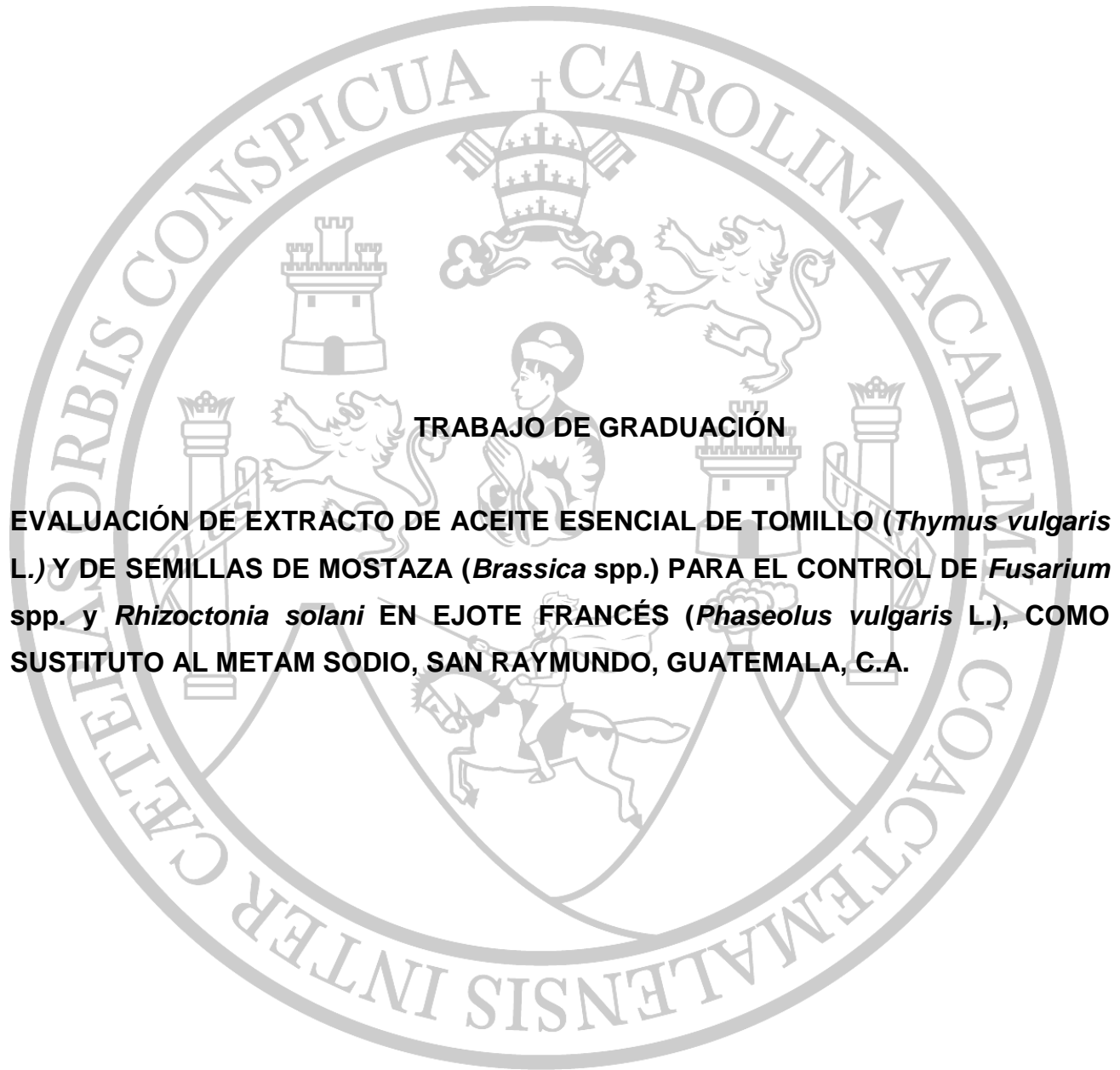


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE EXTRACTO DE ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (*Thymus vulgaris* L.) Y DE SEMILLAS DE MOSTAZA (*Brassica* spp.) PARA EL CONTROL DE *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani* EN EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.), COMO SUSTITUTO AL METAM SODIO, SAN RAYMUNDO, GUATEMALA, C.A.

GABRIELA ANAYANCI MELÉNDEZ VELIZ

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

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

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
EVALUACIÓN DE EXTRACTO DE ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (*Thymus vulgaris*
L.) Y DE SEMILLAS DE MOSTAZA (*Brassica* spp.) PARA EL CONTROL DE *Fusarium*
spp. y *Rhizoctonia solani* EN EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.), COMO
SUSTITUTO AL METAM SODIO, SAN RAYMUNDO, GUATEMALA, C.A.**

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

**POR
GABRIELA ANAYANCI MELÉNDEZ VELIZ**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

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

RECTOR

Ing. M.sc - Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL I	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL II	Ing. Agr. M. A. Cesar Linneo García Contreras
VOCAL III	Ing. Agr. M. Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz López
VOCAL IV	P. en Electrónica Carlos Waldemar de León Samayoa
VOCAL V	P. Agr. Marvin Orlando Sicajav Pec
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

Guatemala, octubre de 2018

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación **“EVALUACIÓN DE EXTRACTO DE ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (*Thymus vulgaris* L.) Y DE SEMILLAS DE MOSTAZA (*Brassica* spp.) PARA EL CONTROL DE *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani* EN EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.), COMO SUSTITUTO AL METAM SODIO, SAN RAYMUNDO, GUATEMALA, C.A.”**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Gabriela Anayanci Meléndez Veliz

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por ser el centro de mi vida, mi guía y fortaleza en toda esta trayectoria.

MIS PADRES

Francisco Meléndez y Siomara Veliz de Meléndez, por darme todo el amor y apoyo. Sin ustedes no estaría aquí, esto es por y para ustedes, hacerlos sentir orgullosos de mí es lo que le pido a Dios cada día. Los amo con todas mis fuerzas y me siento muy orgullosa de ser su hija.

MIS ABUELITOS

Rosa Mélida Mayorga, por todo su amor, palabras de aliento y bendiciones en todo momento. Ernestina Mancilla e Isaías Meléndez, no pudieron verme triunfar y alcanzar mis metas, pero su recuerdo esta siempre en mi corazón, los amo a todos.

MIS HERMANAS

Andrea Meléndez, gracias por demostrarme que todo es posible con esfuerzo y dedicación, por ser siempre mi ejemplo a seguir. Estefani Meléndez por apoyarme en todo momento, aun cuando tenías que correr por mis documentos y buscar a los Ingenieros en todos lados, eres la mejor, las amo pequeñas.

MIS TÍOS

Por apoyarme, cuidarme, consentirme y educarme desde pequeña, los quiero demasiado.

MIS PRIMOS

Byron Franco, Luis Enrique Meléndez, Ana Lucía Meléndez, José Orellana, Diego, Luis y Andrés Meléndez por ser mis cómplices y disfrutar tantos momentos en familia.

MIS AMIGOS

Por compartir conmigo toda esta trayectoria. Gracias por su valiosa amistad, los aprecio demasiado.

“El hombre más rico del mundo no es el que aún conserva el primer dinero que ganó, sino el que conserva el primer amigo que tuvo”. Marta Mason

AGRADECIMIENTOS

A:

GUATEMALA

País que me vio nacer, crecer y desenvolverme como una profesional.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

Por todos los conocimientos adquiridos en estos años.

MI SUPERVISOR

Ing. Agr. Edwin Cano, por su tiempo, orientación, y apoyo durante todo este proceso, por su confianza, paciencia y amistad.

MI ASESOR

Ing. Agr. Álvaro Hernández, por toda su asesoría, confianza, amistad, tiempo, por compartir sus conocimientos para realizar de la mejor manera esta investigación.

**EMPRESA AGRÍCOLA DEL CARMEN,
S.A.**

Ing. Agr. Guillermo Castillo Cuellar, por brindarme toda la confianza y ser mi mentor en este ámbito agrícola. A Guillermo Castillo Beteta, Víctor de León Carlos Marroquín y Carlos Maldonado por su sincera amistad.

FINCA SAN ANTONIO CONTRERAS

Por brindarme todo el apoyo necesario para realizar mi investigación. P. Agr. Arnoldo Sulecio por su tiempo, comprensión y disposición durante mi Ejercicio Profesional Supervisado. A Berta Boror, Silvia Boror, Maribel Córdón y Vilma Curup, por su linda amistad, las aprecio mucho. Así como a los trabajadores de campo y encargadas de cosecha.

EMPRESA SAN JUAN AGROEXPORT

Ing. Agr. Tulio García por brindarme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado dentro de sus fincas, así como la amistad que se forjó en el camino.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	viii
CAPÍTULO I	
DIAGNÓSTICO SOBRE EL MANEJO AGRONÓMICO DE EJOTE FRANCÉS	
(<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), EN LA FINCA SAN ANTONIO CONTRERAS, ALDEA LA	
CIÉNAGA, SAN RAYMUNDO, GUATEMALA, C.A.	
	1
1.1 Presentación	3
1.2 Marco Referencial	4
1.2.1 Ubicación Geográfica	4
1.2.2 Características Climáticas	5
1.2.3 Características Edáficas	5
1.3 Objetivos	6
1.3.1 General	6
1.3.2 Específicos	6
1.4 Metodología	7
1.4.1 Métodos	7
1.4.2 Técnicas	7
1.4.3 Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas	9
1.5 Resultados	10
1.6 Conclusiones y Recomendaciones	11
1.7 Bibliografía	12

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE EXTRACTO DE ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (<i>Thymus vulgaris</i> L.) Y DE SEMILLAS DE MOSTAZA (<i>Brassica</i> spp.) PARA EL CONTROL DE <i>Fusarium</i> spp. y <i>Rhizoctonia solani</i> EN EJOTE FRANCÉS (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), COMO SUSTITUTO AL METAM SODIO, SAN RAYMUNDO, GUATEMALA, C.A....	13
2.1 Presentación	15
2.2 Marco Teórico	18
2.2.1 Marco Conceptual.....	18
2.2.2 Marco Referencial.....	32
2.3 OBJETIVOS	38
2.3.1 Objetivo General	38
2.3.2 Objetivos Específicos	38
2.4 HIPÓTESIS.....	38
2.5 METODOLOGÍA.....	39
2.5.1 Selección del área	39
2.5.2 Diseño experimental.....	39
2.5.3 Hipótesis estadística	40
2.5.4 Descripción de los tratamientos	41
2.5.5 Análisis de la información	44
2.5.6 Manejo agronómico.....	45
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
2.6.1 Análisis de variables	50
2.6.2 Producción (kg) por parcela neta.....	52
2.6.3 Germinación.....	53
2.6.4 Incidencia de enfermedad.....	54
2.6.5 Mortalidad	55

Página

2.6.6	Producción	57
2.6.7	Análisis económico	58
2.7	CONCLUSIONES	63
2.8	RECOMENDACIONES.....	63
2.9	BIBLIOGRAFÍA	64
2.10	ANEXOS.....	67
CAPÍTULO III		
SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA SAN ANTONIO CONTRERAS, ALDEA LA		
CIÉNAGA, SAN RAYMUNDO, GUATEMALA, C.A.		
		79
3.1	Presentación	81
3.2	Capacitación en uso adecuado de plaguicidas y calibración de bomba de asperjar.....	82
3.2.1	Presentación	82
3.2.2	Objetivos	82
3.2.3	Metodología.....	83
3.2.4	Resultados	83
3.2.5	Conclusiones	85
3.2.6	Recomendaciones	85
3.3	Determinación de la lámina de riego en el cultivo del ejote francés.....	86
3.3.1	Presentación	86
3.3.2	Objetivos	86
3.3.3	Metodología.....	87
3.3.4	Resultados	88
3.3.5	Conclusiones	92
3.3.6	Recomendaciones	92

3.4 Seguimiento y monitoreo en la ejecución del programa de fertilización del cultivo de zucchini.....	93
3.4.1 Presentación	93
3.4.2 Objetivos	93
3.4.3 Metodología.....	94
3.4.4 Resultados	96
3.4.5 Conclusiones	100
3.4.6 Recomendaciones	100

Índice de cuadros

Contenido

Cuadro 1. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.....	9
Cuadro 2. Contenido nutricional de ejote francés.....	19
Cuadro 3. Clasificación taxonómica del ejote francés.....	20
Cuadro 4. Programa de fertilización.....	48
Cuadro 5. Resumen de variables de respuesta, San Raymundo, Guatemala 2017... 	50
Cuadro 6. Índice de bondad para los tratamientos.	52
Cuadro 7. Resumen de datos de producción, San Raymundo, Guatemala 2017.	52
Cuadro 8. Análisis estadístico del porcentaje de germinación en San Raymundo, Guatemala, 2017.	53
Cuadro 9. Análisis de Tukey para el porcentaje de germinación en San Raymundo, Guatemala 2017.	54
Cuadro 10. Análisis estadístico del porcentaje de incidencia de enfermedad en San Raymundo, Guatemala, 2017.....	54
Cuadro 11. Análisis de Tukey para el porcentaje de incidencia de enfermedad, en San Raymundo, Guatemala, 2017.....	55

