferencia de incidencia entre el testigo y el tratamiento que es del 11.88% lo cual da un costo de Q. 61.65. Esto indica que por cada 1% de incidencia que se baja de la enfermedad se invierten Q.61.65, por lo que la tasa de costo de efectividad es igual a 11 por ciento.

Cuadro 6. Costo de aplicación por tratamiento.

Tratamiento	Medias (incidencia)	Costo de aplicación
4	22,19	Q.1,046.42/ha
8	23,54	Q.1,224.28/ha
5	27,24	Q.1,516.42/ha
6	27,81	Q.164.28/ha
7	30.42	Q.694.28/ha
10	30,47	Q.1896.14/ha
9	30,83	Q.1754.28/ha
3	32,08	Q.576.42/ha
Testigo	34,01	0
2	42,24	Q.106.42/ha
11	46,61	Q.3,070.57/ha

Los rendimientos promedio de arveja dulce por cuerda de 1,120 metros cuadrados son de 30 quintales y el 11.88% significa 3.5 quintales de arveja por cuerda a un precio promedio de Q.300.00 por quintal da un aumento en el ingreso de Q.1069.20 lo cual al dividirlo entre el costo de aplicación del tratamiento 4 que es de Q. 732.5/mz arroja una ganancia de Q.1.45 por cada quetzal invertido.

2.8 CONCLUSIONES

El mejor tratamiento para el control preventivo de *Fusarium sp.* fue el tratamiento 4, presentó la menor incidencia de la enfermedad. Consiste en la mezcla de carbendazim & tebuconazol con una aplicación a la semilla a razón de 0.1 L/mz (54 Libras de semilla), con refuerzo de 2 aplicaciones dirigidas al tronco, la primera a los 21 días después de la siembra y la segunda a los 42 días después de la siembra a razón de 0.36 L/mz y 0.3 L/mz.

Los tratamientos biológicos evaluados para el control preventivo de *Fusarium sp.* que son *Trichoderma sp.* y *Bacillus Subtilis* var. *subtilis* presentaron una alta incidencia de la enfermedad, lo que indica que estas cepas no son específicas para controlar *Fusarium sp.* en arveja dulce.

Según el análisis económico el tratamiento que mejor tasa costo-efectividad presentó comparado con el testigo fue el tratamiento 4, presenta una tasa del 11.88%, indica que por cada 1% de incidencia que baja la enfermedad, se invierten Q. 61.65. lo que dice que este 11.88% de incidencia que baja representa un aumento en la producción de 3.5 qq/cuerda y un aumento en el ingreso de Q. 1069.20.

Esta enfermedad presenta el mayor porcentaje de incidencia en el cultivo de arveja dulce, en la etapa de floración, fructificación y cosecha. Esto se debe a que la planta centra su energía en la producción de flor y fruto que baja las defensas lo que provoca que aumente la susceptibilidad a esta enfermedad.

2.9 RECOMENDACIONES

Implementar el uso de variedades de arveja dulce tolerantes a la enfermedad producida por *Fusarium sp.* como la variedad SL-3123.

Implementar el control preventivo de esta enfermedad con la aplicación del tratamiento 2 que consiste en la mezcla de carbendazim y tebuconazole. Una aplicación a la semilla a razón de 0.1L/mz de semilla (54 lb). Posteriormente dos aplicaciones al tronco la primera a los 21 días después de la siembra y un refuerzo a los 42 días a razón de 0.36 L/mz y 0.3 L/mz. Con este tratamiento se logró reducir hasta un 12% de incidencia de la enfermedad.

Para reducir infestaciones en los campos de cultivo, implementar la rotación de cultivos alternativos como el brócoli, lechuga, zanahoria.

Previo al establecimiento del cultivo en los campos de siembra de la arveja implementar labores de mecanización de suelos que mejoren las condiciones para la raíz de la arveja; como aradura profunda.

Para el uso de *Trichoderma sp.* y *Bacillus subtilis* utilizar cepas específicas para el control de *Fusarium sp.*

2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios N, G. 1996; Fitopatología. 2 ed. México, Limusa. p. 425-432
2. _____. 2005, Plant pathology. 5 ed. US, Dana Dreibelbis. p. 522-526.
3. Faiguenbaum, H. 1990. Morfología, crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.) (en línea). Proyecto docente. Santiago, Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. Consultado 10 abr 2012. Disponible en http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/arveja/bibliogr.htm
4. Felipe Farfan, CA. 2009. Semillas de arvejas chinas y dulces. Agronegocios nov/dic:4-12.
5. Hagedorn, JD. 1984. Compendium of pea diseases. US, APS / University of Wisconsin- Madison, Department of Plant Patology. p. 30-31.
6. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, AR). 2001. Avances en el conocimiento del agente causal de la podredumbre parda de la raíz de maní (en línea). Córdoba, Argentina. Consultado 20 jun 2011. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/boletines/reuycong/reunionesycongresos.htm>
7. Leslie, FJ; Summerell, AB. 2006. The fusarium laboratory manual. US, Blackwell. p. 212-218, 250-254.
8. Liñan, CV. 2003. Farmacología vegetal. 3 ed. Madrid, España, Ediciones Agrotécnicas. p. 100-101, 192-193, 474-475, 1081-1082, 1138-1140, 1173-1176.
9. Llacer, G; López, M; Trapero, A; Bello A. 2000; Patología vegetal. 2 ed. España, Sociedad Española de Fitopatología, Phytoma. p. 913-937, 939-949.
10. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2007. Programa de apoyo a los agronegocios (en línea). Guatemala. Consultado 19 mar 2012. Disponible en portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uc_upie/documentos/arveja_china_agronegocios.pdf

11. Proyecto Vifinex, SV. 2003. Enfermedades y artrópodos asociados al cultivo de loroco en El Salvador, San Salvador, El Salvador, Vifinex. p. 10-12.

12. SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería, HN). 2005. Guías tecnológicas de frutas y vegetales: el cultivo de la arveja (en línea). Honduras. Consultado 15 mayo 2012. Disponible en <http://www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Cadenas%20Agro/Hortofruticola/OtraInfo/GuiaHortalizas/Arveja.pdf>



CAPÍTULO III

SERVICIOS REALIZADOS EN GHORTEX S.A., FINCA EL CALVARIO, ALDEA EL CALVARIO, VILLA NUEVA, GUATEMALA C.A.

