

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA
SUB AREA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**FORTALECIMIENTO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE ARVEJA CHINA
(*Pisum sativum* L.), CON ÉNFASIS EN LA SANIDAD DE LA SEMILLA,
EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE GUATEMALA**

**JORGE OSWALDO CUCA ARREAZA
200116720**

Guatemala, septiembre de 2008

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

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
FORTALECIMIENTO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE ARVEJA CHINA
(*Pisum sativum* L.), CON ÉNFASIS EN LA SANIDAD DE LA SEMILLA,
EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE GUATEMALA**

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

POR

JORGE OSWALDO CUCA ARREAZA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, septiembre de 2008

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

RECTOR

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	MSc.	Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Waldemar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	MSc.	Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	Br.	Rigoberto Morales Ventura
VOCAL QUINTO	Br.	Miguel Armando Salazar Donis
SECRETARIO	MSc.	Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, septiembre de 2008

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

Honorables miembros

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Graduación

**FORTALECIMIENTO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE ARVEJA CHINA
(*Pisum sativum* L.), CON ÉNFASIS EN LA SANIDAD DE LA SEMILLA,
EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE GUATEMALA**

Como requisito previo a optar el 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”

JORGE OSWALDO CUCA ARREAZA

ACTO QUE DEDICO

A:

MI FAMILIA: Santiago Cuca (+), Cándida Arreaza, Anita Cuca, Carolina Cuca, Janeth Cuca.

MI PATRIA: Guatemala y Petén.

MIS CENTROS DE ESTUDIO: Escuela Oficial Urbana Mixta Dolores Petén, Instituto Municipal Dolores Petén, Instituto Loyola Quetzaltenango, lugares que formaron las bases de mis conocimientos.

Instituto Capacitación Adventista del Peten (ICAP), Lugar donde obtuve mi nivel medio como Perito Agrónomo.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad Agronomía, lugar donde fortalecí mi carrera profesional del Agro.

MIS MAESTROS: Profesor Rudy Guzmán, Ing. Agr. Miguel Ángel Osorio, por darme consejo y apoyo a seguir mis estudios.

MIS PADRINOS DE GRADUACIÓN: Ing. Agr. Efraín Molina, Ing. Agr. Darío Morales, Ing. Agr. Ronald Lima.

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS:

A Dios por darme sabiduría y capacidad de culminar mis estudios a nivel universitario.

MIS PADRES:

Santiago Cuca (+) que Dios lo tenga en paz en su reino, Cándida Arreaza, gracias por haberme dado los principios y apoyo en mi vida de estudio.

MIS HERMANAS:

Anita Cuca, Carolina Cuca, Janeth Cuca y Sobrinita Vivian Escalante, gracias por el apoyo familiar, esperando ser un ejemplo para ellas.

MIS ASESORES:

Dr. Edin Orozco, Ing. Agr. Hermógenes Castillo, Ing. Agr. Francisco Vásquez.

MIS AMIGOS:

Eder Oliva, Hermanos Moran, José Sanabria, Otilio Meléndez, Tania Cadenas, Hermanos Rivera, Ing. Ronal Lima, Ing. Emilio Say, Ing. Leonel Carillo, Ing. Efraín Molina, gracias por ser mis amigos de apoyo.

**GHORTEX, MAGA,
Laboratorio Fitopatología de
La FAUSAC**

Gracias por brindarme su apoyo al realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía, (EPSA).

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN GENERAL.....	viii
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DE LA CADENA AGROALIMENTARIA DE LA	
ARVEJA CHINA	1
1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.3 OBJETIVOS	5
1.4 METODOLOGÍA.....	6
1.5 RESULTADOS	7
1.5.1 Estructura de la oferta de arveja china en Guatemala	7
A. Producción de arveja china a nivel nacional	7
B. Producción de arveja china por departamento	7
C. Calidades producidas y tecnología	8
D. Costos de producción	9
E. Organización de los productores	10
F. Canales de comercialización	11
1.5.2 Estructura de la demanda de arveja china en el mercado mundial	13
A. Estados Unidos de Norteamérica	13
B. Canadá	15
C. Europa	15
D. Crecimiento de la competencia.....	16
E. Formas de la demanda del producto	17
F. Restricciones a la demanda.....	18
1.5.3 Estructura de las exportaciones	18
1.5.4 Análisis de desempeño.....	19
A. Satisfacción de los consumidores.....	19
B. Competitividad	21
C. Productividad	22
1.5.5 Análisis de la demanda	23
A. Reducida coordinación a lo largo de la cadena de producción - distribución.....	23
B. Incremento sustancial de la demanda de vegetales orgánicos.....	24
C. Crecimiento de la industria de alimentos preparados	25
1.5.6 Análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la cadena de la arveja china.....	26
1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
1.6.1 Conclusiones.....	28
1.6.2 Recomendaciones.....	28
1.7 BIBLIOGRAFÍA	29

CAPÍTULO II INVESTIGACIÓN SANIDAD DE LA SEMILLA DE ARVEJA CHINA (<i>Pisum sativum</i> L.) IMPORTADA A GUATEMALA	30
2.1 PRESENTACIÓN	31
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	32
2.2.1 Importancia de la arveja china.....	32
2.2.2 Características de la planta de arveja china	33
2.2.3 Variedades de arveja china	33
2.2.4 Semilla.....	34
2.2.5 Certificación de semillas agrícolas	35
2.2.6 Sanidad de las semillas.....	35
2.2.7 Determinación de patógenos asociados a la semilla.....	36
2.2.8 Métodos en el análisis de sanidad de la semilla.....	36
2.2.9 Germinación	39
2.2.10 Técnicas de germinación	40
2.2.11 Lote de semilla	42
2.2.12 Registro de información.....	42
2.3 OBJETIVOS.....	44
2.3.1 General.....	44
2.3.2 Específicos	44
2.4 HIPÓTESIS.....	44
2.5 METODOLOGÍA	45
2.5.1 Estudio de sanidad en la semilla	45
2.5.2 Cuantificación de la germinación en semilla de arveja china	48
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
2.6.1 Determinación de hongos asociados a la semilla de arveja china	53
2.6.2 Germinación en papel	57
2.6.3 Germinación en maceta	59
2.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
2.7.1 Conclusiones.....	64
2.7.2 Recomendaciones.....	64
2.8 BIBLIOGRAFÍA	66

CAPÍTULO III SERVICIO: EVALUACIÓN DE SEIS FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DEL MARCHITAMIENTO VASCULAR (<i>Fusarium oxysporum</i>), EN ARVEJA CHINA (<i>Pisum sativum</i> L.), EN DOS ÉPOCAS DE CULTIVO, SUMPANGO, SACATEPÉQUEZ.....	68
3.1 PRESENTACIÓN	69
3.2 MARCO CONCEPTUAL.....	70
3.2.1 Importancia económica de la arveja china en Guatemala	70
3.2.2 Valor nutricional de la vaina	71
3.2.3 Descripción botánica de la arveja china	71
3.2.4 Fenología del cultivo de arveja china	72
3.2.5 Mal de talluelo	73
3.2.6 <i>Fusarium oxysporum</i>	73
3.2.7 Material experimental	78
3.3 OBJETIVOS	87
3.3.1 General.....	87
3.3.2 Específicos	87
3.4 HIPÓTESIS	87
3.5 METODOLOGÍA.....	88
3.5.1 Lugar del ensayo, material experimental y equipo	88
3.5.2 Manejo agronómico general de las dos investigaciones en época lluviosa y época seca	88
3.5.3 Tratamientos evaluados en época lluviosa y en época seca.....	92
3.5.4 Aplicación de los tratamientos.....	93
3.5.5 Diseño experimental.....	96
3.5.6 Variables de respuesta.....	97
3.5.7 Análisis de la información.....	97
3.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	98
3.6.1 Resultados de la evaluación en época lluviosa (octubre 2006 a enero 2007)	98
3.6.2 Resultados de la evaluación en época seca (marzo a mayo 2007)	104
3.6.3 Análisis integrado	107
3.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
3.7.1 Conclusiones.....	110
3.7.2 Recomendaciones.....	110
3.8 BIBLIOGRAFÍA	112
4. APÉNDICE.....	114
Apéndice 1. Agroexportadoras de arveja china en Guatemala, 2007.....	114

ÍNDICE DE CUADROS

1.	Precipitación (mm) y temperatura (°C) predominantes durante los meses de investigación 1 y 2 en arveja china	3
2.	Comportamiento histórico de la producción de arveja china en Guatemala del año 1997 al 2006.	7
3.	Distribución porcentual de la arveja china a nivel nacional, año agrícola 2002/2003.	8
4.	Costos de producción en campo para una hectárea de arveja china.	10
5.	Exportaciones de arveja china de Guatemala durante el período 1997 a 2006.	19
6.	Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la arveja china	26
7.	Variedades de arveja china (<i>Pisum sativum</i> L.)	34
8.	Prueba de Germinación en leguminosas comestibles.....	41
9.	Lotes de semilla de arveja china, según variedad y casa comercial que ingresaron a Guatemala en el año 2006	42
10.	Tratamientos evaluados para sanidad de semilla de arveja china	47
11.	Identificación de los doce lotes de semilla de arveja china importada a Guatemala en el año 2006 para la prueba de germinación.	49
12.	Resumen del análisis de varianza de colonias de bacterias de tipo <i>Bacillus</i> sp. en la semilla de arveja china, 2006.	56
13.	Prueba de Tukey para la variable incidencia de <i>Bacillus</i> sp. en los diferentes lotes con y sin tratamiento.	57
14.	Resultados de la germinación de arveja china obtenidos de la germinación en papel, 2006.	59
15.	Análisis fitopatológico de material vegetal de plantas de arveja china cultivadas en maceta, 2006.	63
16.	Valor nutricional de 100 gramos comestibles de arveja china.	71
17.	Tratamientos evaluados para el control de <i>Fusarium oxysporum</i> en arveja china en época lluviosa (octubre 2006 - enero 2007), en Sumpango, Sacatepéquez.	92
18.	Tratamientos evaluados para el control de <i>Fusarium oxysporum</i> en arveja china en época seca (marzo a mayo 2007), en Sumpango, Sacatepéquez	93
19.	Incidencia de <i>Fusarium oxysporum</i> en arveja china (<i>Pisum sativum</i> L.) durante la época lluviosa de octubre de 2006 a enero de 2007, Sumpango, Sacatepéquez.	100
20.	Resumen del ANDEVA para la incidencia de <i>Fusarium oxysporum</i> en arveja china a los 86 días después de la siembra en época lluviosa	101
21.	Resumen de Tukey para la incidencia de <i>Fusarium oxysporum</i> en arveja china a los 86 días después de la siembra en época lluviosa	102
22.	Resumen del ANDEVA para el rendimiento de arveja china en kg/ha en la época lluviosa	102

23.	Resumen de la prueba de separación de medias de Tukey para el rendimiento de arveja china en la época lluviosa	103
24.	Análisis de dominancia de los seis tratamientos evaluados en la época lluviosa	103
25.	Análisis de la tasa marginal de retorno de los tratamientos no dominados durante la época lluviosa	104
26.	Resumen de Tukey para la incidencia de <i>Fusarium oxysporum</i> en arveja china a los 88 días después de la siembra en época seca.....	105
27.	Resumen de la prueba de separación de medias de Tukey para el rendimiento de arveja china en la época seca	106
28.	Análisis de dominancia de los seis tratamientos evaluados en la época seca.....	106
29.	Análisis de la tasa marginal de retorno de los tratamientos no dominados durante la época seca.....	107
30.	Análisis integrado de los dos ensayos (época lluviosa y época seca).....	108
31A.	Boleta de registro de información de la semilla para análisis de sanidad.....	117
32A.	Resumen del número de semillas con y sin tratamiento afectadas por hongos y bacterias.	119
33A.	Germinación de semillas de arveja en condiciones de maceta, 2006.	120
34A.	Distribución y aleatorización de los tratamientos evaluados.	120
35A.	Los requisitos generales para la importación de productos y sub-productos de origen vegetal y sus declaraciones adicionales que deben cumplirse son:	121
36A.	Datos de campo de la incidencia (%) de plantas marchitas y rendimiento de vainas frescas de arveja china en kg/ha durante la época lluviosa (octubre 2006 a enero 2007), Sumpango, Sacatepéquez	122
37A.	Datos de campo de la incidencia (%) de plantas marchitas y rendimiento de vainas frescas de arveja china en kg/ha durante la época seca (marzo a mayo 2007), Sumpango, Sacatepéquez.....	123
38A.	Resumen del ANDEVA para la incidencia de <i>Fusarium oxysporum</i> en arveja china a los 88 días después de la siembra en época seca.....	123
39A.	Resumen del ANDEVA para el rendimiento de arveja china en kg/ha en la época seca	124

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Canal principal de comercialización de arveja china en Guatemala.....	11
2.	Sistema de distribución de verduras en Estados Unidos de Norteamérica.....	13
3.	a) Autoclave para la esterilización del medio de cultivo PDA, b) Cámara de Flujo laminar para llenado de caja de Petri, c) Siembra de la semilla en caja Petri, d) Incubadora donde se almacenó las cajas petri por 8 días.....	46
4.	a) Desinfestación y conteo de semillas, b y c) Forma de cómo va colocada la semilla al tresbolillo, d y e) Enrollado del papel, f) Incubación de las muestras de semilla.....	50
5.	Germinación de semilla de arveja certificada importada a Guatemala, 2006. a) Siembra en arena, b) Plantación a los 40 días, c y d) Plantas en cámara húmeda, e y f) Aislamiento de tallo y raíz para una mejor identificación.....	52
6.	Hongo <i>Alternaria alternata</i> L. a) Formación de micelio del hongo, b) Macro y micro conidias del hongo.....	53
7.	Hongo <i>Fusarium</i> sp. a) Micelio del hongo aislado en medio PDA, b) macro y micro conidias del hongo.....	54
8.	Hongo <i>Aspergillus</i> sp. a) micelio cubriendo la semilla de arveja china, b y c) micelio aislado del hongo, d) Estructura del hongo.....	55
9.	Semillas de arveja china certificada, importada a Guatemala, 2006. a) Semillas germinadas sanas, b) semillas germinadas mal formadas, c) semillas no germinadas por patógenos.....	58
10.	Germinación de semillas de arveja china en arena.....	60
11.	Comparación de los lotes de semilla en dos métodos de germinación.....	61
12.	Plantas de arveja china (<i>Pisum sativum</i> L.) en macetas. a y b) Plantas germinadas a los 6 y 8 días, c y d) Plantas con síntomas de patógenos a partir de semilla.....	62
13.	Muestras del material vegetal de plantas de arveja china (<i>Pisum sativum</i> L.) 2006. a y b) Material vegetal (hoja) y estructura del hongo <i>Ascochyta</i> sp. c) macro y micro conidias del <i>Fusarium</i> sp. d) Material vegetal con micelio del hongo <i>Fusarium</i> sp. e y f) Material vegetal en agua (Raíz) del hongo de <i>Rhizoctonia</i> sp.....	63
14.	Macro y micro conidias de <i>Fusarium Oxysporum</i>	75
15.	Daño a nivel de tallo por <i>Fusarium oxysporum</i>	76
16.	Preparación del terreno (1,152 m ² = 36 x 32 m) para el ensayo.....	89
17.	Arveja china Oregon Sugar Pod II, empleada en ambos ensayos para la evaluación de fungicidas para el control de <i>Fusarium oxysporum</i>	89
18.	Tutoreado de la arveja china para sostenibilidad de la plantación.....	90
19.	Aplicación de riego por goteo en la fase vegetativa de la arveja durante la segunda investigación en la época seca (marzo a mayo 2007).....	91
20.	Cortes de arveja china (se encuentran vainas y flores al mismo tiempo).....	92
21.	Aplicación del Metam sodio.....	94

22.	Aplicación de la cianamida cálcica	94
23.	Distribución de tratamientos en el campo.....	97
24.	Sintomatología del marchitamiento vascular (<i>Fusarium oxysporum</i>) en arveja china y diferente grado de severidad, Sumpango, Sacatepéquez, mayo 2007.....	99
25.	Representación de la incidencia de <i>Fusarium oxysporum</i> en arveja china durante la época lluviosa de octubre de 2006 a enero de 2007, Sumpango, Sacatepéquez	100

TRABAJO DE GRADUACIÓN

FORTALECIMIENTO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L.), CON ÉNFASIS EN LA SANIDAD DE LA SEMILLA, EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE GUATEMALA

RESUMEN GENERAL

La arveja china en Guatemala, es un cultivo de importancia económica, especialmente para pequeños productores del Altiplano Central de Guatemala ubicados en los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez principalmente, ya que es una de las cinco hortalizas de exportación que cultivan alrededor de 50,000 agricultores (2).

En ese sentido el estudio de la cadena agroalimentaria de la arveja china es importante pues permite tener una visión amplia del contexto en que se desarrolla, desde la gestión inicial pasando por la fase de producción, negociación, comercialización hasta llegar al consumidor final por medio de una red de distribuidores nacionales y extranjeros, por lo que se realizó un diagnóstico de cada uno de los elementos que conforman la cadena agroalimentaria de éste cultivo.

A través del diagnóstico de la cadena agroalimentaria de la arveja china en Guatemala, se estableció que en el componente de producción agrícola que compete a los agrónomos, es necesario fortalecer los factores relacionados con la inocuidad tanto de la semilla como de las vainas frescas que limitan su productividad a fin de satisfacer las exigencias del mercado externo.

La investigación principal del presente trabajo es un estudio que verifica la calidad de la semilla certificada presente en el mercado actual, proveniente de los Estados Unidos de Norte América y que fue utilizada en la temporada 2006 – 2007 con agricultores miembros de la Asociación de Productores y Exportadores de Arveja y otros Vegetales (ASOARVEX).

Del estudio realizado se establece que la semilla importada de arveja china se encuentra contaminada por los hongos *Alternaria alternata*, *Fusarium sp.* y *Aspergillus sp.*, y además presenta bajos índices de germinación entre el 64 y 77 %, los cuales están por debajo del valor mínimo permisible establecido por normas y regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), por lo que se recomienda que a cada lote de semilla importado se le realice una prueba de sanidad de la semilla.

Considerando que uno de los principales problemas actualmente en el cultivo de arveja china es el manejo de la marchitez vascular causada por *Fusarium oxysporum*, debido a las restricciones en el uso de algunos productos químicos, a través del servicio a la comunidad, se procedió a realizar dos investigaciones en el municipio de Sumpango, Sacatepéquez, durante la ventana de mercado para Guatemala. La primera investigación se desarrolló de octubre de 2006 a enero de 2007 con condiciones de mayor precipitación (época lluviosa) y se evaluaron cinco productos para el control del agente causal del marchitamiento vascular, un biológico, dos orgánicos y dos químicos más el testigo, luego en la segunda investigación desarrollada de marzo a mayo de 2007 con condiciones de menor precipitación (época seca) y más cálidas, se evaluaron las mejores opciones encontradas en la primera investigación en forma combinada.

Se encontró que el Metam sodio es el mejor tratamiento para minimizar la incidencia de plantas enfermas, obteniendo en época lluviosa 23 % de incidencia y en época seca 51 % de incidencia, con el máximo rendimiento de 6,984 y 5,399 kg/ha respectivamente, pero su empleo no es económicamente viable, siendo la mejor opción desde el punto de vista económico la aplicación 15 días antes de la siembra de Cianamida cálcica a razón de 275.40 kg/ha obteniendo un 31 y 63 % de plantas marchitas con rendimientos de 6,825 y 4,304 kg/h de arveja china fresca, tasa marginal de retorno de 485 y 164 % para la época lluviosa y seca respectivamente.



CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA CADENA AGROALIMENTARIA DE LA ARVEJA CHINA

1.1 PRESENTACIÓN

El estudio de la cadena agroalimentaria de la arveja china, representa una herramienta importante, para analizar la situación actual, los errores cometidos, el desenvolvimiento de otros países, las políticas y estrategias que están aplicando los productores o importadores, las tendencias del mercado y demás información relacionada con la producción, procesamiento y comercialización nacional e internacional de la arveja china con el propósito de diseñar estrategias, proyectos y actividades orientadas al mejoramiento integral del cultivo de arveja china.

En el presente diagnóstico, en primer término se abordan los elementos de la producción en Guatemala y manejo post-cosecha, luego se describen los sectores involucrados que intervienen en la comercialización de este vegetal.

Un segundo componente del diagnóstico es el estudio del mercado mundial para entrar a los análisis de desempeño, análisis de la demanda, la estructura de las exportaciones y características del mercado mundial y la identificación de los principales actores de la cadena como referencia para su posterior contacto.

Para poder integrar el presente diagnóstico de la cadena agroalimentaria de la arveja china fue muy importante la consulta de información generada por tres fuentes principales de información, siendo ellas: la Asociación Guatemalteca de Productores y Exportadores de Arveja China y Otros Vegetales (ASOARVEX), el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) y la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT).

1.2 MARCO REFERENCIAL

Como un aspecto muy particular en la fase de producción de la cadena agroalimentaria de la arveja china se encontraron necesidades prioritarias por parte de la Asociación de Productores y Exportadores de Arveja y otros vegetales ASOARVEX (3) que manifestaron su interés de verificar la calidad de la semilla certificada presente en el mercado actual y que fue utilizada en la temporada 2006 – 2007 con productores asociados, por lo que dicha investigación fue realizada en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, siendo las condiciones ambientales manejadas dentro de las cámaras de incubación.

También fue necesario desarrollar un servicio para el manejo de *Fusarium Oxysporum* en el cultivo de arveja china en dos temporadas de cultivo, para lo cual se empleó un área experimental de la empresa GHORTEX, ubicada en Sumpango, Sacatepéquez. La primera temporada de cultivo se desarrolló del diez de octubre del 2006 al 10 de enero del 2007, obteniendo la cosecha a mediados de la ventana de exportación para Guatemala; luego la segunda temporada de cultivo se desarrolló del 3 de marzo al 30 de mayo del 2007 obteniendo la cosecha al final de la ventana de exportación para Guatemala.

Las condiciones climáticas predominantes durante cada una de las dos temporadas de cultivo en que se desarrollaron las investigaciones se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Precipitación (mm) y temperatura (°C) predominantes durante los meses de investigación 1 y 2 en arveja china

Condiciones climáticas durante la primera investigación				
VARIABLE CLIMÁTICA	Octubre (10 +)	Noviembre	Diciembre	Enero (10)
Precipitación (mm)	48.1	41.2	4	3.3
Temperatura media (°C)	17.5	16.7	17.8	17.8
Condiciones climáticas durante la segunda investigación				
VARIABLE CLIMÁTICA	Marzo (3 +)	Abril	Mayo (30)	
Precipitación (mm)	13.1	19.19	122.7	
Temperatura media (°C)	20.8	21.6	19.9	

Fuente: INSIVUMEH, Estación meteorológica la Suiza (8).

Del Cuadro 1 se puede establecer que la precipitación acumulada del 10 de octubre al 10 de enero fue de 96.60 mm con una temperatura promedio de 17.4 °C; luego del 3 de marzo al 30 de mayo se acumuló una precipitación de 155 mm (58.40 mm más que en la primera investigación) con una temperatura promedio de 20.8°C, es decir 3.4 °C más que durante la primera investigación.

1.3 OBJETIVOS

- 1.3.1 Efectuar un estudio del comportamiento de la cadena de arveja china en Guatemala (*Pisum sativum* L.) que describa los elementos importantes de la cadena, con el propósito de determinar aquellas deficiencias que sean susceptibles de investigar y poder aportar soluciones en lo inmediato a través del presente Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía.

- 1.3.2 Generar información, para que los actores de la cadena como la Asociación Guatemalteca de Productores y Exportadores de Arveja China y Otros Vegetales (ASOARVEX) con el apoyo del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), puedan disponer de un escenario amplio para la toma de decisiones sobre futuras acciones, que tiendan al fortalecimiento de la organización de agricultores, de la producción y mercadeo de este producto.

1.4 METODOLOGÍA

Para realizar el diagnóstico de la cadena agroalimentaria de la arveja china, se visitó la Asociación de Exportadores de Arveja China (ASOARVEX) y se dieron a conocer los objetivos que se pretende alcanzar a través de este estudio. Se solicitó toda la información pertinente disponible y de acceso público de reciente elaboración. Además se realizó un sondeo rápido con personal relacionado con la producción a fin de identificar limitantes en la producción de la arveja china que sean comunes a la mayoría de productores y que tornen frágil la cadena agroalimentaria.

Se realizaron revisiones bibliográficas de temas estrechamente relacionados con la cadena productiva de la arveja china y se acotó la información importante generada, encontrando que básicamente la mayor parte de la información la ha generado el ente rector de la agricultura el Ministerio de Ganadería y Alimentación (MAGA), la Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales (AGEXPRONT) y por supuesto la Asociación de Exportadores de Arveja China (ASOARVEX). Las primeras dos instancias basan sus análisis en fuentes como el Banco de Guatemala (BANGUAT) y los censos y encuestas agropecuarias del Instituto Nacional de Estadística; por aparte la asociación de arvejeros, también basa sus análisis en información más directa de los propios asociados, la cual retroalimenta a las otras dos instituciones.

Con la información impresa y digital obtenida se procedió a estudiarla a fin de poder extraer aquellos elementos para poder integrar la cadena agroalimentaria de la arveja china, teniendo cuidado de poder incluir la información más actualizada de cada uno de los aspectos tratados.

Finalmente se realizó un análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la cadena de la arveja china, en su contexto general, haciendo énfasis en las debilidades y amenazas que presenta la cadena, especialmente en aquellas que se dan a nivel de campo y que es donde el agrónomo puede intervenir a fin de contribuir a solucionar en parte la problemática.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Estructura de la oferta de arveja china en Guatemala

A. Producción de arveja china a nivel nacional

De acuerdo a la información generada por el Banco de Guatemala (5), se estima que en el año 2006, se produjeron alrededor de 24,188 toneladas métricas de arveja china (Cuadro 2). En lo que respecta al dinamismo de la producción se puede observar que durante el periodo analizado 1997-2006, no existe una Tasa Media Anual de Crecimiento – TMCA- que pueda indicar que este producto está creciendo en una forma sostenida, ya que para el 2005 se reportaron 23,942 toneladas métricas. Con esta información se infiere que Guatemala no estaría aprovechando las oportunidades que se presentan en sus principales mercados que son Estados Unidos e Inglaterra (5).

Cuadro 2. Comportamiento histórico de la producción de arveja china en Guatemala del año 1997 al 2006.

Año	Área cosechada (hectáreas)	Producción obtenida (toneladas métricas)
1997	3,290.00	24,117.51
1998	4,410.00	28,667.04
1999	4,200.00	26,988.75
2000	4,480.00	26,448.97
2001	4,120.20	23,584.40
2002	3,417.75	23,475.45
2003	3,467.10	23,741.21
2004	3,558.10	23,942.88
2005	3,558.10	23,942.88
2006	3,558.10	24,188.30

Fuente: Banco de Guatemala (2007) (5).

B. Producción de arveja china por departamento

De acuerdo a información generada por el IV Censo Nacional Agropecuario (2003) (7), se estima que los principales departamentos que aportan este producto son Chimaltenango y Sacatepéquez, con el 69% y 21% respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Distribución porcentual de la arveja china a nivel nacional, año agrícola 2002/2003.

Departamento	Producción obtenida (%)
Chimaltenango	68.93
Sacatepéquez	20.62
Quiché	2.96
Baja Verapaz	2.33
Resto del país	5.16
Total	100

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2003.

C. Calidades producidas y tecnología

Según diferentes estudios, la calidad de la arveja china queda definida por su forma y tamaño (uniforme y sin defectos físicos), limpieza (libre de enfermedades y virus) y textura. Se debe tomar en cuenta ciertos factores al momento de su corte para obtener una mejor adquisición por las empacadoras (6).

a. Recolección y transporte

La cosecha de campo se realiza en cestas de plástico en cuyo fondo se coloca esponja de dos centímetros. Otra alternativa es ubicar hojas de papel en blanco, no de periódico de las cuales podría desprenderse no solamente tinta sino además plomo (6).

b. Recepción en planta

Las cajas se deben localizar inmediatamente en un sitio seco y fresco, preferible aclimatado. Se recomienda temperaturas de 4°C - 8°C, con una humedad relativa del 80% (6).

c. Selección

La selección de las vainas debe realizarse con personal capacitado, equipado con delantales que protejan al producto del contacto con el vestido o directamente con la piel, para evitar contaminaciones con microorganismos. Los trabajadores deben cubrirse con vestimenta de color blanco para detectar fácilmente la suciedad y mantener constantemente altos índices de higiene. En un principio la selección del material de

cosecha se hacía con guantes de látex, pero en los últimos tiempos se realiza con las manos, por la facilidad (6).

d. Limpieza

Se debe eliminar especialmente los residuos de los pedúnculos de la vaina, hojas, impurezas, vainas rotas, etc (6).

e. Clasificación

Existen índices de clasificación que están en función con el largo de la vaina. Deben descartarse vainas con inicio de la formación de semillas, de acuerdo a la variedad, las que poseen demasiada formación fibrilar.

f. Almacenamiento

A una temperatura de por lo menos 4°C, con una humedad relativa del 80 al 90 % (6).

D. Costos de producción

A nivel de campo se estiman los costos de producción para una hectárea para el año 2007 en alrededor de Q.20,000.00 y su desglose se presenta en el Cuadro 4.

Los costos de producción de la arveja china varían considerablemente, desde Q. 15,000/ha hasta Q. 20,000 /ha dependiendo del tipo de tecnología utilizada, mientras que los costos son mucho más altos implementando invernaderos, alcanzando los \$. 33,000 (6).

Independientemente del nivel del costo total, el costo de la semilla es el rubro más importante, representando alrededor del 5 % del costo total. Los otros rubros en orden de importancia son: la mano de obra, el abono orgánico y químico, el arrendamiento de la tierra, fungicidas y los insecticidas (6).

Cuadro 4. Costos de producción en campo para una hectárea de arveja china.

Unidad	Unidad de medida	Cantidad	Costo parcial Q	Costo total Q
Costos directos				
Siembra				
Traza	jornales	15	Q 35.00	Q 525.00
surqueado	Jornales	15	Q 35.00	Q 525.00
Insumos				
Fertilizantes				
Fertilizante granulado	Quintal	15	Q 110.00	Q 1,650.00
Fertilizante foliar	Litros	25	Q 30.00	Q 750.00
Humus orgánico	Quintal	30	Q 22.00	Q 660.00
Plaguicidas				
Captan	Libras	15	Q 16.95	Q 254.25
Cobre	Libras	30	Q 15.00	Q 450.00
Ziram	Libras	30	Q 15.00	Q 450.00
Malathion	Litros	7	Q 36.00	Q 252.00
Thiodan	Litros	7	Q 82.00	Q 574.00
sevin	Libras	7	Q 60.00	Q 420.00
Semillas	Libras	70	Q 16.00	Q 1,120.00
Postes (4 cosechas)	Unidad	400	2.25/4	Q 225.00
Pita (4 cosechas)	Libras	105	Q 0.25	Q 26.25
Labores culturales				
Limpias	Jornales	30	Q 35.00	Q 1,050.00
Riegos	Jornales	6	Q 35.00	Q 210.00
Fertilización	Jornales	30	Q 35.00	Q 1,050.00
Colocación de postes	Jornales	15	Q 35.00	Q 525.00
Colocación de pita	Jornales	60	Q 35.00	Q 2,100.00
Aspersiones foliares	Jornales	106	Q 35.00	Q 3,710.00
Cosecha	Jornales	25	Q 35.00	Q 875.00
Total Costos Directos				Q 17,401.50
Costos Indirectos				
Administración 5%				Q 870.08
Imprevistos 5%				Q 870.08
Total Costos Indirectos				Q 1,740.15
Costos totales				Q 19,141.65
Rendimiento Promedio Esperado				9,500
Costos de producción por libra				Q 3.00
Ingreso por Venta				Q 28,500.00

E. Organización de los productores

La estrategia de los agricultores de arveja china está orientada hacia la exportación, su mayor interés está en producir más, la arveja se vende como un producto fresco. Existen plantas empacadoras que preparan el producto para exportación, siendo centro de acopio natural, que reúne productores, intermediarios y exportadores. Una característica interesante de este sector es que trabajan bajo un esquema de integración, formando una asociación de arvejeros, ASOARVEX (4).