	Página
Cuadro 12. Análisis estadístico del porcentaje de mortalidad, en San Raymundo, Guatemala, 2017.....	55
Cuadro 13. Análisis de Tukey para el porcentaje de mortalidad, en San Raymundo, Guatemala, 2017.....	56
Cuadro 14. Análisis estadístico de producción, en San Raymundo, Guatemala, 2017.....	57
Cuadro 15. Análisis de Tukey para la producción, en San Raymundo, Guatemala, 2017.....	58
Cuadro 16. Costos de mano de obra, San Raymundo, Guatemala 2017.....	59
Cuadro 17. Costos de insumos, San Raymundo, Guatemala 2017.....	60
Cuadro 18. Costos de manejo y producción de tratamientos para la producción de ejote francés. San Raymundo, Guatemala 2017.....	61
Cuadro 19. Costos para la producción de tratamientos evaluados para la producción de ejote francés. San Raymundo, Guatemala, 2017.....	61
Cuadro 20. Análisis de presupuestos parciales y dominancia en la producción de ejote francés. San Raymundo, Guatemala 2017.....	62
Cuadro 21. Indicador financiero, relación B/C en la producción de ejote francés, San Raymundo, Guatemala 2017.....	62
Cuadro 22A. Boleta para la cuantificación del porcentaje de germinación de ejote francés.....	68
Cuadro 23A. Boleta para la cuantificación del porcentaje de incidencia de enfermedad de ejote francés.....	69
Cuadro 24A. Boleta para la cuantificación del porcentaje de mortalidad de ejote francés.....	70
Cuadro 25A. Boleta para la cuantificación de la producción en ejote francés.....	71
Cuadro 26. Resultado de análisis de suelos con fines de diseño de riegos.....	89
Cuadro 27. Características del sistema de riego.....	89
Cuadro 28. Resultados de datos determinados.....	90
Cuadro 29. Programación de aplicaciones de fertilización.....	95
Cuadro 30. Inversión requerida para la aplicación.....	97
Cuadro 31. Inversión requerida para la aplicación.....	98

Índice de Figuras

Contenido	Página
Figura 1. Fotografía del daño ocasionado por gusano nochero (<i>Spodoptera</i> sp.). En plántulas de frijol (izquierda). Diferentes estados del ciclo biológico de <i>Spodoptera</i> sp. (derecha).....	29
Figura 2. Prueba de sensibilidad de Thyme Guard sobre <i>Fusarium oxysporum</i> raza uno in vitro.....	34
Figura 3. Fotografía del desarrollo de <i>Fusarium oxysporum</i> raza uno en aplicación de Thyme Guard como control.....	34
Figura 4. Ubicación de Finca San Antonio Contreras.....	35
Figura 5. Porcentaje de Incidencia de <i>Fusarium</i> spp. y <i>Rhizoctonia solani</i>.	51
Figura 6A. Croquis de investigación en campo.....	67
Figura 7A. Ficha técnica de extracto de semillas de mostaza.	72
Figura 8A. Ficha técnica de extracto de aceite esencial de tomillo.....	73
Figura 9A. Análisis fitopatológico de semillas de ejote francés.	74
Figura 10A. Análisis de sanidad de semillas de ejote francés.	75
Figura 11A. Análisis fitopatológico de suelo.....	76
Figura 12A. Análisis fitopatológico de plantas infectadas de ejote francés.....	77
Figura 13. Fotografía de listados de participación.....	83
Figura 14. Fotografía de personal identificando los componentes de una bomba de fumigar.....	84
Figura 15. Fotografías de prueba de calibración de bombas de asperjar.....	84
Figura 16. Fotografía informe de análisis de suelo con fines de riego.	88
Figura 17. Datos de cosecha del lote 31.....	96
Figura 18. Gráfica datos de cosecha del lote 31.....	96
Figura 19. Datos de inversión de fertilización.	99

EVALUACIÓN DE EXTRACTO DE ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (*Thymus vulgaris* L.) Y DE SEMILLAS DE MOSTAZA (*Brassica* spp.) PARA EL CONTROL DE *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani* EN EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.), COMO SUSTITUTO AL METAM SODIO, SAN RAYMUNDO, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado con el apoyo de la Empresa Agrícola del Carmen S.A., consistió en la elaboración de un Diagnóstico, un Proyecto de Investigación y Servicios profesionales, realizados en la Finca San Antonio Contreras, ubicada en San Raymundo, Guatemala, de febrero a noviembre del 2017.

El diagnóstico consistió en la obtención de información primaria y secundaria de la Finca San Antonio Contreras, la cual sirvió como base para la identificación y priorización de los problemas, sobre los cuales se trabajó el proyecto de investigación y los servicios realizados durante el EPS. La Finca San Antonio Contreras, cuenta con un área total de 404 ha, de las cuales 49 ha están actualmente destinadas a la agricultura. El producto obtenido de las fincas es exportado a Europa y Estados Unidos.

La investigación consistió en la evaluación de dos extractos para el control de *Fusarium* spp y *Rhizoctonia solani* en ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) como sustituto al metam sodio en San Raymundo, Guatemala, C.A. Se desarrolló utilizando un diseño en bloques completos al azar, se evaluaron tres tratamientos y un testigo absoluto. Los resultados de esta investigación no fueron los esperados, ya que el testigo absoluto presentó un rendimiento de 2900 kg/ha siendo el más alto de los tratamientos evaluados.

Debido a que no existe un aspecto definitivo para la descripción de dicho rendimiento, se asume que el porcentaje de mortalidad influyó en la competencia nutricional respecto a las posturas de los demás tratamientos.

Los servicios prestados en la Finca San Antonio Contreras consistieron en una capacitación en uso adecuado de plaguicidas y calibración de bomba de asperjar, ya que se encuentra certificada por el Programa Integral de Protección Agrícola y Ambiental (PIPAA) y GLOBAL G.A.P, razón por la cual necesita estar en constantes capacitaciones para su aprobación.

Se realizó, para lograr una conciencia personal en los asistentes a la capacitación, los riesgos que conlleva el no hacer uso adecuado de plaguicidas y la forma correcta de calibrar el equipo de asperjar.

Se determinó la lámina de riego para el cultivo de ejote francés siendo esta de 15.81 mm/día, con un intervalo de riego de diseño de 4.16 días, el riego por turno debe ser 35 min a aplicar en una cuerda (1120 m²), con una descarga total de agua de 5,600 litros de agua.

Por último, se realizó el seguimiento y monitoreo en la ejecución del programa de fertilización del cultivo de zucchini (*Cucurbita pepo*), con productos de la Empresa Agrícola del Carmen S.A. El programa de complemento en la fertilización propuesto por Agrícola del Carmen, expresa un rendimiento de 19,788.87 lb/mz. Mientras que el programa convencional de Finca San Antonio Contreras, expresa un rendimiento de 9,791.75 lb/mz.



1.1 Presentación

En Guatemala el cultivo del ejote francés (*Phaseolus vulgaris*) con fines de exportación ha incrementado en los últimos años.

La empresa San Juan AgroExport se encuentra ubicada en el Km 29.5, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. "Es una empresa agrícola familiar que se fundó en 1985 por los hermanos Ing. Tulio García Morales e Ing. Víctor Hugo García Morales (Agroexport, 2017).

El objetivo principal del presente fue conocer el manejo agronómico del cultivo de Ejote Francés (*Phaseolus vulgaris* L.), en la Finca San Antonio Contreras ubicada en la Aldea la Ciénaga, San Raymundo departamento de Guatemala. Para lo cual inicialmente se descubrieron todas y cada una de las actividades requeridas para posteriormente definir o mencionar si existían problemas en el manejo y proponer alternativas de mejoras.

Dentro de la producción existen diversas actividades las cuales afectan el rendimiento del ejote francés, razón por la cual se hizo el presente diagnóstico sobre el manejo agronómico de la finca, para detallar todas y cada una de ellas y así poder fortalecer y contribuir a un mejor manejo de las actividades agronómicas que el cultivo del Ejote Francés (*Phaseolus vulgaris* L.) en general abarca.

El cultivo del Ejote Francés es de suma importancia económica para San Juan AgroExport, ya que es uno de los vegetales de alta demanda para exportación. Por tal motivo es importante conocer los principales problemas que afectan en el campo a la producción para minimizar pérdidas en el proceso y en el rendimiento productivo. De esta manera garantizar la seguridad alimentaria de nuestro país y calidad en la exportación.

1.2 Marco Referencial

1.2.1 Ubicación Geográfica

La Finca San Antonio Contreras, se encuentra ubicada en la Aldea la Ciénaga, municipio de San Raymundo, departamento de Guatemala. A una distancia de 33 km de la carretera que conduce de la ciudad capital hasta este municipio. Sus coordenadas son: 14°38'10" Latitud Norte y Longitud Oeste 90°35'52". Está dentro de la zona de vida montano bajo tropical húmeda y dentro de la región climatológica perteneciente al bosque húmedo semicálido con invierno benigno seco (Meléndez, 2000).

La finca se localiza a 1671 m s.n.m., tiene una temperatura media anual de 18.8 °C. La Finca San Antonio Contreras cuenta con un área total de 404 ha, de las cuales 49 ha están actualmente destinadas a la agricultura y se encuentran distribuidos en 58 lotes de producción con áreas diferentes y 1 invernadero.

Del área total aproximadamente el 90 % es ocupado por bosque, el sistema forestal lo conforman especies arbóreas como pino (*Pinus caribea*), ciprés (*Cupressus lusitánica*) y encino (*Quercus* spp). Actualmente 6.87 ha están ocupadas por el cultivo de café (*Coffea arábica*) variedades Catuaí y Caturra. Aumentando 5 mz por años hasta llegar a la meta de tener 30 mz sembradas.

El agua utilizada en todas las prácticas de la finca y para servicio de las instalaciones proviene de tres pozos, pozo número 1 con un caudal de 144 gal/min, pozo número 2 con un caudal de 79.25 gal/min y el pozo número 3 con un caudal de 10.56 gal/min.

1.2.2 Características Climáticas

La finca tiene establecida una estación meteorológica de donde se obtuvieron los datos meteorológicos.

Los datos registrados reportan una humedad relativa de 65 %, temperatura promedio de 23.9 °C, siendo la temperatura mínima de 10 °C y la temperatura máxima de 32.8 °C. El lugar se caracteriza por tener una precipitación anual de 1475.3 mm.

1.2.3 Características Edáficas

Los suelos de la finca son de textura franco arcilloso arenoso, color café muy oscuro, subsuelo color café rojizo y un espesor aproximado de 50 cm – 100 cm. Las densidades aparentes de los suelos de la finca oscilan en 1.25 g/cm³. Son poco profundos, deficientes en drenaje, así como en materia orgánica.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

- Conocer el manejo agronómico del cultivo de Ejote Francés (*Phaseolus vulgaris* L.), en la Finca San Antonio Contreras perteneciente a San Juan AgroExport.

1.3.2 Específicos

1. Descubrir el manejo agronómico del cultivo de Ejote Francés (*Phaseolus vulgaris* L.), implementado en la Finca San Antonio Contreras.
2. Conocer las fortalezas y debilidades de los procesos de producción, así como las oportunidades y amenazas que afectan el desarrollo y rendimiento del cultivo de ejote francés.
3. Plantear soluciones y alternativas para optimizar el manejo, producción y rendimiento del cultivo.

1.4 Metodología

1.4.1 Métodos

Para obtener la información deseada se utilizó el método mixto, el cual consiste en realizar observación del entorno y el diálogo con los actores principales de Finca San Antonio Contreras. Esto con el fin de determinar las problemáticas existentes en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).

1.4.2 Técnicas

Las técnicas utilizadas en el diagnóstico para la obtención de información fueron:

1.4.2.1 Revisión de documentos

Se consultaron investigaciones realizadas en la Finca San Antonio Contreras, para obtener mayor información.

1.4.2.2 Recorridos

Se realizaron recorridos con el personal administrativo y encargados de cada área (preparación de terreno, riego, fertilización, plagas y enfermedades, entre otros) por los lotes de la finca, para conocer sobre el manejo agronómico que se tiene en cada uno de ellos.

1.4.2.3 Entrevistas

Se realizaron entrevistas con preguntas específicas a personas claves, en este caso a los encargados de cada área, los cuales poseen información importante por la función que desempeñan dentro de la finca.

Se realizó una entrevista dirigida a las siguientes personas:

- Berta Boror (Encargado de producción de Finca San Antonio Contreras).
- Manuel Ayapan (Encargado de riego).
- Santiago Quel (Encargado de monitoreo de plagas y enfermedades).
- Santiago Quel (Encargado de control de malezas).
- Isaac García (Encargado de preparación de terreno).

1.4.3 Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

Se realizaron cada una de las actividades propuestas en la metodología, y se lograron analizar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que el manejo agronómico del ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) presenta. Se puede observar cada una de ellas en el cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Fortalezas	Oportunidades
Mano de obra y personal capacitado.	
Disponibilidad de recursos e insumos para la producción.	Monitoreo y control de plagas y enfermedades.
Uso eficiente del agua de riego.	
Aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura.	Aumentar la producción de ejote francés.
Búsqueda de mejora continua en los procesos de producción.	Experimentación con nuevos desinfectantes de suelo
Dependencia de una sola fuente de agua para riego.	Incidencia de plagas y enfermedades en el suelo.
Uso constante de fumigante químico del suelo.	Incidencia de insectos vectores de virus

Con la información recopilada, se procedió a exponer las problemáticas y dar a conocer posibles alternativas para mejorar el entorno del cultivo y aumentar la producción del ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).

1.5 Resultados

La Finca San Antonio Contreras, se dedica a la producción hortícola que luego son exportados principalmente a Europa y Estados Unidos. Se realizan en condiciones de baja inversión y alta rentabilidad.

El corte de la cosecha se realiza de forma manual, en dicha actividad intervienen hombres y mujeres, quienes están siendo supervisados por una encargada. Las personas utilizan el equipo de protección adecuado conforme a las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), de las cuales están en constante capacitación.

La finca produce varios cultivos, mas este diagnóstico se enfocó en el cultivo del ejote francés. El cual presenta un buen manejo de suelos, sembrando en curvas a nivel para la conservación de suelos, en diseño de riego se utiliza el riego por goteo para aumentar la eficiencia del mismo, de la mano del manejo integrado de plagas.