3.1 PRESENTACIÓN

Grupo Hortícola de Exportación es una empresa que se dedica a la producción de hortalizas con fines de exportación primordialmente en la zona del altiplano central, se realiza en el cultivo de arveja dulce, arveja china y ejote. En la Aldea El Calvario, Villa Nueva se dedica a la producción de calabacines como el zucchini y calabaza amarilla.

Durante la realización del diagnóstico en la planta de empaque se determinaron problemas en los productos que provenían de la Finca El Calvario, por lo que surgió la necesidad de realizar visitas a la finca. En las visitas realizadas a la finca se determinaron los siguientes problemas: el cultivo de zucchini y calabaza amarilla presentaba aborto de frutos por el ataque de trips spp., así como la resistencia al insecticida que se aplicaba para controlar dicha plaga. No existía un manejo técnico del cultivo así como deficiencias en la fertilización que se realizaba en ambos cultivos.

En base a los problemas presentados y a las necesidades de la empresa se realizaron los siguientes servicios: El primer servicio consistió en la elaboración de un plan de fertilización en el cultivo de zucchini, con el objeto de llenar las necesidades del cultivo y por lo tanto obtener mejores rendimientos así como implementar un manejo técnico del cultivo.

El segundo servicio consistió en la elaboración de un plan de control químico para el control de trips spp. en el cultivo de zucchini y calabaza amarilla. El plan consistió en implementar el uso de diferentes insecticidas específicos para evitar la resistencia del trips el cual fue aplicado en las plantaciones de zucchini y calabaza amarilla.

3.2 Servicio 1. PLAN DE FERTILIZACION PARA EL CULTIVO DE ZUCCHINI (Cucúrbita pepo, L.) FINCA EL CALVARIO, VILLA NUEVA, GUATEMALA.

3.2.1 Presentación

Finca el Calvario propiedad de Ghortex S.A. se dedica a la producción de Zucchini variedad Pepo y Calabaza amarilla, variedad Súper Nova. Esta finca tiene 3 años de producir mini calabazas o calabacines a partir del año 2009, la cual se ha caracterizado por producir productos de buena calidad y altos rendimientos en estos cultivos en la cual la producción está destinada para la exportación hacia mercados Europeos.

3.2.2 Marco conceptual

La calabacita es considerada originaria de México y de América Central, de donde fue distribuida a América del Norte y del Sur cuyas especies más conocidas son Cucúrbita pepo, Cucúrbita máxima, Cucúrbita moshata y Cucúrbita mixta; distinguiéndose por algunas características especiales que las diferencian como son: hábito de crecimiento, forma, tamaño de sus frutos y semillas. Su cultivo ha cobrado importancia por la creciente demanda de la población por esta hortaliza, debido a su alto contenido de fibra, calcio y fósforo (SAGAP 2005).

El Calabacín se consume principalmente fresco, se recolecta tierno, sin haber alcanzado su tamaño definitivo, para consumir frito en aceite; aunque también se utiliza en cremas, confituras, sin embargo, del fruto maduro se obtienen las semillas que son procesadas y envasada para el consumo y además son utilizadas para preparar condimentos utilizados en la cocina tradicional. El color del fruto es variable, desde el amarillo al verde oscuro, pasando por el verde claro, que es el tipo de calabacín más consumido en el mundo (SAGAP 2005).

El zucchini es un cultivo que demanda grandes cantidades de nitrógeno y fosforo por lo que si no existe la disponibilidad de los mismos en el suelo este se verá afectado

causando bajos rendimientos, mala calidad del producto por lo que es de suma importancia implementarlo en todas las etapas fenológicas del cultivo.

3.2.3 Objetivos

3.2.4.A General

- Elaborar Plan de Fertilización para el cultivo de Zucchini en Finca el Calvario, Villa Nueva.

3.2.4.B Específicos

- Determinar los fertilizantes a implementar en el plan de Fertilización
- Determinar las dosis por manzana por ciclo de cultivo a utilizar de los fertilizantes y la frecuencia de aplicación.
- Determinar los elementos en deficiencia del suelo.

3.2.5 Metodología

3.2.5.A Muestreo

Primero se realizó una caminata en las zonas de siembra del zucchini, para determinar la homogeneidad del suelo. Se procedió con la ayuda de una pala y machete a realizar un agujero en forma de V y se extrajo la submuestra de la tajada de una de las paredes del agujero de más o menos de 100 a 200 g. de suelo. Este proceso se realizó en toda el área de cultivo de zucchini. El recorrido de la zona se hizo en forma de zigzag, tomando alrededor de 10 submuestras por manzana y depositándolas en una cubeta, se mezclaron y se hizo una muestra homogénea de la cual se extrajo alrededor de 2 lb de suelo, fue la muestra representativa. Esta muestra se empaco en un sobre manila tamaño oficio y se identificó con el nombre de la Finca, hora de toma de la muestra, cultivo, lote, nombre de la empresa. Posteriormente esta fue llevada al laboratorio de Soluciones Analíticas en el que se analizó con fines de fertilidad.

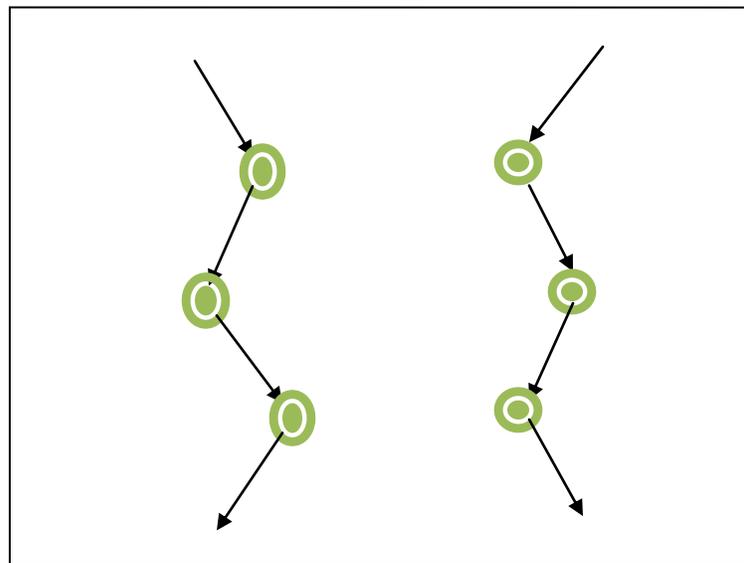


Figura 23. Toma de muestras en el campo en forma de zigzag.