El cultivo de arveja lo producen pequeños agricultores del altiplano central, principalmente en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y una menor parte de la producción en algunos municipios de Quiché, Sololá, Quetzaltenango y Baja Verapaz. La Asociación de Productores y Exportadores de Arveja y otros vegetales (ASOARVEX), se encuentran organizados para dar solución a problemas en la cadena, mejorar la producción y comercialización de la arveja en Guatemala (3).

Sin embargo, existe organización en cuanto a la logística de transporte, comercialización y compra de insumos desde/hacia las zonas productoras y los principales mercados. Aquí empieza el papel de los intermediarios que compran y luego llevan a vender el producto a las empacadoras, donde la empacadora rechaza mucho producto debido al mal manejo de la producción, daños por insectos y otros, esto influye en que el precio por libra sea bajo (4).

F. Canales de comercialización

Cuando Guatemala exporta a Norteamérica, puede esperar que sus productos sigan un canal de distribución similar al que se muestra en la Figura 1 (6).

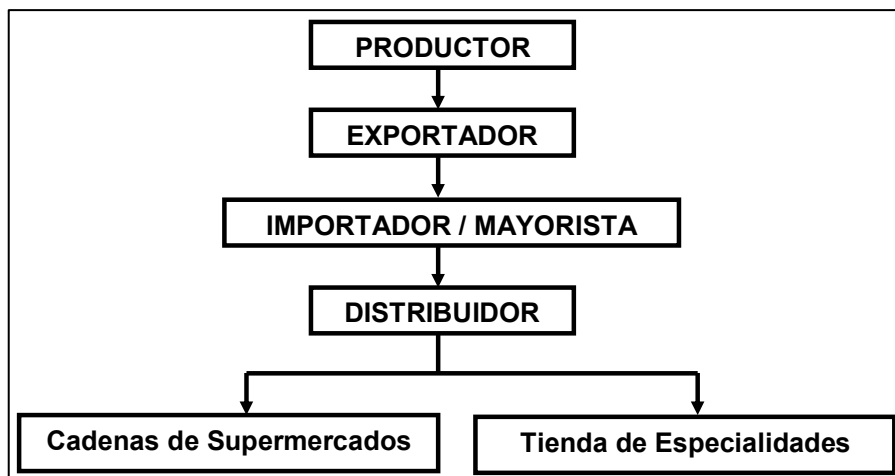


Figura 1. Canal principal de comercialización de arveja china en Guatemala.

a. Mayoristas

Los mayoristas son utilizados para importar y exportar productos, son agentes negociadores no tienen posesión física de ningún producto, pero hacen todos los arreglos

necesarios para la negociación, embarque, inspecciones, para el importador. Por sus servicios ellos reciben un porcentaje del precio pagado por el importador. Los exportadores actúan como agentes para los productores. Ellos pueden actuar como agentes para un producto en particular. Por una comisión, el agente negociador vendedor buscará compradores potenciales y hará todos los arreglos para el envío del producto (1).

b. Importador

El importador es la persona encargada de recibir los embarques, chequear el producto y arreglar la distribución en las tiendas que venden al detalle.

Las funciones de un agente negociador y un importador pueden combinarse, si el importador no decide utilizar a un agente negociador, prefiriendo hacer sus propios arreglos para la compra y envío de un embarque. De la misma forma un importador puede proveer a otras tiendas (1).

c. Distribuidores / cadenas de tienda

Las cadenas de tiendas compran directamente de exportadores extranjeros el producto. Los abastecimientos deben estar clasificados, estandarizados y los embarques programados (1).

d. Tiendas de especialidades y restaurantes

Las tiendas de especialidades que manejan cierto rango de productos alimenticios, también venden grandes volúmenes de arveja en Norteamérica.

Los restaurantes son un gran mercado para la distribución, principalmente la comida oriental, utilizan en grandes cantidades arveja china; así como los restaurantes con bar de ensaladas, quienes finalmente las disponen en diversos platillos al consumidor final tal como se muestra en la Figura 2 (1).

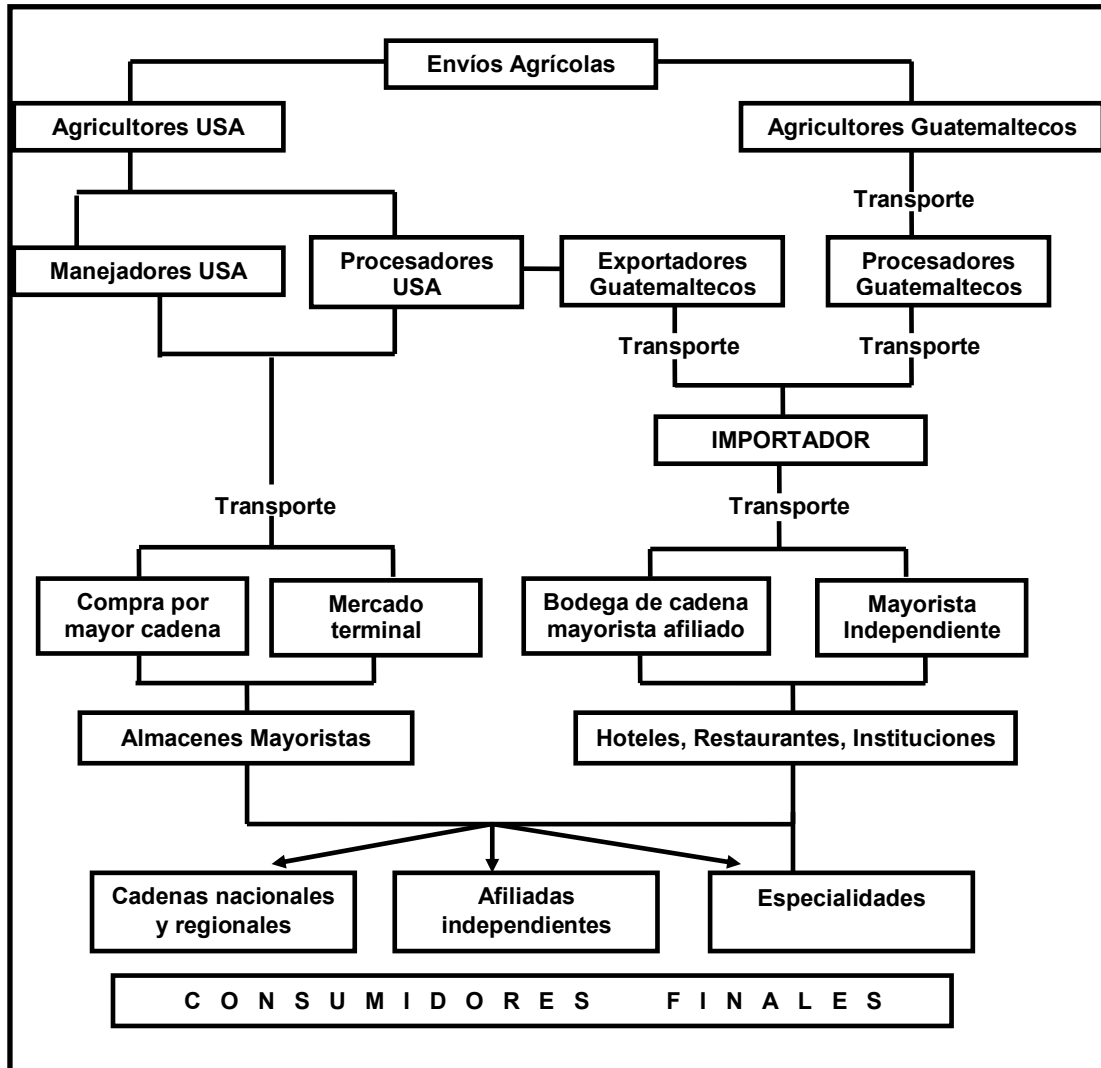


Figura 2. Sistema de distribución de verduras en Estados Unidos de Norteamérica.

1.5.2 Estructura de la demanda de arveja china en el mercado mundial

A. Estados Unidos de Norteamérica

Este país es un importante productor y consumidor de arveja china en el mundo. La demanda de arveja china ha crecido considerablemente desde 1986. Las importaciones representan casi la mitad del consumo global que abastece el mercado durante la mayor parte del tiempo entre octubre y abril (1).

La producción doméstica principalmente localizada en California y con su mayor nivel de oferta entre mayo y septiembre, se está incrementando casi al mismo ritmo de las importaciones. Pero el creciente desplazamiento hacia productos naturales (tales como vegetales), y la creciente popularidad de la arveja china, induce a prever una futura expansión del mercado. Su producción promedio entre 1995 y 1999 abasteció aproximadamente el 39% de la demanda interna, siendo California el Estado líder en producción doméstica durante todo el año. Otros importantes estados productores son California, Texas y Virginia. Mientras que en el pasado el consumo estuvo limitado principalmente a la comunidad china (en Nueva York cerca del 80% de la arveja china era comprada en china town), el consumo ahora es creciente en restaurantes, bares de ensaladas, tiendas de abarrotes, supermercados que proveen el producto en diferentes presentaciones, congelados, frescos y los pre-cocidos (1).

Guatemala es el principal proveedor externo de Estados Unidos, seguido por México que mantiene también sus exportaciones a lo largo del año, cuyos montos representan alrededor de la mitad del volumen importado desde Guatemala. Estados Unidos también importa este producto de Canadá, Holanda y Perú principalmente. Los principales segmentos de mercado para la arveja china en Estados Unidos son los grupos étnicos asiáticos y los consumidores que buscan productos saludables, en parte debido a que este vegetal es un ingrediente común en ese estilo de cocina.

Según los importadores, la volatilidad de precios en Estados Unidos es muy alta. El precio de una caja de 10 libras puede variar entre US\$ 4 hasta US\$ 10. En los meses de primavera y especialmente verano durante la cosecha en California, los precios de importación caen y los rangos dependen de la calidad y volúmenes de la cosecha doméstica. En contraste, durante los meses de verano la oferta interna decrece y los precios de importación tienden al alza. En el ámbito de ventas a consumidor final del producto en fresco, estos prefieren comprar las arvejas chinas a granel debido a que el calor generado por el papel celofán afecta negativamente la calidad. La variedad sugar snap y la vainita francesa son las que han tomado el liderazgo en el mercado de arvejas en Estados Unidos (1).

B. Canadá

Los importadores canadienses, se muestran más optimistas respecto al futuro de la demanda de arveja china en ese país. Sin embargo, al igual que los importadores en Estados Unidos, confiesan su preocupación por la volatilidad de precios; la caja de 10 kg en Canadá puede llegar a costar desde 5 a 36 euros. Uno de los importadores entrevistados estima que el mercado de consumo de arveja china en Canadá es de mayor volumen que el de Estados Unidos y que existe potencial de crecimiento aunque este sea lento. Uno de los factores en que se basa este optimismo es que el consumo del vegetal es más generalizado que en Estados Unidos, aunque los segmentos de mercado étnicos son también importantes. Al igual que Estados Unidos, los principales proveedores canadienses son Guatemala y México, además de California. Este mercado prefiere el producto centroamericano puesto que percibe que las condiciones climáticas producen arvejas más verdes y con mejor apariencia. El representante de una de las principales empresas canadienses importadoras de este vegetal, “Samson Produce” atribuye esta preferencia a que las arvejas en América Central se cosechan en menor estado de madurez y son más suaves que las producidas en California, donde se cosechan en una etapa de madurez más avanzada para obtener mayor rendimiento en peso por hectárea (6).

C. Europa

El mercado de arveja china o “mange-tout” como se la conoce en el continente, alcanzó ya su tapa de madurez, convirtiéndose en un “commodity”. No obstante, en Holanda todavía se considera una especialidad, con atractivo limitado, que se vende a rangos de precios altos a nivel de consumidor final. En Europa este vegetal es ampliamente conocido, a pesar de que su consumo es considerablemente mayor en el segmento de mercado étnico (asiático) y en restaurantes. La mayoría de importadores entrevistados por International Horticulture, especialmente en Inglaterra, pronosticaron que la arveja china tiene un potencial limitado de crecimiento e inclusive contemplan la posibilidad de que su demanda se vea reducida. Se atribuye esta pérdida de popularidad a la variada oferta de vegetales en el mercado. Sin embargo, importadores franceses prevén

que la demanda se incrementa como resultado de campañas promocionales en segmentos de mercado étnicos y a nivel de restaurantes.

A diferencia de Estados Unidos y Canadá, el consumidor final en Europa no percibe efectos drásticos de la volatilidad de precios, puesto que los canales de distribución mantienen los precios estables dentro de una banda. Así, son los mayoristas los que se perjudican o benefician de los cambios en precios. El consumidor europeo percibe como importante valor agregado el proceso de corte de las puntas de la arveja china, partes que no se consumen, mientras que el consumidor asiático o norteamericano percibiría este como un producto incompleto.

El mercado inglés se caracteriza por la demanda de estándares específicos, tales como arvejas chinas sin puntas empacadas en bolsas de celofán, proceso que se debe llevar a cabo en el mismo lugar de producción evitando así problemas de manejo sin protección. Adicionalmente, el producto debe ser totalmente libre de pesticidas y su producción no puede incluir mano de obra infantil. Los principales importadores europeos son: Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Holanda, Suecia y Suiza. Los principales proveedores de los mercados europeos son Zimbabwe, Kenya, Guatemala y Zambia, que colocan su producto en estos mercados a lo largo del año. Los importadores europeos prefieren la arveja china proveniente de estos países puesto que perciben una mejor calidad que se debe principalmente a factores climáticos. Los volúmenes de exportación desde Guatemala a Europa dependen de la demanda en Estados Unidos, mercado prioritario para Guatemala (6).

D. Crecimiento de la competencia

Guatemala no cuenta con una competencia significativa de otro país. En 1987 República Dominicana ostentaba el liderazgo de exportaciones de arveja china, pero Estados Unidos lo sancionó con diez años de prohibición de importación debido al uso excesivo de plaguicidas no permitidos, quedando Guatemala como único exportador potencial de arveja (2).

La participación de México en el mercado en términos cuantitativos está disminuyendo después de su mayor nivel en 1987. Esto se le atribuye en buena parte al crecimiento constante de las importaciones provenientes de Guatemala, la que a su vez ha sido afectada por la entrada de Tailandia en el mercado que hizo su aparición en 1989 con 1,132 toneladas de producto. Taiwán mantiene una pequeña pero constante participación en el mercado con entregas de producto de alta calidad y alto precio a segmentos especiales, incluyendo restaurantes chinos. Entre los abastecedores más pequeños están Perú y Honduras. En África, especialmente Zimbabwe, es el principal proveedor de arveja china para Europa. Países de Asia y la India tienen una ventaja comparativa para el continente Europeo, respecto a la arveja proveniente de Guatemala, ya que ofrecen precios más bajos debido al menor costo de flete o transporte (2).

E. Formas de la demanda del producto

Existen dos maneras en las que se puede comercializar la arveja, esto dependerá del mercado a exportar (1).

a. Producto fresco

En los últimos años los vegetales frescos han tenido un gran auge en los Estados Unidos y es aquí donde radica la gran importancia de la comercialización de la arveja en esta forma. Su proceso consiste en clasificar, enfriar y empacar en cajas de 5-10 libras a granel o en bandejas. El método de transporte se realiza por vía aérea, cuando la arveja esta a un precio elevado; por su costo de transporte. El otro método es por vía marítima, es el más utilizado por el precio y los volúmenes que se exportan (1).

b. Producto congelado

La arveja congelada se exporta principalmente a Europa, ya que su rendimiento y su duración es mayor. Uno de los factores para exportarla congelada radica en la distancia y el sistema de distribución que utilizan en Europa, ya que de Holanda e Inglaterra distribuyen al resto de Europa. Por lo general se exportan en cajas de 5 libras (1).

F. Restricciones a la demanda

Al analizar el proceso de comercialización y las etapas que este lleva en su planeación, organización y elaboración se tornan deficientes por su inadecuado manejo, falta de conocimientos e incapacidad de planear, desarrollar y administrar un proceso eficiente en su comercialización. Esto influye directamente en las exportaciones ya que en el transcurso de los últimos diez años, Guatemala ha estado en Detención Automática “Import Alert” esto se da cuando la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) en estados Unidos detecta residuos de plaguicidas no permitidos en cultivos alimenticios, representando un alto riesgo de salud para los consumidores. El contenedor completo es rechazado provocando pérdidas incalculables a los exportadores. En ese sentido es importante considerar los procesos que utilizan los exportadores para comercializar la arveja china, las deficiencias que se encuentran en el mismo y soluciones para mejorar los procesos de comercializar la arveja, sirviendo de base para muchos productos agrícolas de exportación (1).

1.5.3 Estructura de las exportaciones

En términos de su ubicación en el contexto del mercado internacional, la Arveja China es considerada como un producto de exportación, ya que de acuerdo a información proporcionada por el Banco de Guatemala, se estima que Guatemala exporta alrededor de 20,000 TM que equivale más o menos al 85% de su producción nacional. En lo que respecta al comportamiento histórico de las exportaciones guatemaltecas, se observa una Tasa de Crecimiento de más o menos un 11 %, este dato podría indicar que existe una estrategia para ampliar la presencia en los mercados internacionales, principalmente en los Estados Unidos; sin embargo, este comportamiento no es congruente con el comportamiento de la producción interna, ya que esta última no alcanza niveles de crecimiento superiores al 0.03%. En lo que se refieren al destino de las exportaciones, estas, evidencian que Estados Unidos es el principal mercado para este producto, ya que absorbe casi el 80% de las mismas, mientras que Inglaterra se convierte en su segundo mercado por el orden de importancia ya que este país absorbe el 10% del total de las exportaciones guatemaltecas como se observa en el Cuadro 5 (9).

Cuadro 5. Exportaciones de arveja china de Guatemala durante el período 1997 a 2006.

País Destino	AÑO									
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
USA	17,804.78	12,948.54	9,118.34	1,132.05	11,495.78	8,943.80	17,078.50	21,795.55	21,801.55	17,619.71
Reino Unido	1,022.44	1,674.77	1,060.89	5,967.58	1,539.39	2,684.00	3,122.31	1,867.98	1,864.23	1,625.84
España	**	**	**	387.34	**	**	**	**	**	0.55
Países Bajos	183.28	288.06	569.05	0.13	572.62	569.26	614.49	830.76	977.78	826.62
Canadá	26.26	**	153.01	511.56	1,083.52	1,075.07	966.16	920.40	101.98	6.92
Otros	315.67	287.37	383.03	17,518.34	536.43	571.86	596.70	748.98	416.73	393.88
Total	19,352.43	15,198.74	11,284.32	25,517.00	15,227.74	13,843.99	22,378.16	26,163.67	25,162.27	20,473.52

** No se cuenta con el registro

1.5.4 Análisis de desempeño

A. Satisfacción de los consumidores

De acuerdo a lo expresado por importadores, mayoristas, representantes de la industria de restaurantes y de cadenas de supermercados de Estados Unidos y Canadá, la arveja china y dulce proveniente de Guatemala ofrece una buena relación calidad-precio, lo que ha favorecido el incremento progresivo de las ventas. De acuerdo a las mismas fuentes, aproximadamente el 78 % del producto importado de Guatemala es consumido por la industria de restaurantes, cuyos requerimientos en términos de volumen van en constante aumento. Una característica importante de este mercado es que por lo general los consumidores finales no están al tanto del origen de los ingredientes de los menús. En consecuencia, las empresas que abastecen a esta industria no discriminan con base en el país de origen, mientras el producto reúna condiciones mínimas de calidad. En el caso de la industria de los supermercados en Norteamérica, que manejan el otro 22 %, debido a que la arveja se vende a granel, y los consumidores raramente identifican el país de origen del producto, sí son más sensibles a atributos de calidad. A este respecto, luego de visitas a varias cadenas de supermercados en la costa este de Estados Unidos fue posible identificar lotes de arveja china proveniente de Guatemala deshidratada, con cáliz marchito y manchas causadas por organismos patógenos, que generalmente se vende a precios de promoción (1).

Por otra parte, en el mercado europeo, participantes en la cadena de distribución estiman que el 60 % de la arveja china y dulce proveniente de Guatemala se distribuye a través de restaurantes, mientras que el restante 40 % se distribuye a través del sector minorista. Si bien los consumidores en la industria de restaurantes no están en posición de identificar el país de origen del producto, en contraposición al caso de Estados Unidos y Canadá, los chefs europeos sí identifican, y asocian calidad y marca, por lo que expresan una tendencia definida al consumo de las marcas que por sus atributos de calidad ofrecen mayores ventajas. Lo mismo sucede en el caso de los consumidores de las cadenas de supermercados, en virtud que la arveja china y dulce es distribuida principalmente en bandejas pre-empacadas que por ley deben identificar el país de origen, favoreciendo el desarrollo de preferencias entre consumidores. Contrario al caso del mercado norteamericano, la arveja china y dulce proveniente de Guatemala y distribuida por el sector minorista en Europa presenta características excepcionales de calidad, en términos de turgencia, color y apariencia general, lo que permite que se comercialice a precios comparables con las mejores marcas provenientes de África. De lo anterior, se puede concluir en que debido a las características propias de los canales y condiciones de distribución, los consumidores norteamericanos son relativamente menos sensibles a atributos de calidad (1).

En respuesta, la mayoría de las empresas exportadoras guatemaltecas han reducido la intensidad de los mecanismos y estándares de control de calidad a niveles que permiten el cumplimiento con las normas mínimas, obviando el potencial existente para capitalizar en la creación de marcas y diferenciación de productos, actividad que por sí misma ofrece la posibilidad de desarrollar demanda sostenida en el largo plazo, como se ha logrado con éxito en el mercado europeo (1).

En el campo de la inocuidad de alimentos, debido a que las características como contaminación por patógenos y residuos de pesticidas son atributos no observables a simple vista, y sumado a que el consumo per capita de arveja china y dulce es sumamente bajo como para provocar efectos adversos (debido a la presencia de pesticidas), generalmente estos riesgos pasan inadvertidos para los consumidores. Sin embargo

organizaciones de defensa de los consumidores y asociaciones ambientalistas en Estados Unidos han seguido de cerca el tema de los residuos de pesticidas en arveja china y están ejerciendo presión sobre la Administración de Medicinas y Alimentos (FDA), al grado que ha habido audiencias involucrando a la Oficina General de Cuentas (GAO). Estas iniciativas persiguen el incremento de la intensidad de monitoreo de residuos de pesticidas en los puertos de entrada, lo que de suceder amenazaría con un eventual cierre temporal del mercado (1).

En ese sentido queda a cuenta de Guatemala, determinar cuáles son los principales problemas en plagas y enfermedades, a fin proponer mecanismos de control que sean ambientalmente compatibles con las exigencias del mercado externo (1).

B. Competitividad

Según estadísticas de ventas de arveja, la industria guatemalteca de este producto ha logrado competir con efectividad en los mercados internacionales, dominando una porción significativa de los mercados norteamericano y europeo. En los Estados Unidos y Canadá, Guatemala posee el 62 % del mercado, mientras que en los países europeos con mayor demanda (Holanda e Inglaterra) ha logrado capturar el 36% del mercado, compitiendo en este último con países como Gambia, Kenya, Sudáfrica, Zambia y Zimbabwe. No obstante la eficacia de la industria para penetrar y mantenerse en el mercado descansa sobre la base de “factores heredados”, como complementariedad estacional, abundancia de mano de obra de bajo costo, cercanía a mercados y ventajas agro climáticas; restando importancia a factores creados, como productividad, desarrollo de marcas y mejoramiento de imagen, aprovechamiento de eficiencias derivadas de estrecha coordinación vertical y horizontal, calidad, inocuidad y otros mecanismos de diferenciación de productos. Estos conceptos adquieren relevancia en momentos en los que los consumidores demuestran mayor interés en aspectos relacionados con el impacto social y ambiental de sus hábitos alimenticios, evidente en el crecimiento de la demanda productos que ofrecen atributos como a) garantía de comercio justo, b) impacto ambiental del proceso productivo y c) participación de niños en las distintas fases de producción, entre otros. Lo anterior, lejos de indicar un enfoque estratégico equivocado o incongruente,

busca demostrar la existencia de nichos de mercado enteramente aprovechables por los exportadores guatemaltecos, mediante la implementación de enfoques innovadores que permitan no solo mantener, sino incrementar sustancialmente la penetración de mercados cada vez más selectivos (1).

En este contexto, la política comercial de Guatemala a partir de la liberalización comercial del inicio de los años noventa ha dado como resultado una reducción sustancial de los costos de transacción, facilitando a la vez el establecimiento de negociaciones internacionales y el flujo de productos hacia el exterior. En este campo, algunos de los factores que han favorecido de manera directa las exportaciones de arveja china han sido la creación de ASOARVEX, fruto del esfuerzo conjunto entre los sectores público y privado; la flexibilización de los trámites de exportación, la liberalización del mercado de las telecomunicaciones y las negociaciones internacionales de comercio en apoyo a los sistemas generalizados de preferencias de Estados Unidos y la Unión Europea. No obstante, de acuerdo a representantes del sector agro-exportador, la sobre-valoración del tipo de cambio e inconsistencias en la política fiscal –relativas a demoras excesivas en devolución del crédito fiscal- son aún limitantes de relevancia para la expansión del comercio exterior (1).

C. Productividad

Para analizar el subsector productor y exportador de arveja china, es preciso dividir el proceso en dos niveles fundamentales: a) fase de producción agrícola y b) fase de exportación. En lo que se refiere a productividad, ésta descansa básicamente en la producción a nivel de micro-finca, permitiendo la adopción de modelos de producción intensiva, que dan como resultado rendimientos por unidad de área sustancialmente superiores a los alcanzados en grandes extensiones. Otros factores de relevancia en este contexto son la disponibilidad de agroinsumos y particularmente la experiencia –empírica- adquirida por la mayor parte de productores, para quienes la producción de arveja china constituye parte inherente de su tradición y cultura. En la fase de mercadeo, el alto grado de especialización de intermediarios y empresas exportadoras ha permitido a la industria alcanzar altos niveles de eficiencia, en la mayor parte de los casos con inversiones fijas de

monto reducido, dando como resultado costos promedio (de proceso pre-embarque) competitivos, en comparación con otros países (1).

1.5.5 Análisis de la demanda

A. Reducida coordinación a lo largo de la cadena de producción - distribución

La existencia y prevalencia de un alto grado de riesgo moral y selección adversa por parte de firmas importadoras en Estados Unidos ha limitado la posibilidad para el establecimiento de relaciones comerciales de largo plazo y alianzas estratégicas con empresas exportadoras guatemaltecas. Por lo que la corta vida de las relaciones comerciales promueve un círculo vicioso de ausencia de incentivos para el incremento de la coordinación, que de otra manera pudiera resultar en el perfeccionamiento de la cadena productiva, mediante la implementación de estrategias comerciales de largo plazo. Lo anterior ha provocado la fragmentación de la cadena, fomentando la percepción generalizada que la responsabilidad del exportador termina con la admisión del producto al mercado de destino, limitando las probabilidades para la introducción de mejoras en calidad y empaque, que permitan a la vez incrementar la competitividad del producto guatemalteco. Como consecuencia de ello, la mayor parte de firmas importadoras importan y distribuyen arveja china como un producto genérico, combinando lotes de diferentes embarcadores y países, limitando las oportunidades de diferenciación (1).

En el caso específico de la arveja china, la presión de grupos ambientalistas y representantes de grupos de consumidores sobre la Oficina General de Cuentas de los Estados Unidos (GAO, por sus siglas en inglés) y la Agencia para el Control de Alimentos y Medicinas (FDA) está aumentando rápidamente, sobre la base de falta de control sobre el contenido de residuos de pesticidas. Independientemente de las pérdidas provocadas por el incumplimiento con las normas existentes, la amenaza de mayores controles es inminente, incrementando el riesgo de un eventual cierre de puertas al mercado norteamericano. Esta constituye sin duda alguna la variable de mayor importancia para la sostenibilidad y el crecimiento de la industria guatemalteca de la arveja china, por lo que cualquier iniciativa tendente al fortalecimiento del subsector debe fundamentarse en estrategias que permitan no solo el cumplimiento con las normas de inocuidad, sino la

capitalización efectiva de los beneficios comerciales derivados de la diferenciación de productos. Mientras en los Estados Unidos las agencias federales y estatales diseñan, implementan y auditan las regulaciones en estos campos, las autoridades europeas han transferido esta potestad a la industria agroalimentaria, bajo el concepto de “due diligence”. En este marco, las empresas importadoras y distribuidoras de alimentos adquieren responsabilidad total en términos de inocuidad. Lo anterior dio origen al establecimiento de estándares privados diseñados y auditados por las firmas importadoras, sin embargo a partir de enero 2003, estas normas fueron unificadas y administradas bajo EUREP-GAP. En virtud de lo anterior, el acceso al mercado europeo está condicionado al cumplimiento de esta normativa, que integra fundamentalmente estándares de proceso que serán auditados en el país exportador. La entrada en vigencia Eurep-Gap y los inminentes cambios en la normatividad norteamericana constituyen un desafío para el sector agro exportador en corto plazo, por lo que se impone la necesidad de coordinar esfuerzos tanto dentro del subsector como con organismos gubernamentales que permitan internalizar estas disposiciones mediante la incorporación de un componente de capacitación y auto-control, aprovechando los mecanismos e instituciones existentes, como PIPAA y la Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura (1).

B. Incremento sustancial de la demanda de vegetales orgánicos

Junto con la evolución de la normativa de inocuidad, existe una creciente preocupación de los consumidores por adquirir alimentos saludables, lo que resulta en una amplia gama de oportunidades para la introducción de vegetales orgánicos, con beneficios múltiples, entre los que vale destacar: a) cumplimiento implícito de las normas de inocuidad, b) acceso a un nicho de mercado creciente, y c) precios de mercado superiores y más estables. Evidencia estadística muestra que la tasa de crecimiento de la demanda de vegetales orgánicos excede el 20 % y el 85 % anual en Estados Unidos y Europa, respectivamente, destacando el crecimiento de un nicho de mercado en el cual Guatemala tiene ventajas comparativas (1).

Pese a la inconveniencia desde el punto de vista comercial y a la imposibilidad técnica de convertir toda la producción de arveja china a orgánica, es imperativo identificar

y priorizar –con el apoyo de sistemas de información geográfica- que por sus condiciones climáticas presenten menor incidencia de plagas y enfermedades, logrando de esta manera acceder a mercados más rentables, en congruencia con las nuevas tendencias de consumo. En este aspecto, la coordinación con agencias gubernamentales reviste de particular importancia, especialmente considerando la capacidad técnica del Ministerio de Agricultura en este campo (1).

C. Crecimiento de la industria de alimentos preparados

El incremento en la proporción de comidas consumidas fuera del hogar va en continuo incremento en los mercados norteamericano y europeo, al grado que en el 2000, el 57 % de norteamericanos y 38 % de europeos consumieron al menos una comida al día en establecimientos públicos, observando un crecimiento del 63 y 73 % respecto a años anteriores (1).

Este fenómeno abre la puerta a una gama de oportunidades para el establecimiento de alianzas estratégicas con el sector abastecedor de la industria de restaurantes (foodservice) que no sólo permitiría la creación de demanda sostenida a lo largo del año, sino mayor estabilidad en los precios de venta. Sin embargo, el acceso a este mercado está significativamente condicionado a un mayor grado de coordinación a lo largo de la cadena productiva, que permita el abastecimiento constante en las cantidades y calidades requeridas, así como garantías en términos de inocuidad (1).