En general se observó que en el cultivo de ejote francés se encuentran hongos en el suelo, así como plagas y enfermedades que reduce o interviene en el rendimiento del cultivo, razón por la cual se tiene especial cuidado en el monitoreo para control de los mismos.

Finca San Antonio Contreras es un modelo para las otras fincas que integran la Empresa San Juan AgroExport, razón por la cual es muy puntual y constante en todos los ámbitos que el manejo agronómico del cultivo del ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) necesita para su buen desarrollo y producción.

1.6 Conclusiones y Recomendaciones

1. La Finca San Antonio Contreras, se dedica a la producción hortícola que luego son exportados principalmente a Europa y Estados Unidos. Se realizan en condiciones de baja inversión y alta rentabilidad.
2. Las fortalezas de la finca son: Disponibilidad de mano de obra, uso eficiente del agua de riego, personal capacitado, búsqueda de mejora continua y aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura. Sus debilidades son: dependencia de una sola fuente de agua para riego. Oportunidades en la finca: Experimentación con nuevos desinfectantes de suelo, aumentar la producción de ejote francés y Control eficiente de plagas y enfermedades. Sus amenazas son la incidencia de plagas y enfermedades en el suelo, incidencia de insectos vectores de virus y uso constante de fumigante químico de suelo.
3. Se recomienda la evaluación de nuevos desinfectantes orgánicos para sustituir el uso de metam sodio.
4. Capacitación constante a los encargados de lote y personal de campo sobre la importancia en el control de plagas y enfermedades y prevención de las mismas, manejo adecuado de pesticidas, Buenas prácticas agrícolas, entre otras.
5. Actualizar la lámina de riego para el cultivo del ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).

1.7 Bibliografía

1. Meléndez, J. P. (2000). *Diagnóstico de la finca San Antonio Contreras, San Raymundo, Guatemala*. (Tesis Ing. Agr.). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala
2. San Juan Agroexport. (2017). *About us*. Obtenido de San Juan AgroExport: <http://sjagroexport.net/?lang=es>

No. 30
Kotardo Barrios





CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE EXTRACTO DE ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (*Thymus vulgaris* L.) Y DE SEMILLAS DE MOSTAZA (*Brassica* spp.) PARA EL CONTROL DE *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani* EN EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.), COMO SUSTITUTO AL METAM SODIO, SAN RAYMUNDO, GUATEMALA, C.A.

EVALUATION OF ESSENTIAL OIL EXTRACT OF (*Thymus vulgaris* L.) AND MUSTARD SEEDS (*Brassica* spp.) FOR THE CONTROL OF *Fusarium* spp. AND *Rhizoctonia solani* IN FRENCH BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.), AS A SUSTITUTE FOR METAM SODIUM, SAN RAYMUNDO, GUATEMALA, C.A.

2.1 Presentación

San Juan AgroExport, es una empresa dedicada a la exportación de hortalizas, principalmente hacia Europa y Estados Unidos. Cuenta con cuatro fincas en las cuales se realiza la siembra, producción y cosecha de hortalizas, como ejote francés, zucchini, pimiento, entre otros, las cuales posteriormente son trasladadas a la planta de la empresa para su debido proceso de postcosecha y luego exportados. De acuerdo con información proporcionada por la Asociación Guatemalteca de Exportadores -AGEXPORT- y el Banco de Guatemala, se estima que la producción nacional para el año 2009 se ubicó en 46 millones de libras, de las cuales 14 fueron dedicadas al consumo interno, mientras que las restantes 32 fueron dedicadas a la exportación. Se estima que existen alrededor de 97000 ha que reúnen los requisitos óptimos para la producción (Cruz, 2010).

El cultivo del ejote francés es el de mayor interés para la finca San Antonio Contreras, sin discriminar o descuidar al resto de cultivos. Dicho cultivo se siembra en las zonas frías o templadas del país, siendo estos los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Huehuetenango, Totonicapán, San Marcos, Sololá y Baja Verapaz (Cruz, 2010).

El ancestro del moderno ejote francés es de origen sudamericano y centroamericano. Los ejotes fueron cultivados en su mayoría desde hace muchos años atrás y fue llevado a Europa después de la conquista española. El ejote francés pertenece a la familia de las leguminosas. Su nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. Este tipo de verdura es singular en proteínas, vitaminas B y C y contiene grandes cantidades del esencial aminoácido lisina (COPRISA-AGROEXPORT, 2013).

Debido al uso excesivo de plaguicidas los suelos se van deteriorando a tal punto de perder casi por completo la materia orgánica y los microorganismos benéficos que en él habitan, dejando así, muy susceptible el suelo a plagas y enfermedades.

Las principales enfermedades que el ejote francés presenta en el suelo son Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*) al igual que Fusarium (*Fusarium* spp.). Para el control de las enfermedades antes mencionadas, se utiliza un producto químico, cuyo ingrediente activo es metam sodio. El uso inmoderado de este químico deteriora la estructura del suelo y elimina todos los organismos benéficos que contribuyen a que exista un equilibrio con los microorganismos y que se pueda tener una adecuada productividad.

Sin embargo, en los últimos años se ha notado que para el control de las enfermedades antes mencionadas se requiere una mayor frecuencia y dosis más altas de metam sodio, con ello aumentan los costos de producción.

Conforme pasan los años, las plagas y enfermedades del suelo se van haciendo más difíciles de controlar, debido a que se ha degradado la materia orgánica, la constitución de textura y estructura, y se han eliminado los microorganismos del suelo dejándolo inerte. Es por ello que, los requerimientos del suelo son mayores.

Por las razones anteriormente mencionadas y en función de estudios o experiencias, se quiere eliminar el uso de este compuesto, ya que la finca está en transición orgánica. Se optó por evaluar el efecto de extracto de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) al 23 % y extracto de semillas de mostaza (*Brassica* spp.) al 85 % como una alternativa de sustitución al metam sodio para el control y prevención de dichas enfermedades.

Los productos antes mencionados, al aplicarse con el agua de riego, se dispersan y penetran en el perfil del suelo, invadiendo y saturando. Al estabilizarse provocan vapores que eliminan la mayoría de formas biológicas patogénicas presentes. Así mismo cumplen las funciones de repelente y controladores de plagas, y siendo productos de naturaleza orgánica que no afectan la capa de ozono ni contaminan el medio ambiente.

Para determinar la efectividad de las aplicaciones de los desinfectantes a base de extractos de semillas, se tomó el porcentaje de germinación, de incidencia de la enfermedad y porcentaje de mortalidad. Así mismo, se realizó la cuantificación del rendimiento en kg por parcela neta en el corte de vainas del ejote francés.

Se hicieron exámenes fitopatológicos para determinar la presencia de la enfermedad en semillas, suelo y plantas del cultivo de ejote francés.

Con esta investigación no se pudo demostrar el efecto de los productos orgánicos de extracto de aceite esencial de tomillo y de semillas de mostaza, sobre los patógenos del suelo en comparación al metam sodio.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Marco Conceptual

2.2.1.1 Descripción del cultivo del ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.)

El ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) pertenece a la familia de las leguminosas, y según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala –MAGA-, se identifica internacionalmente bajo la sub partida arancelaria 070890. Es una planta de origen americano y centroamericano, que fue distribuida por el mundo por los españoles y portugueses después de la conquista.

Hoy en día está presente en todo el mundo, y sus propiedades delicadas la hacen un ingrediente muy importante en ensaladas, sopas, cremas y muchas otras preparaciones, ya que además es rica en proteínas, vitaminas B y C y adicionalmente posee una gran cantidad del aminoácido esencial, lisina. El ejote francés también se conoce como chauchas en Argentina y Paraguay; como habichuelas en Andalucía, Canarias y Colombia; como porotos verdes en Chile; o como judías verdes en España. Es una planta anual de tallos herbáceos, que de acuerdo con la variedad puede ser arbustivo o tipo enredadera. Las variedades modernas creadas para la exportación, suelen haber eliminado la fibra dorsal de la vaina, confiriéndole mayor suavidad al producto (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), 2014).

La semilla representa el óvulo fecundado y maduro, en granos como el frijol, la forma de reproducción y multiplicación de la especie. Para asegurar el proceso de reproducción es necesario contar con una semilla de buena calidad, considerada como aquella que al momento de la siembra está en condiciones de germinar y producir una planta normal y vigorosa (Arias R., Ríos B., & Monsalve F., 2001).

La calidad de la semilla se puede resumir en tres componentes: el componente genético, que define sus características y las de la planta en cuanto a adaptación, resistencia o susceptibilidad al ataque de agentes patógenos, y el tipo de grano (tamaño, color, forma). El componente sanitario, que se refiere a la presencia o ausencia de patógenos internos o externos, que no sólo deterioran su apariencia, sino que pueden transmitirse de un cultivo a otro a través de la semilla, y el componente fisiológico, que está relacionado con el tamaño, la cantidad y la calidad de los elementos que posee en su interior para nutrir la planta, y darle madurez, viabilidad y vigor (Arias R., Ríos B., & Monsalve F., 2001).

2.2.1.2 Importancia nutricional

En el cuadro 2, se presenta el contenido de nutrientes del ejote francés por cada 100 g de materia comestible.

Cuadro 2. Contenido nutricional de ejote francés.

Componente	Valor
Calorías	37.00 cal
Agua	88.20 %
Proteínas	240 g
Carbohidratos	8.10 g
Fibra	2.30 g
Ceniza	1.00 g
Calcio	88.00 mg
Fósforo	49.00 mg
Hierro	1.40 mg
Vitamina A	317.00 U.I
Vitamina B1	0.07 mg
Niacina	0.71 mg
Vitamina C	9.60 mg

Fuente: Crop Protection Compendium (CPC), 2005.

2.2.1.3 Taxonomía

El ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) tiene la clasificación taxonómica, mostrada en el cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación taxonómica del ejote francés.

Reino	Plantae
Sub-reino	Traqueobionta (plantas vasculares)
Súper-división	Spermatophyta (plantas con semillas)
División	Magnoliophyta (plantas con flor)
Sub-clase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	Phaseolus
Especie	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

Fuente: López, S., 2012.

2.2.1.4 Requerimientos edáficos y climáticos

A. Clima

Se puede decir que el ejote francés tiene un amplio rango de condiciones climáticas a las cuales se adapta, pero si se quieren los mejores rendimientos y calidades habrá que atender las recomendaciones específicas de acuerdo a la variedad que se va cultivar. En términos generales se puede decir que el ejote se puede cultivar en un rango de alturas que va entre los 1400 m – 2200 m s.n.m., con temperaturas que oscilen entre los 15 °C – 25 °C (Figueroa, 2006).

B. Suelo

Las características físicas y químicas del suelo apropiado para el cultivo son:

a) Propiedades físicas

Textura: Franco a franco arcilloso

Profundidad efectiva: Superior a 60 cm

Densidad aparente: 1.2 g/cm³

Materia orgánica: 3.5 %

Drenaje interno y externo: Excelente

b) Propiedades químicas

pH: 5.5 a 7.0

Acidez total: Mayor de 10 %

Conductividad eléctrica: Mayor de 2.0 mmhos/cm

(González, 2003).

2.2.1.5 Aspectos generales del manejo agronómico

En la producción de ejote francés, al igual que en los demás productos tradicionales, las empresas exportadoras tienen estándares de calidad que los productores deben cumplir, estándares que responden a las normas establecidas por los países compradores, como es el caso de Estados Unidos y países de Europa.

Entre las condiciones que normalmente se deben cumplir están: el tamaño de las vainas, la madurez del producto, que estén libres de deformaciones, de ataque de plagas y de daños físicos.

Así también otras que requieren análisis de laboratorio como los residuos de plaguicidas, la no presencia de plaguicidas no permitidos, contaminación biológica y rastreabilidad de productos y otros.

Los primeros los debe observar el productor desde el momento de la cosecha, a fin de evitar que parte de la producción sea rechazada (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), 2014).

2.2.1.6 Preparación del suelo

A. Labranza convencional

Se realiza un paso de arado y dos de rastra en forma cruzada, y surcado. El suelo debe estar con una humedad entre 50 % y 80 %. Esta alternativa es recomendada para terrenos con topografía plana o semiplana (González, 2003).

B. Labranza de conservación

Se realiza en terrenos donde la maquinaria no puede ser utilizada por las condiciones topográficas, se hace una limpia manual de las malezas y una aplicación de herbicida de contacto. Así mismo debe realizarse un picado profundo con azadón o piocha, dependiendo de las condiciones del terreno, de igual manera, deben desmoronarse los terrones (González, 2003).

2.2.1.7 Surqueo

El surqueo, sea que se efectúe con tractor, con tracción animal o en forma manual, debe de tener un distanciamiento que va a variar de 45 cm a 90 cm, dependiendo de la variedad a sembrar y también del tipo de crecimiento que dichos materiales tengan. Es decir, si son de tipo arbustivo determinado o de tipo indeterminado, en forma de guía.

Si el terreno es en ladera, hay que utilizar prácticas de conservación de suelo, tales como curvas a nivel, terrazas y otras que sean necesarias (Villeda, El cultivo del ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), 1992).

A. Uso de acolchado o mulch

El acolchado o tela mulch es el plástico de color negro que se coloca sobre el suelo. El uso del acolchado tiene las siguientes ventajas:

- ✓ No permite el crecimiento de malezas sobre el camellón.
- ✓ Evita que el producto sea salpicado de tierra con la lluvia.
- ✓ Reduce la incidencia de enfermedades en el cultivo.
- ✓ Mantiene la humedad en el suelo.
- ✓ Aumenta el rendimiento del cultivo en aproximadamente un 30 %.
- ✓ Se reducen los costos de producción.
- ✓ Se reducen los porcentajes de rechazo del producto por mala calidad.