3.2.5.2 Elaboración del Plan

Con los resultados del análisis de suelo obtenidos se procedió a la interpretación determinando los elementos que se encuentra en deficiencia, el ph del suelo, la CICE, y la saturación de K,Ca,Mg, Al. Determinando el estado general del suelo se procedió a realizar el plan de Fertilización.

Primero se obtuvo la cantidad de elementos que extrae el cultivo de Zucchini a través de la consulta de una fuente bibliográfica. Luego se procedió a obtener el requerimiento del N a través de tablas. Obteniendo el N, del cultivo se procedió a determinar las cantidades de P, K, Ca, y S a aplicar tomando en cuenta los contenidos de estos nutrientes en el suelo los cuales son determinados por el análisis de suelo y demanda del cultivo.

Teniendo las cantidades de cada uno de los elementos se procedió a fraccionar las cantidades obtenidas en base a la etapa Fenológica del cultivo el cual fue clasificado en tres etapas : Crecimiento Vegetativo, Floración y Maduración.

Seguidamente se procedió a definir los fertilizantes a utilizar en base a cada elemento.

3.2.6 Resultados

Los resultados del análisis de suelo se muestran en la siguiente figura.



14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo, Bodega #
Ofibodegas San Sebastián Zona 4 Mixco, Guatemala
PBX: 2416-2916 Fax: 2416-2
E-mail: info@solucionesanaliticas.c
www.solucionesanaliticas.c

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente	: GRUPO HORTICOLA DE EXPORTACION, S.A. (07567)	Número de orden	: 72927
Persona Responsable	: NAPOLEON PEREZ	Código de muestra	: 11.08.17.02.05
Finca	: EL CALVARIO (16549)	Fecha de ingreso	: 17/08/2011
Localización	: Villa Nueva, GUATEMALA	Fecha del informe	: 22/08/2011
Referencia Cliente	: MUESTRA C4	Asesor	: RECEPCION/AGRICOLA
Cultivo	: GENERALES (87)		

PARAMETROS DE SUELOS

RANGO ADECUADO

pH	6.47	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.10dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	2.39%	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	15.9meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	5.1%	4% _ 6%
Saturación Ca	66.4%	60% _ 80%
Saturación Mg	28.5%	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.0%	< 20%

ELEMENTO	CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
Fósforo	P	33.1	XXXXXXXXXX		30 - 75	30 P ₂ O ₅
Potasio	K	315.0	XXXXXXXXXX		300 - 500	70 K ₂ O
Calcio	Ca	2110.0	XXXXXXXXXX		2000 -3000	
Magnesio	Mg	543.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		250 - 500	
Azúfre	S	< 5.0	X		10 - 100	50 S
Cobre	Cu	5.5	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		1 - 7	
Hierro	Fe	277.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		40 - 250	
Manganeso	Mn	79.1	XXXXXXXXXXXX		10 - 250	
Zinc	Zn	4.7	XXXXXXXXXXXX		2 - 25	
Aluminio	Al	< 8.0	X		< 100	

Figura 24. Informe de análisis de suelo con fines de fertilidad.

El análisis muestra que el único elemento en deficiencia es el Azufre. En lo que respecta al Ph se encuentra en un rango adecuado indica que no hay problemas de acidez ni alcalinidad permite que los nutrientes en el suelo estén disponibles para la planta. La CICe se encuentra en los rangos adecuados lo que indica que hay buena fertilidad en el suelo. En este suelo no existe concentración de sales. La saturación de K, Ca, Mg, Al se encuentran en los rangos adecuados.

En base a este resultado se procedió a realizar el plan de fertilización se muestra a continuación:

Cuadro 7. Plan de Fertilización

Fertilizantes	Semana										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Urea	4.53	6.8	6.8	9.07							27.20 kg/mz
Acido fosforico	4.53	4.53	4.53	3.62							17.21 lt/mz
Nitrato de potasio	4.53	4.53	4.53	9.07	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	50 kg/mz
Nitrato de calcio				3.17	3.17	3.17	3.17				12.68 kg/mz
Sulfato de amonio				4.53	4.53	4.53	4.53	1.8	1.8	1.8	23,52 kg/mz

Las fuentes utilizadas para el plan de Fertilización son: Urea, Ácido Fosfórico, Nitrato de Potasio, Nitrato de Calcio y Sulfato de Amonio. Estas fuentes fueron seleccionadas en base al análisis de suelo y necesidades del cultivo.

La aplicación de este plan será realizado a través del riego, a partir de los 8 días después de la siembra hasta la décima semana del cultivo.

Las dosis de fertilizante aplicadas semanalmente, fueron determinadas en base al análisis de suelo y requerimientos del cultivo y fueron distribuidas en base a las etapas fenológicas del cultivo.

3.2.7 Conclusiones

Se realizó la toma de submuestras en las áreas de siembra del cultivo de Zucchini con el fin de obtener una muestra representativa, fue llevada a un laboratorio para análisis de fertilidad.

El análisis muestra que el único elemento en deficiencia es el Azufre. En lo que respecta al Ph se encuentra en un rango adecuado lo que indica que no hay problemas de acidez ni alcalinidad permite que los nutrientes en el suelo estén disponibles para la planta. La CICE se encuentra en los rangos adecuados lo que indica que hay buena fertilidad en el suelo. En este suelo no existe concentración de sales. La saturación de K, Ca, Mg, Al se encuentran en los rangos adecuados.

Los Fertilizantes a utilizar en el plan de Fertilización son: urea, ácido fosfórico, nitrato de potasio, nitrato de calcio y sulfato de amonio.

Las dosis de los fertilizantes a utilizar por manzana por ciclo de cultivo son: 27.20 kilogramos de Urea, 38 litros de ácido fosfórico, 50 kilogramos de Nitrato de Potasio, 12.68 kilogramos de Nitrato de Calcio y 23.52 kilogramos de Sulfato de Amonio.