Sobre esta base y considerando las particularidades del patrón de producción de arveja china, en términos del grado de atomización de la producción, la capacidad instalada para el manejo post-cosecha y el capital de las empresas exportadoras, el establecimiento de negociaciones comerciales a este nivel tiene como condición la formación de alianzas primarias entre firmas exportadoras, que permitan el establecimiento de economías de escala en la producción, procesamiento y comercialización, reduciendo los costos de transacción e incrementando la posibilidad para alcanzar volúmenes críticos de producto que sean atractivos a las firmas compradoras. En el mismo contexto, iniciativas de este tipo deben integrar mecanismos

confiables de aseguramiento de calidad e inocuidad, así como un mecanismo eficaz de apoyo a la comercialización en el puerto de entrada, garantizando el flujo constante de embarques (1).

1.5.6 Análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la cadena de la arveja china

En el Cuadro 6 se presenta un análisis de las fortalezas, amenazas y debilidades de la cadena de la arveja china.

Cuadro 6. Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la arveja china

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Complementariedad estacional	Establecimiento de redes de producción (generando capital social apoyando actividades de desarrollo comunitario)
Cercanía de mercados	Diferenciación con base en atributos de calidad e inocuidad
Capacidad empresarial	Desarrollo de marcas
Capacidad tecnológica	Producción orgánica
Disponibilidad de mano de obra calificada y no calificada	Pre-empacados
Disponibilidad de insumos para la producción en cantidades y calidades requeridas	Alianzas con la industria de food service
Infraestructura de exportación	Distribución conjunta
DEBILIDADES	AMENAZAS
Reducida sostenibilidad de la estrategia para el manejo de regulaciones de inocuidad	internacional de calidad e inocuidad de alimentos
Poca coordinación dentro de la cadena productiva	Oligopolio en el transporte aéreo y marítimo (tarifas no competitivas)
Estrategia de abastecimiento incongruente con sistemas de aseguramiento de calidad e inocuidad	Eurep-Gap
Poco énfasis en diferenciación de productos	
Métodos de descalcado y despunte de alto riesgo	
Reducido acceso a capital productivo	

Del cuadro anterior se puede inferir que el subsector guatemalteco de la arveja china ha sido capaz de incursionar en los mercados de Estado Unidos y Europa y de ampliar progresivamente su porción de mercado gracias a su capacidad para proveer

arveja china de calidad comparable a la de los países competidores, a bajo costo y en volúmenes sustancialmente superiores. El modelo minifundista de producción en la fase agrícola y las características agroclimáticas de las zonas de producción también han jugado un papel determinante en los niveles de productividad y rentabilidad, en comparación con otros países productores como Ecuador y Perú, en donde modelos de producción con altos requerimientos de capital han influenciado negativamente su competitividad. Otro factor que ha favorecido el crecimiento de la industria ha sido el grado de flexibilidad operativa y la disposición de los participantes en la cadena de producción para introducir innovaciones en respuesta a las corrientes de cambio (1).

Sin embargo las debilidades más sobresalientes de la cadena de la arveja china a nivel de producción en campo son la reducida sostenibilidad de la estrategia para el manejo de regulaciones de inocuidad, por lo que es necesario estar continuamente investigando en esta área a nuevos productos agroquímicos y por otro lado como amenaza seria se presenta los cambios acelerados en la normativa internacional de calidad e inocuidad en alimentos, de tal forma que productos para el manejo de plagas y enfermedades que siguen funcionando adecuadamente en el control de éstas, deben dejar de emplearse, por alguna nueva disposición de regulación ambiental y en ese sentido también conduce a la evaluación de nuevos productos, aunque la estrategia para el control de plagas y enfermedades sea eficiente (1, 4).

1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.6.1 Conclusiones

- A. Se realizó un estudio de la cadena de la arveja china en Guatemala, indicando los elementos importantes de la misma, las potencialidades y las deficiencias a nivel general y a nivel específico en el campo de acción del agrónomo.

- B. A través de presente diagnóstico se cuenta con información para que los actores de la cadena puedan disponer de un panorama amplio que los pueda de alguna manera guiar en la toma de decisiones a fin de fortalecer la organización de los agricultores, la producción y el mercadeo de la arveja china.

1.6.2 Recomendaciones

- A. Se recomienda estudiar a nivel de campo aquellos factores relacionados especialmente con la inocuidad de las vainas frescas de la arveja china y que limiten su productividad a fin de poder satisfacer las exigencias del mercado externo.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPRONT (Asociación Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales, GT). 2005. Estudio de oportunidad de negocios sobre arveja china. Guatemala. 40 p.
2. AGEXPRONT (Asociación Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales, GT). 2006. Comisión agraria, directorio de exportadores de productos no tradicionales. Guatemala. 58 p.
3. ASOARVEX (Asociación de Exportadores de Arveja China, GT). 2006. Situación actual del cultivo de arveja china *Pisum sativum*. Guatemala, MAGA. 45 p.
4. _____ 2007. Entrevistas a productores, técnicos, proveedores de insumos, empresa importadora, comerciantes exportadores, distribuidores mayoristas y detallistas, funcionarios de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Guatemala. s.p.
5. BANGUAT (Banco de Guatemala, Departamento de Estadísticas Económicas, GT). 2007. Estadísticas de exportación. 6 p.
6. Calderón Bran, LF; Dardón Ávila, DE. 2000. Manejo integrado del cultivo de arveja china. Guatemala, ICTA / MAGA / FAO. 22 p.
7. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2003. IV censo nacional agropecuario. Guatemala. 1 CD.
8. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología y Meteorología, GT). 2007. Datos climatológicos de la estación meteorológica 161101, La Suiza. 3 p.
9. MAGA-UIPE (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación: Unidad de Políticas e Información Estratégica, GT). 2006. La arveja china. *MAGActual* 3(23):16-23.



2.1 PRESENTACIÓN

El cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.) es producido en el país desde 1970. Actualmente Guatemala es el exportador número uno a nivel mundial, cuyo destino principal de las exportaciones es el mercado de los Estados Unidos de América, con 80% del volumen total y 17 % a la Unión Europea, el resto se comercializa al mercado canadiense; el volumen total exportado durante el año 2007 fue de 30,000 toneladas métricas (3).

El cultivo de arveja lo producen unos 50,000 pequeños agricultores del Altiplano Central, principalmente en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y una menor parte de la producción en algunos municipios de Quiché, Sololá, Quetzaltenango y Baja Verapaz. Según la AGEXPRONT este cultivo se encuentra entre las primeras cinco hortalizas de exportación en Guatemala (3).

Los agricultores han indicado que la semilla de arveja china presenta bajos índices de germinación, por lo que requieren mayor cantidad de semilla de arveja por área.

La semilla de arveja china es importada a Guatemala de los Estados Unidos de América siendo la zona de Idaho y de Oregon las principales productoras (3). La Asociación de Productores y Exportadores de Arveja y otros vegetales ASOARVEX (7) manifestó su interés de verificar la calidad de la semilla certificada presente en el mercado actual y que fue utilizada en la temporada 2006 – 2007 con productores asociados, por lo que a través del EPSA, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala fue realizada dicha investigación.

Con base a lo anterior se realizaron tres pruebas para análisis de sanidad en la semilla de arveja china. Los métodos utilizados en cada prueba fueron siembra en Agar, germinación en papel y germinación en arena, con el fin de analizar el porcentaje de germinación y que patógenos están asociados a la semilla de arveja china.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Importancia de la arveja china

La Arveja China (*Pisum sativum* L.) es una planta que se cultiva extensamente para aprovechar su semilla y vaina para consumo humano y como leguminosa verde para forraje de animales (8).

Es una legumbre muy aceptada en el ámbito internacional, lo que ha provocado la apertura constante de nuevos mercados, especialmente en los Estados Unidos, Canadá y Europa. En la actualidad es un cultivo de mucha importancia para Guatemala, aunque su consumo dentro de la población guatemalteca es escaso, su demanda a escala internacional la ha convertido en un cultivo de exportación, capaz de generar gran cantidad de divisas a los países productores (2).

Después de 30 años de cultivar arveja china, algunas estimaciones indican que en Guatemala en el año 2000 se cultivaron 4,550 hectáreas, proporcionando empleo a 32,000 personas. Para el año 2005, el área cultivada fue de 4,200 hectáreas con generación de empleo para 38,000 personas. El monto de las exportaciones en la actualidad está arriba de los 40 millones de libras abasteciendo el 70% del mercado norteamericano (2).

Por otro lado, también se benefician los proveedores de insumos, los trabajadores de plantas empacadoras o procesadoras, los transportistas, los exportadores, las telecomunicaciones, las agencias de carga, etc. (2).

Guatemala es uno de los principales exportadores de arveja china en el mundo juntamente con México, República Dominicana, Zimbawe, Zambia y Honduras (2).

Los principales competidores de Guatemala son California (EEUU), México, Perú (es producto uniforme aunque no es de muy buena calidad) y Costa Rica (2).

2.2.2 Características de la planta de arveja china

Es una planta de hábito trepador. Según la variedad, presenta alturas comprendidas entre 0.50 y 1.75 m o más. Las variedades que alcanzan un metro o menos se les llama de hábito determinado o enanas y las que sobrepasan el metro de altura se les llama de hábito indeterminado o gigantes (8).

Los tallos son monopódicos, herbáceos y huecos. Sus hojas pinnaticompuestas tienen filotaxia alterna, con uno, dos o tres pares de folíolos, con un zarcillo terminal (8).

Las flores son axilares, hermafroditas, de color blanco en la mayoría de variedades, pero existen de color lila. Son sencillas y nacen en pares sobre sus pedúnculos (8).

El fruto es una vaina de color verde y consistencia carnosa, que debe cosecharse antes que haya formado fibra; es catalogada de comprimida y plana con una longitud de 6 a 12 cm de largo. Las ramas no presentan constricciones. Las semillas pueden ser redondas, lisas o rugosas cuando ya están deshidratadas o secas (8).

La arveja china se reproduce sexualmente por medio de semilla que almacenadas bajo condiciones óptimas conservan su poder germinativo durante 2 ó 3 años (8).

Es una planta anual. Su ciclo vegetativo está determinado por la variedad y en menor grado por las condiciones ambientales (8).

2.2.3 Variedades de arveja china

En el Cuadro 7, se presentan las variedades de arveja china de empleo común en la agricultura, indicando la altura, longitud de vaina, número de vainas por nudo y días a la cosecha.

Cuadro 7. Variedades de arveja china (*Pisum sativum* L.)

Variedades	Altura de planta (m)	Longitud de vaina (cm)	Número de vainas por nudo	Días a cosecha	Observaciones
Oregon Sugar Pod	1.0 – 1.10	8- 10	2	70	Resistencia a Marchitez y tolerancia a virus.
Oregon Sugar Pod II	Indefinida	Indefinida	Indefinida	70	Resistencia y tolerancia a virus, <i>Erysiphe</i> sp. y <i>Fusarium</i> sp.
SP – 6	0.60-0.70	8-10		65-70	Resistencia mildiu polvoriento y virus del enrollamiento.
SP – 18	0.60- 0.70	8-10		65-70	Resistencia a mildiu polvoriento y virus del enrollamiento.
Mamouth Meltin Sugar (gigante)	Indefinida	Indefinida	Indefinida	70-75	Altamente productiva, susceptible a <i>Fusarium</i> sp.

Fuente: Casseres (8)

2.2.4 Semilla

Cuando se trata de calidad de semillas se hace referencia a una serie de atributos o propiedades de las mismas, que informan sobre el valor que tiene el lote para utilizarlo como simiente. Entre estos se menciona la pureza genética, la pureza físico botánica, viabilidad, germinación, nivel de daños mecánicos que presentan las semillas, daños fisiológicos, daños por picaduras de chinches, etc. Existe también otro atributo que define la calidad de las semillas, el estado sanitario del lote, que es muy importante ya que informa sobre los organismos patógenos portados por las semillas y la magnitud de la infección o infestación. Generalmente los hongos patógenos que colonizan las semillas no son visibles a simple vista y se deben conducir diferentes ensayos de laboratorio denominados Análisis Sanitarios (18).

La semilla es un insumo biológico sujeto a una serie de factores que pueden afectarla. Antes de la cosecha, patógenos que invaden y colonizan la semilla pueden

causar disminución del rendimiento y de la calidad. Entre los que se asocian a las semillas, los hongos es el grupo mayor, seguido por bacterias, los virus y en menor proporción los nematodos (13).

2.2.5 Certificación de semillas agrícolas

La certificación de semillas tiene como objetivo asegurar su identidad y pureza varietal, asimismo la pureza física, facultad germinativa y calidad sanitaria. Esto, con la finalidad de fomentar el uso de semillas de calidad, de variedades mejoradas, contribuyendo así al aumento de la productividad y sustentabilidad de los cultivos, como también a facilitar el comercio interno y externo de las semillas (13).

2.2.6 Sanidad de las semillas

La sanidad de las semillas se refiere principalmente a la presencia o ausencia de enfermedades causadas por microorganismos como hongos, bacterias, virus, nematodos e insectos (18).

Las enfermedades de la semilla están relacionadas con la producción de alimentos de varias maneras. La semilla es el principal insumo para la producción de cultivos, cuando la semilla se utiliza en la siembra los patógenos transmitidos por ésta pueden causar enfermedades o la muerte de las plantas, lo cual provoca pérdidas en los cultivos y la producción de alimentos (13).

Decoloraciones de semillas pueden limitar la aceptación de lotes, reducir el grado y disminuir los precios pagados a los productores. Semillas infectadas pueden actuar como medio de supervivencia, como fuente de inóculo capaz de infectar al nuevo cultivo cuando es sembrado e incluso, introducir patógenos en áreas donde no existían. La falta de síntomas no significa que se encuentren libres de patógenos y más de uno puede infectar la misma semilla mostrando variedad de ellos. A su vez, hongos que producen pudriciones de raíces, como *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Macrophomina phaseolina*, pueden infectar semillas, cuando las vainas tocan el suelo.

Algunos pueden causar serias pérdidas de rendimiento sobre otros cultivos, pero poco se conoce acerca de estas interrelaciones (18).

2.2.7 Determinación de patógenos asociados a la semilla

Las pruebas de sanidad de semillas tienen como fundamento conocer aquellos patógenos asociados a estas estructuras, que directa o indirectamente evidenciados, permitan al analista que su identificación sea rápida y segura. Para que una prueba sea recomendada es necesario que los resultados sean reproducibles dentro de límites estadísticos y que produzcan informaciones seguras con relación al desempeño de las semillas en el campo o términos de inspección cuarentenaria (10).

2.2.8 Métodos en el análisis de sanidad de la semilla

El muestreo de semillas para pruebas de sanidad, de modo general sigue las mismas reglas establecidas por la Asociación Internacional de Prueba de Semillas (10).

El tamaño de la muestra tratándose de una prueba de sanidad es un aspecto que exige un tratamiento más profundo. El número de semillas a ser examinado depende fundamentalmente del tipo epidemiológico del patógeno y la finalidad de la prueba. En este sentido, es necesaria la disponibilidad de información sobre correlaciones entre niveles del patógeno en las semillas y en su actuación en el campo en términos de daños, diseminación y sobrevivencia. Para patógenos de los grupos de los virus y bacterias el número de semillas utilizadas es normalmente mayor (10).

De manera general, en métodos de incubación son examinadas 400 semillas por lote, tomadas aleatoriamente de la porción de semillas puras. Sin embargo, en estos tipos de pruebas es extremadamente recomendable el examen de la fracción impura, separada en la prueba de pureza, que está compuesta por fragmentos vegetales, pedazos de semillas, semillas de plantas invasoras, escleródios, cistos de nemátodos, semillas de otras variedades, etc. Vale la pena recordar que todo ese material, siendo parte componente del lote que por consiguiente será llevado al campo para la siembra, constituye un riesgo potencial en términos de introducción de muchos patógenos. En

trabajos de levantamiento o para decidir sobre la conveniencia o tipo de tratamiento, es admisible el examen de 200 semillas (10).

A. Incubación en medio de PDA

El fundamento de la incubación de semillas en medio de agar enriquecido consiste en el estímulo a la formación de colonias típicas por parte de los hongos a partir de semillas. Es un método más exigente en términos de asepsia, una vez que la preparación y la manipulación indebida de medios microbiológicos como el extracto de papa, dextrosa y agar y extracto de malta y agar, que son apropiados para el cultivo de una gran cantidad de hongos, pueden comprometer la validez de la prueba por la interferencia de contaminantes indeseables. En este método las semillas son sometidas al pre-tratamiento con hipoclorito de sodio a una concentración de 1 -2% por un período de hasta 10 minutos. Las condiciones y el periodo de incubación son los mismos descritos para la incubación en papel. En el caso de este método casi siempre es necesaria también la ayuda del microscopio estereoscópico o compuesto. Para la inhibición del proceso de germinación de semillas en medio del agar se utilizan en algunos casos la sal de 2,4 – D (diclorofenoxiacetato); el uso de congelamiento en este método no es recomendable. El hecho de que se incuben semillas previamente tratados en hipoclorito de sodio hace que los resultados de este método sean un indicio de la asociación más íntima de los patógenos con las semillas.

En ambos métodos de incubación, agar y papel, el aislamiento de los hongos es necesario para confirmaciones posteriores de identificación (10).

B. Lavado de semilla y filtrado del agua de lavado

Esta prueba revela la presencia de esporas de carbones (*Tilletia indica*, *Tilletia controversa*, plagas cuarentenarias, carbones (*Urocystis agropyri*, *U. occulta* var *tritici*, *Ustilago avenae*, *U. hordeij*, *U. nuda*, *U. tritici*, *U. maydis*), esclerocios (*Claviceps purpurea*), oosporas (*Peronosclerospora* y *Sclerophthora* spp.), nematodos (*Anguina tritici*, y *Heterodera zaeae*). Esta prueba toma desde unas cuantas horas hasta algunos días, dependiendo del tamaño de la muestra (13).

C. Siembra con sustrato papel

Se utiliza como sustrato papel de (65gr/m²), cortado previamente al tamaño adecuado para colocarlos dentro de cada compartimiento del recipiente de incubación. Sobre dos papeles húmedos a saturación (100% de su capacidad de retención de agua) se ubican placas de siembra y en cada perforación se coloca una semilla. Las semillas no se desinfectan ni se esterilizan superficialmente antes de la siembra en este método. Luego se cierra cuidadosamente la tapa del recipiente y se procede a sembrar de igual forma la otra cara, colocándolas en posición vertical en la cámara de incubación, a 30°C durante 4 días en oscuridad. Para evitar pérdidas de humedad del sistema se introduce dentro de una bolsa de polietileno. Las semillas quedan perfectamente ubicadas en cada perforación de la placa de siembra retenidas entre el sustrato de papel húmedo y la tapa del recipiente (10).

D. Siembra en agar

Se prepara un medio de cultivo en base agar-agar en una concentración de 5%. En cada compartimiento se colocan 30 cc de medio de cultivo líquido, inmediatamente se ubican las placas de siembra sobre el mismo y se cierra el recipiente. Luego de la solidificación del medio de cultivo (10 minutos aproximadamente) se procede a la siembra de las semillas en cada perforación de la placa. Posteriormente se cierra el recipiente, se da vuelta y se procede de igual manera con el otro lado. Una vez finalizada la siembra se coloca el recipiente dentro de una bolsa de polietileno y se ubica en posición vertical en la cámara de incubación a 30°C durante 4 días en oscuridad (10).

Durante el periodo de incubación se realizan observaciones diarias para registrar la producción y evolución de los micelios y colonias de hongos en su interior. Al finalizar el período de incubación, se retira el recipiente y se realiza el escaneo de ambas caras del recipiente para generar el archivo digital del análisis (20).

E. Cultivo en suelo

El cultivo de plantas en suelo sobre condiciones controladas por un cierto período permite de cierta forma estimar el nivel de riesgo real del uso de semillas portadoras de

patógenos en el campo. A través del tratamiento térmico diferenciado del suelo es posible evaluar el potencial máximo de transmisión de ciertos patógenos, así como verificar posibles efectos de organismos antagónicos que pueden interferir en la dinámica de transmisión de patógenos a partir de semillas. Las condiciones del cultivo son variables de acuerdo con el patógeno y la especie del hospedero, además deben predominar condiciones que favorezcan la actuación de los patógenos en la prueba. Generalmente son utilizadas bandejas multipots lo que permite el aislamiento de las semillas. Las condiciones de cultivo son variables de acuerdo con el patógeno y la especie del hospedero, por lo que deben predominar condiciones que favorezcan la actuación de los patógenos en la prueba. Para efectos de rutina el cultivo en suelo se trata de un método relativamente tardado, que requiere más espacio que otros métodos y que no siempre explica las causas del fracaso de semillas no germinadas. Este método es más aplicado para la detección de algunos patógenos causadores de caídas, pudriciones de raíces y aquellos que, sobre condiciones padronizadas, producen síntomas en la parte aérea de las plantas desde el inicio del desarrollo (10).

2.2.9 Germinación

En el proceso de control de calidad de lotes de semillas se utilizan en el mundo una serie de pruebas o análisis para determinar el valor de la semilla para siembra. La prueba de Germinación Estándar es la técnica que se utiliza internacionalmente y dentro de un mismo país para determinar la calidad comercial de los lotes. Para la ejecución de estos análisis se utilizan distintos tipos de recipientes que contienen en su interior sustratos como arena, papel, tierra, compost, etc., en cantidad suficiente y con la humedad adecuada para sostener el crecimiento de las plántulas. La conducción de estos ensayos presenta ciertas desventajas: 1) consumen gran espacio físico dentro del ambiente de germinación, 2) no quedan registros visuales de los resultados de las pruebas y 3) no se dispone de un archivo probatorio complementario de la calidad expresada en el certificado de análisis (20).

2.2.10 Técnicas de germinación

A. Incubación en papel absorbente

La incubación de semillas en papel tiene como principio básico estimular al patógeno a producir síntomas típicos en la planta por motivos de germinación. Un gran número de patógenos no siempre es capaz de producir síntomas en la fase inicial del desarrollo del hospedero, el método tuvo que sufrir algunas modificaciones, de tal forma que la validación sea basada principalmente en la presencia de estructuras típicas del patógeno sobre las semillas, siendo necesario el uso de microscopio estereoscópico (10).

La versión convencional del método consiste en distribuir las semillas individualmente sobre tres discos de papel de filtro u otro tipo de papel equivalente, la temperatura recomendada para la incubación de las semillas es de 28 °C. En estas condiciones un gran número de hongos, en especial los Hyphomicetos, forman estructuras típicas que pueden ser reconocidas al microscopio estereoscópico con poder de resolución de hasta 80 veces. Esto hace difícil la evaluación, así como compromete la validez del método por la posibilidad de contaminaciones secundarias entre semillas y el exterior del recipiente (10).

B. Prueba de germinación en el invernadero

El propósito de esta prueba es obtener la expresión de patógenos bacterianos o virales transmitidos por la semilla y verificar la viabilidad de la misma; se realiza en tres semanas. En la Norma Oficial Mexicana se estipula que *Pseudomonas syringae* pv. *atofaciens* (NOM-017-FITO-1996) y *Burkholderia andropogonis*, *Clavibacter michiganensis* pv. *nebraskensis* y *Pantoea stewartii* son plagas cuarentenarias. Se ha informado de la presencia de estas dos últimas en México y se les considera plagas cuarentenarias A2. El virus del mosaico estriado del trigo se considera también plaga cuarentenaria (13).

Si las plántulas presentan síntomas, deberán someterse a la prueba ELISA para detectar la presencia de *P. stewartii* y/o una prueba de patogenicidad para identificar al agente patógeno (13).

Durante la germinación, la semilla despierta de su inactividad. El agua es esencial ya que cuando la semilla absorbe agua suficiente comienza a enraizar (13).

La presencia de bacterias fitopatógenas en semillas de leguminosas se conoce desde hace mucho tiempo y ha sido preocupación de distintos investigadores por constituir un problema grave, debido a que las bacterias constituyen el inóculo primario, que en condiciones apropiadas puede originar una epidemia. La literatura reporta que han hecho estudios en Venezuela de germinación en medio de cultivo YCDA, observando que las semillas de arvejas no presentaron germinación alguna debido a una gran infección de tipo *Bacillus* sp. En el Cuadro 8 se muestra como la presencia de microorganismos afecta la germinación de semillas de varias leguminosas (17).

Cuadro 8. Prueba de Germinación en leguminosas comestibles

Leguminosa	% de germinación	Presencia de microorganismos
Arvejas rosadas	0	+++
Arvejas verdes	0	+++
Chocho blanco	74	+
Frijol blanco	70	-
Frijol chino	74	++
Frijol negro	80	+
Frijol rojo	86	+
Garbanzo	70	+
Habas	70	++
Lentejas	80	+
Posible tapiramo	70	+
Quinchoncho	70	+
Tapiramo	80	+

Donde:

- + = 0 - 20% de las semillas mostraron presencia de microorganismos.
- ++ = 20 - 50% de las semillas mostraron presencia de microorganismos.
- +++ = > 50% de las semillas mostraron presencia de microorganismos
- = no presencia de microorganismos.

En Guatemala no se conocen reportes o estudios de sanidad en semilla de arveja china. Algunos laboratorios como el MAGA, Universidad del Valle y FAUSAC han hechos estudios de germinación en semillas de arveja china, resultados que han demostrado que la semilla de arveja china presenta bajos índices de germinación. De igual manera no se conocen estudios previos a la importación de semilla de arveja china a Guatemala.

2.2.11 Lote de semilla

Es una cantidad de producto de la misma naturaleza y procedencia de una región con fecha de extracción en común, que tiene características físicas y genéticas semejantes que delimitan de esta forma el conjunto de la misma (14).

2.2.12 Registro de información

La etapa de control de calidad es un punto dentro del proceso de producción que requiere de un alto grado de conocimientos de aspectos teóricos prácticos y de habilidad por parte del personal involucrado en el mismo. Existe un tipo de boleta que sirve para llevar registros al realizar una prueba de sanidad en la semilla (10).

2.2.13 Material vegetal de estudio

En el Cuadro 9, se presentan los doce lotes de semilla de arveja china que ingresaron a Guatemala para su comercialización durante el año 2006.

Cuadro 9. Lotes de semilla de arveja china, según variedad y casa comercial que ingresaron a Guatemala en el año 2006

Lotes	Variedades	Casa comercial
0A5107	Mammoth Meeting Sugar	Rogers
TA5201	Mammoth Meeting Sugar	Syngenta seeds, Inc.
5005	Corona Seeds	Agrosemillas
05Q-B521	Corona Seeds, Inc.	Agrosemillas
35305627	Oregon Sugar Pod II	Seminal
35305H11	Oregon Sugar Pod II	Seminal
35305623	Oregon Sugar Pod II	Seminal
3530446 A	Oregon Sugar Pod II	Seminal
NA5017	Sugar Daddy	Rogers
35865332	Sugar Daddy	Seminal
6006	Sugar Daddy	Casa Seminal
582068	Sweet ANN	Seminis

De los doce lotes de semilla de arveja china que ingresaron a Guatemala en el año 2006 y que se analizaron en el presente estudio, se tienen cinco variedades de arveja china, la conformación es la siguiente: un lote de la variedad Sweet ANN, dos lotes de Mammoth Meeting Sugar, dos lotes de Corona Seeds, tres lotes de Sugar Daddy y cuatro lotes de la variedad Oregon Sugar Pod II.

Las casas comerciales Syngenta Seeds Inc. Y Seminis, ingresaron al país un lote de semillas de arveja china cada una, la casa Rogers ingresó dos lotes de semilla de dos variedades distintas, la casa comercial Agrosemillas ingresó dos lotes de una misma variedad y finalmente la casa comercial Seminal fue la que ingresó seis lotes de semillas de tres variedades distintas.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 General

Determinar la sanidad de la semilla de arveja china (*Pisum sativum* L.) importada a Guatemala en el año 2006.

2.3.2 Específicos

- A. Determinar los hongos fitopatógenos que se encuentran asociados a la semilla de arveja china (*Pisum sativum* L.).
- B. Determinar la incidencia de patógenos por lote de semilla.
- C. Cuantificar el porcentaje de germinación de los lotes de semilla de arveja china (*Pisum sativum* L.).

2.4 HIPÓTESIS

La contaminación de la semilla de arveja china (*Pisum sativum* L.) por agentes fitopatógenos de origen fungoso o bacteriano, constituye la causa principal de bajos porcentajes de germinación, representando pérdidas económicas para los productores.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Estudio de sanidad en la semilla

El estudio se realizó en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad San Carlos de Guatemala. Consistió en hacer un análisis de sanidad en semilla de arveja china (*Pisum sativum* L.) a cada uno de los 12 lotes importados a Guatemala en el año 2006.

A. Preparación del medio de cultivo PDA

Para la preparación del medio de cultivo PDA (papa, dextrosa y agar) se tomaron 400 g de papa, 10 g de dextrosa, 7.50 g de agar, luego se aforó con 1000 mL de agua destilada para preparar un litro de medio. Después de preparado se depositaron 200 mL del medio de cultivo en cada uno de los 20 frascos, se llevaron al autoclave para el proceso de esterilización utilizando 121 °C durante 15 minutos (Figura 3a).

B. Llenado de las cajas de petri con el medio de cultivo

En cada caja Petri de 150 mm x 15 mm se colocaron 30 mL del medio de cultivo PDA. El llenado se realizó en la cámara de flujo laminar (Figura 3b).

C. Desinfección de semillas

De cada uno de los 12 lotes de semilla de arveja china, se tomaron 200 semillas que se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 3 % durante cinco minutos a fin de obtener durante la incubación la presencia de microorganismos de la más íntima asociación con la semilla. También de cada uno de los doce lotes de semilla se emplearon 200 semillas sin desinfectar a fin de obtener microorganismos no relacionados tan íntimamente a la semilla, sino solo superficialmente.

D. Siembra e incubación de las semillas

Las semillas se colocaron en las cajas Petri y se identificaron según su tratamiento y repetición, luego se sellaron con cinta de parafilm (Figura 3c). Se dispusieron las cajas en la incubadora en forma aleatoria, sometidas a una temperatura de 26 °C (Figura 3d), a

los ocho días de incubación se efectuó la lectura para observar presencia de patógenos o contaminantes asociados a la semilla.