2.2.1.8 Siembra

La siembra se hace directa, puede hacerse manualmente o con sembradora mecánica. La semilla debe enterrarse a una profundidad entre 2 cm - 3 cm, se coloca 1 semilla por postura.

Los surcos se trazan a una distancia entre 60 cm – 80 cm y entre planta se dejan de 5 cm - 7 cm, estos distanciamientos son generalmente utilizados en época de verano, en la época lluviosa deberán abrirse los espacios, tanto entre surcos como entre plantas, ya que el cultivo tendrá mayor desarrollo y al estar muy cerrados los distanciamientos, se puede tener mayor incidencia de enfermedades fungosas (Figueroa, 2006).

2.2.1.9 Aspectos botánicos

- A. Raíz: El ejote posee un sistema radical fasciculado a veces fibroso con mucha variación incluso en plantas de la misma variedad; el tipo pivotante se presenta en bajo porcentaje. Dispone de gran cantidad de raíces secundarias, terciarias y cuaternarias. Por su condición de palionoidae, el ejote contiene nódulos en la parte superior y media de raíces que mediante simbiosis con el hongo *Rhizobium phaseoli* se encarga de fijar nitrógeno atmosférico.
- B. Tallo: Es herbáceo, delgado y la altura varía de acuerdo a la variedad, se clasifica de acuerdo al hábito de crecimiento: determinado (arbustivas, de matocho, ciclo corto) e indeterminado (trepadoras de ciclo largo).
- C. Hojas: Las hojas son compuestas, trifoliadas, dotadas de pequeñas estípulas en la base del pecíolo. Los folíolos son ovalados o triangulados y de diferente color y pilosidad según la variedad, posición en el tallo y edad de la planta.
- D. Flor: La inflorescencia puede ser axilar o terminal, dependiendo de su inserción en el tallo; es un conjunto de racimos, es decir, un racimo principal con un grupo de racimos secundarios. La flor típica papilionácea de fecundación autógena; en su desarrollo tiene dos etapas, botón floral y flor completamente abierta. Según la variedad, así es el color: blanco, rosado o púrpura.
- E. Fruto: Es una vaina variable en color, forma, ancho y largo; formado por dos valvas unidas por fibras; la textura de la vaina puede ser pergaminosa con fibras fuertes, coriácea cuando existe leve separación de las valvas y camosa sin fibras en la unión de las valvas. A la unión de estas se le llama sutura: placental y ventral.
- F. Semilla: Las semillas son de forma cilíndrica, arriñonada, esférica; provistas de dos cotiledones gruesos; color variado: rojo, blanco, negro café, crema y otros. También existe la combinación de colores. Dependiendo de la variedad, un kilogramo contiene entre 2500 y 4500 semillas.

2.2.1.10 Requerimientos nutricionales del cultivo de ejote francés

El ejote francés, es una hortaliza de exportación cuyos requerimientos nutricionales para producir 6 TM/ha son de:

- N: 135 kg
- P₂O₅: 35 kg
- S: 14 kg
- Ca: 196 kg
- Magnesio: 17 kg y elementos menores.

Es necesario realizar el análisis de suelos, para poder proporcionar tanto al suelo como al cultivo los elementos faltantes y los requeridos por el cultivo (Villeda, 1992).

2.2.1.11 Principales plagas y enfermedades

A. Poblaciones de insectos plaga

Los insectos plaga pueden afectar el proceso productivo del frijol hasta ocasionar la pérdida total. El daño puede efectuarse de forma directa al succionar la sabia y consumir el tejido vegetal o de forma indirecta mediante la transmisión de enfermedades. El manejo de plagas debe estar orientado en el principio de la prevención. El número de insectos que afectan el cultivo es alto, sin embargo, estos deben evaluarse y definir cuáles de ellos representan peligro para la cosecha (niveles críticos), partiendo del hecho que existen etapas en la planta de frijol que son más susceptibles al daño por determinado tipo de plagas. (Martínez G., y otros, 2009).

Para las aplicaciones de insecticidas se debe identificar cada uno de los insectos y los umbrales económicos de daños causados en el cultivo. Utilizar las medidas de protección para evitar intoxicaciones en el personal de campo durante las aplicaciones químicas (Martínez G., y otros, 2009).

Las plagas más comunes en el cultivo del ejote francés en Guatemala son: las plagas de suelo como la gallina ciega (*Phyllophaga* sp. K.), el gusano nochero (*Spodoptera* sp.) y gusano alambre (*Agriotis* sp.); lepidópteros del follaje, el picudo (*Apion godmani* W.), el minador (*Liriomyza* sp) y la tortuguilla (*Diabrotica* sp).

a) Trips (*Frankliniella* sp: *Thysanoptera: Thripidae*)

Trips del cogollo, son insectos microscópicos de color amarillo claro, se encuentran en los primordios foliares y en las flores, de preferencia las de color amarillo de los cultivos y malezas, además del daño ocasionado por la alimentación les transmite enfermedades virales a las plantas y malformación de fruto.

Es difícil detectarlos, para esto habrá que sacudir las flores sobre la palma de la mano, al caer los trips tienden a volar. Estos insectos adquieren rápida resistencia a los insecticidas ya que su ciclo de desarrollo es corto, tienen más de dos generaciones por mes.

Los trips, son insectos pequeños con alas con flecos. Se alimentan al rasgar y succionar los líquidos de los tejidos de las plantas. Las especies fitófagas ocasionan cicatrices en las hojas y frutos o bien se alimentan de los granos de polen (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), 2001).

b) Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*: Homoptera: Aleyrodidae)

Las moscas blancas pertenecen al orden Homóptera, familia Aleyrodidae, son insectos chupadores. Existen varias especies, siendo *Bemisia tabaci* es la más difundida y posiblemente la más nociva y estudiada.

Los daños que la mosca blanca ocasiona pueden ser de tres tipos. El primero, succión de savia alimentándose de los nutrientes de la planta, este daño puede considerarse serio cuando se alcanzan altas poblaciones. Segundo, vector de virus que es el daño más serio. Tercero, las secreciones azucaradas o mielecillas, pueden causar dos tipos de problemas, intervenir en los procesos fotosintéticos normales y favorecer la proliferación de hongos propiciando la fumagina (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), 2001).

c) Picudo del fríjol (*Apion godmani* W: Coleoptera: Curculionidae)

El picudo del fríjol es una plaga que se va agravando en aquellas áreas donde se hacen plantaciones continuas de fríjol todo el año. El insecto es un coleóptero y la hembra deposita sus huevos individuales en las flores y vainas tiernas.

Estos huevos eclosionan aproximadamente a los 5 días ó 6 días, luego la larva dura alimentándose de la flor y de la vaina por unos 6 días, para convertirse en pupa la que dura aproximadamente 10 días, para finalmente convertirse en un picudo negro gris de unos 5 mm. La hembra puede poner hasta 300 huevos en su vida y vivir por semanas en el rastrojo y las malezas, incluyendo otras leguminosas herbáceas silvestres (Figueroa, 2006).

En el caso del ejote francés esta plaga produce manchas blancas en las vainas de hasta un centímetro de diámetro que hacen que se rechace el producto. Como el ciclo de huevo a adulto es de aproximadamente 30 días a 35 días, es poco probable que en el ejote francés llegue a completar su ciclo antes de la cosecha, pero el mismo sí puede completarlo en el producto embarcado y salir el adulto en el país de destino, sin que se detecte en la planta empacadora. El insecto también puede completar su ciclo en ejotes maduros y el rastrojo dejado en el campo (Figueroa, 2006).

d) Tortuguilla (*Diabrotica* sp: *Coleoptera: Chrysomelidae*)

Esta planta es muy común en algunas áreas del país y puede atacar desde las etapas iniciales de desarrollo del cultivo. El adulto oviposita en suelo cerca del tallo donde las larvas se desarrollan y dañan raíz. Empupan en el suelo de donde emergen los adultos. Los adultos se alimentan del follaje, flores y frutos de las plantas (Figueroa, 2006).

e) El Gusano nochero (*Spodoptera* sp: *Lepidoptera: Noctuidae*)

Conocido como nochero o cuerudo, es la larva de una palomilla de color café claro a gris y de hábitos nocturnos, las larvas salen de noche a cortar las plántulas, este gusano es pequeño al inicio, pero puede llegar a medir 3 cm ó 4 cm.

La palomilla pone los huevos en masas algodonosas de 50 o más huevecillos; los huevos pueden ser puestos en el follaje de las malezas, del cultivo o en suelo.

Los huevos eclosionan a los 3 días a 5 días, las larvas duran 10 días a 21 días, tiempo durante el cual puede ocasionar daños cortando el tallo de plántulas a nivel del suelo o comiendo hojas y perforando las vainas en plantas adultas. Las pupas o capullos duran de 6 días a 12 días.

Los períodos más cortos de cada etapa de desarrollo ocurren en las temporadas más calientes y los períodos más largos en las temporadas frías, mostradas en la figura 1 (Figueroa, 2006).



Fuente: Figueroa, L., 2006.

Figura 1. Fotografía del daño ocasionado por gusano nochoero (*Spodoptera* sp.). En plántulas de frijol (izquierda). Diferentes estados del ciclo biológico de *Spodoptera* sp. (derecha).

f) Minadores de hoja (*Liriomyza* sp: *Diptera: Agromyzidae*)

Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las típicas galerías. La forma de las galerías es diferente, aunque no siempre distinguible, entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, para dar lugar posteriormente a los adultos (FFLUGSA, 2003).

2.2.1.12 Enfermedades

El frijol es afectado por muchos patógenos sujetos a las condiciones ambientales, susceptibilidad del huésped y virulencia del patógeno. Existen enfermedades de mayor importancia que causan daños a la producción del cultivo de frijol, entre las que se encuentran hongos, bacterias y virus.

Las variedades mejoradas tienen resistencia genética a diferentes enfermedades, lo que debe ir acompañado con otras prácticas de manejo que reduce los riesgos de contaminación y diseminación de las enfermedades (Martínez G., y otros, 2009).

2.2.1.13 Principales hongos que afecta al suelo del cultivo.

A. Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*)

Rhizoctonia solani es un agente de podredumbre, muy polífaga la cual puede propagarse rápidamente a una temperatura de 20 °C. Se localiza en las capas superiores del suelo donde puede conservarse por varios años, al principio ataca la planta a nivel del cuello. El ataque progresa rápidamente hacia el sistema radicular (S.A.S Morel Diffusion, 2012).

Las condiciones favorables son:

- pH del sustrato superior a 5.8
- Temperatura del sustrato de 15 °C a 35 °C, con sustrato seco.

B. Fusarium (*Fusarium oxysporum*)

Son patógenos facultativos, capaces de sobrevivir en el agua y suelo alimentándose de materiales en descomposición.

a. Características Morfológicas

El género *Fusarium*, fue descrito por Link en 1915, quién consideró las siguientes características: conidióforos alargados en forma de botella, con ramas a intervalos regulares o verticiladas, septados, individuales o agrupados en esporoquios; conidios de dos tipos: microconidios elípticos o piriformes, unicelulares o bicelulares, no curvados, en cabezuelas o cadenas; macroconidios falcados, en forma de media luna o elípticos, dos a 25 nueve septas, ápice puntiagudo, roma o en forma de gotero, base puntiaguda, roma o en forma de pie; clamidosporas, si se producen, globosas, ovales o piriformes, individuales o en grupos, intercalares o terminales, uní o bicelulares, lisas o rugosas y generalmente de color café (Parada Jaco, Sermeño, & Rivas, 2002).

b. Sintomatología

Fusarium es un hongo habitante del suelo y generalmente es a este nivel donde causa los mayores daños. Las plantas enfermas pueden demostrar diversidad de síntomas tales como pérdida de turgencia de hojas, clorosis, achaparramiento, coloración café del xilema y marchitez. Las raíces presentan pudriciones de coloración oscura.

A. Condiciones óptimas de propagación

La temperatura óptima de multiplicación del hongo es de 28 °C, incluso si es capaz de infestar a temperaturas más bajas.

c. Incidencia

La incidencia se refiere al grado de afectación de la enfermedad en las plantas, va a contabilizar el número de casos nuevos, de la enfermedad, que aparecen en un período previamente determinado, se puede representar a una actividad que refleja el periodo del estado de salud al de enfermedad en la población que estudiamos. Generalmente se expresa en porcentaje, de cada 100 plantas.

d. Proceso de contaminación

Las esporas después del transporte se depositan sobre los sustratos de cultivo. El micelio se desarrolla a continuación. El período de incubación es de 2 a 13 semanas (Montourey, Cyclamen, 2012).

2.2.2 Marco Referencial

2.2.2.1 Productos orgánicos a utilizar

A. Extracto de semillas de Mostaza (*Brassica* spp.) al 85 %.

Es un producto de naturaleza orgánica que no afecta la capa de ozono, ni contamina el ambiente. Útil en el manejo de agricultura orgánica y ecológica, parte importante del manejo integrado de plagas y enfermedades con alto grado de inocuidad.

El producto al aplicarse a través del agua de riego, se dispersa y penetra en el perfil del suelo, invadiendo y saturando. Al estabilizarse provoca vapores que eliminan la mayoría de formas biológicas patogénicas presentes. Afecta la integridad de estructuras y formas de resistencias de microbios patógenos como esclerocios, quistes y esporas.

B. Extracto de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) al 23 %.

Es un producto de nueva generación de extracto de aceite esencial de tomillo. Es un bactericida orgánico líquido, de amplio espectro, sistémico y de contacto, 100 % biodegradable.

Así mismo actúa como fungicida e insecticida, el cual puede utilizarse en todos los cultivos, céspedes y plantas ornamentales.