3.2.8 Recomendaciones

Las formulas a aplicar en el plan de fertilización son: urea, ácido fosfórico, nitrato de potasio, nitrato de calcio y sulfato de amonio. La urea se debe aplicar a partir de los 8 días de la siembra durante cuatro semanas, una vez por semana; el ácido fosfórico, se debe aplicar a partir de los 8 días de la siembra durante cuatro semanas, una vez por semana; el nitrato de potasio a partir de los 8 días de la siembra hasta la décima semana, una vez por semana; el nitrato de calcio se debe aplicar a partir de la quinta semana después de la siembra durante cuatro semanas, una vez por semana; el sulfato de amonio se debe aplicar a partir de la quinta semana después de la siembra durante siete semanas, una vez por semana.

Para la aplicación de los fertilizantes seguir el siguiente procedimiento:

1. Medir la cantidad de kilogramos necesarios a aplicar indicadas en el plan de fertilización.
2. Verter el producto en una cubeta y agregar agua hasta la mitad
3. Deshacer el fertilizante durante 5 minutos hasta que las partículas se hallan desecho completamente e ir agregando agua hasta llenar la cubeta.
4. Aplicar

Seguir el siguiente orden de aplicación de los fertilizantes

1. Aplicar primero los fertilizantes ácidos en este caso la Urea y el Sulfato de Amonio.
2. Aplicar en otra cubeta aparte los alcalinos en este caso el Nitrato de Potasio y el Nitrato de Calcio
3. Aplicar en otra cubeta aparte el Ácido Fosfórico.

3.2.9 Bibliografía

1. FAO, IT. 2002. Los fertilizantes y su uso (en línea). Italia. Consultado 20 abr 2012. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>
2. SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería, HN). 2005. El cultivo de la calabacita (en línea). Honduras. Consultado 20 mayo 2011. Disponible en www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Cadenas%20Agro/Hortofruticola/OtraInfo/GuiaHortalizas/Calabacita.pdf.
3. Stauder de Romera, N. 2010. Guia para diseñar programas efectivos de fertilización. Guatemala, Soluciones Analíticas. p. 60-73.

3.2.10 Anexos



Figura 25. Cultivo de zucchini con el plan de fertilización.



Figura 26. Cultivo de zucchini entrando a cosecha.

3.3 SERVICIO 2. PLAN DE CONTROL QUÍMICO PARA EL MANEJO DE TRIPS spp. EN EL CULTIVO DE ZUCCHINI (*Cucúrbita pepo*, L.)Y CALABAZA AMARILLA (*Cucúrbita pepo*, L. var. *Supernova*) FINCA EL CALVARIO, VILLA NUEVA, GUATEMALA.

3.3.1 Presentación

Finca el Calvario propiedad de Ghortex S.A. se dedica a la producción de Zucchini variedad Pepo y Calabaza amarilla, variedad Súper Nova. Esta finca tiene 3 años de producir mini calabazas o calabacines a partir del año 2009, se ha caracterizado por producir productos de buena calidad y altos rendimientos en estos cultivos en que la producción está destinada para la exportación hacia mercados Europeos.

Para la temporada 2011, se vieron afectadas las plantaciones de Zucchini y calabaza amarilla, por daños ocasionados por Trips; Los niveles de producción bajaron hasta un 50% por efecto de esta plaga. El Trips es un insecto que se alimenta del follaje y flores de la planta, evitando el desarrollo vegetativo normal y afectando el desarrollo de frutos y aborto de los mismos. Las poblaciones de este insecto aumentan rápidamente en condiciones de sequía y altas temperaturas, para la temporada de verano aparecen los machos lo que permite que el ataque sea más severo y halla más número de individuos (INTA 2003). A raíz de los problemas mencionados surge la necesidad de implementar un plan de control químico, con fines de controlar los efectos que produce el trips y de esta manera elevar la producción de la finca.

3.3.2 Marco conceptual

El Zucchini y la calabaza amarilla son cultivos que se desarrollan en clima cálido o cálido-templado, lo que permite la incidencia de plagas como el trips, el cual se alimenta del follaje y flores de la planta. Los trips provocan dos tipos de daño: a) directo: por la acción de alimentarse, dañan las hojas al picar con sus mandíbulas y succionar el contenido celular En el primer caso afectando la capacidad fotosintética de las hojas y b) indirecto: porque actúan como vectores de enfermedades por virus (INTA 2003)

El Trips es una plaga de suma importancia económica para muchos cultivos, ya que es un insecto polífago, con potencial reproductivo elevado, ciclo biológico corto, por tener generaciones superpuestas y ser transmisor de virosis en las plantas.

3.3.4. Objetivos

3.3.4.1 General

Elaborar un plan de control químico para el manejo de Trips spp. en el cultivo de Zucchini y Calabaza amarilla.

3.3.4.2 Específicos

Determinar el daño ocasionado por la plaga en las plantaciones de zucchini y calabaza amarilla.

Determinar los productos químicos y biológicos a utilizarse en el plan de control químico para Trips spp.

Determinar el uso y rotación de productos químicos y biológicos a utilizarse en el plan de control químico para Trips spp.

Evaluar el control de los productos.

3.3.5 Metodología

Se realizaron visitas semanales a la Finca, y se hizo una caminata en la Finca productora para observar las plantaciones de Zucchini y calabaza amarilla. Se realizó una entrevista con el jefe de finca, para determinar el manejo para el control de trips, que productos se aplican, la forma de aplicación de los productos y uso de los mismos, la frecuencia de aplicación, dosis de los productos etc.

3.3.5.1 Diagnóstico de la Finca

Se realizó un diagnóstico de las plantaciones, en donde se verifico la existencia de la plaga, el daño ocasionado, partes que afecta de la planta, y un muestreo del número de individuos por planta, para determinar el umbral de aplicación.

Se consultaron citas bibliográficas e información científica, sobre el control químico de trips. Se analizó la información recabada y se procedió a la elaboración del plan de control para el manejo de Trips.

3.3.5.2 Elaboración del Plan

En base al diagnóstico realizado y la información obtenida de la Finca con el encargado, se procedió a realizar el plan de control Químico para el manejo de Trips, con la implementación de productos para su control, formas de aplicación de los productos, rotación de los productos, dosis a utilizar y frecuencia de aplicación.