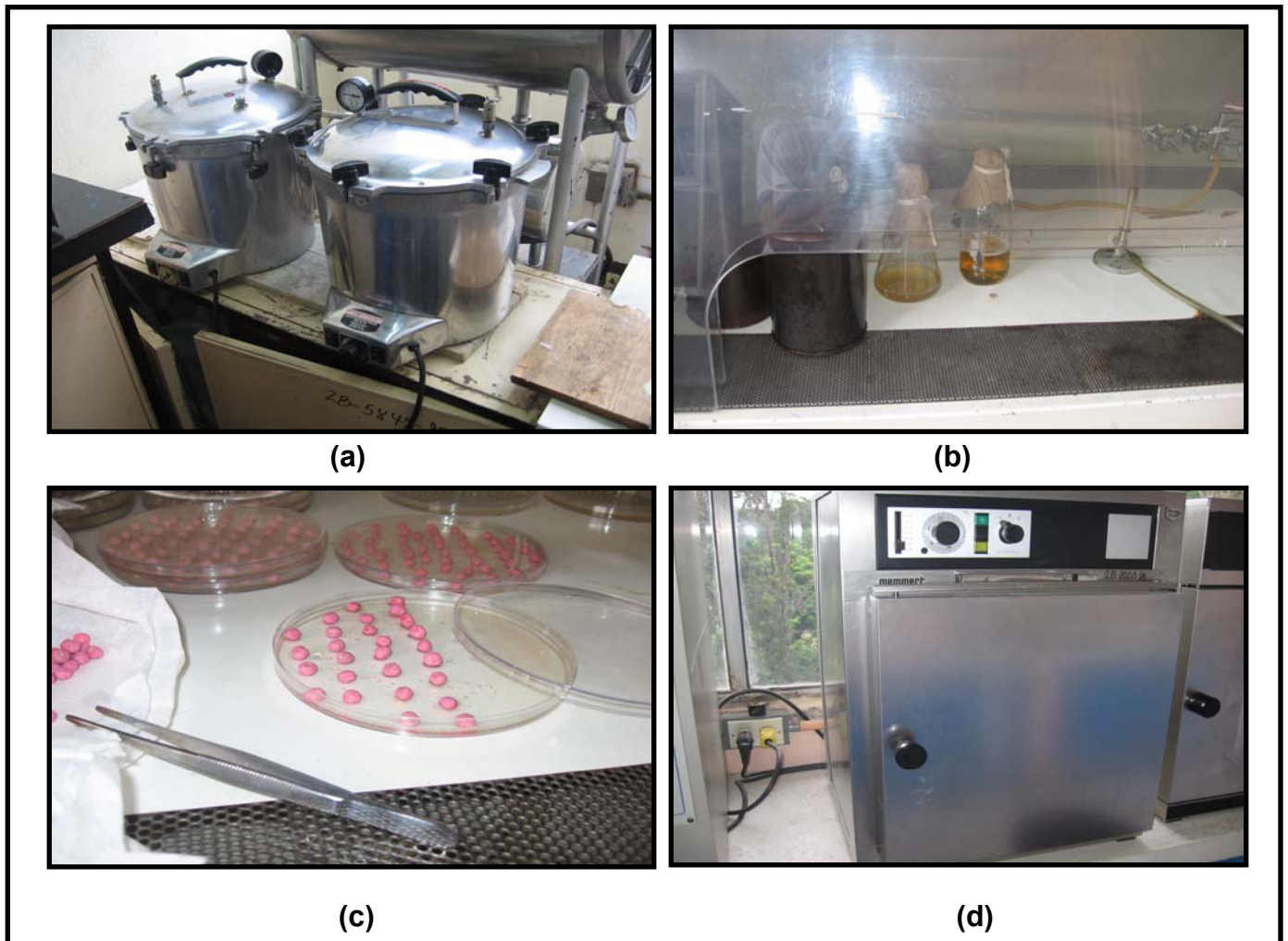


Figura 3. a) Autoclave para la esterilización del medio de cultivo PDA, b) Cámara de Flujo laminar para llenado de caja de Petri, c) Siembra de la semilla en caja Petri, d) Incubadora donde se almacenó las cajas petri por 8 días.

E. Diseño experimental

Para el presente estudio se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 24 tratamientos, la mitad de los tratamientos correspondió a 12 lotes de semillas tratadas con hipoclorito de sodio y la otra mitad a 12 lotes de semillas sin hipoclorito de sodio.

a. Modelo estadístico

El modelo estadístico asociado a este experimento fue completamente al azar:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

a) $i = 1, 2 \dots 24$

b) $j = 1, 2, 3, 4$

Donde:

- Y_{ij} = Variable de respuesta asociada a la ij-ésima unidad experimental
 μ = Media general de la incidencia de patógenos
 T_i = Efecto del i-ésimo lote
 E_{ij} = Efecto del error experimental asociado a ij-ésima unidad experimental

b. Tratamientos evaluados

A continuación se presentan los 24 tratamientos evaluados con su correspondiente variedad y casa comercial (Cuadro 10).

Cuadro 10. Tratamientos evaluados para sanidad de semilla de arveja china

Tratamiento	Código tratamiento	Lote	Código Lote	Variedad	Casa comercial
1	L1ST	1	0A5107	Mammoth Meeting Sugar	Rogers
2	L1CT	1	0A5107	Mammoth Meeting Sugar	Rogers
3	L2ST	2	35305627	Oregon Sugar Pod II	Seminal
4	L2CT	2	35305627	Oregon Sugar Pod II	Seminal
5	L3ST	3	35305H11	Oregon Sugar Pod II	Seminal
6	L3CT	3	35305H11	Oregon Sugar Pod II	Seminal
7	L4ST	4	35305623	Oregon Sugar Pod II	Seminal
8	L4CT	4	35305623	Oregon Sugar Pod II	Seminal
9	L5ST	5	05Q-B521	Corona Seeds, Inc.	Agrosemillas
10	L5CT	5	05Q-B521	Corona Seeds, Inc.	Agrosemillas
11	L6ST	6	TA5201	Mammoth Meeting Sugar	Syngenta seeds, Inc.
12	L6CT	6	TA5201	Mammoth Meeting Sugar	Syngenta seeds, Inc.
13	L7ST	7	5005	Corona Seeds	Agrosemillas
14	L7CT	7	5005	Corona Seeds	Agrosemillas
15	L8ST	8	6006	Sugar Daddy	Seminal
16	L8CT	8	6006	Sugar Daddy	Seminal
17	L9ST	9	NA5017	Sugar Daddy	Rogers
18	L9CT	9	NA5017	Sugar Daddy	Rogers
19	L10ST	10	3530446 A	Oregon Sugar Pod II	Seminal
20	L10CT	10	3530446 A	Oregon Sugar Pod II	Seminal
21	L11ST	11	582068	Sweet ANN	Seminis
22	L11CT	11	582068	Sweet ANN	Seminis
23	L12ST	12	35865332	Sugar Daddy	Seminal
24	L12CT	12	35865332	Sugar Daddy	Seminal

c. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo compuesta por 50 semillas dispuestas sobre el medio de cultivo PDA dentro de la caja Petri. De cada tratamiento se realizaron cuatro replicas o repeticiones.

d. Variables de respuesta

- Patógenos presentes en la semilla.
- Incidencia de patógenos en la semilla.

F. Análisis de la información

Para la variable patógenos presentes en la semilla, se realizaron descripciones del cada uno de los hongos encontrados, así mismo se complementó con fotografías del desarrollo del mismo en la caja Petri. Para la variable incidencia de patógenos en la semilla de arveja china, se realizó un análisis de varianza para un diseño completamente al azar, a fin de establecer si en al menos uno de los lotes de semilla se presenta un menor porcentaje de incidencia de microorganismos, luego habiendo existido diferencias significativas se realizó la prueba de separación de medias de Tukey para ordenar los tratamientos en grupos Tukey de igual media estadística.

2.5.2 Cuantificación de la germinación en semilla de arveja china

La prueba de cuantificación de la germinación de semilla de arveja china, se realizó a cada uno de los doce lotes de semilla importados a Guatemala en el año 2006 y que se identifican en el Cuadro 11. Para ésta prueba se emplearon dos métodos, la prueba de incubación en papel absorbente y la prueba de germinación en arena.

Cuadro 11. Identificación de los doce lotes de semilla de arveja china importada a Guatemala en el año 2006 para la prueba de germinación.

No.	Lotes	Variedades	Casa comercial
1	0A5107	Mammoth Meeting Sugar	Rogers
2	35305627	Oregon Sugar Pod II	Seminal
3	35305H11	Oregon Sugar Pod II	Seminal
4	35305623	Oregon Sugar Pod II	Seminal
5	05Q-B521	Corona Seeds, Inc.	Agrosemillas
6	TA5201	Mammoth Meeting Sugar	Syngenta seeds, Inc.
7	5005	Corona Seeds	Agrosemillas
8	6006	Sugar Daddy	Seminal
9	NA5017	Sugar Daddy	Rogers
10	3530446 A	Oregon Sugar Pod II	Seminal
11	582068	Sweet ANN	Seminis
12	35865332	Sugar Daddy	Seminal

A. Prueba de incubación en papel absorbente

A través de ésta prueba se cuantificó el porcentaje germinativo y patogénico asociado al momento de la germinación de cada uno de los doce lotes de semilla de arveja china.

a. Material y equipo

Papel absorbente, agua destilada, pinzas, tijera, alcohol, mechero, fósforos, lápiz, incubadora, bolsas de nylon, termómetro, macetas, arena, agua, cámara digital, cuaderno, lápiz, marcador y 200 semillas de arveja china de cada uno de los 12 lotes.

b. Procedimiento

Para la prueba en papel se desinfectó el área de trabajo con alcohol al 70 %. Luego se separaron 200 semillas de cada lote (Figura 4a), utilizando ocho secciones de papel absorbente de una dimensión de 0.70 m x 0.25 m para luego colocar 25 semillas al tresbolillo en cada muestra de papel esto con el objeto de facilitar la lectura de los datos, no de crear repeticiones (Figura 4b y 4c). Luego de la siembra en papel se cubrió con la parte superior y se hizo un enrollado de derecha hacia la izquierda (Figura 4d y 4e).

Finalmente se colocó el material en bolsa llevándose a la incubadora a una temperatura de 26 °C para su proceso de germinación (Figura 4f). A los 8 días de su incubación se tomaron las lecturas de cada uno de los 12 lotes en estudio.

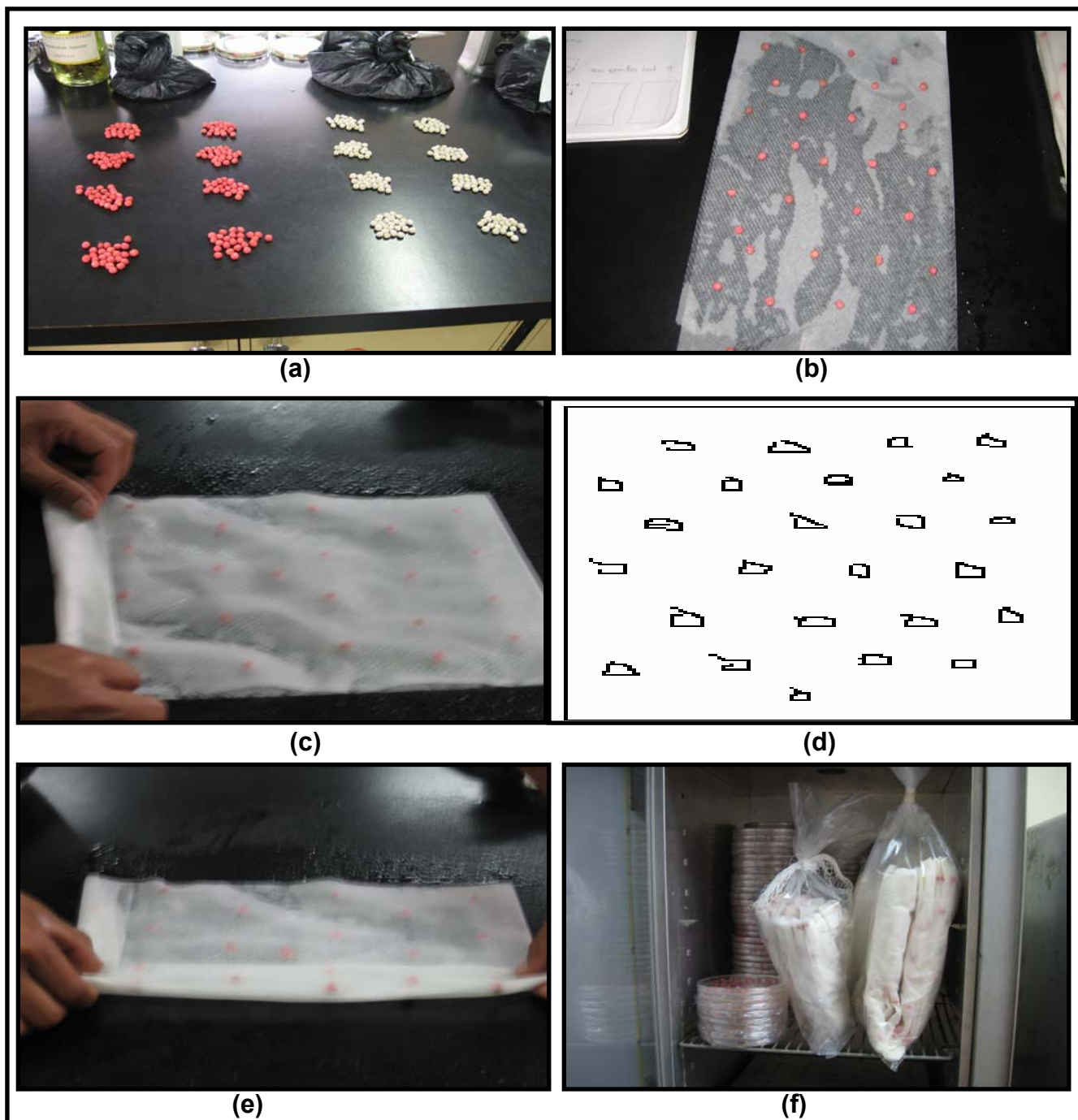


Figura 4. a) Desinfestación y conteo de semillas, b y c) Forma de cómo va colocada la semilla al tresbolillo, d y e) Enrollado del papel, f) Incubación de las muestras de semilla.

c. Variables de respuesta

De cada uno de los doce lotes de semilla de arveja china se obtuvo:

- Porcentaje de semillas de arveja china germinadas sanas
- Porcentaje de semillas de arveja china germinadas malformadas
- Porcentaje de semillas de arveja china no germinadas por hongos.

B. Prueba de germinación, siembra en arena

Este método se utilizó para determinar el porcentaje de germinación de semilla de arveja, utilizando macetas con arena de río esterilizada.

Para la prueba se utilizó macetas de 0.20 m de diámetro y con una altura de 0.40 m. Luego de llenadas se esterilizó la arena para eliminar microorganismos presentes. Se separaron 100 semillas de cada lote, utilizando dos macetas por lote (50 semillas por maceta). La siembra fue a una distancia de 0.025 m x 0.025 m (Figura 5a). Se mantuvo la humedad en las macetas y se hicieron lecturas diarias (Cuadro 32A).

Luego de conocer el porcentaje de germinación se llevaron las plantas hasta completar su ciclo de vida (Figura 5b). A los 50 días se analizaron las plantas en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad de San Carlos de Guatemala para conocer su estado sanitario. Las plantas se dejaron en cámara húmeda para que los hongos esporularan (Figura 5c y 5d), se hicieron montajes de algunos hongos de hoja y tallo, mientras que de raíz se aislaron en cajas Petri en agua (Figuras 5e y 5f) para una mejor identificación.

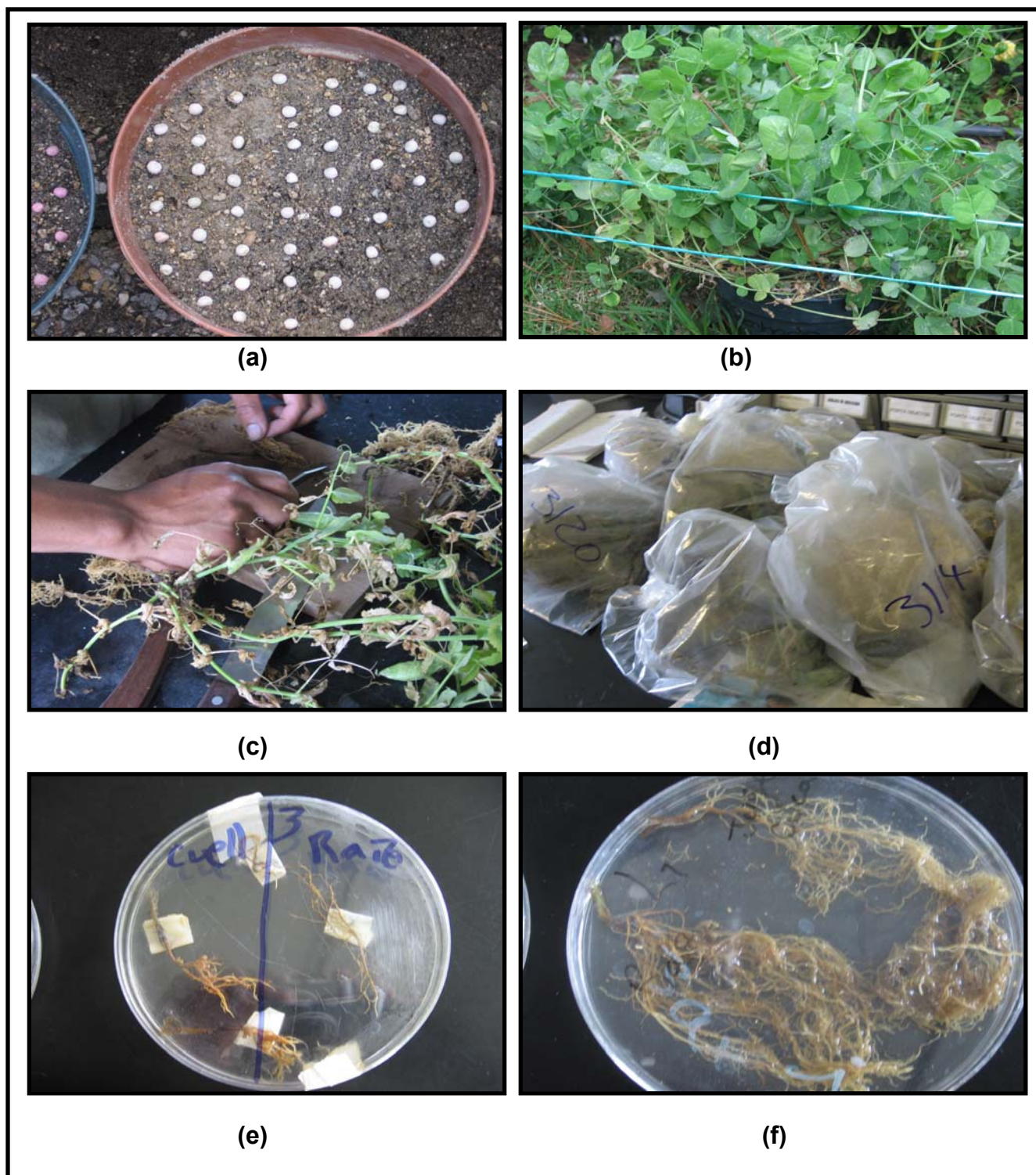


Figura 5. Germinación de semilla de arveja certificada importada a Guatemala, 2006. a) Siembra en arena, b) Plantación a los 40 días, c y d) Plantas en cámara húmeda, e y f) Aislamiento de tallo y raíz para una mejor identificación.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Determinación de hongos asociados a la semilla de arveja china

Los hongos que fueron encontrados y determinados en los lotes importados a Guatemala de arveja china (*Pisum sativum* L.) se describen a continuación:

A. *Alternaria alternata* L.

Características macroscópicas: colonias semicirculares, micelio negro con bordes amarillos claros, estas características coinciden con lo descrito por Ellis. (Figura 6a).

Características microscópicas: produce colonias ligeramente algodonosas. Este hongo presenta conidias ovoides elipsoidales o cilíndricas, observando en ellas de 2 a 5 septos transversales, muchas de ellas presentaron divisiones paralelas a las conidias en sus septos (Figura 6b), las características observadas concuerdan con la descripción de Ellis. El hongo *Alternaria alternata* L se encontró asociado a la semilla del lote 6 (TA 5201) de la variedad Mammoth Meeting Sugar, correspondiente a la casa comercial Syngenta Seeds. Este hongo coloniza la semilla cuando se retarda la cosecha ya que los hongos se incrementan con el tiempo.

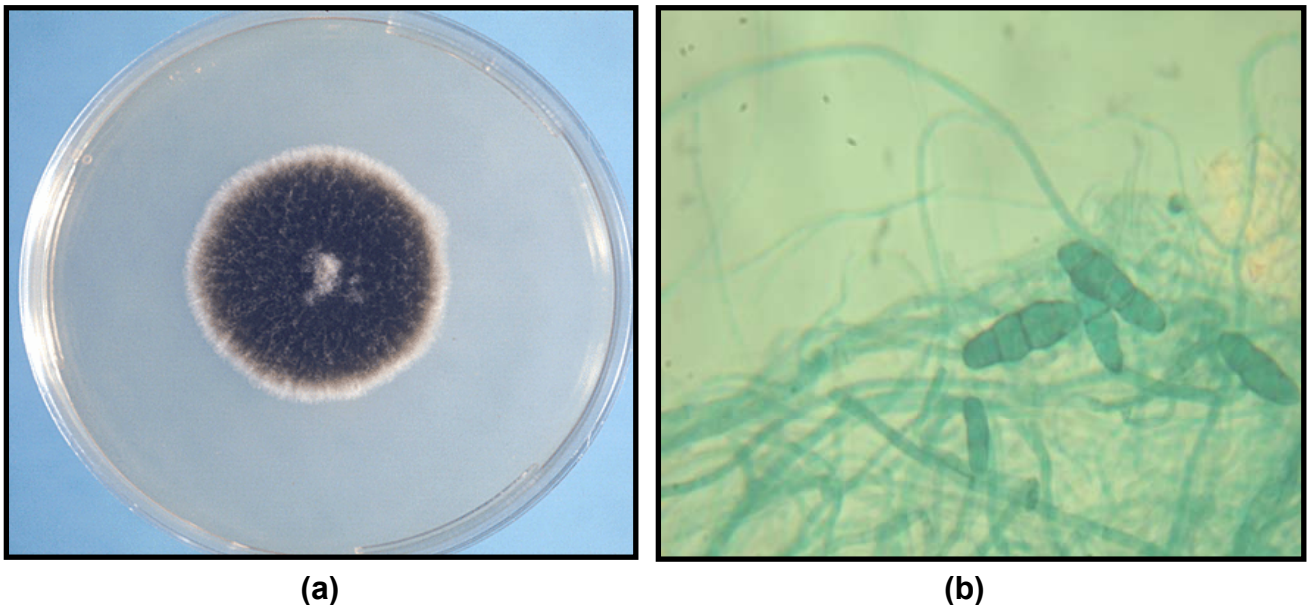


Figura 6. Hongo *Alternaria alternata* L. a) Formación de micelio del hongo, b) Macro y micro conidias del hongo.

B. *Fusarium* sp.

Características macroscópicas: En Agar Papa Dextrosa PDA presentó un crecimiento moderado a los 8 días (Figura 7a). Al principio el micelio era de color blanco o salmón pálido, tiñéndose de púrpura claro al transcurso de los días. Estas características coinciden con la descripción de Agrios (1986).

Características microscópicas: Las microconidias son ovoides o en forma de riñón, con un tamaño de 5 x 3 μ m. Mientras las macroconidias presentaron un tamaño de 30 x 4.5 μ m. Tienen forma de media luna, ligeramente curvadas, con pared fina y delicada, siendo puntiagudas presentando 6 septos (Figura 7b). También presentó monofiálides laterales de conidias pequeñas siendo cortas y anchas, afiladas a la punta. Estas características concuerdan con la descripción de Agrios (1986).

El hongo *Fusarium* sp. se encontró asociado a la semilla del lote 4 (34305623) de la variedad Oregon Sugar Pod II, correspondiente a la casa comercial Seminal. *Fusarium* sp. coloniza las semillas cuando las vainas o ramas tocan el suelo y es donde el hongo aprovecha a diseminarse en las vainas y luego en la semilla.

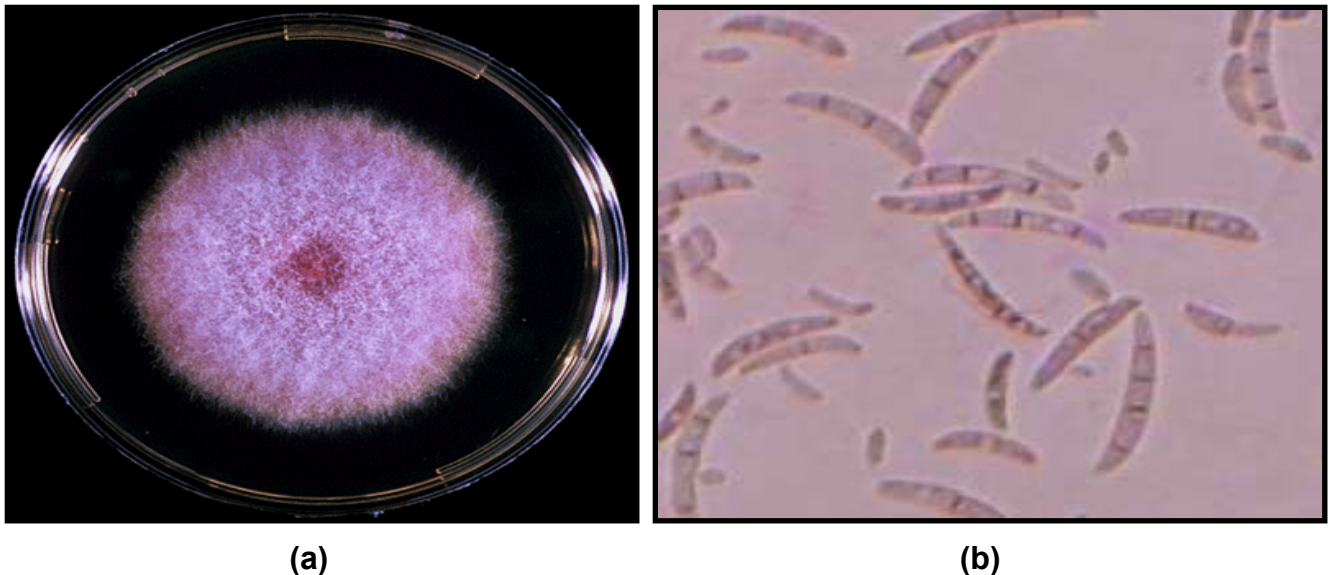


Figura 7. Hongo *Fusarium* sp. a) Micelio del hongo aislado en medio PDA, b) macro y micro conidias del hongo.

C. *Aspergillus* sp.

Características macroscópicas: crecimiento micelial lento, de una forma triangular, aplanada. Del centro de la colonia se derivan tres colores, cafés, blanco y amarillo intenso a claro, presenta aspecto áspero semeja a aserrín en granitos, crecimiento en anillos pronunciados, la periferia posee micelio blanco amarillo hialino (Figura 8a y 8b). La descripción realizada es acorde a Raper y Fenell.

Características microscópicas: los conidios son globosos a subglobosos miden $2.5\ \mu\text{m}$ de diámetro, ligeramente áspero. Se observó formación de esclerocios color blanco. Son de forma irregular, globosos redondos, miden aproximadamente 1mm de diámetro, crecimiento solitario a crecimiento en masas (Figura 8d). Estas características son similares a las descritas por Raper y Fenell. El hongo *Aspergillus* sp. se encontró asociado a la semilla del lote 12 (35865332) de la variedad Sugar Daddy, correspondiente a la casa comercial Seminal. La presencia del hongo *Aspergillus* sp. en semilla de arveja china depende del manejo de cosecha y almacenamiento.

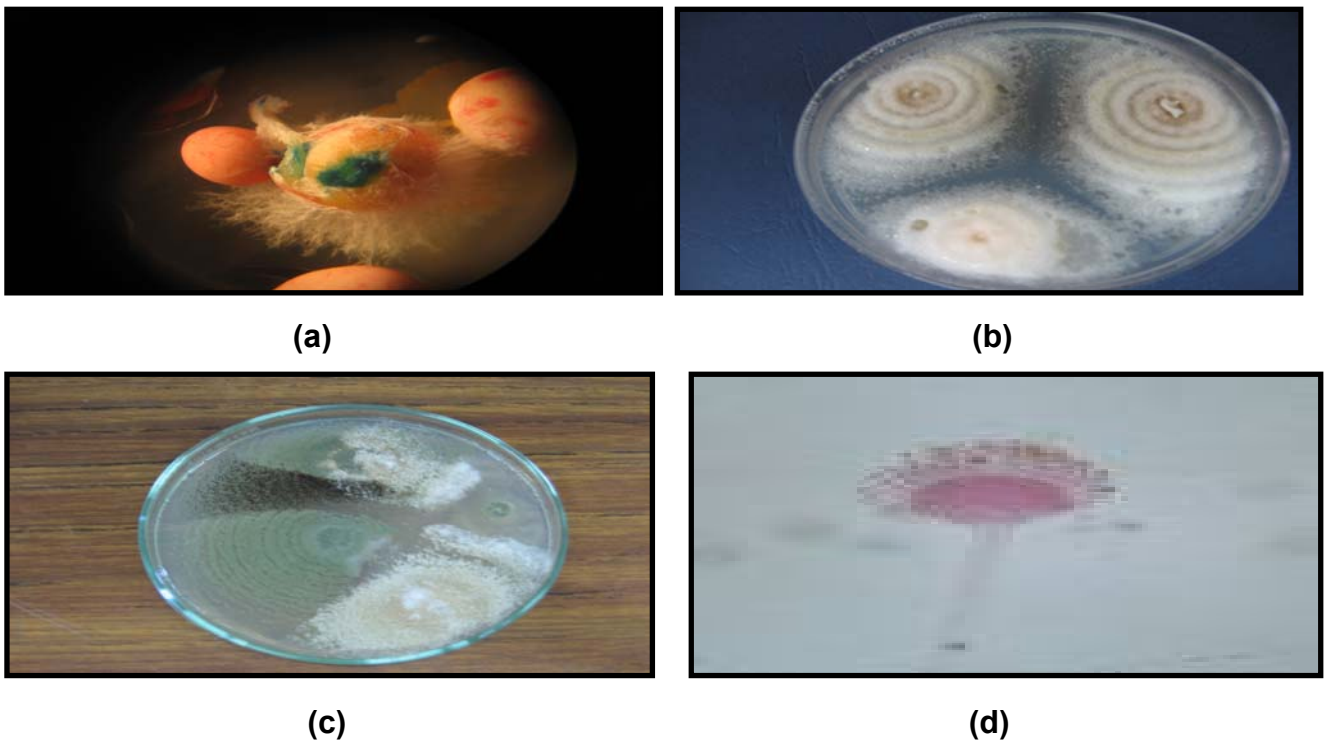


Figura 8. Hongo *Aspergillus* sp. a) micelio cubriendo la semilla de arveja china, b y c) micelio aislado del hongo, d) Estructura del hongo.

D. *Bacillus* sp.

Otro patógeno asociado a los lotes de semilla de arveja china (*Pisum sativum* L.) fue la bacteria de tipo *Bacillus* sp.

Para confirmar si existen diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, se efectuó un análisis de varianza ANDEVA (Cuadro 12).

Cuadro 12. Resumen del análisis de varianza de colonias de bacterias de tipo *Bacillus* sp. en la semilla de arveja china, 2006.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Valor Crítico
Tratamiento	23	258	11.21	7.17	1.62
Error experimental	72	112	1.57		
Total	95	371			

C.V = 23 %

Con un nivel de confianza del 95 % se concluye que existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual es necesario realizar un análisis de post-andeva (Cuadro 13), para determinar el tratamiento que produce la menor incidencia de *Bacillus* sp.

Se hizo una transformación de raíz cuadrada, debido a la variabilidad alta del experimento c.v =43 % que hacen suponer que no se cumplen los supuestos del modelo.

Cuadro 13. Prueba de Tukey para la variable incidencia de *Bacillus* sp. en los diferentes lotes con y sin tratamiento.