2.2.2.2 Antecedentes de investigación

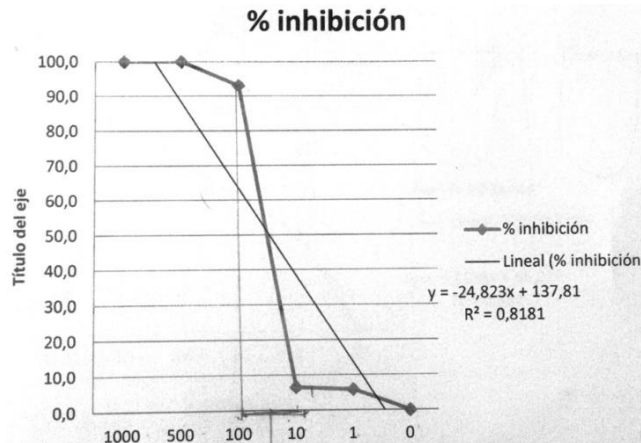
Se posee una investigación enviada por la empresa Agro Research International con el producto a utilizar de extracto de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) el cual consta con la siguiente información.

La M.Sc. Ana Tapia, comenta en su investigación titulada, Prueba de sensibilidad de Thyme Guard sobre *Fusarium oxysporum*, realizada con la enfermedad de Mal de Panamá causada por el patógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense raza 1, el cual continúa siendo un problema porque puede permanecer en suelos bananeros infectados por más de 30 años, destruyendo cultivares susceptibles a la raza 1 como el cultivar Gros Michel (AAA), establecido por pequeños y medianos productores que cultivan bananos en asocio con café, cacao y yuca bajo sistemas de producción convencional y orgánica, para mercados locales donde son muy apetecidos por su sabor y aroma; esta comercialización de banano proporciona ingresos económicos y seguridad alimentaria para esas familias.

Por otra parte, plantaciones comerciales del cultivar Cavendish (AAA) son susceptibles a la raza 4 de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense constituyendo una grave amenaza para la industria bananera de América Latina y el Caribe.

Pero no existen medidas de combate químico eficientes de la enfermedad, ni buenas prácticas culturales que reduzcan su incidencia y severidad.

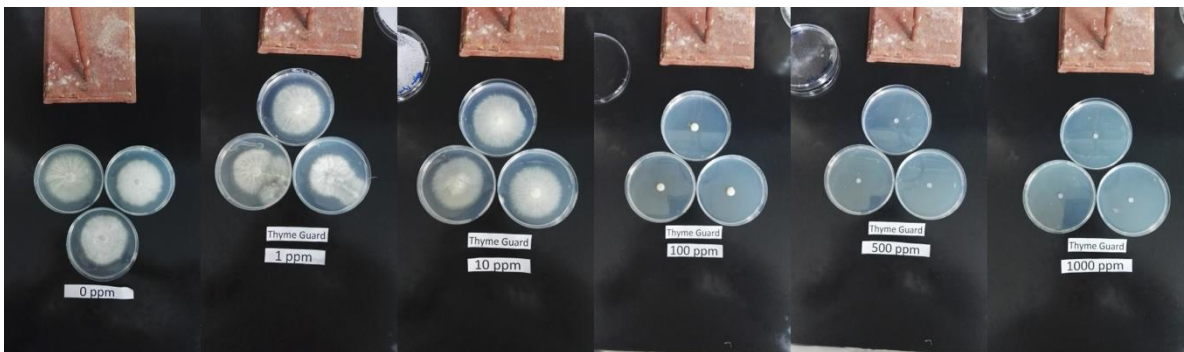
Se realizaron pruebas de sensibilidad in vitro con los productos Thyme Guard (Aceite esencial de tomillo) con el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense raza 1, mostrada en la figura 2. Estas mediciones se hicieron 8 días después de colocar las muestras en el laboratorio. Thyme Guard (Aceite esencial de Tomillo):



Fuente: Tapia, A., 2017.

Figura 2. Prueba de sensibilidad de Thyme Guard sobre *Fusarium oxysporum* raza uno in vitro.

“Se observa como el Thyme Guard a 1000 ppm ($4.4 \text{ cm}^3/\text{L}$) y a 500 ppm ($2.2 \text{ cm}^3/\text{L}$) realiza un 100 % de inhibición sobre el hongo *Fusarium oxysporum* raza 1, inclusive a 100 ppm ($0.44 \text{ cm}^3/\text{L}$) tiene un 93 % de inhibición (figura 3).



Fuente: Tapia, A., 2017.

Figura 3. Fotografía del desarrollo de *Fusarium oxysporum* raza uno en aplicación de Thyme Guard como control.

Si se toma en cuenta que según la recomendación de Agresearch debe ser a una dosis de 0.25 % a 0.5 % (2.5 cm³/L a 5 cm³/L respectivamente) se podría concluir que in-vitro la dosis de 0.5 % (5 cm³/L) es suficiente para inhibir el 100 % de *Fusarium oxysporum* raza 1; todavía más cuando Agresearch menciona que para usar como desinfectante se debe usar al 1 % (10 cm³/L) la inhibición va a ser más contundente.” M.Sc. Ana Tapia.

2.2.2.3 Ubicación Geográfica

La Finca San Antonio Contreras, se encuentra ubicada en la Aldea la Ciénaga, municipio de San Raymundo, departamento de Guatemala; a una distancia de 33 km de la carretera que conduce de la ciudad capital hasta este municipio. Sus coordenadas son: 14°38'10" Latitud Norte y Longitud Oeste 90°35'52" (figura 4).



Fuente: Google Earth, 2017.

Figura 4. Ubicación de Finca San Antonio Contreras.

Está dentro de la zona de vida montano bajo tropical húmeda y dentro de la región climatológica perteneciente al bosque húmedo semicálido con invierno benigno seco (Meléndez J. P., 2000).

La finca se localiza a 1671 m s.n.m., tiene una temperatura media anual de 18.8 °C, cuenta con un área total de 404 ha, de las cuales 49 ha están actualmente destinadas a la agricultura y se encuentran distribuidos 58 lotes de producción con áreas diferentes y 1 invernadero.

Del área total aproximadamente el 90 % es ocupado por bosque, el sistema forestal lo conforman especies arbóreas como pino (*Pinus caribaea*), ciprés (*Cupressus lusitánica*) y encino (*Quercus* spp). Actualmente 6.87 ha están ocupadas por el cultivo de café (*Coffea arábica*) variedades Catuaí y Caturra. Aumentando 3.5 ha por año hasta llegar a la meta de tener 21 ha sembradas.

El agua utilizada en todas las prácticas de la finca y para servicio de las instalaciones proviene de tres pozos, pozo número 1 con un caudal de 144 gal/min, pozo número 2 con un caudal de 79.25 gal/min y el pozo número 3 con un caudal de 10.56 gal/min. El sistema de riego que la finca utiliza en todos los lotes establecidos, es por goteo.

El área cultivable posee un sistema de conservación de suelos, el cual está constituido por curvas a nivel y acequias, ambas con barreras vivas de pasto para aumentar la protección. La investigación se llevará a cabo en el lote 27, el cual tiene un área de 0.2 ha (2027.19 m²).

2.2.2.4 Características Climáticas

La finca tiene establecida una estación meteorológica de donde se obtuvieron los datos meteorológicos.

Los datos registrados reportan una humedad relativa de 65 %, temperatura promedio de 23.9 °C, siendo la temperatura mínima de 10 °C y la temperatura máxima de 32.8 °C. El lugar se caracteriza por tener una precipitación anual de 1475.3 mm.

2.2.2.5 Características Edáficas

Los suelos de la finca son de textura franco arcilloso arenoso, color café muy oscuro, subsuelo color café rojizo y un espesor aproximado de 50 cm – 100 cm. Las densidades aparentes de los suelos de la finca oscilan en 1.25 g/cm³.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

Evaluar el uso de extracto de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) y de semillas de mostaza (*Brassica* spp.) al 85 %, para el control de *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani* como sustitución al metam sodio. San Raymundo, Guatemala, C.A.

2.3.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar el efecto de los productos orgánicos en la germinación, mortalidad y producción para el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), en Finca San Antonio Contreras, Aldea la Ciénaga, San Raymundo, Guatemala.
2. Determinar si el uso de extracto de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) y extracto de semillas de mostaza (*Brassica* spp.), presentan control al disminuir las poblaciones ante patógenos del suelo para el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).
3. Realizar un análisis de presupuesto parcial de los productos a evaluar de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) mediante la aplicación al suelo de desinfectantes orgánicos.

2.4 HIPÓTESIS

Se espera que los productos extracto de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) al 23 % y extracto de semillas de mostaza (*Brassica* spp.) al 85 %, presenten una menor cantidad de plantas muertas, y a la vez mayor rendimiento. Debido a que los extractos naturales actúan como desinfectantes al suelo, por lo tanto, tendrán un mayor control ante patógenos tales como *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani*. La rentabilidad, porcentaje de mortalidad y rendimiento, se harán en comparación al metam sodio.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Selección del área

Se procedió a seleccionar el área a trabajar para realizar la investigación, esto con base a que el terreno no tenga pendientes pronunciadas y buen drenaje para evitar encharcamientos en el invierno. Por esta razón se determinó el trabajar en el lote 27, el cual posee una extensión de 2240 m².

2.5.2 Diseño experimental

Se empleo el diseño en bloques completos al azar, la razón fundamental es que en el área no se poseen condiciones homogéneas, ya que existe una gradiente de variabilidad que es la pendiente. La cual va a provocar en algún momento cierta diferenciación en las condiciones donde irá cada uno de los tratamientos. Lo que se procura es que todos posean las mismas condiciones para su buen desarrollo en la investigación.

Este se realizó con 4 tratamientos y 5 repeticiones. Cada bloque constó de 4 surcos, y la unidad experimental constó de 1 surco, el área total de la parcela es de 2027.19 m².

El modelo estadístico matemático asociado a este diseño es el siguiente:

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

Donde:

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

μ = efecto de la media general

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = efecto del j -ésimo bloque

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

2.5.3 Hipótesis estadística

Ho: Ninguno de los tratamientos presenta diferencia significativa en la germinación de la semilla.

Ha: Al menos un tratamiento presenta diferencia significativa en la germinación de la semilla.

Ho: Ninguno de los tratamientos presenta diferencia significativa en la incidencia de *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani*.

Ha: Al menos un tratamiento presenta diferencia significativa en la incidencia de *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani*.

Ho: Ninguno de los tratamientos presenta diferencia significativa en la mortalidad de plantas.

Ha: Al menos un tratamiento presenta diferencia significativa en la mortalidad de plantas.

Ho: Ninguno de los tratamientos presenta diferencia significativa en el rendimiento del cultivo.

Ha: Al menos un tratamiento presenta diferencia significativa en el rendimiento del cultivo.

2.5.4 Descripción de los tratamientos

Los tres productos utilizados más el testigo absoluto hacen un total de 4 tratamientos, con 5 repeticiones cada uno. La aplicación de los tratamientos se realizó 15 días previo a la siembra de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).

Se presenta la descripción de los tratamientos propuesta para la investigación.

1. Tratamiento 1, constó de aplicar una cantidad de 12 L/ha de extracto de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) al 23 % para la desinfección previa de suelos, se utilizaron 16250 L de H₂O/ha.
2. El tratamiento 2, se trabajó a una dosis de 10 L/ha de extracto de semillas de mostaza (*Brassica* spp.) para la desinfección previa de suelos, se utilizaron 16250 L de H₂O/ha.
3. Tratamiento 3, constó de realizar la aplicación de metam sodio a una dosis de 303 L/ha, se utilizaron 16250 L de H₂O/ha.
4. Tratamiento 4, el cual corresponde al testigo absoluto, esto significa que no posee ningún producto para la desinfección de suelo previo a la siembra.

2.5.4.1 Tamaño de bloques

Los bloques estuvieron estructurados en un área de 4 m de ancho, por 8 m de longitud. Equivalente a 32 m², cada bloque estuvo a una distancia de 1 m del otro bloque. Además, para evitar derivas y efectos no deseados al momento de realizar las aplicaciones, se dividió las unidades experimentales desconectando cintas de goteo.

2.5.4.2 Tamaño de parcela bruta

Tuvo un área de 2027.19 m², en el cual se dividió en 5 bloques de 4 m de ancho por 8 m de longitud, con 4 surcos cada bloque, a una distancia de 1 metro entre cada uno de ellos. Cada tratamiento constó de 1 surco.

2.5.4.3 Tamaño de parcela neta

Tuvo un área de 160 m², compuesto por 20 m de ancho por 8 m de longitud, en donde se distribuyeron los bloques con cada repetición. Cada tratamiento constó de 1 surco, sembrado a 0.20 m entre plantas con 3 semillas por postura.

2.5.4.4 Número de parcelas

Tuvo un área de 32 m lineales, ya que fueron 4 surcos de 8 m lineales. En total se obtuvieron 20 surcos, 5 surcos por tratamiento.

2.5.4.5 Variables de respuesta

A. Porcentaje de Germinación

Se sembraron 3 semillas por postura, y luego de emerger se realizó un conteo, para determinar cuántas sí germinaron. Se utilizó una boleta para la cuantificación de la germinación, la cual fue de ayuda para tomar los datos de manera clara y ordenada.

B. Porcentaje de incidencia enfermedad

Se realizó una toma de datos en cada parcela neta semanalmente. Se contaron el número de plantas afectadas con síntomas de marchitez y daño en el tallo.

Posteriormente se realizó un examen fitopatológico en el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala –MAGA-, para ser constatadas. La toma de muestras inició a partir de los 15 días después de siembra.

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

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

C. Porcentaje de Mortalidad

Se tomaron lecturas en cada parcela neta semanalmente, después de 15 días de siembra. Se contaron el número de plantas muertas, y se realizó un examen fitopatológico en el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala –MAGA-, para ser constatadas.