3.3.5.3 Evaluación de los Productos

Se realizaron muestreos tomando en cuenta el número individuos por planta y se procedió a las aplicaciones de los productos implementados en el plan y posteriormente se realizó un nuevo muestreo para determinar la función y el control de los productos sobre la plaga. En el cual se tomó el número de individuos muertos después de una hora de aplicación de los productos.

Las aplicaciones se realizaron en forma de aspersión en toda la finca, utilizando bombas de mochilas de 16 lts, utilizando boquilla de cono hueco está indicada para la aplicación de insecticidas

Las aplicaciones se realizaron en diferentes etapas fenológicas del cultivo de Zucchini y calabaza amarilla.

Finalmente se procedió a realizar el documento en base a los resultados obtenidos con las aplicaciones de los productos.

3.3.6 Resultados

3.3.6.1 Diagnóstico de la Finca

Se realizaron 2 visitas por semana a la Finca El Calvario, y se inició con una gira de reconocimiento de las áreas de la finca .Se determinó que la finca tiene 2 áreas de producción: 4 manzanas de Zucchini y 2 manzanas de Calabaza Amarilla. Durante la caminata que se realizó en las plantaciones se pudo observar el ataque y la presencia de trips en las dos áreas de cultivo, en el caso de la zona de producción de la Calabaza Amarilla plantas viroticas ocasionada por el ataque de trips y aborto de frutos.



Figura 27. Plantas viroticas de Calabaza amarilla.

Se realizaron entrevistas con el jefe de finca y trabajadores y se obtuvo la siguiente información. El manejo que se lleva acabo para las 2 áreas del cultivo es el mismo y se detalla a continuación:

La siembra se realiza de forma directa con semilla y la semilla es tratada con cruiser a razón de 1cc/lb. A los 8 días después de la siembra se realiza una aplicación al follaje con Kung Fu, utilizando una dosis de 25cc/bomba, posteriormente se tapa con abrigo

A los 25 días es retirado el abrigo y se realiza una aplicación de Kung Fu, utilizando una dosis de 25cc/bomba. Estas aplicaciones continúan semanalmente hasta la cosecha.

Se realizó un muestreo de forma directa tomando 10 puntos al azar en cada zona de cultivo y en cada punto se tomaron 5 plantas se contaron el número de trips por planta en las cuales se muestreo flores, frutos y hojas y se obtuvo el cuadro siguiente:

Cuadro 8. Boleta de muestreo de calabaza amarilla.

Cuadro 8. Boleta de Muestreo Calabaza amarilla											
Cultivo	Área	Punto	No. Plantas	Parte planta muestreada	Plaga	No. Insectos por planta					Promedio
calabaza amarilla	2 mz	1	5	flores y hojas	Trips	10	6	7	7	8	7.6
Calabaza amarilla	2 mz	2	5	flores y hojas	Trips	9	8	7	8	6	7.6
Calabaza amarilla	2 mz	3	5	flores y hojas	Trips	11	6	7	9	11	8.8
Calabaza amarilla	2 mz	4	5	flores y hojas	Trips	7	10	9	8	9	8.6
Calabaza amarilla	2 mz	5	5	flores y hojas	trips	8	6	8	6	7	7
Calabaza amarilla	2 mz	6	5	flores y hojas	trips	10	6	9	7	8	8
Calabaza amarilla	2 mz	7	5	flores y hojas	trips	7	5	8	9	6	7
Calabaza amarilla	2 mz	8	5	flores y hojas	trips	9	5	7	8	9	7.6
Calabaza amarilla	2 mz	9	5	flores y hojas	trips	10	5	9	7	8	7.8
Calabaza amarilla	2 mz	10	5	flores y hojas	trips	8	7	6	9	5	7



Figura 28. Trips por planta muestreado calabaza amarilla.

En la figura anterior se observa el número de trips por planta por punto muestreado los cuales fueron 5 plantas por punto y se muestrearon 10 puntos. Se observa una fluctuación en las poblaciones de trips en los diferentes puntos tomados. Las poblaciones de trips son altas en todos los puntos muestreados y esto se debió a que la única protección contra la plaga fue con la aplicación de Kun fu a razón de 25cc/bomba a partir de los 8 días y partir de retirar el abrigo a los 30 días hasta la cosecha, en la cual existía una resistencia contra el producto. En este caso el ingrediente activo de Kun fu es lambda chyalotrina el cual es un piretroide.

Cuadro 9. Boleta de muestreo de zucchini.

Cuadro 9. Boleta de Muestreo Zucchini											
Cultivo	Area	Punto	No. Plantas	Parte planta muestreada	Plaga	No. De Insectos por planta					Promedio
zucchini	4 mz	1	5	flores y hojas	trips	10	7	8	5	7	7.4
zucchini	4 mz	2	5	flores y hojas	trips	8	9	11	10	6	8.8
zucchini	4mz	3	5	flores y hojas	trips	5	10	7	9	8	7.8
zucchini	4mz	4	5	flores y hojas	trips	9	8	6	10	7	8
zucchini	4mz	5	5	flores y hojas	trips	7	5	6	9	8	7
zucchini	4mz	6	5	flores y hojas	trips	10	6	9	7	8	8
zucchini	4mz	7	5	flores y hojas	trips	6	9	11	8	7	8.2
zucchini	4mz	8	5	flores y hojas	trips	8	6	10	7	9	8
zucchini	4mz	9	5	flores y hojas	trips	10	8	6	9	7	8
zucchini	4mz	10	5	flores y hojas	trips	8	6	9	8	7	7.6