Lote	Variedad	Casa	Código	Incidencia	GRUPOS TUKEY									
			Tratamiento	<i>Bacillus spp.</i>										
35865332	Sugar Daddy	Seminal	L12ST	90,289	A									
6006	Sugar Daddy	Seminal	L8CT	81,678	A	B								
35305627	Oregon Sugar Pod	Seminal	L2CT	74,476	A	B	C							
35305627	Oregon Sugar Pod	Seminal	L2ST	69,730	A	B	C							
35305H11	Oregon Sugar Pod	Seminal	L3ST	68,553	A	B	C	D						
0A5107	Mammoth Meeting	Rogers	L1CT	64,634	A	B	C	D	E					
35865332	Sugar Daddy	Seminal	L12CT	63,461	A	B	C	D	E					
6006	Sugar Daddy	Seminal	L8ST	59,749	A	B	C	D	E					
NA5017	Sugar Daddy	Rogers	L9CT	56,680		B	C	D	E					
35305623	Oregon Sugar Pod	Seminal	L4CT	55,479		B	C	D	E	F				
0A5107	Mammoth Meeting	Rogers	L1ST	54,707		B	C	D	E	F				
35305H11	Oregon Sugar Pod	Seminal	L3CT	54,028		B	C	D	E	F				
3530446 A	Oregon Sugar Pod	Seminal	L10CT	51,657		B	C	D	E	F	G			
3530446 A	Oregon Sugar Pod	Seminal	L10ST	50,799		B	C	D	E	F	G			
35305623	Oregon Sugar Pod	Seminal	L4ST	50,471		B	C	D	E	F	G			
05Q-B521	Corona Seeds, Inc.	Agrosemillas	L5CT	49,450		B	C	D	E	F	G			
TA5201	Mammoth Meeting	Syngenta seeds, Inc.	L6CT	48,529		B	C	D	E	F	G			
5005	Corona Seeds	Agrosemillas	L7ST	48,116			C	D	E	F	G			
NA5017	Sugar Daddy	Rogers	L9ST	45,252			C	D	E	F	G			
TA5201	Mammoth Meeting	Syngenta seeds, Inc.	L6ST	41,371			C	D	E	F	G			
05Q-B521	Corona Seeds, Inc.	Agrosemillas	L5ST	35,602				D	E	F	G			
582068	Sweet ANN	Seminis	L11ST	33,512					E	F	G			
582068	Sweet ANN	Seminis	L11CT	22,549						F	G			
5005	Corona Seeds	Agrosemillas	L7CT	19,961										G

L1...n = Número de lotes

CT = Con tratamiento

ST = Sin tratamiento

La prueba de Tukey realizada indica que el lote 7CT (con tratamiento) es el que proporciona los mejores resultados en el análisis y que el lote 12ST (sin tratamiento) es el que presenta el menor resultado por lo cual una mayor infección de bacterias de tipo *Bacillus* sp.

2.6.2 Germinación en papel

En esta investigación se realizó un análisis de sanidad y germinación en la semilla, dos atributos muy importantes para conocer el estado de la semilla que es importada a

Guatemala como beneficio a los pequeños y grandes productores de arveja china (*Pisum sativum* L).

La prueba de germinación en papel tomó en cuenta tres variables a estudiar, siendo **semillas germinadas sanas, semillas germinadas mal formadas y semillas no germinadas por patógenos** (Cuadro 14). Las semillas germinadas sanas fueron consideradas aquellas que presentan un normal desarrollo de la planta (Figura 9a), las semillas germinadas mal formadas fueron aquellas que presentan un anormal crecimiento germinativo, que al transcurso de los 7 días de incubación ellas tienden a morir (Figura 9b). Las semillas no germinadas fueron aquellas que por su baja pureza presentaron patógenos (Figura 9c).

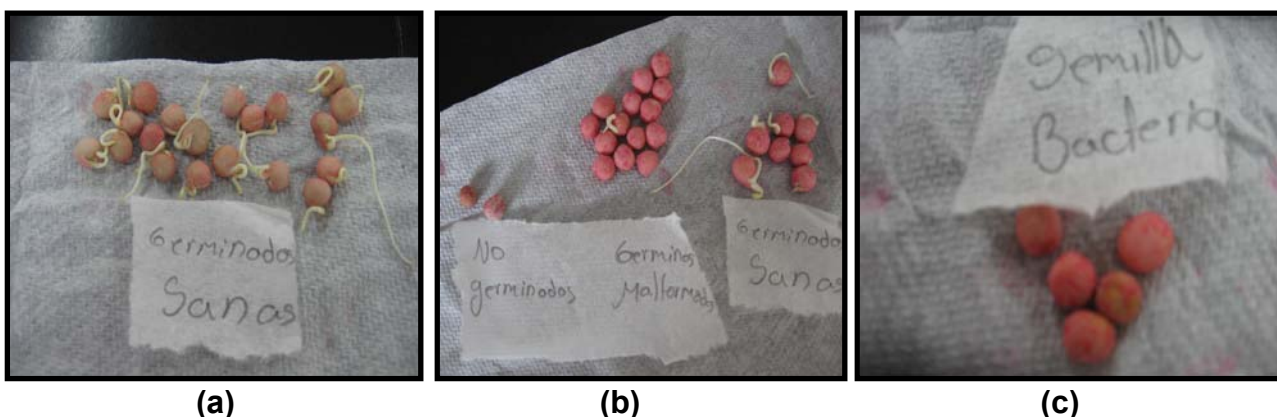


Figura 9. Semillas de arveja china certificada, importada a Guatemala, 2006. a) Semillas germinadas sanas, b) semillas germinadas mal formadas, c) semillas no germinadas por patógenos.

Cuadro 14. Resultados de la germinación de arveja china obtenidos de la germinación en papel, 2006.

No.	Lotes	Variedades	Casa comercial	Porcentaje de semillas de arveja china germinadas		
				Sanas	Malformadas	No germinadas por hongos
1	0A5107	Mammoth Meeting Sugar	Rogers	64	18	18
2	35305627	Oregon Sugar Pod II	Seminal	74	12	14
3	35305H11	Oregon Sugar Pod II	Seminal	70	14	16
4	35305623	Oregon Sugar Pod II	Seminal	77	8	15
5	05Q-B521	Corona Seeds, Inc.	Agrosemillas	74	9	16
6	TA5201	Mammoth Meeting Sugar	Syngenta seeds, Inc.	70	9	21
7	5005	Corona Seeds	Agrosemillas	71	13	16
8	6006	Sugar Daddy	Seminal	77	8	15
9	NA5017	Sugar Daddy	Rogers	68	5	27
10	3530446 A	Oregon Sugar Pod II	Seminal	71	10	19
11	582068	Sweet ANN	Seminis	71	6	23
12	35865332	Sugar Daddy	Seminal	67	19	14

Considerando los 12 lotes de semilla evaluados en la prueba de germinación en papel se consideró lo siguiente: el mayor porcentaje de plantas germinadas sanas lo presentó el lote 4 (77 %) variedad Oregon Sugar Pod II de la casa comercial Seminal y el lote 8 (77 %) variedad Sugar Daddy de la casa comercial Seminal. Mientras el menor porcentaje (64 %) fue reportado el lote 1. Respecto a las plantas germinadas mal formadas el lote 9 mantiene el menor porcentaje (5 %), mientras el lote 12 presentó mayor proporción (19 %). Las semillas no germinadas por patógenos fueron reportadas para todos los lotes, presentando el lote 9 un mayor porcentaje de *Bacillus* asociadas a la semilla (27 %) y en menor porcentaje se reportó (14 %) para los lotes 2 y 12 (figura 8). Según indica la literatura que estudios realizados en Venezuela han reportado índices bajos de germinación (Cuadro 2) debido al asocio de bacterias de tipo *Bacillus* sp en lotes de semilla de arveja china *Pisum sativum* L. (21).

2.6.3 Germinación en maceta

El objetivo de esta prueba fue conocer el porcentaje de germinación de semillas de arveja china en suelo, de los mismos lotes de semilla evaluados en la prueba de germinación en papel. La germinación en maceta tiene la ventaja que puede llevar las plantas a completar su ciclo de vida (Figura 10). Esta prueba de germinación en maceta descarta las variables tomadas en cuenta en la prueba de germinación en papel (plantas

sanas, plantas mal formadas y semillas no germinadas por patógenos). En la prueba de germinación en macetas se tomaron lecturas diarias.

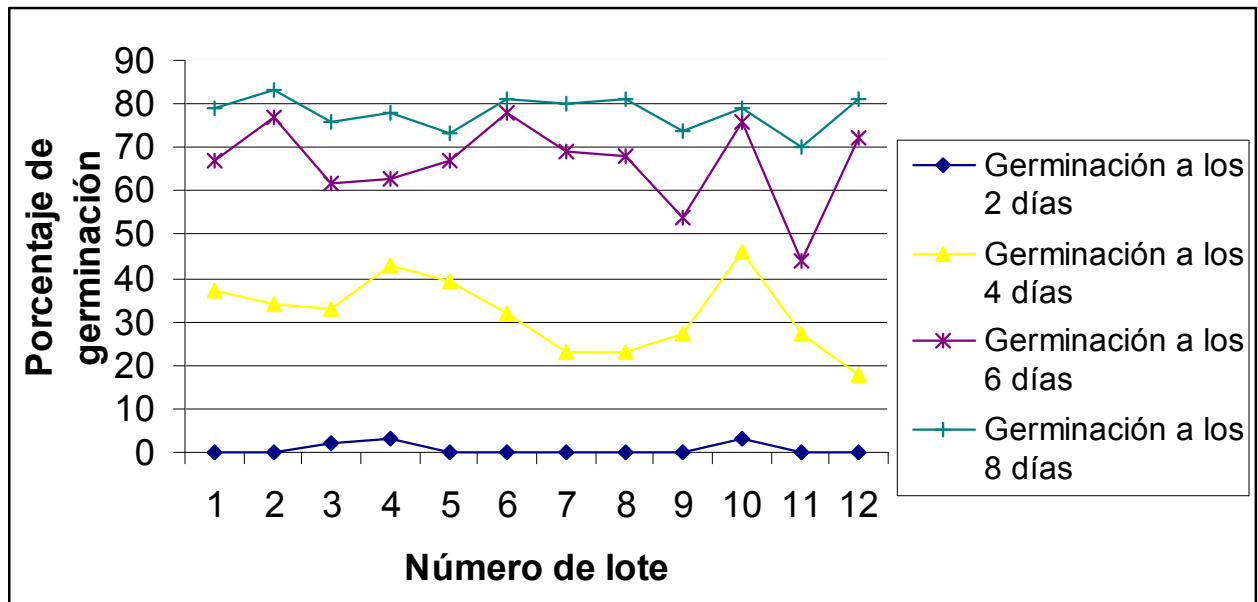


Figura 10. Germinación de semillas de arveja china en arena.

Este método de germinación en maceta se utilizó con el fin de conocer el proceso de germinación de la semilla de arveja china (*Pisum sativum* L.) durante 8 días. Las semillas iniciaron su germinación a los 2 y 3 días después de la siembra. El lote que mayor porcentaje presentó a los 2 días fueron identificados 4 y 10 con 3 % y algunos lotes no presentaron germinación (Figura 10). A los 4 días fue más representativa la lectura, presentando en mayor porcentaje 46 % el lote 10 y en menor porcentaje 18 % el lote 12 (Figura 10). Mientras que a los 6 días el lote 11 tuvo un menor porcentaje 44 % y mayor porcentaje 78 % que corresponde al lote 6 (Figura 9). La lectura representativa de este método de germinación en macetas es a los 8 días, tomando en cuenta que son todas aquellas plantas germinadas (Figura 10). El lote 2 fue el que mayor porcentaje de germinación presentó 83 % mientras que el menor porcentaje 70% fue para el lote 11 (Figura 10).

El método de germinación en papel presentó un menor porcentaje que el método de germinación en arena. La germinación en arena (Figura 10a y 10b) descarta los tres

factores tomados en la germinación en papel (semillas germinadas sanas, semillas germinadas mal formadas y semillas no germinadas por patógenos) por lo se concluye de que el método de germinación en papel realizado en laboratorio es más representativo que la germinación en arena (Figura 11).

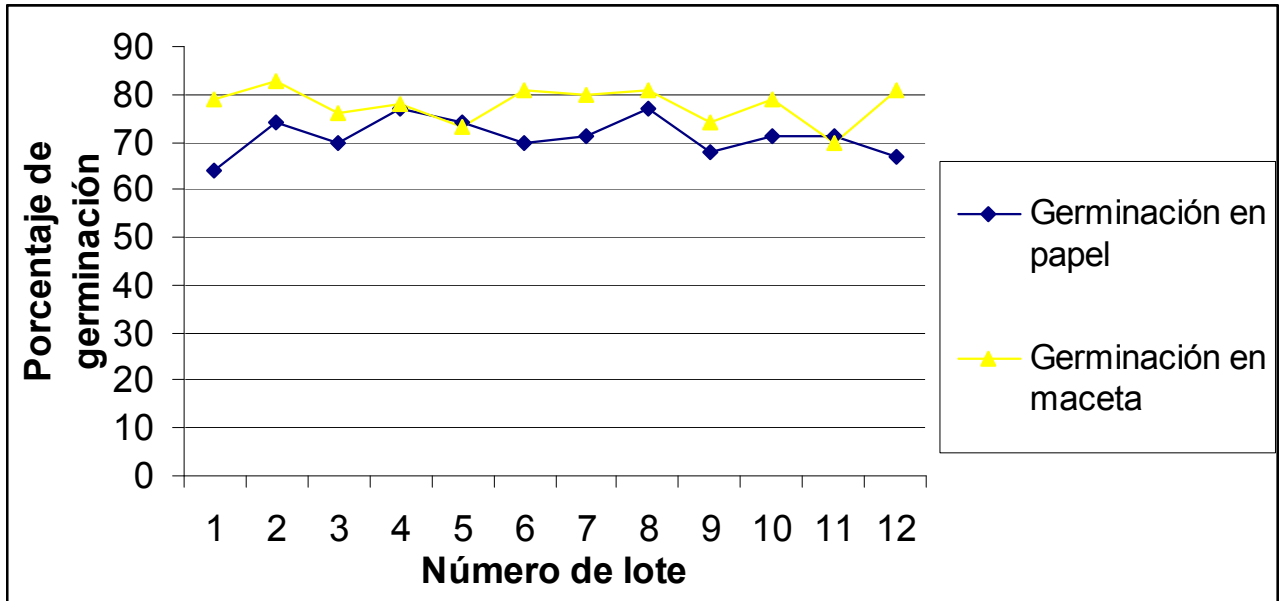


Figura 11. Comparación de los lotes de semilla en dos métodos de germinación.

Después de la germinación en maceta se llevaron las plantas hasta adultas para conocer su sanidad y determinar la transmisión de patógenos a partir de la semilla. La plantación de arveja china (*Pisum sativum* L.) A los 35 días se encontraba libre de enfermedades basado en ausencia de síntomas (Figura 12 d) en todos los lotes. A los 40 días algunas plantas empezaron a parecer con amarillamientos en todo el follaje y con manchas en las hojas, por lo que se decidió analizarlas en el laboratorio de Fitopatología de la FAUSAC encontrando lo siguiente (Cuadro 15).

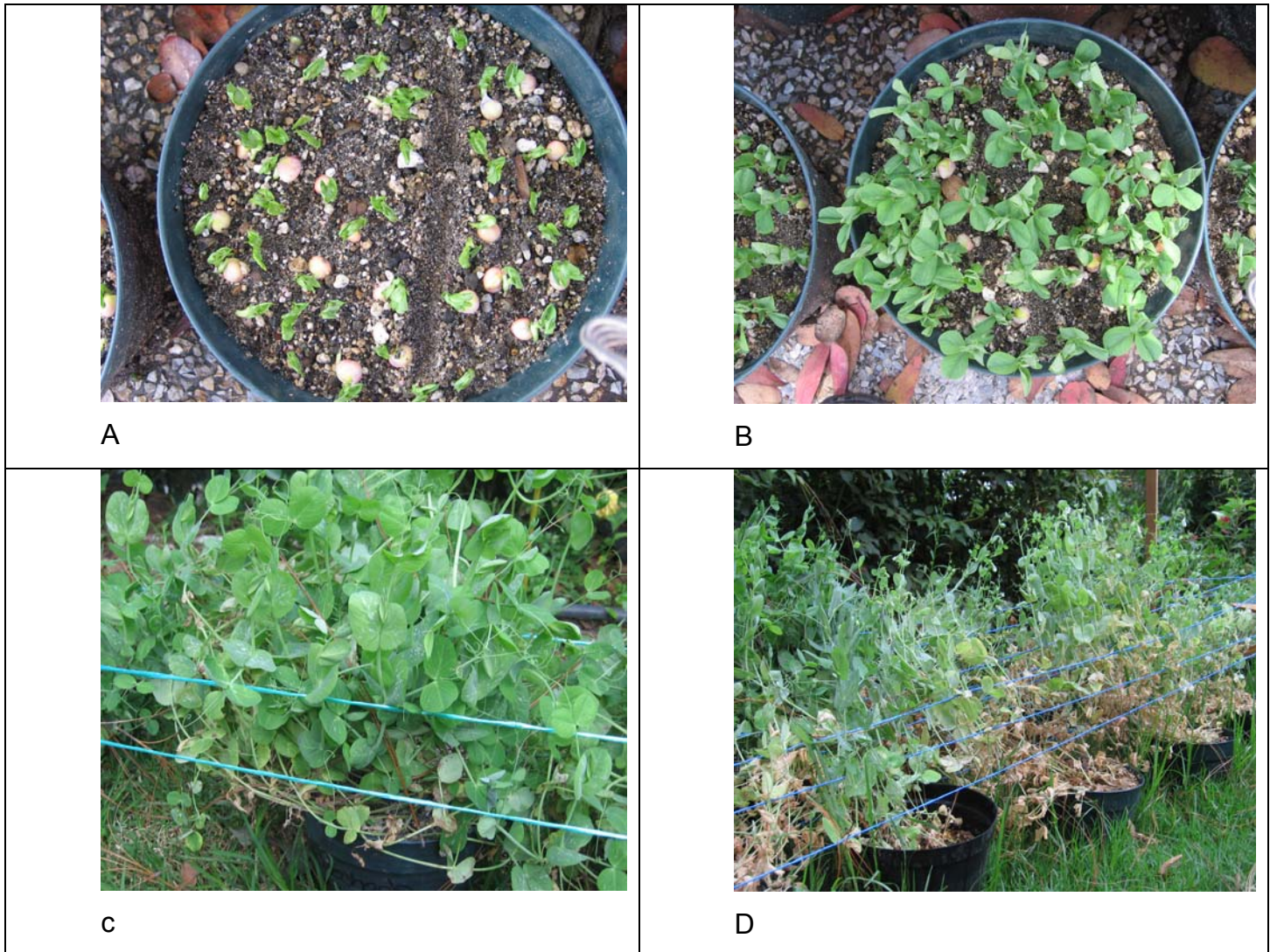


Figura 12. Plantas de arveja china (*Pisum sativum* L.) en macetas. a y b) Plantas germinadas a los 6 y 8 días, c y d) Plantas con síntomas de patógenos a partir de semilla.

En los resultados obtenidos del análisis fitopatológico, todos los lotes presentaron *Ascochyta* sp. (Figura 13a y 13b) hongo que se trasmite por semilla. El amarillamiento en la planta fue causado por el hongo *Fusarium* sp. presentándose en los lotes 7, 10, 11 y 12 (Figura 13c y 13d). El hongo que atacó la raíz fue *Rhizoctonia* sp, afectando todos los lotes de semilla (Figura 13e y 13f) basado en las síntomas que presentó la planta.

Cuadro 15. Análisis fitopatológico de material vegetal de plantas de arveja china cultivadas en maceta, 2006.

Lote	Variedad	Parte de la planta afectada			
		Hoja	Tallo	Raíz	
1	0A5107	Mammoth	<i>Ascochyta</i>		<i>Rhizoctonia</i>
2	35305627	Oregon	<i>Ascochyta</i>		<i>Rhizoctonia</i>
3	35305H11	Oregon	<i>Ascochyta</i>		<i>Rhizoctonia</i>
4	35305623	Oregon	<i>Ascochyta</i>	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Rhizoctonia</i>
5	05Q-B521	Corona	<i>Ascochyta</i>		<i>Rhizoctonia</i>
6	TA5201	Mammoth	<i>Ascochyta</i>		<i>Rhizoctonia</i>
7	5005	Corona	<i>Ascochyta</i>	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Rhizoctonia</i>
8	6006	Sugar Daddy	<i>Ascochyta</i>		<i>Rhizoctonia</i>
9	NA5017	Sugar Daddy	<i>Ascochyta</i>		<i>Rhizoctonia</i>
10	3530446 A	Oregon	<i>Ascochyta</i>	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Rhizoctonia</i>
11	582068	Sweet ANN	<i>Ascochyta</i>	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Rhizoctonia</i>
12	35865332	Sugar Daddy	<i>Ascochyta</i>	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Rhizoctonia</i>

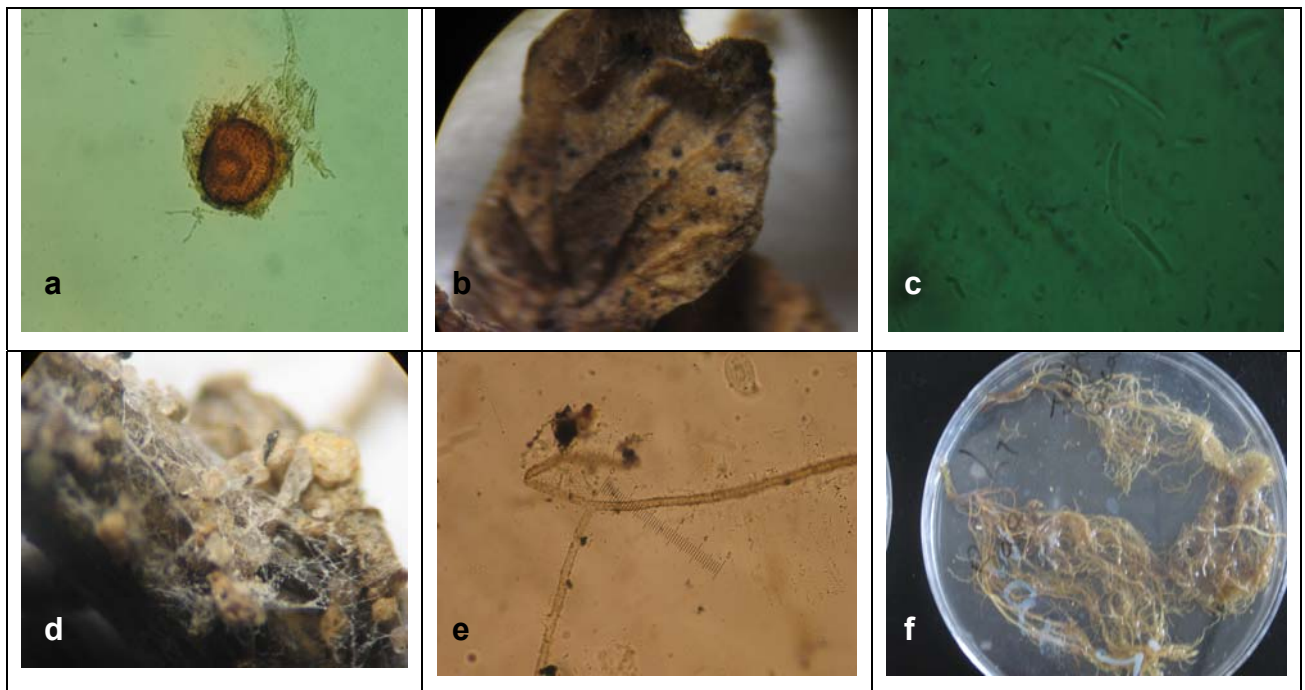


Figura 13. Muestras del material vegetal de plantas de arveja china (*Pisum sativum* L.) 2006. a y b) Material vegetal (hoja) y estructura del hongo *Ascochyta* sp. c) macro y micro conidias del *Fusarium* sp. d) Material vegetal con micelio del hongo *Fusarium* sp. e y f) Material vegetal en agua (Raíz) del hongo de *Rhizoctonia* sp.

2.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.7.1 Conclusiones

- A. Asociado a semilla certificada de arveja china (*Pisum sativum* L.) se determinaron los hongos *Alternaria alternata*, *Fusarium* sp. y *Aspergillus* sp.
- B. La incidencia de los hongos asociados a la semilla de arveja china (*Pisum sativum* L.) fue en *Alternaria alternata* 0.5% en el lote 6 (TA 5201), *Fusarium* sp. 2.3 % en el lote 4 (34305623) y *Aspergillus* sp. 7.5% para el lote 12 (35865332) y 1% para el lote 1 (OA 5107).
- C. Todos los lotes de semilla de arveja china presentaron contaminación por *Bacillus* sp.
- D. La semilla importada de arveja china presenta bajos índices de germinación con un mínimo de 64% y un máximo de 77%. Según normas y regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación indica que la semilla importada tiene que estar libre de patógenos y con un valor mínimo permisible de germinación del 80%. Por lo tanto se considera que la semilla de arveja china es de baja calidad.

2.7.2 Recomendaciones

- A. Hacer análisis de sanidad en la semilla de arveja china previo a su importación.
- B. Hacer análisis de germinación en la semilla de arveja china antes de llevarla al campo.
- C. Los métodos de germinación en papel y en arena son efectivos para conocer el porcentaje de germinación en la semilla, por lo que el método de papel demuestra el estado viable y sanitario de la semilla, tomando en cuenta factores como semilla sana, semilla mal formada y semilla no germinada por patógenos.

- D. La semilla de arveja china importada a Guatemala es de mala calidad por lo que se debería de exigir semilla previa a su importación para realizar análisis de sanidad y germinación.

- E. Se recomienda una boleta para llevar registros en laboratorio al realizar una prueba de sanidad en semilla.

2.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Abugarade Pineda, JF. 1990. Evaluación de 3 fungicidas como protectores de semilla de tomate *Lycopersicon esculentum*, chile pimiento *Capsicum annum* y arveja china *Pisum sativum* para el control de hongos del suelo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 49 p.
2. AGEXPRONT (Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales, GT). s.f. Guía práctica para el cultivo de arveja china. Guatemala. 13 p.
3. _____. Año 2006. Comisión agraria, directorio de exportadores de productos no tradicionales. Guatemala. 58 p.
4. Agrios, GN. 1986. Fitopatología. México, Limusa. 756 p.
5. Alvarez, G; García Chiú, E. 1993. Estudio de hongos patógenos en arveja china. *In* Manejo Integrado de Plagas en Arveja China, fase I: 1991–1992. Guatemala, MAGA, PDA. 67 p.
6. Arango Perearnau, MR; Craviotto, RM; Gallo, C. 2006. Nuevo recipiente para análisis de germinación y sanidad de semillas: uso en patología (en línea). Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Oliveros. Consultado 25 set 2006. Disponible en: <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/calidad/NuevoRecipienteAnalisisGerminacion.asp>
7. ASOARVEX (Asociación de Exportadores de Arveja China, GT). 2006. Situación actual del cultivo de arveja china *Pisum sativum*. Guatemala, MAGA. 45 p.
8. Casseres, E. 1971. Producción de hortalizas. México, Programex. 75 p.
9. Chacón Rojas, FA. 1989. Evaluación de la aplicación combinada de ocho fungicidas en el control de la *Ascochyta* sp. en el cultivo de arveja china. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 46 p.
10. Cruz Machado, J. 1988. Patología de semillas, ciencias agrarias trópicos. Brasil, Escuela Superior de Agricultura de Lavras. p. 78-88.
11. Daughtrey, M. 1995. Compendium of flowering potted plant diseases. US, APS. 92 p.
12. Ellis, MBA. 1971. Dematiaceous y hyphomycetes. Kew, England, Commonwealth Mycological Institute. p. 42 – 62.
13. Granados, L. 2003. Calidad sanitaria: enfermedades causadas por bacterias (en línea). 2006. Perú, SENASA. Consultado 22 set 2006. Disponible en:

http://www.senasa.gob.pe/intranet/capacitacion/cursos/curso_nacional_semilla/semillas/8.pdf.

14. López Bautista, EA. 2007. Fundamentos para la comprensión del muestreo estadístico. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 51 p.
15. Martínez Garza, A. 1988. Diseños experimentales. México, Trillas. p. 118.
16. Mezzalama, M. 2007. Laboratorio de sanidad de la semilla (en línea). México. Consultado 26 set 2006. Disponible en: http://www.cimmyt.org/spanish/wps/obtain_seed/shl.htm
17. Persini, A. 1980. Patología vegetal práctica. México, Limusa. p. 359–369.
18. Ramírez Coche, J. 2004. Determinación de hongos asociados a granos de café (*Coffea arabica*) para exportación provenientes del beneficio Santiago la Laguna, Santiago Atitlán, Sololá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 42 - 62.
19. Raper, KB; Fenell, DI. 1965. The genus *Aspergillus*. Baltimore, Maryland, US, Williams y Wilings. 686 p.
20. Silva, MA. 2006. Germinados y fermentos de semillas (en línea). España, Nutriobiota. Consultado 25 set 2006. Disponible en: <http://perso.wanadoo.es/nutriobiota/germinados.html>
21. Tineo, GD; Losano, L; Trujillo Pinto, G. 1988. Géneros de bacterias fitopatógenas presentes en semillas de leguminosas comestibles. Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Facultad Agronomía. 35 p.



3.1 PRESENTACIÓN

El objetivo general de la presente investigación fue evaluar la aplicación de fungicidas biológicos (*Bacillus subtilis*), orgánicos (extracto de tomillo y extracto de ajo) y químicos (Metam sodio y Cianamida cálcica) para el control del marchitamiento vascular de la arveja china (*Pisum sativum* L.) causada por *Fusarium oxysporum*, en el municipio de Sumpango, Sacatepéquez.

Se realizaron dos investigaciones, la primera en época lluviosa (octubre de 2006 a enero de 2007) y la segunda en época seca (marzo a mayo de 2007). A través de la primera investigación se determinó que los fungicidas orgánicos no difieren del testigo (sin control) en la incidencia de plantas marchitas, por lo que en la segunda investigación solo se emplearon combinaciones de los dos fungicidas químicos con el fungicida biológico.

Basado en la incidencia media de plantas marchitas en cada uno de los dos ensayos (50 % en época lluviosa y 64 % en época seca) y en el número de cortes en las plantas enfermas (8 a 12 en época lluviosa y desde ningún corte a un máximo de 4 en época seca), es más favorable producir arveja china durante los primeros meses de la ventana de exportación para Guatemala de octubre a enero pues las condiciones de temperatura (17 °C) son menos favorables para el patógeno que al cierre de la ventana de exportación de febrero a mayo donde las condiciones de temperatura de 20 °C son óptimas para el patógeno, así como su diseminación a través de las mangueras del riego por goteo que es necesario durante la fase vegetativa del cultivo en la época seca.

El mejor tratamiento para minimizar la incidencia de plantas con marchitez vascular por *Fusarium oxysporum* en arveja china en época lluviosa (23 %) y en época seca (51%) así como obtener el máximo rendimiento (6,984 kg/ha y 5,399 kg/ha respectivamente) es el Metam sodio pero su empleo no es económicamente viable. La mejor opción desde el punto de vista económico es la aplicación 15 días antes de la siembra de Cianamida cálcica a razón de 275.40 kg/ha, obteniendo un 31 y 63 % de plantas marchitas, 6,825 y 4,304 kg/ha de vainas de arveja fresca, con una tasa marginal de retorno del 485 y 164 % para la época lluviosa y seca respectivamente.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

3.2.1 Importancia económica de la arveja china en Guatemala

La arveja china (*Pisum sativum* L.) es una legumbre apetecible en varios países, lo que ha provocado la apertura constante de nuevos mercados, especialmente en los Estados Unidos, Canadá y Europa (1).

El comportamiento de la producción de arveja china en Guatemala se ha mantenido estable desde el año de 2001, con una tasa de crecimiento del 1 %. Para el año 2006 se estima que el área cultivada es de 3,564 hectáreas con generación de empleo para alrededor de 38,000 personas. La producción es ejecutada por pequeños productores con extensión de terreno promedio de 0.24 hectáreas (17).

Entre el 60 y 70 % de la producción obtenida es contratada previamente a la siembra. Los agricultores que contratan su producción, participan en un plan de siembra escalonadas entre agosto y enero para terminar de cosechar a mediados de mayo (17).

En el departamento de Sacatepéquez, tres son los municipios en los que se cultiva la arveja china, Santa María de Jesús, Sumpango y Santiago Sacatepéquez. Para el municipio de Sumpango, Sacatepéquez, se estima que se dedican a la producción de arveja china alrededor de 300 unidades productivas con un área promedio de 0.35 hectáreas por unidad productiva (14).

El monto de las exportaciones supera las 25,500 toneladas métricas anuales, de las cuales el 82 % se comercializa hacia Estados Unidos, el 10 % al Reino Unido, 3 % a países bajos, 5 % a Canadá y otros países. El mercado de los Estados Unidos es básicamente para arveja china fresca. La ventana de exportación para Guatemala es entre noviembre y mayo, ello implica que se poseen aproximadamente 30 semanas para la exportación, que se reduce 15 días después de las primeras lluvias debido a que la calidad del producto se reduce considerablemente (17).