Se utilizó una boleta para la cuantificación de la mortalidad, la cual fue de ayuda para tomar los datos de manera clara y ordenada.

D. Producción en (kg) por parcela neta

Se procedió a realizar la cosecha en la parcela neta, una vez obtenido el producto se midió su peso. Para lo cual se utilizó una balanza de reloj.

2.5.5 Análisis de la información

2.5.5.1 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza para las variables de respuesta, ya que se encontró diferencias significativas entre las medias se aplicó una prueba de tuckey para comparar los tratamientos.

2.5.5.2 Análisis económico

Se utilizó un análisis económico del presupuesto parcial para obtener la mejor tasa de retorno marginal. Se obtuvo de la siguiente manera:

- a) Para cada tratamiento se obtuvo el rendimiento en kg/ha.
- b) Se calcularon los costos variables para los distintos tratamientos, siendo los costos de los productos a utilizar.
- c) Se obtuvo el ingreso bruto, que resulta de la multiplicación del rendimiento por el precio de venta.
- d) Se restó el ingreso bruto menos el costo variable, se obtuvieron los beneficios netos.
- e) De los beneficios netos se realizó el análisis de dominancia.

Para hallar la tasa de retorno marginal, la metodología fue la siguiente:

- a) Se calculó el cambio en el costo variable y el cambio en el beneficio neto.
- b) La tasa marginal de retorno se halló dividiendo el cambio en el beneficio neto entre el cambio en el costo variable, multiplicado por cien, así:

$$TMR = \frac{\Delta BN}{\Delta CV} * 100$$

2.5.6 Manejo agronómico

2.5.6.1 Determinación de la presencia de patógenos en el suelo

Previo a la desinfección del suelo y a la siembra, se realizó un muestreo de la parcela con el fin de determinar si existe la presencia de los patógenos *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani*. En donde se tomó una muestra del suelo y luego se llevó al laboratorio para efectuar un análisis fitopatológico y determinar si existía el inóculo de la enfermedad en él, esto para tener un respaldo de laboratorio en dónde fuera factible que la incidencia y mortalidad eran provocadas por los patógenos antes mencionados.

Método utilizado

Medio selectivo y observación al estéreomicroscopio y microscopio.

2.5.6.2 Análisis fitopatológico de semillas

Se realizó un cultivo y plaqueo de las semillas en cultivo de Agar Papa Dextrosa (PDA), el cual es utilizado para el cultivo de hongos, esto con el fin de determinar si el inóculo está presente en las semillas utilizadas para la siembra.

Método utilizado

Macerado, dilución, medio selectivo (donde solo crecen organismos específicos) y observación al estereomicroscopio y microscopio.

2.5.6.3 Preparación del terreno

Se realizó un paso de arado de discos a una profundidad de 30 cm y dos de rastra, posteriormente se realizaron los surcos a una distancia de 1 m entre cada uno, se colocaron mangueras de goteo y posteriormente se cubrió con mulch.

2.5.6.4 Desinfección de suelo

Se aplicaron los productos a evaluar, tales como extracto de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) al 23 % con una dosis de 12 L/ha. Extracto de semillas de mostaza (*Brassica* spp.) al 85 % con una dosis de 10 L/ha, y metam sodio con una dosis de 303 L/ha. Los productos se realizaron vía fertirriego, desconectando mangueras de goteo para aplicar únicamente en los surcos deseados.

2.5.6.5 Siembra

La siembra se realizó 15 días después de la desinfección de suelos. La distancia de siembra entre plantas fue de 0.20 m, 1 m entre surcos. Se utilizó una cantidad de 22.29 kg/ha de semilla para la siembra, siendo tres semillas por postura. A los 10 días se realizó la resiembra, y depende el porcentaje de germinación se utilizan aproximadamente 0.67 kg para realizar dicha actividad. Siendo un total de 22.96 kg/ha de semilla. Se realizan tres ciclos consecutivos de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) y luego se realiza una rotación de cultivo con Zucchini (*Cucurbita pepo*).

2.5.6.6 Determinación de la presencia de patógenos en las plantas

Al momento de observarse incidencia de la enfermedad, se extrajeron plantas enfermas de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), luego se llevaron las muestras al laboratorio para efectuar un análisis fitopatológico y determinar si existía el inóculo de la enfermedad. Dicho análisis se realizó con el fin de tener un respaldo en dónde sea evidente que la incidencia y mortalidad fueron provocadas por los patógenos antes mencionados.

Método utilizado

Cámara húmeda y observación al estereomicroscopio y microscopio.

2.5.6.7 Fertilización

En el cuadro 4, se presenta un programa de fertilización para todo el ciclo del cultivo del ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).

Cuadro 4. Programa de fertilización.

Producto	Formulación	Días Después de siembra	Dosis/ha
Orgánico			8116.81 kg
12-24-12	12-24-12	0	324.54 kg
Nitrato de Calcio	15.5-26.3	10	40.45 kg
Nitrato de Zinc	Zinc	12	800 ml
Nitrato de Calcio	15.5-26.3	15	40.45 kg
Urea	46-0-0	18	40.45 kg
Sulfato de Amonio	21-24	20	40.45 kg
Hidrobór	Boro	20	1429 ml
Nitrato de Calcio	15.5-26.3	25	40.45 kg
15-15-15	15-15-15	25	33.63 kg
Nitrato de Calcio	15.5-26.3	30	40.45 kg
Nitropotasio	11-0-46	35	24.54 kg
Nitropotasio	11-0-46	40	24.54 kg
Nitrato de Calcio	15.5-26.3	50	40.45 kg
Nitropotasio	11-0-46	55	24.54 kg

Fuente: elaboración propia, 2017.

Los datos del cuadro anterior, se elaboraron con base al registro que se tiene en el departamento de Fertilidad en Finca San Antonio Contreras, San Raymundo, Guatemala.

2.5.6.8 Colocación de tutores

Se colocó la primera rafia cuando la planta llegó a 0.3 m de altura, la siguiente fue cuando alcanzó los 0.4 m de altura.

2.5.6.9 Riegos

Se efectuaron regularmente con una frecuencia de 4 días, iniciando al momento de la siembra. Esto depende de la etapa fenológica del cultivo, así como las condiciones climáticas. Pueden llegar a ser riegos diarios, según lo antes mencionado. El sistema que se utilizó es por goteo para tener una eficiencia de riego del 85 %, y evitar excesos de agua.

2.5.6.10 Cosecha

Las vainas fueron recolectadas por las encargadas de cosecha, separando así el rechazo de la producción óptima para exportación, posteriormente pesadas para obtener el dato de rendimiento. Esta actividad se realizó a los 60 días después de siembra, siendo dos cosechas, una vez por semana. La producción óptima es de 8109.09 kg/ha.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El área de trabajo fue de 160 m² en donde se dividieron los 4 tratamientos con 5 repeticiones cada uno, el marco de plantación fue de 1 m entre surco y 0.20 m entre planta, dando como resultado 40 m² correspondientes a cada uno de los tratamientos. Obteniendo así 200 posturas por tratamiento, la siembra se realizó de 3 semillas por postura, dejando así las tres plantas sin realizar raleo alguno.

2.6.1 Análisis de variables

De las variables estudiadas para cada tratamiento el porcentaje de germinación resultó aceptable, debido a que osciló entre el 80 % y 100 % (cuadro 5). A la semilla se realizó un examen fitopatológico, en la muestra analizada no hay presencia de bacterias fitopatológicas (anexo 9A), así mismo se encontró *Penicillium* sp y daño por insectos (anexo 10A). Debido a ello, se justifica el porcentaje de semilla no germinable.

Cuadro 5. Resumen de variables de respuesta, San Raymundo, Guatemala 2017.

DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTO	Porcentaje de germinación	Porcentaje de incidencia de <i>Fusarium</i> spp. y <i>Rhizoctonia solani</i>	Porcentaje de mortalidad
Extracto de aceite esencial de tomillo	97	100	16
Extracto de semillas de mostaza	86	99	10
Metam sodio	81	88	7
Testigo absoluto	95	99	18

Del porcentaje de plantas germinadas se consideró la siembra de las mismas a nivel de campo.

Se realizó un análisis fitopatológico del suelo previo a la siembra detectando presencia de *Rhizoctonia solani* y *Fusarium spp.* (anexo 11A). El tratamiento de extracto de aceite esencial de tomillo manifestó la mayor incidencia siendo el 100 % afectado, la menor incidencia se determinó en el tratamiento de metam sodio con el 88 %. Los demás tratamientos se encuentran entre el rango del 88 % al 100 % desarrollándose una alta incidencia fitopatológica muestreando en los primeros 30 días del ciclo del cultivo.

Se basa la incidencia de patógenos en el cultivo, debido a la presencia de los mismos en el suelo, se realizó un análisis fitopatológico de plantas infectadas para demostrar que los patógenos estaban presentes (anexo 12A).

Se realizó un análisis de regresión lineal para conocer el ajuste de los datos en función al modelo lineal presentándose por medio de una gráfica (figura 5), y basándose en el coeficiente de bondad, se determinó que los únicos datos que no se ajustan al modelo, son los del metam sodio, (cuadro 6).

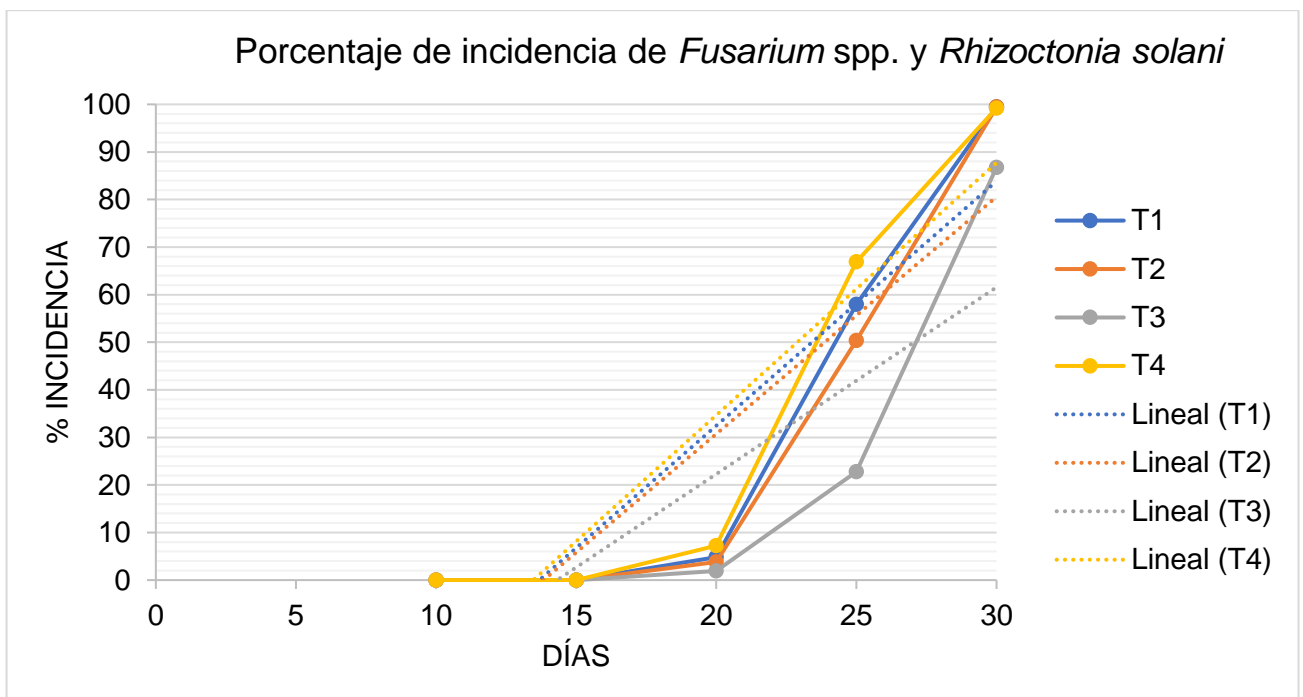


Figura 5. Porcentaje de Incidencia de *Fusarium spp.* y *Rhizoctonia solani*.

Cuadro 6. Índice de bondad para los tratamientos.

DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTO	FUNCIÓN	R ²
Testigo absoluto	$y = 5.306x - 71.453$	0.842
Extracto de aceite esencial de tomillo	$y = 5.1387x - 70.315$	0.8239
Extracto de semillas de mostaza	$y = 4.9842x - 68.963$	0.8048
Metam sodio	$y = 3.9261x - 56.222$	0.6927

Ante el daño de agentes fitopatógenos al cultivo, se cuantificó el número de plántulas muertas, siendo el testigo absoluto el que manifestó el mayor porcentaje de mortalidad 18 %, el segundo lugar con 16 % el extracto de aceite esencial de tomillo, tercero el extracto de semillas de mostaza con 10 % y el que manifestó menor incidencia fue el metam sodio con 7 %.

2.6.2 Producción (kg) por parcela neta

Se presenta un resumen del rendimiento obtenido en cada tratamiento expresado en kilogramos, y proyectado para el área equivalente a una hectárea (cuadro 7). El testigo absoluto presentó 2,900 kg/ha siendo el más alto de los tratamientos evaluados. Debido a que no existe un aspecto definitivo para la descripción de dicho rendimiento, se asume que el porcentaje de mortalidad influyó en la competencia nutricional respecto a las posturas de los demás tratamientos.

Cuadro 7. Resumen de datos de producción, San Raymundo, Guatemala 2017.

Producción		
DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTO	kg/ 40 m ²	kg/ ha
Extracto de aceite esencial de tomillo	9.54	2,400
Extracto de semillas de mostaza	9.09	2,300
Metam sodio	7.72	2,000
Testigo absoluto	11.36	2,900

2.6.3 Germinación

En el cuadro 8, se presenta el análisis de varianza realizado para los porcentajes de germinación de semillas de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo el diseño de bloques completos al azar. Estadísticamente, con un valor del coeficiente de variación de 4.8 % y con un p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se dice que en al menos un tratamiento existe diferencia significativa.