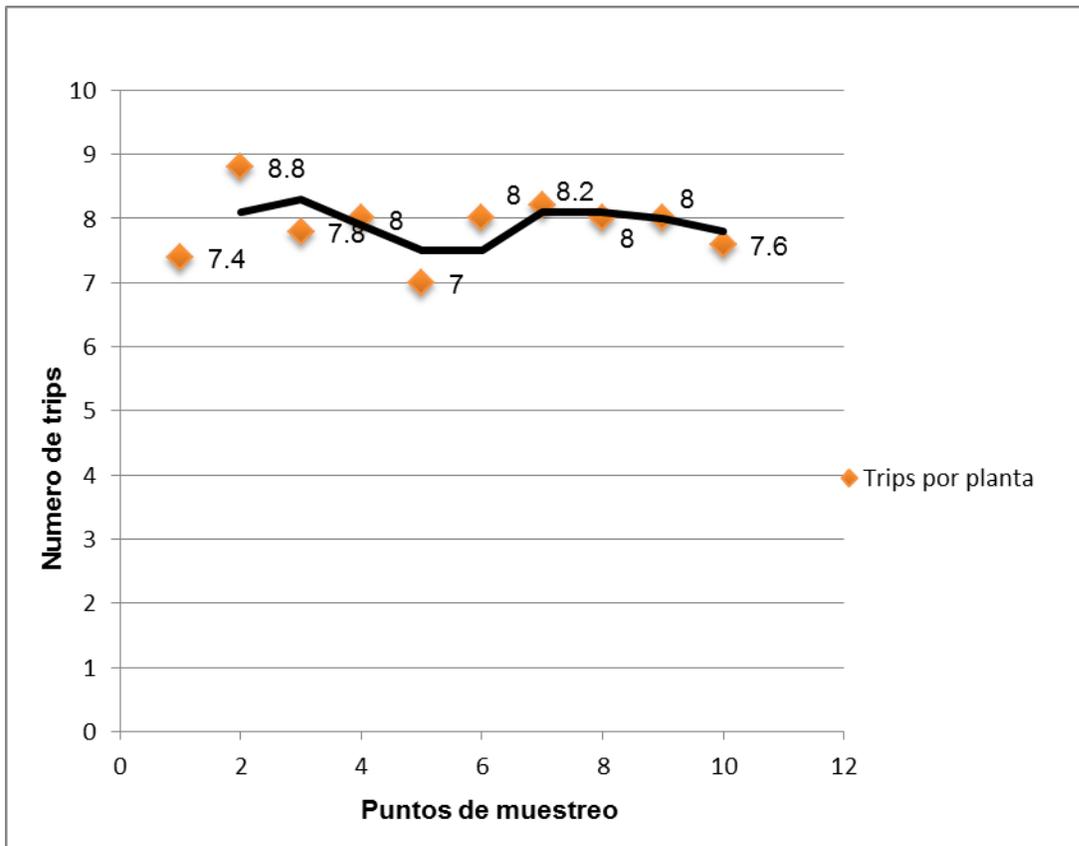


Figura 29. Trips por planta muestreado zucchini

En la figura anterior se observa el número de trips por planta por punto muestreado los cuales fueron 5 plantas por punto y se muestrearon 10 puntos. Se observa una fluctuación en las poblaciones de trips en los diferentes puntos tomados. Las poblaciones de trips son altas en todos los puntos muestreados en base al umbral del cultivo y esto se debió a que la única protección contra la plaga fue con la aplicación de Kun fu a razón de 25cc/bomba a partir de los 8 días y partir de retirar el abrigo a los 30 días hasta la cosecha, en la cual existía una resistencia contra el producto. En este caso el ingrediente activo de Kun fu es lambda chyalotrina el cual es un piretroide.

En base a los muestreos realizados se tomo la decisión de aplicar productos para controlar trips. En base al diagnóstico y muestreos realizados se implementó el plan de control químico para el manejo de Trips.

3.3.6.2 Plan de control

Se inició con 2 aplicaciones semanales durante dos semanas en las zonas de cultivo de calabaza amarilla y zucchini las poblaciones de trips eran muy elevadas en base al umbral del cultivo. Las aplicaciones se hicieron en toda la planta pero se centraron en la zona de la flores, ya que en esa zona había mayor presencia de trips. Se presenta el cuadro siguiente con los productos y dosis aplicados.

Cuadro 10. Insecticidas y dosis aplicadas.

Producto aplicado/ Nombre comercial	Ingrediente activo	Presentación (liquido, polvo, soluble o granulado)	Dosificación /asperjadora	Frecuencia de Aplicación
Plural 20 OD	Imidaclopid	Liquido	10cc	Semanal
Bralic	extracto de ajo	Liquido	25cc	Semanal
Spinoace 12 SC	Spinoace	Liquido	10cc	Semanal

La primera aplicación semanal se hacía con Plural en las dos zonas y al terminarla se iniciaba la segunda aplicación con Spinoace + Bralic. Este plan se llevó acabo durante dos semanas. A partir de la tercera semana de aplicación se realizó una aplicación semanal con Plural y la siguiente semana con Spinoace + Bralic. Este manejo se llevó acabo cuando las plantaciones tenían 30 días de siembra en las zonas donde se realizaron los muestreos.

3.3.6.3 Evaluación de los Productos

Posteriormente de las aplicaciones, en la tercera semana de aplicación se realizó un nuevo muestreo de plagas para ver el control de los productos. En este muestreo se tomaron los individuos muertos después de una hora de aplicación y se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 11. Boleta de muestreo calabaza amarilla una hora después de la aplicación.

Cultivo	Área	Punto	No. Plantas	Parte planta muestreada	Plaga	No. De Insectos por planta					No. De muertos					Prom
						4	2	3	1	2	3	2	2	1	2	
calabaza amarilla	2 mz	1	5	flores y hojas	trips	4	2	3	1	2	3	2	2	1	2	2
calabaza amarilla	2 mz	2	5	flores y hojas	trips	3	1	1	2	2	2	1	1	2	2	1.6
calabaza amarilla	2 mz	3	5	flores y hojas	trips	1	2	1	3	2	1	2	1	3	1	1.6
calabaza amarilla	2 mz	4	5	flores y hojas	trips	3	5	2	1	1	2	3	2	1	1	1.8
calabaza amarilla	2 mz	5	5	flores y hojas	trips	5	1	3	2	1	3	1	3	1	1	1.8
calabaza amarilla	2 mz	6	5	flores y hojas	trips	2	4	1	2	3	2	3	1	2	2	2
calabaza amarilla	2 mz	7	5	flores y hojas	trips	3	1	2	3	1	2	1	2	2	1	1.6
calabaza amarilla	2 mz	8	5	flores y hojas	trips	4	2	4	3	1	3	2	3	2	1	2.2
calabaza amarilla	2 mz	9	5	flores y hojas	trips	2	4	3	2	1	2	3	2	2	1	2
calabaza amarilla	2 mz	10	5	flores y hojas	trips	5	2	1	3	1	3	2	1	2	1	1.8