3.2.2 Valor nutricional de la vaina

La arveja china presenta un gran valor nutricional en la parte comestible que es la vaina. En el Cuadro 16, se presenta el contenido nutricional (8).

Cuadro 16. Valor nutricional de 100 gramos comestibles de arveja china.

Composición	Cantidad	Composición	Cantidad
Calorías	106.00	Fósforo (mg)	134.00
Agua (%)	72.60	Hierro (mg)	1.70
Proteína (g)	7.10	Vitamina A (U.I.)	383.03
Carbohidratos (g)	18.80	Vitamina B1 (mg)	0.28
Fibras (g)	3.40	Vitamina B2 (mg)	0.18
Ceniza (g)	0.90	Niacina (mg)	2.15
Calcio (mg)	27.00	Vitamina C (mg)	23.30

Fuente: Calderón Bran, et al. (8)

3.2.3 Descripción botánica de la arveja china

A. Hábito

Es una planta de hábito trepador. Según la variedad, presenta alturas comprendidas entre 0.50 y 1.75 m o más. Las variedades que alcanzan un metro o menos de altura se les llama de hábito determinado o enanas y las que sobrepasan el metro de altura se les llama de hábito indeterminado o gigantes (9).

B. Tallo

Los tallos son monopódicos, herbáceos y huecos. Sus hojas pinnaticompuestas tienen filotaxia alterna, con uno, dos o tres pares de folíolos, con un zarcillo terminal (9).

C. Flor

Las flores son axilares, hermafroditas, de color blanco en la mayoría de variedades, pero existen de color lila. Son sencillas y nacen en pares sobre sus pedúnculos (9).

D. Fruto

El fruto es una vaina de color verde y consistencia carnosa, que debe cosecharse antes que haya formado fibra; es catalogada de comprimida y plana con una longitud de 6

a 12 cm de largo. Las ramas no presentan constricciones. Las semillas pueden ser redondas, lisas o rugosas cuando ya están deshidratadas o secas (9).

E. Propagación

La arveja china se reproduce sexualmente por medio de semilla que almacenadas bajo condiciones óptimas conservan su poder germinativo durante 2 ó 3 años (9).

3.2.4 Fenología del cultivo de arveja china

Para consumo en vaina, la arveja china pasa por etapas fenológicas que se inician con la germinación, para luego pasar por su desarrollo vegetativo; al concluir su etapa vegetativa inicia su etapa reproductiva con la brotación de las yemas florales; como consecuencia de la fecundación de la flor se da la formación de vainas, que se realiza paralelamente con la cosecha (8).

A. Etapa de germinación-emergencia

La germinación de la arveja china se inicia desde el momento en que se coloca la semilla en el suelo, el cual debe tener suficiente humedad. El tiempo que tarda la planta en emerger está determinado por tres factores de importancia; el tipo de suelo, la humedad y la profundidad de siembra, que de acuerdo a las condiciones climáticas prevalentes tiene como promedio de cuatro a seis días después de la siembra (8).

B. Etapa de desarrollo vegetativo

El desarrollo vegetativo de la arveja china varía dependiendo de su hábito de crecimiento. La de crecimiento determinado “enana”, dura alrededor de 55 días después de la siembra y la de hábito de crecimiento indeterminado “gigante” dura 60 días después de la siembra (8).

C. Inicio de floración y cosecha

En las variedades enanas la floración se inicia a los 55 días con una duración de 30 días y en las gigantes inicia la floración a los 60 días con una duración de 50 días. Las vainas se cosechan constantemente y paralela a ésta la planta sigue floreciendo. Desde el

momento de la floración hasta que la vaina está lista para cosecharla, transcurren de 9 a 11 días. Como característica especial para cosecharla puede tomarse que los granos empiezan a formarse y las caras de las vainas se encuentran casi pegadas. Las vainas deformes y con manchas deben desecharse (8, 20).

3.2.5 Mal de talluelo

El mal de talluelo es básicamente un marchitamiento vascular, el cual es provocado por varios hongos entre los cuales los más importantes son los de los géneros *Ceratocystis*, *Fusarium* y *Verticillium*. Cada uno de ellos ocasiona enfermedades graves y de amplia distribución, ya que atacan a varias plantas de cultivo, forestales y de ornato (2).

3.2.6 *Fusarium oxysporum*

La mayoría de los hongos de este género que producen marchitamientos vasculares pertenecen a la especie *Fusarium oxysporum* (10).

A. Taxonomía

Reino	Eumycota
Phylum	Dukaryomycota
Subphylum	Ascomycotina
División	Ascomycota
Clase	Hyphomicetes
Orden	Hipocreales
Familia	Hypocreaceae
Género	<i>Fusarium</i>
Especie	<i>Fusarium oxysporum</i> (11).

B. Distribución

Fusarium oxysporum se encuentra distribuido en todo el mundo causando grandes pérdidas en los cultivos. El hongo sobrevive en restos de cultivo de una temporada a otra y posee estructuras de resistencia que le permiten perdurar en el suelo por espacio de 6 años. Es favorecido por temperaturas cálidas (20 °C) asociada a alta humedad relativa. El

hongo penetra en la planta a nivel del suelo ya sea por el tallo o raíces superficiales, luego por los haces vasculares es trasladado a toda la planta. El manejo de esta enfermedad es basado en la siembra de variedades resistentes (13).

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

Si se cultivan en condiciones estándar de luz, temperatura y sustrato, las características macroscópicas son útiles para la descripción de las especies, pero no para su diferenciación. La morfología y la pigmentación de la colonia y la ausencia o presencia de esporodoquio, esclerocio o estroma en diferentes medios son una sustancial ayuda (19).

En medios habituales las colonias presentan un crecimiento rápido, que suele ocupar toda la placa 8 a 9 cm de diámetro en una semana. El color que desarrollan depende de la especie y puede ser blanquecino, crema, anaranjado, rosado, rojizo, púrpura. Estas coloraciones pueden variar según los diferentes medios de cultivo. El micelio aéreo suele ser abundante y de aspecto algodonoso. La velocidad de crecimiento, la morfología y la pigmentación de la colonia son datos importantes para la identificación (19).

En PDA presenta un crecimiento rápido de 50 mm en una semana. Al principio la colonia es lisa y algodonosa, con el tiempo se torna un aspecto como el fieltro de color blanco o salmón pálido, tiñéndose de púrpura en su zona central. El reverso es púrpura o azul oscuro, produce un pigmento púrpura violeta que difunde al medio. La esporodoquia presente en algunas cepas, da una coloración crema anaranjada al cultivo (19).

D. Características morfológicas microscópicas del género *Fusarium*

Las microconidias son ovoides o en forma de riñón, con un tamaño de 5 a 12 x 2,3 a 3.5 μm y ocasionalmente, con uno o dos tabiques. Nacen de monofialides laterales, cortas y anchas, afiladas hacia la punta, con collaretes poco definidos, solitarias o ramificadas. Las microconidias pueden formar masas, simulan cabezas, pero nunca cadenas. Las macroconidias tienen de uno a cinco septos. Su tamaño es de 23 a 54 x 4.5

μm (Figura 14). Tienen forma de media luna, ligeramente curvadas, con pared fina y delicada. Su célula apical es afilada y la célula basal con forma de pie pero pueden tener ambos extremos afilados. En la mayoría de los cultivos las clamidiosporas son abundantes. Son grandes, hialinas de pared lisa o rugosa y pueden observarse aisladas o en parejas, intercalares o terminales. Algunos aislamientos presentan masas de esclerotia de color claro o azul o violeta (19).

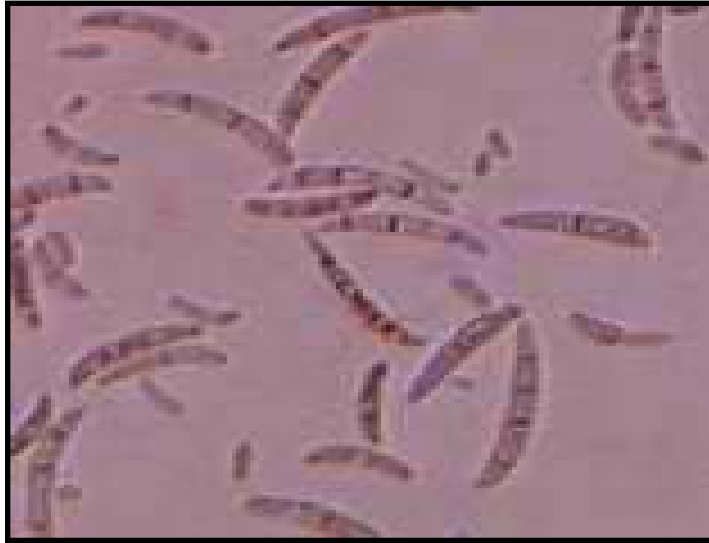


Figura 14. Macro y micro conidias de *Fusarium Oxysporum*

E. Desarrollo de la enfermedad

El patógeno inverna en el suelo en forma de micelio y en cualquiera de sus formas de esporas, pero lo hace con mayor frecuencia en forma de clamidiosporas. Se propaga a cortas distancias a través del agua y el equipo agrícola contaminado, y a grandes distancias principalmente en los trasplantes infectados o en el suelo que va en ellos. Es frecuente que una vez que un área haya sido infectada por *Fusarium* se mantenga así por tiempo indefinido (2).

Cuando las plantas sanas se desarrollan en un suelo contaminado, los tubos germinales de las esporas o el micelio penetran directamente en las puntas de las raíces o entran en estas últimas a través de heridas o a nivel de la zona donde se forman las raíces laterales (10).

F. Sintomatología

Lo primero que se observa a nivel de campo es un amarillamiento en las hojas básales, posteriormente se marchitan se secan pero permanecen adheridas a la planta. Esta sintomatología va progresando hacía la parte superior de la planta, a veces sólo toma un sector de la misma. Al comienzo las plantas muestran marchites en las horas más calurosas del día recuperándose al final del mismo pero finalmente se marchitan y mueren. Las raíces principales y la base del tallo presentan necrosis vascular. Los cortes transversales que se hacen de tallos y ramitas infectados muestran varias zonas pardas decoloradas dispuestas en forma de un anillo completo o interrumpido que consta de tejidos vasculares decolorados; en la Figura 15, se observa un corte transversal de un tallo con el sistema vascular de color marrón (2).



Figura 15. Daño a nivel de tallo por *Fusarium oxysporum*.

Las partes de plantas infectadas pierden turgencia, se debilitan, adquieren una tonalidad que va del verde claro al amarillo verdoso, decaen y finalmente se marchitan, se tornan amarillas, empardecen y mueren. Las hojas marchitas pueden estar extendidas o bien enrollarse. Los retoños tiernos y jóvenes también se marchitan y mueren (2).

G. Afección a nivel vascular

En general el marchitamiento o mal de talluelo por *Fusarium oxysporum* concentra su daño en los tejidos vasculares en especial en el xilema afectando la traslocación del agua, de ahí que los síntomas se iguales a los de una sequía fuerte. Continua dentro de la planta hasta causar la muerte y rara vez produce conidios o esporas, no existen signos de ésta enfermedad. El xilema es obstruido por estas estructuras y también por polisacaridos (mucosidad). La obstrucción se acentúa por la producción de geles o gomas que se forman por celulosa al degradarse cuando son atacados por las enzimas del patógeno (2, 10).

Las microconidias que son una a dos células de tamaño pequeño, constituyen la mayor cantidad y se forman en el interior del xilema (taponan el xilema); las macroconidias que son de mayor tamaño con forma de plátano de una a cinco células se forman sobre la planta y el tejido muerto; las clamidosporas que son de una a dos células de pared gruesa son terminales o intercalares se producen en el micelio más viejo y constituyen estructuras de sobre vivencia en el suelo (2, 10).

H. Condiciones favorables

Es un hongo de temperatura cálidas, el desarrollo óptimo se presenta a 20 °C el rango va de 12 a 28°C. Esta temperatura acompañada de alta humedad relativa, días cortos de baja intensidad lumínica favorecen el desarrollo de la enfermedad. Otros factores son los suelos ácidos, arenosos, con bajo pH, pobres en nitrógeno y alto suministro de potasio. Las heridas ocasionadas a las raíces por maquinaria o nematodos como es el caso de *Melodogyne incognita* aumentan la susceptibilidad al marchitamiento y favorece el desarrollo del hongo (12).

I. Manejo de la enfermedad

Luego que el hongo penetra al tejido vegetal, no existe control químico efectivo para esta enfermedad. La utilización de variedades resistentes es la medida más adecuada para el manejo de *Fusarium oxysporum*. Un suelo libre de nematodos así como evitar las heridas en las raíces al laborear el suelo contribuye a mantener la sanidad del cultivo. Las

plantas enfermas deben eliminarse lo más pronto posible a efecto de reducir el inoculo. Las rotaciones con cultivos no huéspedes como el caso de lechuga, acelga entre otros son necesarias para el manejo adecuado de la enfermedad (12).

La esterilización del suelo es demasiado costosa para que se lleve a efecto en el campo, pero siempre debe practicarse en el caso de plantas cultivadas en invernadero (2).

Actualmente las medidas utilizadas para el control de las enfermedades del suelo son el uso de productos químicos y prácticas culturales; sin embargo, el control por medio de estas prácticas se ve restringido por razones económicas y ecológicas. Las posibilidades de sustituir o disminuir el uso de productos químicos en el control de enfermedades producidas por hongos del suelo abre una ventana a la investigación de técnicas alternativas como el control biológico, realizando numerosos estudios de laboratorio e invernadero, que prueban el efecto antagonista de diversas especies de hongos entre ellas *Trichoderma spp.* y bacterias como las del género *Bacillus* (13).

3.2.7 Material experimental

La descripción técnica de los productos empleados en cada una de los dos ensayos se presenta a continuación.

A. Metam sodio (6)

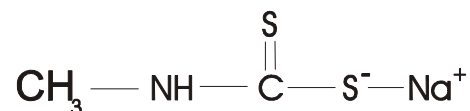
Nombre técnico: Metam sodio (6).

Nombres comerciales: Maposol, Metam 426, Metildiene K, Soil prep, Metam SAU, Sectagon II, Sectagon 42, Pol-Life, Karbation, Vapam, Trimaton, Unifume, Acapam, Cucafum.

Denominación química: Metil ditiocarbomato sodio.

Familia química: Ditiocarbomato.

Fórmula estructural:



Fórmula bruta:	$C_2H_4NNaS_2$
Tipo de compuesto:	Es un compuesto del grupo de los desinfectantes.
Casa que lo produce:	Syngenta as Products, BASF A.G, Lainco, ELF Atochem, Lu Cava, Unicrop, Aragonesas, BuckMan, Rhone-Poulenc, Visplant.

Propiedades químicas y físicas del ingrediente activo (i a):

- **Punto de fusión:** 129.2 °C.
- **Solubilidad:** Soluble en agua a 722 gr/Lt (20 °C). Prácticamente insoluble en algunos solventes orgánicos.
- **Aspecto:** Sólidos cristalinos, olor a huevo.
- **Masa molecular:** 129.2 gr/mol.
- **Color:** Blanco.
- **Formulaciones:** SL, SC.
- **Modo de acción:** Es un desinfectante del suelo para lo que son hongos, nematodos, insectos del suelo. Actúa por la descomposición del metil isotiocianato.
- **Espectro de acción:** Desinfectante del suelo Desinfectante del suelo para antes de la siembra en cualquier tipo de cultivo.
- **Toxicología:** Clase I.
Oral: DL50= 1891 mg/Kg.
Dermal: DL50 > 3074 mg/Kg.
- **Toxicología en animales:** En abejas no tóxico, tóxico para peces y aves.
- **Restricciones de uso:** Uso específico como desinfectante preventivo.
- **Fitotoxicidad:** Favorablemente fitotóxico.
- **Dosis de aplicación:** 750 cc a 1250 cc / cantero de 10 m² según marca comercial.
- **Modo de aplicación:** Incorporado al suelo.
- **Precauciones:** No hay antídoto específico para casos de intoxicación aplicar terapia sintomático, tóxico a peces no a mamíferos (6).

B. Cianamida cálcica (18)

Nombre Técnico:	Cianamida Cálcica
Nombres Comerciales:	Perlka
Denominación Química:	Hidróxido de calcio 50 % nitrógeno 19.8 %
Formulación:	Granulado (GR)
Modo de acción:	Es un fertilizante granulado de color gris oscuro con una composición de casi un 20% de nitrógeno de liberación lenta de tipo amoniacal, y un 50% de hidróxido de calcio y más 1% de magnesio. Tiene dos factores de acción una que es “la fase nutritiva” a los cultivos donde se aplica y la otra “la fase de biocida en el suelo”, donde se elimina en un alto porcentaje fitopatógenos como: hongos, larvas de insectos, bacterias y nematodos, así como semilla de malezas a nivel pre-emergente.
Origen:	Degussa
Solubilidad:	Soluble en agua
Espectro de Acción:	Fungicida, herbicida, nematicida y bactericida
Compatibilidad:	No mezclar con otros productos
Toxicología:	Precaución (Banda toxicológica Verde)
Dosis de aplicación:	Existe un cuadro de dosis a aplicar para distintos hongos a controlar, las que oscilan entre 50 y 100 gramos por metro cuadrado.
Modo de aplicación:	Distribuir la cianamida cálcica lo mejor posible dentro del área radicular del cultivo, en un suelo arenoso o franco la cianamida cálcica se mueve más fácilmente que en un suelo arcilloso donde ocurre lo contrario. El control de hongos, bacterias y nematodos del suelo se encuentran en los primeros 10 – 12 cm de profundidad, mientras que el control de semillas de malezas es más superficial de 2 a 5 cm; pero para control de plagas insectiles como gallina ciegas y aporte de nutrientes la aplicación debe

hacerse desde la superficie hasta los 15 cm de profundidad. La humedad del suelo es clave de ser posible desde unos 8 días antes de la aplicación de la cianamida y en lo sucesivo hasta ocho días después y luego suspender los riegos unos cuatro días como mínimo, hasta el trasplante o siembra de las semillas (18).

Aporte de nutrientes:

Por ser la cianamida cálcica una fertilizante de base nitrogenada y con fuente de nitrógeno atmosférico, en forma ureico-amoniacal, esta necesita pasar por un proceso de transformación química para ser absorbible por las plantas ó sea en forma nítrica, siendo este proceso lento (pero ventajoso para los cultivos) con un periodo de duración de 60 a 70 días después de entrar en contacto con la humedad del suelo, y con mayor porcentaje de liberación durante los últimos 30 a 40 días; razón por la cual se obtienen producciones mayores, uniformes y adelantadas en relación al ciclo normal de crecimiento y maduración de los cultivos (18).

C. Bacillus subtilis raza QST713 (6, 7)

Nombre técnico: *Bacillus subtilis*.

Nombres comerciales: Serenade, Kodiak, Quantum 4000, Sistema 3, Rotor, Subsol.

Tipo de compuesto: Bacteria usada como fungicida biológico.

Origen: AgraQuest Inc., Agrícola El Sol, Gutafson, Uniroyal, Químicos aplicados Thailandia, Hansen Biosistemas Cristiano.

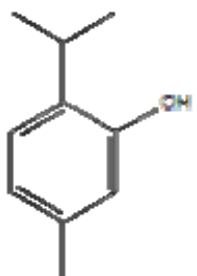
Propiedades químicas y físicas del ingrediente activo (i a):

- **Densidad:** 0.965 gr/ml a 25°C
- **Solubilidad:** Dispersable en agua.

- **Aspecto:** Suspensión concentrada conteniendo 2×10^{10} esporas viables, 6 % de ingrediente activo en formulaciones de otros fungicidas (6, 7).
- Modo de acción:** Es un fungicida biológico preventivo que actúa por antibiosis y por competencia por nutrientes con hongos fitopatógenos del suelo, follaje y frutos. Al sembrar la semilla tratada con *Bacillus subtilis*, las esporas de la bacteria germinan junto con la semilla produciendo formas vegetativas que colonizan la superficie externa de las raíces viviendo en los exudados de las mismas. Como resultado del metabolismo bacteriano se producen sustancias fúngicas, y antibióticas como Subtilicina, Inturina-A, que impide el desarrollo de los hongos que afectan a las raíces y talluelos de la planta (7).
Para el caso específico de raza QST713 de *B. subtilis* los lipopeptidos están compuestos por una parte cíclica y una cadena lateral de ácidos grasos. Estos compuestos pertenecen a 3 clases específicas, iturinas, plipastatinas y surfactinas. La acción antifúngica de alguna de estas clases ya se conocía previamente, pero la raza QST 713 de Serenade es la primera bacteria encontrada que produce las 3 clases juntas. Dos de las plipastatinas son componentes con una porción péptica única y recientemente identificados fueron denominados por los investigadores como Agrasatina A (6, 7, 18).
- Espectro de acción:** *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Alternaria* spp., *Botrytis* spp., *Uromyces* spp., *Monilinia* spp.
- Compatibilidad:** Es compatible con la mayoría de plaguicidas, evitar el uso de agua clorada o con desinfectantes fuertes, antibióticos agrícolas y/o fungicidas cúpricos (7).

Formulación:	1.2x10 ¹⁰ esporas viables/Lt, 6 % en otros fungicidas, 2x10 ¹⁰ SC. También como polvo mojable (WP).
Toxicología:	Grado IV. No es tóxico para otros insectos, a animales superiores o personas.
Fitotoxicidad:	No es fitotóxico a la dosis recomendada.
Dosis de aplicación:	8 – 16 oz / 100 lb de semilla, 15 – 45 cc/Kg de semilla. i a = 5.52*10 ¹² esporas / 100 lb de semilla 16oz 2.76*10 ¹⁰ esporas / 100 lb de semilla 8oz.
Modo de aplicación:	Para el tratamiento de semilla, remojar las semillas, con el producto puro utilizando la cantidad de producto necesario según la cantidad de semilla a tratar. En aplicaciones de campo hacer aplicaciones dirigidas cada 15 días a razón de 3 l/ha.
Mezclas y combinaciones:	Se recomienda para su aplicación no hacer mezclas con ningún tipo de fungicida, bactericida, insecticida etc.
Intervalo de aplicación:	Cuando el tratamiento es al suelo, tres aplicaciones a la base de la plantas a cada quince días.
Intervalo entre la aplicación y cosecha:	Quince días.
Intervalo de ingreso al área tratada:	No hay restricción.
Síntomas de intoxicación:	No se han reportado síntomas específicos.
Antídoto:	No es tóxico para el hombre (7).

D. Thymol

Nombre técnico:	Thymol.
Nombres comerciales:	Bio-125 ajo, Bio 75 tomillo, Tymol, Timol, Thymol.
Denominación química:	2- <i>isopropil</i> -5-methyl-fenol (22).
Fórmula estructural:	

Fórmula bruta:	C ₁₀ H ₁₄ O (22)
Tipo de compuesto:	Extracto orgánico de plantas como el tomillo.
Origen:	Agromed.
Propiedades químicas y físicas del ingrediente activo (i a):	
• Densidad:	0.97 gr/ml a 20°C
• Solubilidad:	0.98 g/l en agua a 25 °C; 1.0 g/l etanol; 1.428 g/l cloroformo.
• Masa molecular:	150,22 g/mol
• Punto de fusión:	49 - 51 °C
• Punto de ebullición:	232 °C
• Punto de inflamación:	107 °C
• Presión de vapor:	2,5 hPa a 25 °C
Modo de acción:	Tiene acción preventiva y curativa en invasiones de hongos y bacterias. Su uso reduce la carga fungicida y bactericida a niveles mínimos obteniéndose una gran protección. La actividad iónica del extracto le permite penetrar la pared celular de los microorganismos y destruirlos. El timol tiene la cualidad de comportarse como feromona atrayente ante insectos polinizadores, como las abejas, abejorros etc.
Espectro de acción:	<i>Ascochyta, Fusarium, Botrytis, Alternaria, Rhyzoctonia, Sphaeroteca, Mycosphaerella, Cercospora, Septoria, Stemphylium, Peronospora, Pythium</i> (5).
Compatibilidad:	No es compatible con soluciones muy ácidas (pH menor de 5) y es compatible con aguas duras.
Formulación:	SL, WP.
Fitotoxicidad:	A las diluciones adecuadas este producto no produce fitotoxicidad.
Dosis de aplicación:	De 300a 500 cc en 100 litros de agua y aplicar cada 10 a 12 días (4).

Modo de aplicación: Puede aplicarse mediante cualquier tipo de aspersión manual o automática, tanto aérea o a nivel de tierra, como también en aplicación localizada (4).

E. Fungiguil

Composición:

- **Extracto de ajo**
(*Allium sativum*): 98 %.
- **Adherentes naturales:** 1 %.
- **Estabilizantes naturales:** 1%.
- **Ingrediente activo:** Alina, alicina, cicloide de alitina y disulfato de dialil.
- **Definición química:** Jugo concentrado de ajo (3).

Propiedades físicas y químicas:

- **Olor:** Sui-generis.
- **Color:** Amarillo oscuro.
- **Sólidos totales:** 24 %
- **pH:** 3-4.
- **Total de cenizas:** no más del 5 %.
- **Solubilidad en agua:** completa.
- **Elementos extraños**
(sólidos no solubles) menos del 1 % (3).

Características: Extracto de ajo obtenido mediante maceración y prensado de bulbos de ajo esterilizado para prolongar la vida del mismo.

Descripción: Planta perenne de la familia Liliácea, cultivada como anual. La decocción de sus bulbos es eficaz contra larvas masticadoras de insectos chupadores, como pulgones, se emplea como fungicida de hongos del suelo.

Modo de acción: Actúa por ingestión, causando ciertos trastornos digestivos y el insecto deja de alimentarse. En algunos

casos causa cierta irritación en las larvas lo que las aleja. Es absorbido por el sistema vascular de la planta. El cambio de olor natural de la planta evita el ataque de plagas del suelo incluyendo hongos.

Dosis y aplicación:

1 litro de producto comercial por cien litros de agua y realizar aplicaciones cada 10 a 12 días para el control de insectos del follaje, aplicado al suelo al momento de la siembra y luego sobre el surco cada 20 días para control de hongos del suelo (3).

F. Cal dolomítica

La acidez del suelo afecta de diversas maneras el crecimiento de las plantas y asimismo el desarrollo de patógenos del suelo. Cuando el pH es bajo (la acidez es alta), uno o varios factores perjudiciales pueden deprimir el crecimiento del cultivo. La razón fundamental de incrementar la alcalinidad del suelo por medio de la aplicación de cal dolomítica ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$) es para crear condiciones adversas que limita la acción de agentes patógenos que se desarrollan en medios ácidos (16).

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 General

Evaluar la aplicación de fungicidas para el control de *Fusarium oxysporum*, en el cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.), durante dos épocas de cultivo, lluviosa y seca, en Sumpango, Sacatepéquez.

3.3.2 Específicos

- A. Identificar los fungicidas que permiten obtener la menor incidencia de plantas enfermas de arveja china por *Fusarium oxysporum* y el mayor rendimiento de vainas frescas durante la época lluviosa.
- B. Combinar los mejores fungicidas identificados en la época lluviosa y aplicarlos en la siguiente temporada de cultivo de arveja china durante la época seca e identificar los que permiten obtener la menor incidencia de *Fusarium oxysporum* y el mayor rendimiento de vainas frescas.
- C. Estimar la viabilidad económica de la aplicación de los tratamientos a través de la tasa marginal de retorno.

3.4 HIPÓTESIS

- 3.4.1 Al menos uno de los fungicidas permitirá obtener la menor incidencia de *Fusarium oxysporum* y el mayor rendimiento de vainas frescas durante la época lluviosa de cultivo.
- 3.4.2 Al menos una de las combinaciones de fungicidas permitirá obtener la menor incidencia de *Fusarium oxysporum* y el mayor rendimiento de vainas frescas durante la época seca de cultivo.
- 3.4.3 Con algún tratamiento se obtendrá el mayor beneficio económico en la producción de arveja china.

3.5 METODOLOGÍA

3.5.1 Lugar del ensayo, material experimental y equipo

Las dos investigaciones para el control de *Fusarium oxysporum* en arveja china (*Pisum sativum* L.) durante dos épocas de cultivo (lluviosa y seca) se realizaron en un área experimental de la empresa Grupo Hortícola de Exportación (GHORTEX), en el municipio de Sumpango, Sacatepéquez. El material experimental que se menciona a continuación se describe ampliamente en el marco teórico del presente documento.

A. Material experimental y equipo

- Semilla de arveja china *Pisum sativum* L. Oregon Sugar Pod II
- Fungicidas químicos
 - Metan Sodio
 - Cianamida Cálcica
 - Cal hidratada
- Fungicidas orgánicos
 - Extracto de tomillo (Thymol)
 - Extracto de ajo (Alina, alicina, cicloide de alitina y disulfato de dialil)
- Fungicida Biológico
 - *Bacillus subtilis* (Serenade)
- Rafia
- Tutores, estacas de pino de 2 m de largo
- Azadones, machetes
- Libreta de campo
- Calculadora, bolígrafo, lápiz
- Computadora

3.5.2 Manejo agronómico general de las dos investigaciones en época lluviosa y época seca

El manejo general común a las dos investigaciones comprendió la preparación del suelo, siembra, fertilización, tutoreado, riego, manejo de plagas y enfermedades y, cosecha.

A. Preparación del suelo

Se delimitó un área de 1,152 m² (36 m x 32 m) para la evaluación. Luego de delimitar el área de la investigación se realizó una labranza con un paso de arado y dos pasos de rastra. Se trazaron surcos de 36 m de largo a una distancia de un metro entre cada uno de ellos (Figura 16).

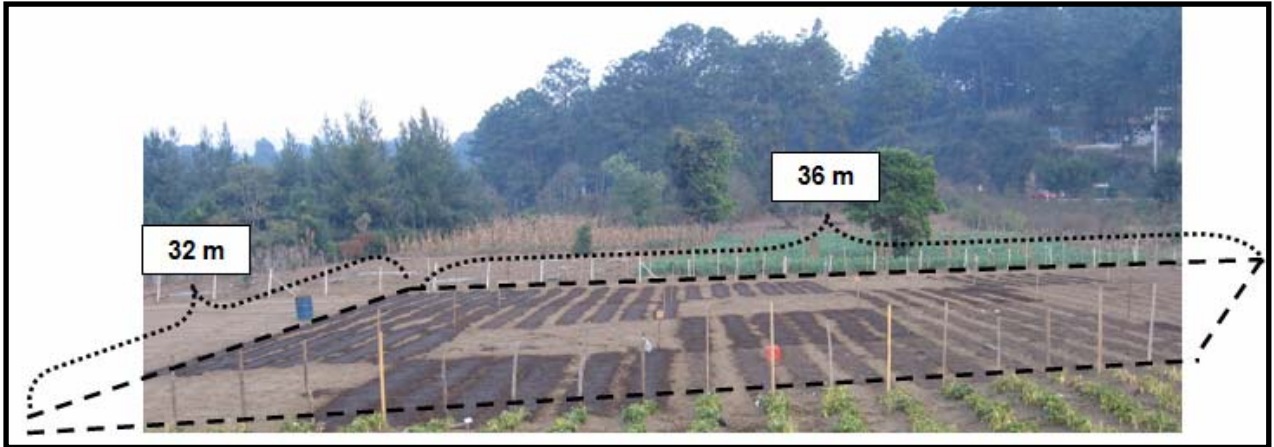


Figura 16. Preparación del terreno (1,152 m² = 36 x 32 m) para el ensayo

B. Siembra

La siembra fue directa en campo, colocando dos semillas por postura a 0.05 m entre posturas, el material empleado fue Oregon Sugar Pod II (Figura 17).



Figura 17. Arveja china Oregon Sugar Pod II, empleada en ambos ensayos para la evaluación de fungicidas para el control de *Fusarium oxysporum*.