Cuadro 8. Análisis estadístico del porcentaje de germinación en San Raymundo, Guatemala, 2017.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	914	7	131	7.4	0.0014
Tratamiento	317.2	3	106	6	0.0096*
Bloque	596.8	4	149	8.5	0.0017
Error	210.8	12	17		
Total	1124.8	19			

* Significancia Estadística

Como se observa sí existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual indica que cualquiera de los dos productos sería una alternativa de sustitución al metam sodio. La medida de bondad de ajuste del modelo indica que, de acuerdo al análisis realizado, se puede observar que los coeficientes tienen $0.8 \approx 1$, lo que implica que el 80 % de la variabilidad de los datos es explicado por el modelo.

Según el análisis de Tukey realizado en Infostat, muestra que el tratamiento que obtuvo mayor porcentaje de germinación fue el extracto de aceite esencial de tomillo al 23 %. Seguido del testigo absoluto, tercero extracto de semillas de mostaza al 85 % y por último el metam sodio (cuadro 9). No hay diferencia entre medias, por lo tanto, el porcentaje de germinación fue muy bueno, pero se comportaron independientemente del efecto de los extractos.

Cuadro 9. Análisis de Tukey para el porcentaje de germinación en San Raymundo, Guatemala 2017.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	91.8	5	1.87	A
4	91.2	5	1.87	A
2	84.8	5	1.87	A
3	82.6	5	1.87	A

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

2.6.4 Incidencia de enfermedad

En el cuadro 10, se presenta el análisis de varianza realizado para los porcentajes de incidencia de enfermedad en ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo el diseño de bloques completos al azar. Estadísticamente, con un valor del coeficiente de variación de 9.23 % y con un p-valor >0.05 se acepta la hipótesis nula y se dice que en ningún tratamiento existe diferencia significativa.

Cuadro 10. Análisis estadístico del porcentaje de incidencia de enfermedad en San Raymundo, Guatemala, 2017.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	1056.9	7	150.99	1.91	0.1541	NS
Tratamiento	589.2	3	196.4	2.49	0.11	
Bloque	467.7	4	116.93	1.48	0.2681	
Error	946.3	12	78.86			
Total	2003.2	19				

NS= No significancia estadística

La medida de bondad de ajuste del modelo nos indica que, de acuerdo al análisis realizado, se puede observar que los coeficientes tienen $0.53 \approx 1$, lo que implica que el 53 % de la variabilidad de los datos es explicado por el modelo.

Según el análisis de Tukey realizado en Infostat, muestra que el tratamiento que obtuvo menor incidencia de enfermedades *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani* fue el metam sodio, sin embargo, estadísticamente, no se pudo demostrar que los extractos son sustitutos del metam sodio respecto a la incidencia de las enfermedades de plantas (cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis de Tukey para el porcentaje de incidencia de enfermedad, en San Raymundo, Guatemala, 2017.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	99.4	5	3.97	A
1	99.4	5	3.97	A
4	99.2	5	3.97	A
3	88.8	5	3.97	A

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

2.6.5 Mortalidad

En el cuadro 12, se presenta el análisis de varianza realizado para los porcentajes de mortalidad en ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo el diseño de bloques completos al azar. Estadísticamente, con un valor del coeficiente de variación de 49.62 % y con un p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis nula y se dice que en ningún tratamiento existe diferencia significativa.

Cuadro 12. Análisis estadístico del porcentaje de mortalidad, en San Raymundo, Guatemala, 2017.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	530.55	7	75.79	12.56	0.0001	
Tratamiento	29.35	3	9.78	1.62	0.2363	NS
Bloque	501.2	4	125.3	20.77	<0.0001	
Error	72.4	12	6.03			
Total	602.95	19				

NS= No significancia estadística

La medida de bondad de ajuste del modelo nos indica que, de acuerdo al análisis realizado, se puede observar que los coeficientes tienen $0.88 \approx 1$, lo que implica que el 88 % de la variabilidad de los datos es explicado por el modelo.

Según el análisis de Tukey, realizado en Infostat, muestra que el tratamiento que obtuvo mayor porcentaje de mortalidad fue la parcela sin desinfección de suelo, testigo absoluto. Seguido del extracto de aceite esencial de tomillo al 23 %. Tercero el metam sodio, y por último el que obtuvo menor porcentaje de mortalidad es el extracto de semillas de mostaza al 85 %. Como se observa no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual nos indica que no hay efecto de los extractos sobre el metam sodio (cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis de Tukey para el porcentaje de mortalidad, en San Raymundo, Guatemala, 2017.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
4	6.6	5	1.1	A
1	5.6	5	1.1	A
3	4	5	1.1	A
2	3.6	5	1.1	A

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

2.6.6 Producción

En el cuadro 14, se presenta el análisis de varianza realizado para la producción de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo el diseño de bloques completos al azar. Estadísticamente, con un valor del coeficiente de variación de 15.67 % y con un p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se dice que en al menos un tratamiento existe diferencia significativa.

Cuadro 14. Análisis estadístico de producción, en San Raymundo, Guatemala, 2017.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20.5	7	2.93	3	0.4555
Tratamiento	11.8	3	3.93	4.03	0.0338*
Bloque	8.7	4	2.18	2.23	0.1267
Error	11.7	12	0.98		
Total	32.2	19			

* Significancia estadística

La medida de bondad de ajuste del modelo nos indica que, de acuerdo al análisis realizado, se puede observar que los coeficientes tienen $0.64 \approx 1$, lo que implica que el 64 % de la variabilidad de los datos es explicado por el modelo.

Debido a que estadísticamente existe diferencia significativa en al menos un tratamiento, se realizó una prueba de Tukey a las medias de los tratamientos, conociendo que existen tres grupos de clasificación siendo el mejor tratamiento el de literal "A", testigo absoluto. Se ubicó una clasificación intermedia para los tratamientos de los extractos de aceite esencial de tomillo y mostaza, y una clasificación inferior para el tratamiento con literal "B", siendo el metan sodio.

Debido a que no existe un aspecto definitivo para la descripción de dicha producción, se asume que los valores de producción están ligados a la mortalidad de las plantas germinadas por postura, el porcentaje de mortalidad, influyendo a una menor competencia nutricional y de factores climáticos entre las mismas (cuadro 15).

Cuadro 15. Análisis de Tukey para la producción, en San Raymundo, Guatemala, 2017.

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
4	7.6	5	0.44	A	
2	6	5	0.44	A	B
1	6	5	0.44	A	B
3	5.6	5	0.44		B

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

Así mismo, no se pudo demostrar estadísticamente que los extractos fueron superiores al metam sodio, y que la producción se debe más al efecto de las condiciones climáticas y características del suelo, o también al manejo de los insumos aplicados a las plantas. Tal es el caso del incremento de roya en las plantas, afectando así el principal órgano de las plantas, las hojas, interfiriendo en el proceso de la fotosíntesis.

2.6.7 Análisis económico

La siguiente información que se presenta en este análisis económico corresponde al presupuesto parcial de la producción de ejote francés.

El presente cuadro muestra los costos totales de mano de obra y manejo agronómico en la producción de ejote francés en 10000 m² con los productos y herramientas de producción de Finca San Antonio Contreras.

2.6.7.1 Costos totales

Entre los costos totales, son los costos que no van a variar dentro de cualquier producción o manejo agronómico de una investigación, es decir estos no van a variar si se repite la investigación (cuadro 16).

Cuadro 16. Costos de mano de obra, San Raymundo, Guatemala 2017.

Mano de Obra	Total
Preparación de Suelos (Arado, Rastreado, incorporado rastrojo)	Q. 2,455.36
Levantar camellón, y aplicar gallinaza, Poner Manguera y Colocar Plástico Mulch	Q. 4,107.14
Quitar Tapita de Plástico	Q. 178.57
Siembra	Q. 517.14
Aplicaciones Fitosanitarias	Q. 2,242.86
Limpia de Malezas y Herbicida	Q. 520.00
Riego y Fertirriego	Q. 1,800.00
Tutoreado y piteado	Q. 446.43
Cosecha	Q. 11,964.29
Quitado de tutores y pita	Q. 446.43
Eliminación de Rastrojo	Q. 0.00
Recogida de Plástico y manguera	Q. 491.07
Colocación de Trampas para control etológico	Q. 116.07
Total	Q. 25,285.36

Los datos del cuadro anterior, se elaboraron con base al registro que se tiene en el departamento de administración en Finca San Antonio Contreras, San Raymundo, Guatemala.

2.6.7.2 Costos parciales

Los costos parciales son todos los que se van a variar dentro de la producción (cuadro 17).

Cuadro 17. Costos de insumos, San Raymundo, Guatemala 2017.

Insumos	Cantidad	Precio	Total
Metam Sodio	1	Q. 4,857.14	Q. 4,857.14
Herbicida Glifosato	1	Q. 285.71	Q. 285.71
Bocashi	129	Q. 23.00	Q. 2,967.00
Plástico Mulch	9	Q. 423.00	Q. 3,807.00
Plaguicidas	1	Q. 3,768.17	Q. 3,768.17
Fertilizantes Hidrosolubles y Granulados	1	Q. 6,253.11	Q. 6,253.11
Fertilizantes Foliare (Alba Fertil)	1	Q. 1,250.00	Q. 1,250.00
Manguera 1,000 m (Uso 2 Ciclos)	9	Q. 469.00	Q. 2,092.86
Libras de semilla Teresa	57	Q. 35.00	Q. 1,995.00
Pita Rafia (3 ciclos)	9	Q. 39.00	Q. 351.00
		Total	Q. 27,627.00

Se comparó el efecto de cada sustrato para el rendimiento de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) y el costo que tiene cada uno de ellos. Los totales contemplan costo de mano de obra, manejo agronómico y el costo parcial de la elaboración de cada tratamiento (cuadros 18, 19, 20 y 21).

Cuadro 18. Costos de manejo y producción de tratamientos para la producción de ejote francés. San Raymundo, Guatemala 2017.

Productos			Semillas		Manejo			Total
Tratamiento	Costo por hectárea	Cantidad de semilla/ ha	Costo Unitario	Costo de semillas	Mano de Obra	Fertilizaciones	Riego	
Extracto de aceite esencial de tomillo	Q. 3,508.56	95,361	Q.0.02	Q. 1,907.22	Q. 25,285.36	Q. 9,333.48	Q. 3,571.43	Q. 43,606.05
Extracto de semillas de mostaza	Q. 5,650.00	95,361	Q.0.02	Q. 1,907.22	Q. 25,285.36	Q. 9,333.48	Q. 3,571.43	Q.45,747.49
Metam sodio	Q. 4,952.88	95,361	Q.0.02	Q. 1,907.22	Q. 25,285.36	Q. 9,333.48	Q. 3,571.43	Q. 45,050.37
Testigo absoluto	Q. 0.00	95,361	Q.0.02	Q. 1,907.22	Q. 25,285.36	Q. 9,333.48	Q. 3,571.43	Q. 40,097.49
		Q. 14,111.44		Q. 7,628.88				Q. 174,501.39

Cuadro 19. Costos para la producción de tratamientos evaluados para la producción de ejote francés. San Raymundo, Guatemala, 2017.

Tratamiento	Costo de productos	Costo de Semilla	Costo de Manejo	Total
Extracto de aceite esencial de tomillo	Q. 3,508.56	Q. 1,907.22	Q. 38,190.27	Q. 43,606.05
Extracto de semillas de mostaza	Q. 5,650.00	Q. 1,907.22	Q. 38,190.27	Q. 45,747.49
Metam sodio	Q. 4,952.88	Q. 1,907.22	Q. 38,190.27	Q. 45,050.37
Testigo absoluto	Q. 0.00	Q. 1,907.22	Q. 38,190.27	Q. 40,097.49

Cuadro 20. Análisis de presupuestos parciales y dominancia en la producción de ejote francés. San Raymundo, Guatemala 2017.

Tratamiento	Rendimiento (kg)	Precio/kg	Beneficio Bruto	Costos que varían	Beneficio Neto	Dominancia
Metam Sodio	4,300	Q. 8.38	Q. 36,034.00	Q. 4,952.88	Q. 31,081.12	Dominado Tratamiento 2
Extracto de semillas de mostaza	5,000	Q. 8.38	Q. 41,900.00	Q. 5,650.00	Q. 36,250.00	Dominado Tratamiento 1
Extracto de aceite esencial de tomillo	5,300	Q. 8.38	Q. 44,414.00	Q. 3,508.56	Q. 40,905.44	Dominado Tratamiento 4
Testigo absoluto	6,300	Q. 8.38	Q. 52,794.00	Q. 0.00	Q. 52,794.00	No dominado

Cuadro 21. Indicador financiero, relación B/C en la producción de ejote francés, San Raymundo, Guatemala 2017.

Tratamiento	Beneficio Bruto	Costo Total	Relación B/C
Extracto de aceite esencial de tomillo	Q. 46,173.60	Q. 43,606.05	Q. 1.06
Extracto de semillas de mostaza	Q. 43,995.60	Q. 45,747.49	Q. 0.96
Metam sodio	Q. 37,364.80	Q. 45,050.37	Q. 0.83
Testigo absoluto	Q. 54,982.40	Q. 40,097.49	Q. 1.37

La relación beneficio costo determinó que de los cuatro productos evaluados dos son económicamente aceptables y dos no son económicamente aceptables, ya que no se recupera la inversión inicial y no se obtiene ganancia. El testigo absoluto tiene mayor rentabilidad para la producción, teniendo un beneficio neto de Q. 54,982.40 y un retorno de Q. 1.37 por cada quetzal invertido. Seguido del extracto de aceite esencial de tomillo al 23 % el cual tiene un beneficio neto de Q. 46, 173.60 y un retorno de Q. 1.06 por cada quetzal invertido (Fabio Herrera, 1994).