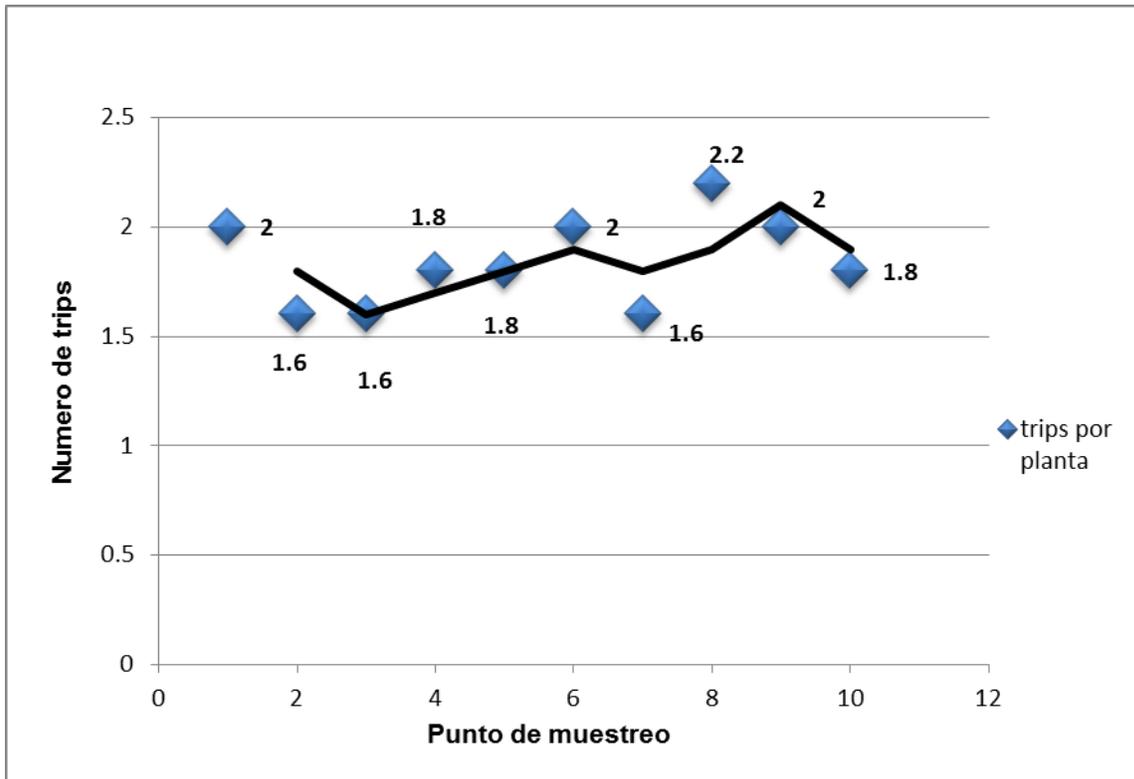


Figura 30. Trips por planta muestreada calabaza amarilla.

En la figura anterior se observa el número de trips por planta muestreada después de una hora de aplicación en la que presenta menor cantidad de trips comparada con el muestreo realizado durante el diagnostico, muestra el control efectuado con el plan químico. Este muestreo fue realizado en la tercera semana de aplicación de los productos en el cultivo, en el que presenta menor presencia de trips. Los productos utilizados fueron Plural OD, a razón de 10cc/bomba y la mezcla de Bralic con Spinoace a razón de 25cc/bomba y 10cc/bomba.

Cuadro 12. Boleta de muestreo de zucchini una hora después de la aplicación

Boleta de Muestreo Zucchini																	
Cultivo	Área	Punto	No. Plantas	Parte planta muestreada	Plaga	No. De Insectos por planta					No. De muertos					prom	
Zucchini	4 mz	1	5	flores y hojas	trips	2	1	2	3	4		2	1	1	2	3	1.8
Zucchini	4 mz	2	5	flores y hojas	trips	2	3	3	1	1		1	2	3	2	1	1.8
Zucchini	4mz	3	5	flores y hojas	trips	4	2	2	1	3		4	2	2	1	2	2.2
Zucchini	4mz	4	5	flores y hojas	trips	3	1	1	2	3		2	1	1	2	2	1.6
Zucchini	4mz	5	5	flores y hojas	trips	1	2	1	3	1		1	2	1	1	1	1.2
Zucchini	4mz	6	5	flores y hojas	trips	1	2	2	4	3		1	2	2	2	1	1.6
Zucchini	4mz	7	5	flores y hojas	trips	4	3	2	2	1		2	3	2	1	1	1.8
Zucchini	4mz	8	5	flores y hojas	trips	4	1	1	3	2		3	1	1	3	2	2
Zucchini	4mz	9	5	flores y hojas	trips	3	1	2	2	3		3	1	2	2	1	1.8
Zucchini	4mz	10	5	flores y hojas	trips	1	3	2	2	1		1	2	2	2	1	1.6