C. Fertilización

A los 30 días después de la siembra se aplicó sulfato de amonio a razón de 272 kg/ha, la segunda aplicación se realizó a 60 días después de la siembra con triple 15 a razón de 272 kg/ha.

D. Tutoreado

A los 40 días después de la siembra se colocó la primera y segunda rafia para sostener las plantas, luego a los 55 días después de la siembra se colocó la tercera rafia, y 15 días después se colocó la cuarta rafia para dar una mejor sostenibilidad a la plantación (Figura 18).



Figura 18. Tutoreado de la arveja china para sostenibilidad de la plantación.

E. Riego

Para la primera investigación realizada en la época lluviosa de octubre a enero no fue necesario hacer riegos, pero para la segunda investigación realizada en época seca de marzo a mayo fue necesario aplicar riego por goteo. Los riegos fueron se aplicaron 2 veces por semana (Figura 19).



Figura 19. Aplicación de riego por goteo en la fase vegetativa de la arveja durante la segunda investigación en la época seca (marzo a mayo 2007).

F. Manejo de plagas y enfermedades

Las plagas más importantes que afectaron la plantación de arveja china fueron trips, mosca blanca y piojo, para lo cual se realizaron aplicaciones alternas cada 10 días de Benzoato de emamectina a razón de 560 gr/ha, Cipermetrina a razón de 250 cc/ha. Las enfermedades más importantes que afectaron la plantación fueron las causadas por los géneros *Ascochyta*, *Oidium* y *Fusarium*, para lo cual se realizaron aplicaciones alternas cada seis días de Benomil a razón de 800 gr/ha, Azoxistrobina a razón de 800 gr/ha, Ftalimina a razón de 1,000 gr/ha, Mertec a razón de 400 cc/ha.

G. Cosecha

Para completar la cosecha fue necesario realizar alrededor doce cortes con un intervalo entre corte de tres días. El primer corte se realizó a los 50 días después de la siembra. Los datos se registraron según el tratamiento y repetición correspondiente (Figura 20).



Figura 20. Cortes de arveja china (se encuentran vainas y flores al mismo tiempo).

3.5.3 Tratamientos evaluados en época lluviosa y en época seca

En el Cuadro 17 se presentan los tratamientos evaluados en la época lluviosa (de octubre de 2006 a enero de 2008) y en el Cuadro 18 los tratamientos evaluados en la época seca siguiente (de marzo a mayo del 2008).

Cuadro 17. Tratamientos evaluados para el control de *Fusarium oxysporum* en arveja china en época lluviosa (octubre 2006 - enero 2007), en Sumpango, Sacatepéquez.

Trat.	Código	Ingrediente activo	Nombre comercial
1	A	Thymol	Thymol
2	B	<i>Bacillus subtilis</i> raza QST 713	Serenade
3	C	Metam sodio	Metam Sodio
4	D	Hidróxido de calcio 50 % nitrógeno 19.8 %	Cianamida cálcica
5	E	Alina, alicina, cicloide de alitina y disulfato de dialil	Fungiguil
6	F	Testigo (control)	Testigo (control)

Luego de la evaluación en la época lluviosa se seleccionaron El Metam sodio, Serenade y Cianamida cálcica para combinarlos y evaluarlos durante la época seca siguiente como se indica en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Tratamientos evaluados para el control de *Fusarium oxysporum* en arveja china en época seca (marzo a mayo 2007), en Sumpango, Sacatepéquez.

Trat.	Código	Nombre comercial
1	A	Metan sodio + Cianamida calcica
2	B	Cianamida calcica+serenade
3	C	Cal
4	D	Metan sodio + serenade
5	E	Cianamida calcica compartida
6	F	Metan sodio+Cianamida calcica+Serenade

3.5.4 Aplicación de los tratamientos

A. Aplicación de los tratamientos en época lluviosa

Los tratamientos indicados en el Cuadro 3 para el control de *Fusarium oxysporum* en arveja china durante la época lluviosa (octubre de 2006 a enero de 2007) se aplicaron como sigue:

- **Thymol**, se aplicó a razón de 1.3125 kilogramos por hectárea, para lo cual fue necesario diluirlo en agua a razón de 140 gramos de Thymol por cada 200 litros de agua, con lo cual se cubre un área de 1,066.66 m². Se realizaron dos aplicaciones al suelo, la primera antes de la siembra y la segunda diez días después de la siembra.
- **Serenade**, se aplicó a razón de 1.25 kg por hectárea; para su aplicación se empleó una bomba de mochila de 16 litros, empleando 48 gr de producto comercial por bomba de 16 litros en las primeras tres aplicaciones y 96 gramos en las otras tres aplicaciones. Se realizaron seis aplicaciones, la primera al momento de la siembra dirigida sobre el surco donde se colocó la semilla, luego a los 15, 28, 35, 49 y 71 días después de la siembra.
- **Metam sodio**, se aplicó 15 días antes de la siembra, empleando 312.50 litros de producto comercial por hectárea, aplicando 1.50 litros de Metam sodio en 200 litros de agua (Figura 21).



Figura 21. Aplicación del Metam sodio

- **Cianamida cálcica**, la cianamida cálcica se aplicó al suelo 15 días antes de la siembra a razón de 275.40 kg por hectárea. Se aplicó al voleo sobre el suelo y luego se incorporó mediante azadón, se aplicó riego antes de la aplicación y luego de la aplicación (Figura 22).



Figura 22. Aplicación de la cianamida cálcica.

- **Fungiguil**, se aplicó a razón de 20.83 litros por hectárea; se emplearon 200 cc de producto comercial por bomba de 16 litros de capacidad, la primera aplicación se realizó al suelo en forma preventiva, luego o al follaje. Se realizaron seis aplicaciones, la primera antes de la siembra y luego a los 15, 28, 42, 49, 62, 78 días después de la siembra.

B. Aplicación de los tratamientos en época seca

Los tratamientos indicados en el Cuadro 4 para el control de *Fusarium oxysporum* en arveja china durante la época seca (marzo a mayo de 2007) se aplicaron como se indica a continuación:

- **Metam sodio + Cianamida cálcica**, 20 días antes de la siembra se aplicó el Metam sodio a razón de 312.50 lt/ha, diluido en agua a razón de 1.50 litros de producto comercial por 200 litros de agua, luego a los 30 días después de la siembra se aplicó la cianamida cálcica a razón de 275.4 kg por hectárea. Se aplicó sobre el surco y se incorporó mediante azadón.
- **Cianamida cálcica + Serenade**, La cianamida cálcica se incorporó 15 días antes de la siembra a razón de 275.4 kg/ha. De Serenade se realizaron 4 aplicaciones a razón de 1.25 kg por hectárea, la primera al momento de la siembra y luego a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.
- **Cal dolomítica**, se incorporó al suelo 15 días antes de la siembra a razón de 1,775 kg por hectárea.
- **Metam sodio + Serenade**, El metam sodio se aplicó 15 días antes de la siembra a razón de 312.5 kg/ha en la forma descrita anteriormente y de Serenade se realizaron 4 aplicaciones a razón de 1.25 kg por hectárea, la primera aplicación al momento de la siembra y luego a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.
- **Cianamida cálcica compartida**, se aplicó a razón de 137.70 kg/ha; la primera aplicación se realizó quince días antes de la siembra y la segunda a los 35 días después de la siembra.
- **Metam sodio + Cianamida cálcica + Serenade**, 20 días antes de la siembra se aplicó el Metam sodio a razón de 312.50 lt/ha, diluido en agua a razón de 1.50 litros de producto comercial por 200 litros de agua, luego a los 15 días antes de la siembra se aplicó la cianamida cálcica a razón de 275.4 kg por hectárea. Se aplicó al voleo sobre el suelo y luego se incorporó mediante azadón y finalmente se regó. De Serenade se realizaron 4 aplicaciones a razón de 1.25 kg por hectárea, la primera aplicación al momento de la siembra y luego a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.

3.5.5 Diseño experimental

Por implementarse el ensayo en un área experimental que tiene dos gradientes de pendiente tanto sobre el largo como sobre el ancho se empleó un diseño en cuadrado latino con seis tratamientos y cuatro repeticiones cuyo modelo estadístico se presenta a continuación.

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + C_j + \alpha_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} = Variable de respuesta de la ijk -ésima unidad experimental.
- μ = Efecto de la media general
- H_i = Efecto de la i -ésima hilera
- C_j = Efecto de la j -ésima columna
- α_k = Efecto del k -ésimo tratamiento
- ϵ_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental (21).

A. Unidad experimental

La unidad experimental fue de 48 m² (parcela bruta), constituida por seis surcos de 8 m de largo y un metro de distancia entre surcos, sobre el surco se colocaron las posturas a una distancia de 0.05 m.

B. Distribución de los tratamientos en el campo

Los tratamientos se distribuyeron en el campo según se ilustra en la Figura 23, procurando que un mismo tratamiento solo se repitiera una vez por columna e hilera, de acuerdo a la distribución en cuadrado latino. En la misma área donde se montó en ensayo durante la época lluviosa, se montó nuevamente con otros tratamientos el ensayo en la época seca.

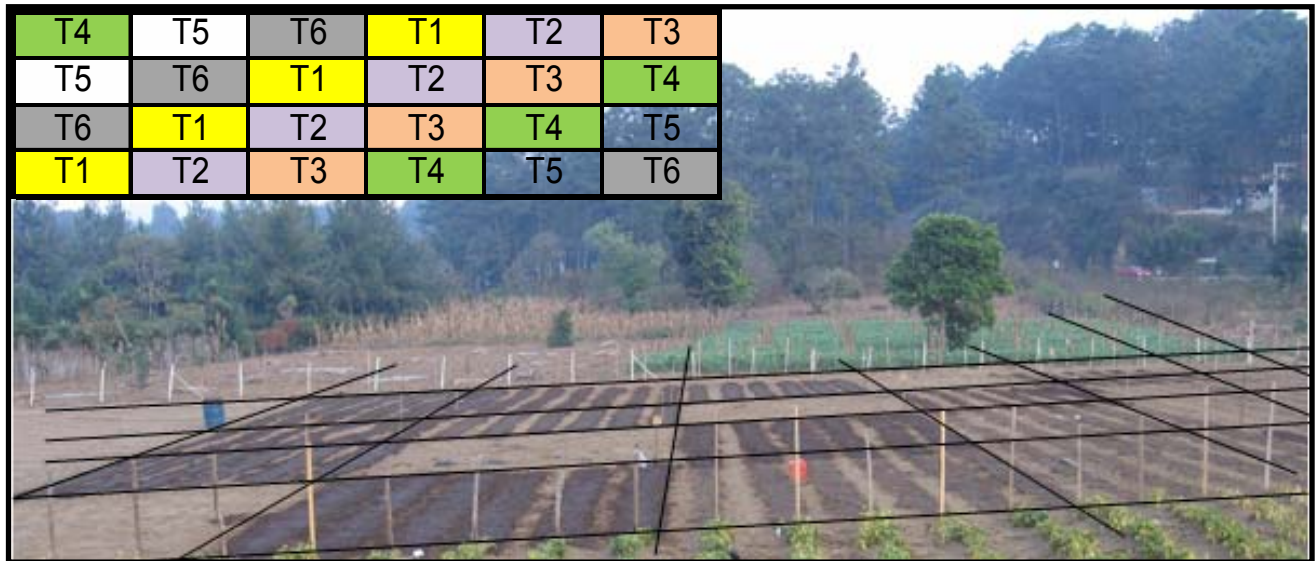


Figura 23. Distribución de tratamientos en el campo

3.5.6 Variables de respuesta

- **Incidencia de *Fusarium oxysporum* en arveja china:** Para lo cual se consideró el número de plantas enfermas sobre el número de plantas sanas en porcentaje y evaluado a distintos períodos durante el ciclo de cultivo según la época de siembra.
- **Rendimiento de arveja en kilogramos por hectárea:** para lo cual se consideró únicamente aquellas vainas que reúnen las características apropiadas para su exportación.

3.5.7 Análisis de la información

Para analizar la información de cada una de las dos variables de respuesta en cada época de evaluación, se procedió a realizar un análisis de varianza bajo una distribución de cuadrado latino, para aquellas variables en que el análisis fue significativo al cinco por ciento de significancia se procedió a realizar la prueba múltiple de medias de Tukey a fin de seleccionar los tratamientos más promisorios. Finalmente se procedió a realizar un análisis económico, considerando solamente los costos variables a través de la tasa marginal de retorno

3.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.6.1 Resultados de la evaluación en época lluviosa (octubre 2006 a enero 2007)

La evaluación en época lluviosa fue la primera que se realizó, y entre los tratamientos para el control de *Fusarium oxysporum* en arveja china se evaluaron dos tratamientos orgánicos, un tratamiento biológico, el testigo (sin control) y dos tratamientos químicos; los datos de campo se presentan en el Cuadro 36A del apéndice. Los resultados obtenidos respecto a la incidencia del patógeno, el rendimiento de arveja china y la evaluación económica se discuten a continuación.

A. Incidencia de *Fusarium oxysporum* en arveja china

La sintomatología típica de *Fusarium oxysporum*, en arveja china con amarillamiento de las hojas basales en ascendencia sin desprendimiento de la planta y marchitez de las mismas, así como la base del tallo con una tonalidad pardo oscura fue evidente completamente a partir de los 50 días después de la siembra, observándose diferentes grados de severidad, desde obtener alguna producción de vainas de la planta para exportación hasta no obtener ninguna vaina por planta con carácter exportable (Figura 24).

También se observa que el daño causado por la marchitez vascular, afecta seriamente el área foliar de la planta, con lo cual se tiene una menor área fotosintética y por lo tanto un menor rendimiento.

Además al impedir la translocación de nutrientes y agua dentro de la planta se afecta no solo la floración de la planta, sino que el llenado de las vainas, las cuales se presentan cortas, encorvadas y decoloradas tal como se observa en la Figura 24.

En la Figura 24, se aprecia plantas de arveja china a los 60 días después de la siembra con diversos grados de severidad cuya cuantificación sería muy subjetiva, por lo que para esta marchitez vascular solo se cuantificó el número de plantas enfermas (incidencia) sin cuantificar su severidad o grado de daño.

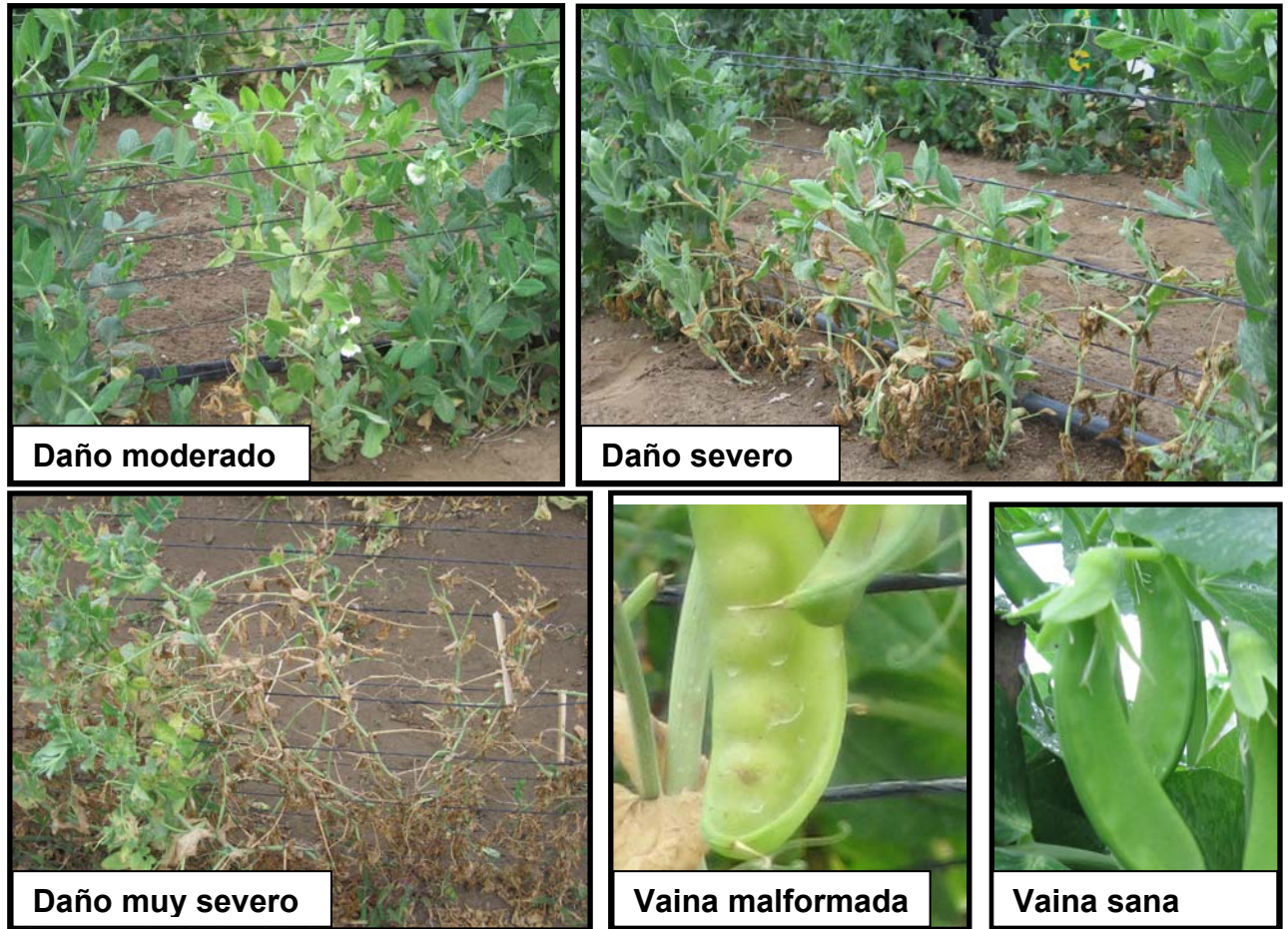


Figura 24. Sintomatología del marchitamiento vascular (*Fusarium oxysporum*) en arveja china y diferente grado de severidad, Sumpango, Sacatepéquez, mayo 2007.

Es probable que la infección se realizó en los primeros días de emergencia de las plántulas; sin embargo, la expresión de la sintomatología típica del marchitamiento vascular se empezó a observar a los 50 días después de la siembra; los datos de la incidencia se presentan en el Cuadro 19 y Figura 25.

Cuadro 19. Incidencia de *Fusarium oxysporum* en arveja china (*Pisum sativum* L.) durante la época lluviosa de octubre de 2006 a enero de 2007, Sumpango, Sacatepéquez.

Trat.	Código	Tratamiento	Días después de la siembra			
			50	62	74	86
1	A	Thymol	1.8	4.4	22.3	61.2
2	B	Serenade	2.0	4.1	15.4	54.9
3	C	Metam Sodio	0.5	1.0	10.1	23.2
4	D	Cianamida cálcica	0.6	1.3	9.7	30.7
5	E	Fungiguil	1.8	3.3	18.6	65.3
6	F	Testigo (control)	2.3	3.6	17.0	65.5
Media			1.5	3.0	15.5	50.1

A los 50 días después de la siembra (dds) alrededor del 1,5 % de las plantas de arveja china presentaron el marchitamiento vascular causado por *Fusarium oxysporum*, el cual fue en aumento en las tres lecturas siguientes, marcándose a medida que pasó el tiempo la diferencia entre los tratamientos aplicados respecto al porcentaje de plantas enfermas.

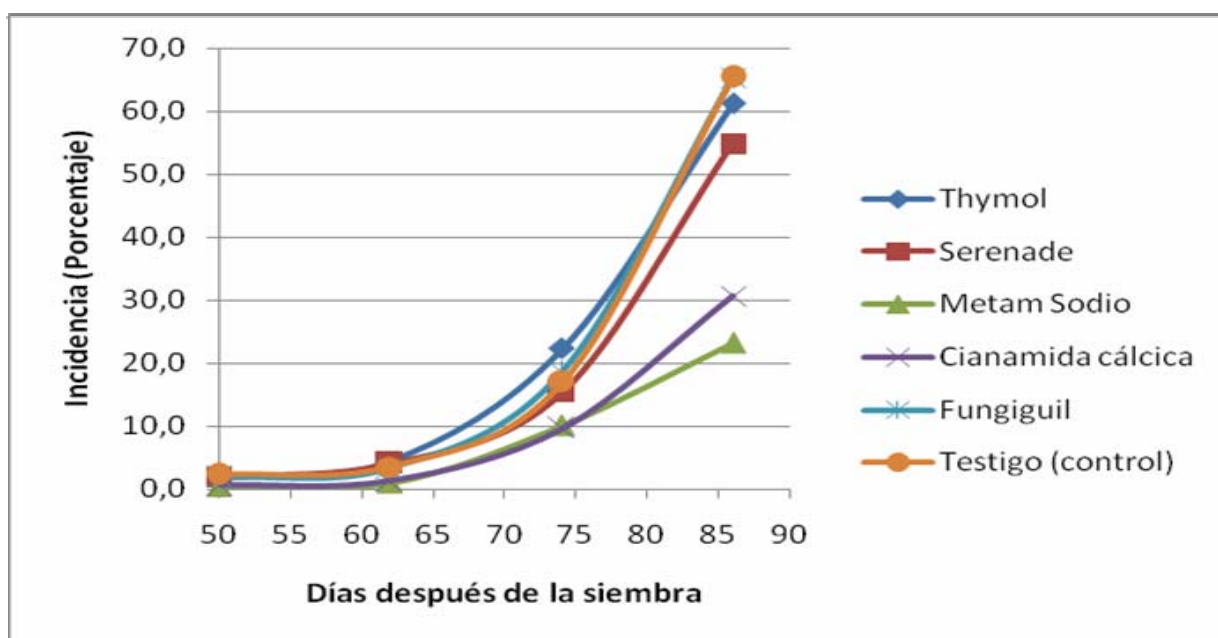


Figura 25. Representación de la incidencia de *Fusarium oxysporum* en arveja china durante la época lluviosa de octubre de 2006 a enero de 2007, Sumpango, Sacatepéquez.

Como se aprecia en la Figura 25 en la cuarta y última lectura la media de plantas enfermas por el patógeno en los seis tratamientos fue del 50 por ciento. Donde se aplicó Metam Sodio y Cianamida Cálcica para el control de *Fusarium oxysporum*, se obtuvo el menor porcentaje de plantas marchitas siendo menor al 30 % en tanto que el resto de los tratamientos junto con el tratamiento testigo (sin control) la incidencia fue superior al 50 %. Para establecer si las diferencias de plantas enfermas entre los tratamientos son significativas al cinco por ciento de significancia se corrió un análisis de varianza para la incidencia a los 86 días después de la siembra (Cuadro 20) y habiendo significancia se realizó la prueba de separación de medias de Tukey para categorizar las diferencias (Cuadro 21).

Cuadro 20. Resumen del ANDEVA para la incidencia de *Fusarium oxysporum* en arveja china a los 86 días después de la siembra en época lluviosa.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F Calculado	Pr>F
Tratamientos	5	5179.55	1035.91	45.46	0.0001
Columna	5	2151.08	430.22	18.88	0.0001
Fila	3	123.24	41.08	1.80	0.2102
Error	10	227.88	22.79		
Total	23	7681.75			

Coefficiente de variación = 9.52 %

El valor de F calculado de 45.46, es mayor que el de tabla con una probabilidad menor a 0.05 (0.0001) que indica diferente marchitez en arveja china según el tratamiento aplicado; considerando la doble gradiente del terreno, fue más marcada sobre las columnas (Pr>F = 0.0001) que sobre las hileras (Pr>F = 0.2102), probablemente a la distribución de las esporas del hongo en el suelo.

Según el Cuadro 21, de los seis tratamientos se formaron dos grupos estadísticamente distintos, en el primero se encuentra el Metam sodio y la cianamida cálcica con un porcentaje de plantas enfermas del 23 y 31 % respectivamente.

Cuadro 21. Resumen de Tukey para la incidencia de *Fusarium oxysporum* en arveja china a los 86 días después de la siembra en época lluviosa.

Tratamiento	Incidencia (%)	Grupo Tukey
C = Metam sodio	23.2	A
D = Cianamida cálcica	30.7	A
B = Serenade	54.9	B
A = Thymol	61.2	B
E = Fungiguil	65.3	B
F = Testigo	65.5	B
Comparador (Wp) = 11.7 %		

Con el fungicida biológico Serenade se presentó un 55 % de plantas marchitas y con los fungicidas orgánicos a base de tomillo (Thymol) y ajo (Fungiguil), así como con el testigo se tuvo más del 61 % de planta marchitas.

B. Rendimiento de arveja china en kg/ha

En el Cuadro 22 se presenta el resumen del ANDEVA para el rendimiento de arveja china en kg/ha y en el Cuadro 23 se presenta el resumen de la prueba de separación de medias de Tukey.

Cuadro 22. Resumen del ANDEVA para el rendimiento de arveja china en kg/ha en la época lluviosa.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F Calculado	Pr>F
Tratamientos	5	27202346.3	5440469.26	131.39	0.0001
Columna	5	5456562.5	1091312.50	26.35	0.0001
Fila	3	583520.83	194506.94	4.70	0.0269
Error	10	414082.88	41408.29		
Total	23	33656512.5			

Coefficiente de variación = 3.80 %

Los tratamientos aplicados para el control de *Fusarium oxysporum* en arveja china influyeron sobre rendimiento del cultivo siendo estadísticamente significativa la diferencia ($F=131.9$; $Pr>F=0.0001$). El efecto de la doble gradiente del suelo que no fue apreciable para la incidencia de plantas marchitas (Cuadro 20), si juega un papel importante sobre el rendimiento de arveja china puesto que afecta tanto a las columnas ($Pr>F=0.0001$) como las hileras ($Pr>F=0.0269$).

Cuadro 23. Resumen de la prueba de separación de medias de Tukey para el rendimiento de arveja china en la época lluviosa.

Tratamiento	kg/ha	Grupo Tukey
C = Metam sodio	6983.8	A
D = Cianamida cálcica	6825.0	A
B = Serenade	5205.0	B
A = Thymol	4630.0	C
E = Fungiguil	4266.3	C
F = Testigo	4137.5	C
Comparador (Wp) = 500 kg/ha	5341.3	

En los tratamientos químicos con Cianamida cálcica y Metam sodio se obtuvieron los máximos rendimientos superiores a los 6,800 kg/ha siendo de 6,825 y 6984 kg/ha de arveja china respectivamente; estos dos rendimientos son estadísticamente superiores a los obtenidos con los tratamientos orgánicos, biológicos y el testigo. El segundo mayor rendimiento de 5,205 kg/ha de arveja china se obtuvo al aplicar control biológico de *Fusarium oxysporum*, con el producto Serenade y finalmente el menor rendimiento se obtuvo con los tratamientos orgánicos de extracto de tomillo (Thymol) y ajo (Fungiguil) y testigo con 4,630, 4,266 y 4,137 kg/ha de arveja china respectivamente.

C. Análisis económico

En el Cuadro 24 se presenta el análisis de dominancia de los seis tratamientos evaluados.

Cuadro 24. Análisis de dominancia de los seis tratamientos evaluados en la época lluviosa.

Trat.	Código	Nombre comercial	C.V.	IB	Dominancia
6	F	Testigo (control)	Q -	Q 26,278.56	ND
2	B	Serenade	Q 3,314.70	Q 32,062.80	ND
1	A	Thymol	Q 3,676.95	Q 28,520.80	D
4	D	Cianamida cálcica	Q 5,370.30	Q 42,042.00	ND
3	C	Metam Sodio	Q 9,051.80	Q 43,015.28	ND
5	E	Fungiguil	Q 14,004.80	Q 25,483.92	D

Para el análisis de dominancia en el Cuadro 24, se ordenaron los tratamientos en orden creciente del costo variable (C.V.) con su respectivo ingreso bruto (IB). Se observa que los tratamientos orgánicos con Thymol y Fungiguil, son tratamientos dominados (D),

puesto que al incrementar el costo variable no se incrementa el ingreso bruto o es menor que el tratamiento anterior; por ejemplo para el caso del tratamiento con Thymol, se tiene que el tratamiento con menor costo variable que le antecede es Serenade con Q. 3,314.70 y con un ingreso bruto de Q. 32,062.80, luego al cambiar al tratamiento con Thymol se incrementa el costo variable a Q. 3,676.95, sin embargo, el ingreso bruto en lugar de incrementarse es menor siendo de Q. 28,520.80, por lo tanto es un tratamiento dominado (D) puesto que al incrementar el costo por causa del nuevo tratamiento los ingresos son menores.

Por ello para el cálculo de la tasa marginal de retorno, se emplea únicamente los tratamientos no dominados (ND), puesto que son aquellos que al incrementar el costo variable por su empleo, también se incrementa el ingreso bruto.

Cuadro 25. Análisis de la tasa marginal de retorno de los tratamientos no dominados durante la época lluviosa.

Trat.	Código	Nombre comercial	C.V.	ICV	IB	IIB	TMR%
6	F	Testigo (control)	Q -		Q26,278.56		
2	B	Serenade	Q 3,314.70	Q 3,314.70	Q32,062.80	Q 5,784.24	174.5026699
4	D	Cianamida cálcica	Q 5,370.30	Q 2,055.60	Q42,042.00	Q 9,979.20	485.4640981
3	C	Metam Sodio	Q 9,051.80	Q 3,681.50	Q43,015.28	Q 973.28	26.43705012

De los cuatro tratamientos que se utilizaron para el cálculo de la tasa marginal de retorno (TMR%), el que proporciona el mayor valor es el de aplicar Cianamida cálcica pues se tiene un 485 % de TMR %, es decir que por cada quetzal adicional que se invierte al utilizar esta tecnología (tratamiento) se recuperará el quetzal y una ganancia de Q. 4.85 extras.

3.6.2 Resultados de la evaluación en época seca (marzo a mayo 2007)

Para la siguiente temporada de cultivo durante la época seca, se seleccionaron los mejores tratamientos encontrados durante la época lluviosa (Metam sodio, Cianamida cálcica y Serenade) para emplearlos en forma combinada y esperar un mejor efecto para el control de *Fusarium oxysporum*. Los resultados de campo se presentan en el Cuadro 37A del apéndice.

A. Incidencia de *Fusarium oxysporum* en arveja china

La incidencia promedio de *Fusarium oxysporum* para todo el ensayo en la época lluviosa anterior fue del 50 %. Para el presente caso el promedio de incidencia general del ensayo fue del 64 %, es decir un 14 % más de plantas marchitas; sin embargo, se observó que el grado de daño (severidad) fue mayor de tal manera que de las plantas marchitas fue prácticamente imposible obtener cosecha, lo más dos a cuatro cortes de vainas seleccionadas de un total de doce cortes que se realizó en el resto de plantas sanas.

Se presentaron diferencias significativas entre el porcentaje de plantas marchitas a los 88 días después de la siembra (Cuadro 38A) y el resumen de la prueba de separación de medias de Tukey se presenta en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Resumen de Tukey para la incidencia de *Fusarium oxysporum* en arveja china a los 88 días después de la siembra en época seca

Tratamiento	kg/ha	Grupo Tukey
D = Metam sodio + Serenade	51.0	A
E = Cianamida cálcica compartida	63.3	B
B = Cianamida cálcica + Serenade	63.8	B
A = Metam sodio + Cianamida cálcica	67.1	B
C = Cal	67.2	B
F = Metam sodio + Cianamida cálcica + Serenade	69.9	B
Comparador (Wp) = 12.18 %	63.7	

La aplicación de Metam sodio + Serenade presentó la menor incidencia de plantas marchitas (51.0 %), que es estadísticamente menor que los otros cinco tratamientos al cinco por ciento de significancia. Del segundo grupo estadísticamente distinto el que lo encabeza es la cianamida cálcica compartida en dos aplicaciones con un 63 % de plantas marchitas; sin embargo se observa que la combinación de ambos (Metam sodio + Cianamida cálcica) no resulta en un efecto sinérgico, sino que contraproducente pues se obtiene un 67 % de plantas marchitas. Ambos tratamientos van aplicados al suelo, el metam sodio 15 días antes de la siembra y la cianamida al momento de la siembra, de alguna forma el efecto fúngico de ambos al combinarlos se ve anulado pues se tienen más plantas marchitas.