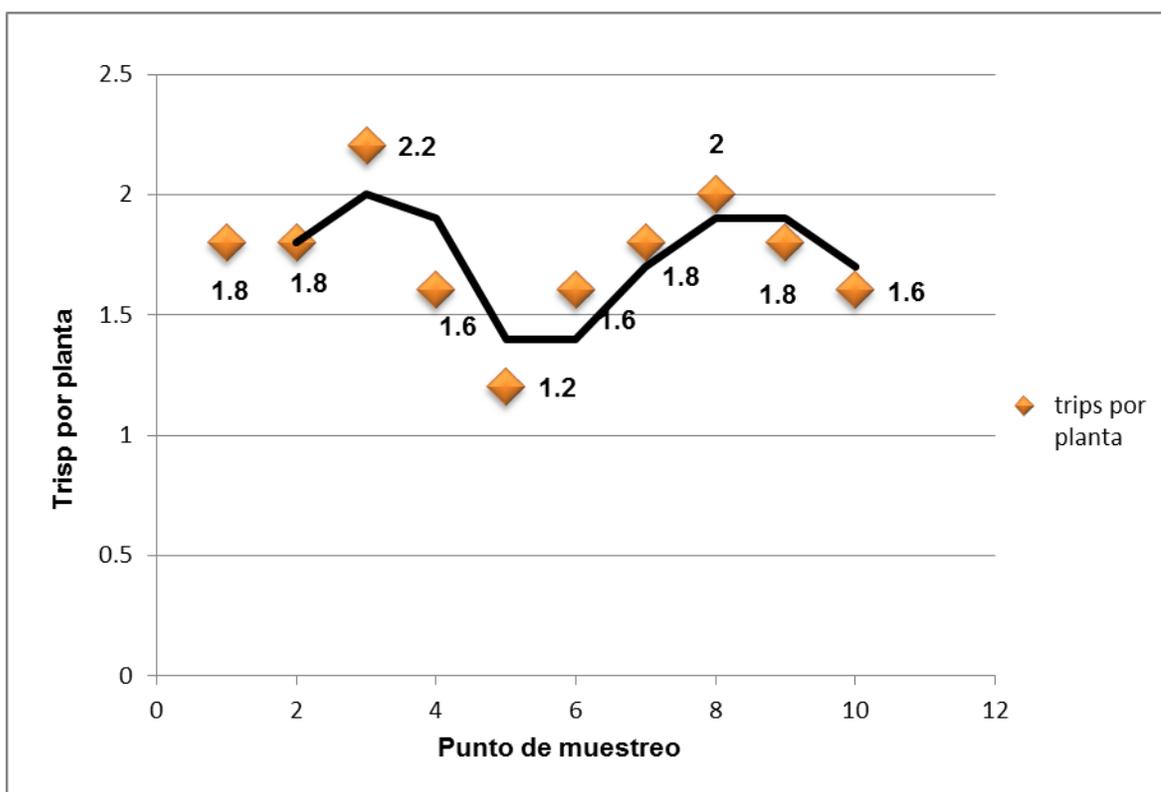


Figura 31. Trips por planta muestreada zucchini

En la figura anterior se observa el número de trips por planta de zucchini muestreada después de una hora de aplicación en la que presenta menor cantidad de trips comparada con el muestreo realizado durante el diagnóstico, muestra el control efectuado con el plan químico. Este muestreo fue realizado en la tercera semana de aplicación de los productos en el cultivo, en el que presenta menor presencia de trips. Los productos utilizados fueron Plural OD, a razón de 10cc/bomba y la mezcla de Bralic con Spinoace a razón de 25cc/bomba y 10cc/bomba.

3.3.7 Conclusiones

El daño que provoca el Trips en el cultivo de Zucchini y Calabaza amarilla es en las hojas picando y succionando el contenido celular, alimentándose del follaje, evitando el desarrollo vegetativo normal de la planta. Anudado a esto la transmisión de virus provoca aborto de los frutos.

Los Productos que se implementaron para el plan de control Químico son los siguientes: Plural 20 OD su ingrediente activo es Imidacloprid, es un insecticida específico para el manejo de Trips. Bralic es un repelente extracto de ajo. Spinoace, es un insecticida biológico en el que su ingrediente activo es Spinosad, proveniente de una levadura. Estos productos fueron elegidos son específicos para el control de Trips , tienen muy baja residualidad, y poseen registro EPA permite ser usados en plantaciones para exportación.

Los productos fueron aplicados de la siguiente manera : en las primeras dos semanas de aplicación, se realizaron 2 aplicaciones por semana, rotando los productos. La primera aplicación con Plural, y la segunda aplicación con Spinoace + Bralic. A partir de la tercera semana se hizo solamente una aplicación semanal y se rotaron los productos. La primera aplicación con Plural y la segunda con Spinoace + Bralic.

Los muestreos realizados después de la tercera semana de aplicación nos muestran que los productos ejercen un control del 70% las poblaciones de trips bajaron hasta un 30%, lo que demuestra que los productos si funcionan para el control de trips pueden ser utilizados en un plan de control químico.

3.3.8 Recomendaciones

Elaborar un plan de manejo integrado de plagas para el cultivo de Zucchini y Calabaza amarilla, en base a las necesidades específicas de la Finca El Calvario.

Implementar el plan químico para el control de Trips spp. Con la aplicación de Plural 20 OD y Spinoace con Bralic de la siguiente forma: 8 días después de la siembra realizar una aplicación semanal de Plural 20 OD a razón de 0.12 Lt/mz. La segunda semana realizar una aplicación semanal en mezcla de Spinoace con Bralic a razón de 0.12 Lt/mz y 0.3 Lt/mz. Posteriormente al destape del abrigo realizar nuevamente de la misma forma iniciando con la aplicación de Spinoace con Bralic y la segunda con Plural OD.

Capacitar al personal en cuanto al manejo de productos y aplicaciones de los mismos.

Implementar el uso de trampas azules para el control de Trips, y control Biológico.

Realizar visitas semanales de un técnico, o persona capacitada para el manejo de la finca, que les brinde asesoría.

Evitar el uso de los Piretroides, o implementarlos en un plan integrado para evitar resistencia a los productos.

Realizar periódicamente muestreo de plagas.

3.3.9 Bibliografía

1. García Rodríguez, GR. 2005. Manual de plaguicidas. Guatemala, Ciber Negocios Guatemala. p. 2-9.
2. INATEC (Instituto Nacional Tecnológico, NI). 2003. Niveles y umbrales de daños económicos de las plagas (en línea). Chile, Ciencia Ahora 14:17-20. Consultado 20 jul 2013. Disponible en <http://www.ciencia-ahora.cl/Revista14/ManejoResistencia.pdf>
3. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, AR). 2003. Biología, evaluación de daño y control de trips en soja (en línea). Argentina. Consultado 20 jul 2012. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/control-de-trips-en-el-cultivo-de-soja/>

3.3.10 Anexos



Figura 32. Aborto de frutos de zucchini por virosis transmitida por *Trips* spp.



Figura 33. Aborto de frutos de calabaza amarilla por virosis transmitida por *Trips* spp.



Figura 34. Planta virotica de calabaza amarilla transmitido por Trips spp.



Figura 35. Plantación de calabaza amarilla después de la tercera aplicación del plan de control químico.