B. Rendimiento de arveja china en kg/ha

El resumen del análisis de varianza (Cuadro 39A), indica que los tratamientos aplicados para el control de *Fusarium oxysporum*, permiten obtener rendimientos distintos estadísticamente. El resumen de la prueba de separación de medias de Tukey, agrupa los grupos de tratamientos estadísticamente diferentes (Cuadro 27).

Cuadro 27. Resumen de la prueba de separación de medias de Tukey para el rendimiento de arveja china en la época seca.

Tratamiento	kg/ha	Grupo Tukey
D = Metam sodio + Serenade	5398.8	A
B = Cianamida cálcica + Serenade	4598.8	B
E = Cianamida cálcica compartida	4303.8	B
A = Metam sodio + Cianamida cálcica	3703.8	C
C = Cal	3637.5	C
F = Metam sodio + Cianamida cálcica + Serenade	3050.0	C
Comparador (Wp) = 350 kg/ha	4115.5	

El mayor rendimiento de 5,399 kg/ha de arveja china en fresco se obtuvo con la aplicación combinada de Metam sodio + Serenade para el control de *Fusarium oxysporum*. Un segundo grupo estadísticamente distinto corresponde al tratamiento con Cianamida cálcica + Serenade y Cianamida cálcica compartida con 4,599 y 4,304 kg/ha respectivamente. Finalmente las combinaciones de estos productos, así como la aplicación de cal al suelo produjeron los más bajos rendimientos menores a 3,700 kg/ha de arveja china.

C. Análisis económico

El análisis de dominancia para los seis tratamientos aplicados para el control de *Fusarium oxysporum* durante la época seca se presenta en el Cuadro 28.

Cuadro 28. Análisis de dominancia de los seis tratamientos evaluados en la época seca.

Trat.	Código	Nombre comercial	C.V.	I.B.	Dominancia
3	C	Cal	Q 1,787.50	Q 22,403.92	ND
5	E	Cianamida calcica compartida	Q 4,957.20	Q 27,615.28	ND
2	B	Cianamida calcica+serenade	Q 6,955.10	Q 28,323.68	ND
4	D	Metan sodio + serenade	Q 10,636.60	Q 33,251.68	ND
1	A	Metan sodio + Cianamida calcica	Q 14,422.10	Q 22,810.48	D
6	F	Metan sodio+Cianamida calcica+Serenade	Q 16,006.90	Q 18,788.00	D

El tratamiento donde se aplicó Metan sodio + Cianamida cálcica y donde se aplicó Metan sodio + Cianamida cálcica + Serenade presentaron un costo variable de Q.14,422.10 y Q. 16,006.90 respectivamente, con lo cual se obtienen ingresos brutos de Q. 22,810.48 y Q. 18,788.00 respectivamente que son menores al ingreso bruto de Q.33,251.68 que se obtiene al aplicar Metan sodio + Serenade cuyo costo variable de Q.10,636.60 es menor que el costo variable de los dos tratamientos indicados, por lo cual son tratamientos dominados (D), porque al aumentar el costo variable al cambiar de tratamiento no se incrementa el ingreso bruto, sino que por el contrario en el presente caso es menor; en tal sentido, no se consideran para el análisis de la tasa marginal de retorno (Cuadro 29).

Cuadro 29. Análisis de la tasa marginal de retorno de los tratamientos no dominados durante la época seca.

Trat.	Código	Nombre comercial	C.V.	ICV	IB	IIB	TMR%
3	C	Cal	Q 1,787.50		Q22,403.92		
5	E	Cianamida calcica compartida	Q 4,957.20	Q 3,169.70	Q27,615.28	Q 5,211.36	164.411774
2	B	Cianamida calcica+serenade	Q 6,955.10	Q 1,997.90	Q28,323.68	Q 708.40	35.45723009
4	D	Metan sodio + serenade	Q 10,636.60	Q 3,681.50	Q33,251.68	Q 4,928.00	133.8584816

Para la época seca, la mayor tasa marginal de retorno de 164.41 % se obtiene al aplicar el tratamiento de cianamida cálcica compartida, por lo cual desde el punto de vista económico es la más viable para su empleo en el control de *Fusarium oxysporum* en arveja china.

3.6.3 Análisis integrado

En el Cuadro 30, se presenta una integración de las condiciones climáticas (precipitación y temperatura) durante la fase vegetativa y reproductiva, las variables incidencia de *Fusarium oxysporum*, rendimiento de arveja china en fresco en kilogramos por hectárea y tasa marginal de retorno en cada una de las dos épocas de siembra evaluadas.

Cuadro 30. Análisis integrado de los dos ensayos (época lluviosa y época seca).

Epoca lluviosa		Epoca seca	
Sin aplicación de riego 89.30 mm en fase vegetativa (51 días) 7.3 mm en fase reproductiva (39 días) 96.60 mm de precipitación total 17.45 ° C		Riego por goteo en fase vegetativa 32.29 mm en fase vegetativa (58 días) 122.70 mm en fase reproductiva (30 días) 154.99 mm de precipitación total 20.77 ° C	
Plantas marchitas en todo el ensayo 50 %		Plantas marchitas en todo el ensayo 64 %	
Rendimiento medio del ensayo = 4,115.50 kg/ha		Rendimiento medio del ensayo = 5,341.30 kg/ha	
MS (TMR = 26 %)	23.20 % plantas marchitas y 6,984 kg/ha de arveja	MS+S (TMR = 133 %)	51 % plantas marchitas y 5,399 kg/ha de arveja
CC (TMR = 485 %)	30.70 % plantas marchitas y 6,825 kg/ha de arveja	CCC (TMR = 164 %)	63.30 % plantas marchitas y 4,303 kg/ha de arveja
S (TMR = 174 %)	54.90 % plantas marchitas y 5,205 kg/ha de arveja	CC + S (TMR = 35 %)	63.80 % plantas marchitas y 4,599 kg/ha de arveja

Donde:

MS = Metam sodio

CC = Cianamida cálcica

CCC = Cianamida cálcica compartida (repartida la dosis en dos aplicaciones)

S = Serenade

TMR = Tasa marginal de retorno

En primer lugar hay que hacer notar que la precipitación total acumulada de 96.60 mm durante el ciclo de cultivo de la arveja china en la llamada época lluviosa (del 10 de octubre 2006 al 10 de enero de 2007) fue menor que los 154.99 mm durante la época seca de cultivo (del 3 de marzo al 30 de mayo de 2007); entonces el nombre de las dos épocas (lluviosa y seca) no está basado en la precipitación total, sino en la distribución de la misma, tal y como se aprecia en el Cuadro 30, que durante las primeras 2/3 partes de cultivo de la arveja (fase vegetativa) fue mayor la precipitación en la llamada época lluviosa (89.30 mm) que en la llamada época seca (32.29 mm) de tal cuenta que en la época seca fue necesario aplicar riego por goteo en el ensayo durante la fase vegetativa.

Respecto a la incidencia de plantas marchitas por *Fusarium oxysporum*, la mayor incidencia se presentó en la época seca (64 %), motivado entre otras cosas por las mejores condiciones para el desarrollo del patógeno, tal y como señala González (12) una temperatura media óptima de 20 °C. es una condición favorable, en tanto que durante la época lluviosa hubo más frío (17 °C). Es probable que durante la instalación de la manguera para el riego por goteo se haya contribuido a la dispersión del hongo dentro de los surcos de cultivo en la época seca. Por otro lado durante la época seca de las plantas marchitas solo fue posible obtener cosecha con calidad de exportación entre dos a cuatro cortes de doce que se realizaron, lo que en conjunto se refleja en el rendimiento medio de

ambos ensayos que es mucho menor en la época seca (4,115 kg/ha) que durante la época lluviosa (4,599 kg/ha).

En ese sentido y considerando la ventana de mercado para exportación de la arveja china en Guatemala, es conveniente cultivar durante la época lluviosa para aprovechar la menor temperatura de Sumpango Sacatepéquez, que es una condición adversa para el desarrollo del patógeno y no cultivar durante la época seca para obtener la cosecha al final de la ventana de exportación para Guatemala pues las condiciones son más propicias para el desarrollo del patógeno.

Respecto a los tratamientos empleados, con el Metam sodio en ambas investigaciones se obtuvo la menor incidencia de plantas marchitas y a la vez se obtuvo el mayor rendimiento de arveja china; sin embargo los costos de su aplicación, no compensan los beneficios obtenidos, por lo que su aplicación no es económicamente viable en éste cultivo, de tal cuenta que se sugiere el empleo de la cianamida cálcica, que es un fertilizante que libera nitrógeno amoniacal en forma lenta con lo cual se crea una condición adversa para el patógeno que prefiere suelos pobres en nitrógeno

3.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.7.1 Conclusiones

- A. Para la época lluviosa de cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.) en Sumpango, Sacatepéquez, la menor incidencia de plantas marchitas por *Fusarium oxysporum* fue de 23.20 % y se obtuvo con el uso de Metam sodio aplicado razón de 315 kg/ha 20 días antes de la siembra, lográndose también el mayor rendimiento de 6,984 kg/ha de vainas frescas de arveja china.
- B. En la época seca de cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.) en Sumpango, Sacatepéquez, la menor incidencia de plantas marchitas por *Fusarium oxysporum* fue de 51 % y se obtuvo con el uso de Metam sodio + Serenade aplicado el primero a razón de 315 kg/ha 20 días antes de la siembra y el segundo en cuatro aplicaciones con intervalos de 15 días desde el momento de la siembra a razón de 1.25 kg/ha, lográndose el mayor rendimiento de 5,399 kg/ha de vainas frescas de arveja china.
- C. Desde el punto de vista económico tanto para la época lluviosa y seca la mejor alternativa para el control de *Fusarium oxysporum* en arveja china es la aplicación de Cianamida cálcica a razón de 275.40 kg/ha ya que presenta las mayores tasas marginales de retorno de 485 % y 164 % respectivamente.

3.7.2 Recomendaciones

- A. Para el municipio de Sumpango Sacatepéquez, se recomienda que la arveja china se cultive y coseche durante los primeros meses de la ventana de exportación para Guatemala (de septiembre a finales de enero), aprovechando la menor temperatura ambiente de 17 grados centígrados, con la cual se tuvo menor incidencia de plantas marchitas por *Fusarium oxysporum*, que en el resto de la ventana de exportación (febrero a mayo) donde la temperatura de 20 °C es óptima para el desarrollo del patógeno y por lo tanto se presenta mayor incidencia de plantas marchitas.

- B. Para obtener el mayor beneficio económico en la producción de arveja china (*Pisum sativum* L.) se recomienda aplicar Cianamida cálcica a razón de 275.40 kg/ha 15 días antes de la siembra.

- C. Considerando la importancia de la enfermedad de la marchitez vascular, es necesario considerar de manera continua las nuevas opciones comerciales que los semilleristas liberen al mercado, especialmente aquellas resistentes a *Fusarium oxysporum*

3.8 BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPRONT (Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales, GT). s.f. Guía práctica para el cultivo de arveja china. Guatemala. 13 p.
2. Agrios, GN. 1997. Plant pathology. 4 ed. US, APS. p. 133-150.
3. AgroMed, ES. 2004. Guía descriptiva de productos. España. 242 p.
4. AgroMed, ES. 2007. Fungicida bio 75 tomillo rojo 100 cc (en línea). España. Consultado 2 jun 2008. Disponible en <http://www.agromed.net/bio-75%20tomillo.htm>
5. AgroTerra, España. 2006. Fungicida ecológico tomillo rojo (en línea). Consultado 16 jun 2008. Disponible en http://www.agroterra.com/mercado/det_sector.asp?IdProducto=18740#AQUIç
6. Álvarez Valenzuela, GA; Gabriel Vargas, R (comps.). 2002. Manual de agroquímicos para el control de enfermedades de las plantas. Guatemala, USAC, FAUSAC. 184 p.
7. Álvarez Valenzuela, GA; Barrera DE. 2003. Manual de agroquímicos para el control de enfermedades de las plantas. Guatemala, USAC, FAUSAC. 228 p.
8. Calderón Bran, LF; Dardón Ávila, DE. 2000. Manejo integrado del cultivo de arveja china. Guatemala, ICTA / MAGA / FAO. 22 p.
9. Casseres, E. 1971. Producción de hortalizas. México, Programex. 75 p.
10. Chase, AR. 1987. Compendium of ornamental foliage diseases. US, APS. 37 p.
11. Ecke, P *et al.* 2004. The Ecke poinsettia manual. Batavia, Illinois, US, Ball Publishing. 287 p.
12. González, P. 2006. Enfermedades del tomate, marchitamiento vascular. Uruguay. Consultado 2 jun 2008. Disponible en: http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/enfermedades/Fusarium_tom.html
13. Herrera Cid, RA. 2005. Control biológico de *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum* en tomate bajo invernadero. Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Consultado 2 jun 2008. Disponible en: http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/montealegre_j/14.html

14. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2003. IV censo nacional agropecuario. Guatemala. 1 CD.
15. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología y Meteorología, GT). 2007. Datos climatológicos de la estación meteorológica 161101, La Suiza. Guatemala. 3 p.
16. INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fósforo, MX). 2000. Manual de fertilidad de suelos. México, INPOFOS. 175 p.
17. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2007. Arveja china (*Pisum sativum*): programa de apoyo a los agronegocios. Guatemala. 35 p.
18. Maister, RD. 2005. Crops protection handbook 2005. US. 453 p.
19. Miramontes Avila, JA. 2000. Avances agropecuarios. Sonora, México, Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería, Coordinación de Difusión. 22 p.
20. MTARC (Misión Técnica Agrícola de la República de China, GT). s.f. Cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). Guatemala. 5 p.
21. Reyes, P. 1982. Diseño de experimentos aplicados. 2 ed. México, Trillas. 343 p.
22. Wikipedia.com. 2006. El timol (en línea). US. Consultado 16 jun 2008. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Timol>

4. APÉNDICE

Apéndice 1. Agroexportadoras de arveja china en Guatemala, 2007.

AGROALTOS [CONÓZCANOS](#)

Lic. Edgar Baldizón / Estuardo Castro

Ave. Reforma 8-60 zona 9, Edf. Galerías Reforma Of. 415

E - MAIL: agroaltos@inteln.net.gt

TELEFONO: 2331-7004 / 2339-4054 y 55

FAX: 2334-5075

AGROEXPORTADORA SAN LUCAS, S. A. [CONÓZCANOS](#)

Antonio Maldonado

Km. 28.5 Carretera Panamericana, San lucas, Sacatepéquez

E - MAIL: agroexposls@gold.guate.net

TELEFONO: 7830-7839 / 7830-7843 / 7831-2131

FAX: 7830-7840

COOPERATIVA CUATRO PINOS

Efraín Pec

Km. 25 Carretera Panamericana, San Lucas, Sacatepéquez

E - MAIL: co4pinos@itelgua.com

TELEFONO: 7830-3259 / 7830-3817 /7830-3618

FAX: 7830-3818

COOPERATIVA MAGDALENA [VER TRANSCAFE](#)

Edwin Sanabria

Magdalena, Milpas Altas, Sacatepequez, Antigua

TELEFONO: 7830-7007 / 7830-4304

FAX: 7830-7009

DESARROLLO E INVERSIONES DEL ALTIPLANO [CONOZCANOS](#)

Fernando Farfán

22 Calle 8-31, zona 11

E-MAIL: farfanf@usa.net / farfanf@deidasa.com

TELEFONO: 2476-7906 / 7830-7586

FAX: 2476-7906 / 7830-7586

Pierre Dedet
 14 Calle 14-48, zona 13
 E-MAIL: detponsa@itelgua.com
 TELEFONO: 2362-8980 al 82
 FAX: 2331-5841

EMPAQUES AGRICOLAS [CONÓZCANOS](#)
 Byron Morales / Gustavo Castañeda
 Colonia Jardines de Santiago No. 336 de Santiago Sacatepéquez
 E-MAIL: agrialto@quik.guate.com
 TELEFONO: 7830-4581
 FAX: 2331-5841

EXALGUA
 Sr. Napoleón Sánchez
 11 Av. 20-30 zona 1
 E-MAIL: agrochina2@newcom.gua.com
 TELEFONO: 2232-3567 / 2253-8059
 FAX: 2238-2406 / 2253-9464

FRUTESA [CONÓZCANOS](#)
 Gloria Elena Polanco / Clark MacDonald
 Km. 16.5 Carretera San Juan, Sacatepéquez
 E-MAIL: gepol@frutesa.com
 TELEFONO: 2437-7186
 FAX: 2437-7193

GHORTEX
 Emilio Say
 Km 43 Carretera Interamericana, Entrada a Santo Domingo Xenacoj
 E-MAIL: ghortex@infovia.com.gt
 TELEFONO: 2219-6723, 2219-8277
 FAX: 2361-0484 / 6629-0317

HORTAMAYA
 Jean Pierre Landry
 2 Calle 16-60 zona 4 Residenciales Valle del Sol Mixco, Guatemala
 Km.70.6 Carretera Interamericana.
 E - MAIL: hortamaya@infovia.com.gt
 TELEFONO: 2219-7104
 FAX: 2363-3556

PLANESSA [CONÓZCANOS](#)

Ing. Roberto Castañeda

10 Av. 16-65, zona 10

E-MAIL: planessa@intelnet.net.gt

TELEFONO: 2333-6790 / 2368-2348

FAX: 2333-6791

SAN JUAN AGROEXPORT

Victor Hugo / Tulio García

Km 29.5 San Juan Sacatepequez

E - MAIL: sjagroex@guate.net

TELEFONO: 6630-2579 / 6630-2555 / 6630-2850

FAX: 6630-2852

SIESA

Carlos / Guillermo Springmuhl

1Av. 8-78 Interior 33 Zona 9.

E - MIAL: siesa@pronet.net.gtTELEFONO: 2334-6414 / 2332-2188 / 2331-9935 / 2361-2017 /
2361-2007 /
2334-5277

FAX: 2331-2813

TRANSCAFE, S. A. [CONÓZCANOS](#)

Ricardo Sieveking

Diagonal 6, 10-65, zona 10 Centro Gerencial Las Margaritas Torre 1 Nivel

10

E - MAIL: rsieveki@guate.net

TELEFONO: 2332-7990

FAX: 2331-6822

UNIESPECIES [CONÓZCANOS](#)

Allan Safieh

Km. 21.7 Carretera a El Salvador

E - MAIL: uniespecie@guate.net

TELEFONO: 6634-4300 / 6634-4407

FAX: 6634-4411

Cuadro 31A.Boleta de registro de información de la semilla para análisis de sanidad.**Modelo de análisis de sanidad de semilla utilizado en laboratorio de CENARGEN, Brasilia, Brasil.**

ANALISIS No. 1	AÑO 06
REMITENTES: Jorge Oswaldo Cuca Arreaza	
UNIDADES:	
Especie: Semilla de Arveja China	
Variedades: Mammoth Meeting Sugar	Peso de muestra
Lote: OA 5107	Insectos
Safra	Tratada
Muestra representativa de: Arveja china	Muestra recibida en: Lab. Fitopatología

DETERMINACIONES ADICIONALES

Unidades	Granos sin cáscara			
Peso hectolitro	Granos rojos			
Peso de 1000 semillas	Granos negros			
ANALISIS	Si	No	No	No
Trat. Especial	si			
Temperatura	26 ° C			
Substrato	PDA			
Fecha 1	01-12-06			
Fecha 2	08-12-06			
No de semillas	400			
Plántulas normales	174			
Total	174			
Plántulas anormales	25			
Total	25			
Plántulas infectadas	186			
Total	186			
Semillas muertas	15			
Total	15			
Total general	400			
Observaciones: Solo hubo presencia de bacterias en este lote en estudio.				

Responsable. **Jorge Oswaldo Cuca Arreaza.**

ANALISIS DE PUREZA

Semilla cultivada	em__g:	g	%	Semilla silvestre	
	Semillas puras				
Impurezas					
Total					
Subst. Inertes					

Naturaleza de material inerte

Fecha **12 / 12 / 06** Analista: **Jorge Cuca**

Cuadro 32A. Resumen del número de semillas con y sin tratamiento afectadas por hongos y bacterias.

Tratamiento	Código tratamiento	Lote	Código Lote	Variedad	Casa comercial	Semillas con		
						<i>Bacillus</i> spp.	Hongos	Sanas
1	L1ST	1	0A5107	Mammoth Meeting Sugar	Rogers	71	4	125
2	L1CT	1	0A5107	Mammoth Meeting Sugar	Rogers	111	0	89
3	L2ST	2	35305627	Oregon Sugar Pod II	Seminal	98	0	102
4	L2CT	2	35305627	Oregon Sugar Pod II	Seminal	112	0	88
5	L3ST	3	35305H11	Oregon Sugar Pod II	Seminal	95	0	105
6	L3CT	3	35305H11	Oregon Sugar Pod II	Seminal	59	0	141
7	L4ST	4	35305623	Oregon Sugar Pod II	Seminal	51	9	140
8	L4CT	4	35305623	Oregon Sugar Pod II	Seminal	64	0	136
9	L5ST	5	05Q-B521	Corona Seeds, Inc.	Agrosemillas	30	0	170
10	L5CT	5	05Q-B521	Corona Seeds, Inc.	Agrosemillas	49	0	151
11	L6ST	6	TA5201	Mammoth Meeting Sugar	Syngenta seeds, Inc.	36	2	162
12	L6CT	6	TA5201	Mammoth Meeting Sugar	Syngenta seeds, Inc.	50	0	150
13	L7ST	7	5005	Corona Seeds	Agrosemillas	47	0	153
14	L7CT	7	5005	Corona Seeds	Agrosemillas	16	0	184
15	L8ST	8	6006	Sugar Daddy	Seminal	73	0	127
16	L8CT	8	6006	Sugar Daddy	Seminal	138	0	62
17	L9ST	9	NA5017	Sugar Daddy	Rogers	43	0	157
18	L9CT	9	NA5017	Sugar Daddy	Rogers	65	0	135
19	L10ST	10	3530446 A	Oregon Sugar Pod II	Seminal	52	0	148
20	L10CT	10	3530446 A	Oregon Sugar Pod II	Seminal	54	0	146
21	L11ST	11	582068	Sweet ANN	Seminis	24	0	176
22	L11CT	11	582068	Sweet ANN	Seminis	14	0	186
23	L12ST	12	35865332	Sugar Daddy	Seminal	164	4	32
24	L12CT	12	35865332	Sugar Daddy	Seminal	87	26	87

Número de lote = L1, L2... L12

Semillas sin tratamiento = ST

Semillas con tratamiento = CT

Cuadro 33A. Germinación de semillas de arveja en condiciones de maceta, 2006.

No	LOTES	1 día	2 día	3 día	4 día	5 día	6 día	7 día	8 día
1	OA5107	0	0	14	37	58	67	75	79
2	35305627	0	0	21	34	69	77	83	83
3	35305H11	0	2	18	33	46	62	71	76
4	35305623	0	3	19	43	55	63	78	78
5	O5Q-B521	0	0	23	39	60	67	73	73
6	TA5201	0	0	18	32	69	78	81	81
7	5005	0	0	11	23	39	69	76	80
8	6006	0	0	12	23	35	68	71	81
9	NA5017	0	0	15	27	41	54	62	74
10	3530446 ^a	0	3	27	46	65	76	79	79
11	582068	0	0	12	27	38	44	58	70
12	35865332	0	0	9	18	33	72	78	81

Cuadro 34A. Distribución y aleatorización de los tratamientos evaluados.

L3R8	L5R8	L7R8	L9R8	L11R8	L2R8	L4R7	L6R8
L5R7	L7R7	L9R7	L11R7	L2R7	L4R6	L6R7	L8R8
L7R6	L9R6	L11R6	L2R6	L4R5	L6R6	L8R7	L10R8
L9R5	L11R5	L2R5	L4R4	L6R5	L8R6	L10R7	L12R8
L11R4	L2R4	L4R3	L6R4	L8R5	L10R6	L12R7	L148
L2R3	L4R2	L6R3	L8R4	L10R5	L10R6	L1R7	L3R7
L4R1	L6R2	L8R3	L10R4	L10R5	L1R6	L3R6	L5R6
L6R1	L8R2	L10R3	L10R5	L1R5	L3R5	L5R5	L7R5
L8R1	L10R2	L12R3	L1R4	L1R4	L5R4	L7R4	L9R4
L10R1	L12R2	L1R3	L3R3	L5R3	L7R3	L9R3	L11R3
L12R1	L1R2	L3R2	L5R2	L7R2	L9R2	L11R2	L2R2
L1R1	L3R1	L5R1	L7R1	L9R1	L11R1	L2R1	L4R8

Número de lote = L1, L2, ...L12

Repetición = R1, .. R4

REQUISITOS FITOSANITARIOS

Cuadro 35A. Los requisitos generales para la importación de productos y sub-productos de origen vegetal y sus declaraciones adicionales que deben cumplirse son:

País de Origen	Nombre Común	Nombre Científico	REQUISITOS	DECLARACIONES ADICIONALES
HOLANDA	Arveja	<i>Pisum sativum</i>	a.Certificado Fitosanitario Internacional. b.Certificado de Origen. c.Factura Comercial del envío.	Envío viene libre de las siguiente plagas: <i>Cirsium arvense</i> , <i>Orobanche ramosa</i>
INGLATERRA	Arveja	<i>Pisum sativum</i>	a.Certificado Fitosanitario Internacional. b.Certificado de Origen. c.Factura Comercial del envío.	Envío viene libre de las siguiente plagas: <i>Ditylenchus dipsaci</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Orobanche ramosa</i>
ITALIA	Arveja	<i>Pisum sativum</i>	a.Certificado Fitosanitario Internacional. b.Certificado de Origen. c.Factura Comercial del envío.	Envío viene libre de las siguientes plagas: <i>Broad bean wilt virus</i> , <i>Ditylenchus dipsaci</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Phalaris minor</i> , <i>Imperata cylindrica</i> , <i>Saccharum spontaneum</i>
USA, CALIFORNIA	Arveja	<i>Pisum sativum</i>	a.Certificado Fitosanitario Internacional. b.Certificado de Origen. c.Factura Comercial del envío.	Envío viene libre de las siguientes plagas: <i>Soybean dwarf virus</i> , <i>Cirsium arvense</i>
USA, IDAHO	Arveja	<i>Pisum sativum</i>	a.Certificado Fitosanitario Internacional. b.Certificado de Origen. c.Factura Comercial del envío.	Envío viene libre de las siguientes plagas: <i>Cirsium arvense</i>
USA, WASHINGTON	Arveja	<i>Pisum sativum</i>	a.Certificado Fitosanitario Internacional. b.Certificado de Origen. c.Factura Comercial del envío.	Envío viene libre de las siguientes plagas: <i>Cirsium arvense</i>
ESPAÑA	Arveja	<i>Pisum sativum</i>		Envío Libre de: <i>Ditylenchus dipsaci</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Imperata cilíndrica</i> , <i>Orobanche ramosa</i>

Cuadro 36A. Datos de campo de la incidencia (%) de plantas marchitas y rendimiento de vainas frescas de arveja china en kg/ha durante la época lluviosa (octubre 2006 a enero 2007), Sumpango, Sacatepéquez.

Columna	Fila	Tratamiento	kg/ha	Incidencia de plantas marchitas (%)			
				50 días	62 días	74 días	86 días
1	1	D	7350	0.8	0.9	9.6	27.8
1	2	E	3800	1.7	2.5	10.3	74.9
1	3	F	4235	2.2	3.4	14.5	62.8
1	4	A	4620	1.2	4.7	35.6	61.1
2	1	E	4345	2.9	2.1	19.5	66.3
2	2	F	4230	2.8	3.5	18.0	70.9
2	3	A	4600	0.2	4.7	24.5	71.3
2	4	B	4820	1.0	4.7	13.8	56.4
3	1	F	4200	2.3	4.0	12.0	67.9
3	2	A	4630	2.1	3.9	13.5	57.5
3	3	B	5275	3.1	4.3	14.3	54.6
3	4	C	6980	1.1	0.5	11.5	28.3
4	1	A	4670	3.6	4.4	15.5	55.0
4	2	B	5145	2.8	4.1	20.9	60.0
4	3	C	6750	0.2	1.1	11.3	24.0
4	4	D	6450	0.5	2.8	11.8	38.0
5	1	B	5580	1.0	3.4	12.5	48.6
5	2	C	6725	0.2	1.5	9.2	26.4
5	3	D	6500	0.7	1.1	7.7	33.5
5	4	E	3945	1.1	5.0	29.5	68.3
6	1	C	7480	0.3	1.0	8.4	14.1
6	2	D	7000	0.5	0.5	9.6	23.4
6	3	E	4460	1.6	3.6	15.1	51.7
6	4	F	4400	2.0	3.3	23.4	60.3

Cuadro 37A. Datos de campo de la incidencia (%) de plantas marchitas y rendimiento de vainas frescas de arveja china en kg/ha durante la época seca (marzo a mayo 2007), Sumpango, Sacatepéquez

Columna	Fila	Tratamiento	kg/ha	Incidencia de plantas marchitas (%)				
				52 días	61 días	70 días	79 días	88 días
1	1	D	5600	5.9	13.4	26.6	23.0	47.5
1	2	E	4600	0.6	6.9	8.1	23.1	52.5
1	3	F	3030	5.8	9.8	23.6	31.1	71.3
1	4	A	3630	7.1	17.0	16.8	28.7	78.5
2	1	E	4280	1.8	5.5	27.0	23.6	66.6
2	2	F	3030	7.3	19.9	13.9	30.8	69.7
2	3	A	3700	6.0	9.5	14.7	31.3	60.9
2	4	B	4425	4.4	7.2	14.7	26.5	69.0
3	1	F	2985	3.8	11.0	24.7	45.9	72.2
3	2	A	3720	8.1	16.7	16.5	29.5	63.9
3	3	B	4645	4.3	8.7	14.6	28.0	67.0
3	4	C	3475	7.5	18.6	21.0	71.5	73.4
4	1	A	3765	7.4	13.4	16.0	32.7	64.9
4	2	B	4600	5.0	4.6	16.3	10.0	60.2
4	3	C	3490	9.6	12.5	19.9	66.8	71.8
4	4	D	5110	9.3	8.8	30.3	26.0	60.2
5	1	B	4725	1.2	9.8	4.8	28.6	58.9
5	2	C	3685	3.0	8.4	11.4	30.8	61.9
5	3	D	5150	4.3	6.2	29.9	27.2	48.6
5	4	E	3600	1.9	4.9	25.5	17.4	72.5
6	1	C	3900	2.0	12.1	15.1	34.7	61.6
6	2	D	5735	3.5	15.4	29.1	28.8	47.8
6	3	E	4735	3.6	4.5	27.1	16.9	61.4
6	4	F	3155	4.3	14.1	18.3	30.5	66.4

Cuadro 38A. Resumen del ANDEVA para la incidencia de *Fusarium oxysporum* en arveja china a los 88 días después de la siembra en época seca.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F Calculado	Pr>F
Tratamientos	5	721.42	144.28	5.87	0.0087
Columna	5	276.82	55.36	2.25	0.1287
Fila	3	371.16	123.72	5.03	0.0222
Error	10	245.95	24.60		
Total	23	1615.35			

Coeficiente de variación = 7.78 %

Cuadro 39A. Resumen del ANDEVA para el rendimiento de arveja china en kg/ha en la época seca.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F Calculado	Pr>F
Tratamientos	5	13003783.6	2600756.72	128.36	0.0001
Columna	5	1440770.83	288154.17	14.22	0.0003
Fila	3	410370.83	136790.28	6.75	0.0091
Error	10	202620.57	20262.06		
Total	23	15057545.8			

Coefficiente de variación = 3.45 %