2.7 CONCLUSIONES

1. No hubo efecto de los productos orgánicos, ni del metam sodio en la germinación, mortalidad y producción de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).
2. No se pudo demostrar estadísticamente que, el extracto de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris* L.), ni el extracto de semillas de mostaza (*Brassica* spp.) tuvieran efecto al disminuir las poblaciones ante patógenos del suelo.
3. La relación beneficio costo varió entre Q. 0.83 a Q. 1.37, siendo el extracto de aceite esencial de tomillo el producto que mejor relación beneficio costo obtuvo.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Evaluar densidades de siembra para observar si la finca está trabajando con la adecuada o se necesita un cambio en la misma.
2. Efectuar el estudio en época seca, para un mejor desarrollo y control del cultivo.
3. Se recomienda realizar una evaluación sobre niveles de nutrición.
4. Realizar evaluaciones de diferentes dosis de los productos orgánicos.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). (2014). *Sistematización de prácticas de post-cosecha y recuperación de valor de mercado en la cadena productiva de hortalizas del área de cobertura de la iniciativa FTF*. Obtenido de Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID): http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00KB77.pdf
2. Agro Research International. (2017). *Thyme Guard*. Obtenido de Agro Research International: <http://www.agroresearchinternational.com/agricultura/?lang=es>
3. Agrosanidad. (s.f.). *Aquacidal M*. Obtenido de <http://dunemexicali.com.mx/archivos/AGROQUIMICOS/PROTECCION%20DE%20CULTIVOS/CONVENCIONALES/FUNGICIDAS/AGROSANIDAD/AQUACIDAL%20M/AQUACIDAL%20M%20HT.pdf>
4. Arias R., J. H., Ríos B., M., & Monsalve F., J. (2001). *Tecnología para la producción y manejo de semilla de frijol para pequeños productores*. Rionegro, Antioquia, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Centro de Investigación La Selva. Boletín no. 1.
5. Borge, M. (2012). *Agricultura orgánica: solución de sostenibilidad*. Obtenido de CEGESTI, Exito Empresarial no. 192, 3 p.: http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_196_140512_es.pdf
6. Comisión Nacional de Agricultura Ecológica (CNAE). (2012). *Procesos para acceder a los mercados orgánicos: rol de la cooperación para el desarrollo de la agricultura orgánica en Guatemala*. Obtenido de Convención Nacional de Agricultura Orgánica: <http://visar.maga.gob.gt/visar/img/procesosao.pdf>
7. COPRISA-AGROEXPORT. (2013). *Ejote francés*. Obtenido de COPRISA-AGROEXPORT: <http://www.coprisa-agroexport.com/main/ejote-frances/>

8. Cruz, H. L. (2010). *El mercado de ejote*. Obtenido de Revista Agronegocios (Mayo/Junio): http://issuu.com/goartgt/docs/revistagronegocios_ejote
9. FFLUGSA. (2003). *Frijol: insectos*. Obtenido de FFLUGSA: <http://fflugsa.tripod.com/frijol.htm#7.1.2>. Insectos
10. Figueroa, L. (2006). *Manual del manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de frijol ejotero*. Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía.
11. González, M. V. (2003). *Cultivo del ejote*. Obtenido de Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) Guía Técnica no. 18: <http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20ejote%202003.pdf>
12. Herrera, F., Velasco, C., Denen, H., & Radulovich, R. (1,994). *Fundamentos de análisis económico*. Costa Rica: CATIE.
13. Martínez G., D. A., Manzanares, P. Á., Valle Angulo, H. J., García Rocha, S. E., López Calero, J. C., & Escobar Mendoza, W. S. (2009). *Guía técnica para el cultivo del frijol: en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del departamento de Boaco, Nicaragua*. Obtenido de IIA / RED-SICA / COSUDE: <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>
14. Meléndez, J. P. (2000). *Diagnóstico de la finca San Antonio Contreras, San Raymundo, Guatemala*. Guatemala: USAC.
15. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2014). *Perfil comercial ejote francés*. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA): <http://web.maga.gob.gt/download/Perfil%20ejote.pdf>
16. Montourey. (Julio de 2012). *Cyclamen*. Obtenido de <http://www.cyclamen.com/es/profesional/enfermedades/8/25>

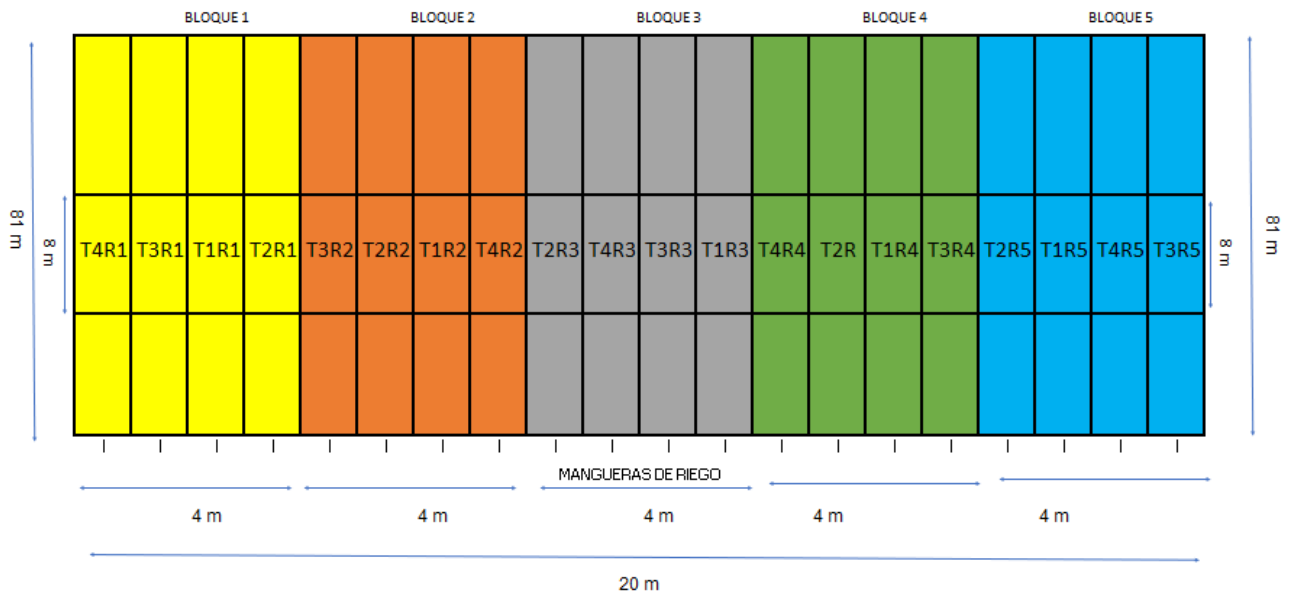
17. Parada Jaco, M. E., Sermeño, J. M., & Rivas, A. W. (2,002). *Enfermedades y artrópodos asociados al cultivo de loroco (Fernaldia pandurata) en El Salvador*. El Salvador: VIFINEX / MAG / OIRSA.
18. S.A.S Morel Diffusion. (2,012). *Los hongos: Fusarium*. Obtenido de S.A.S Morel Diffusion: <http://www.cyclamen.com/es/profesional/enfermedades/8/25>
19. Schaaart López, G. A. (2,012). *Sistematización de experiencias en la producción de ejote francés (Phaseolus vulgaris L.), para la exportación. (Tesis Ing. Agr.)*. Obtenido de USAC, Facultad de Agronomía: Guatemala: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6545/1/Gerardo%20Schaart%20-%20DOCTO%20FINAL.pdf>
20. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2,001). *Determinación del nivel riesgo fitosanitario para los cultivos de importancia económica en México*. Obtenido de Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA): http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/potencialproductivo/especificos/problemas_fitosanitarios.pdf
21. Vasquez, K. (2,012). *Influencia de la aplicación de giberelinas sobre la productividad de dos variedades de ejote francés, con tres distanciamientos de siembra, en macrotunel; El Tejar, Chimaltenango. (Tesis Ing Agr.)*. Obtenido de Universidad Rafael Landívar: Guatemala: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/14/Vasquez-Karla.pdf>
22. Villeda, J. D. (1,992). *El cultivo del ejote francés (Phaseolus vulgaris)*. Guatemala: Proyecto de Desarrollo Agrícola (PDA).

V. B. S.  

2.10 ANEXOS

Croquis de campo

En la figura 6A, se presenta la distribución espacial de los tratamientos los cuales se llevarán a cabo en la investigación.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 6A. Croquis de investigación en campo.

Cuadro 22A. Boleta para la cuantificación del porcentaje de germinación de ejote francés.

BOLETA PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE EJOTE FRANCÉS		
Finca:		
Lote:		
Fecha de siembra:		
Fecha de muestreo:		
BLOQUE 1	T1R1	
	T2R1	
	T3R1	
	T4R1	
BLOQUE 2	T1R2	
	T2R2	
	T3R2	
	T4R2	
BLOQUE 3	T1R3	
	T2R3	
	T3R3	
	T4R3	
BLOQUE 4	T1R4	
	T2R4	
	T3R4	
	T4R4	
BLOQUE 5	T1R5	
	T2R5	
	T3R5	
	T4R5	

Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 23A. Boleta para la cuantificación del porcentaje de incidencia de enfermedad de ejote francés.

BOLETA PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDAD EN EJOTE FRANCÉS		
Finca:		
Lote:		
Fecha de siembra:		
Fecha de muestreo:		
BLOQUE 1	T1R1	
	T2R1	
	T3R1	
	T4R1	
BLOQUE 2	T1R2	
	T2R2	
	T3R2	
	T4R2	
BLOQUE 3	T1R3	
	T2R3	
	T3R3	
	T4R3	
BLOQUE 4	T1R4	
	T2R4	
	T3R4	
	T4R4	
BLOQUE 5	T1R5	
	T2R5	
	T3R5	
	T4R5	

Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 24A. Boleta para la cuantificación del porcentaje de mortalidad de ejote francés.

BOLETA PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL PORCENTAJE DE MORTALIDAD EN EJOTE FRANCÉS		
Finca:		
Lote:		
Fecha de siembra:		
Fecha de muestreo:		
BLOQUE 1	T1R1	
	T2R1	
	T3R1	
	T4R1	
BLOQUE 2	T1R2	
	T2R2	
	T3R2	
	T4R2	
BLOQUE 3	T1R3	
	T2R3	
	T3R3	
	T4R3	
BLOQUE 4	T1R4	
	T2R4	
	T3R4	
	T4R4	
BLOQUE 5	T1R5	
	T2R5	
	T3R5	
	T4R5	

Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 25A. Boleta para la cuantificación de la producción en ejote francés.

BOLETA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EJOTE FRANCÉS		
Finca:		
Lote:		
Fecha de siembra:		
Fecha de cosecha:		
BLOQUE 1	T1R1	
	T2R1	
	T3R1	
	T4R1	
BLOQUE 2	T1R2	
	T2R2	
	T3R2	
	T4R2	
BLOQUE 3	T1R3	
	T2R3	
	T3R3	
	T4R3	
BLOQUE 4	T1R4	
	T2R4	
	T3R4	
	T4R4	
BLOQUE 5	T1R5	
	T2R5	
	T3R5	
	T4R5	

Fuente: elaboración propia, 2017.

En la figura 7A, se muestra la ficha técnica del producto para mayores especificaciones (Agrosanidad, s.f.).

	OEM SA de CV
<p>Ficha técnica NOMBRE DEL PRODUCTO</p>	
<h2 style="background-color: black; color: white; padding: 5px; margin: 0;">AQUACIDAL M</h2>	
<p>INGREDIENTE ACTIVO: Extracto esencial de semillas de Mostaza (<i>Brassica spp.</i>) al 85 %</p>	
<p>PRINCIPIO ACTIVO: Biofumigante de suelo.</p>	
<p>CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:</p>	
APARIENCIA	Líquido espeso
COLOR	Bianco lechoso a ligeramente amarillo.
OLOR	Característico, fuerte, irritante.
<p>APLICACIONES: En todo tipo de suelos que demanden de ser sanitizados por medios químicos con el objetivo de eliminar problemas patológicos (hongos, bacterias, nematodos e insectos)</p> <p>También se recomienda en dosis bajas como auxiliar en el control de plagas que afectan follaje y fruto de cultivos diversos.</p> <p>Modo de acción en suelo : Al aplicarse a través del agua de riego, se dispersa y penetra en el perfil del suelo, invadiendo y saturando. Al estabilizarse provoca vapores que eliminan la mayoría de formas biológicas patógenicas presentes.</p> <p>Afecta la integridad de estructuras y formas e resistencias de microbios patógenos como esclerocios, quistes, y esporas.</p> <p>Se aplica para todo tipo de cultivos. Se recomienda para iniciar programas de manejo integrado en rehabilitación de suelos contaminados por efecto del monocultivo.</p> <p>Auxiliar como repelente y control de plagas del suelo, como gallina ciega, gusano de alambre, diabroticas, grillos, tjeretas, moluscos.</p> <p>Modo de acción en aplicación al follaje: Al aplicarse al follaje del cultivo y ponerse en contacto con la plaga, evita la alimentación y reproducción y genera un efecto repelente por sofocación, evitando daños a los cultivos</p>	
<p>AQUACIDAL M : Es un producto de naturaleza orgánica que no afecta la capa de ozono, ni contamina el ambiente.</p> <p>Útil en el manejo de agricultura orgánica y ecológica, parte importante del manejo integrado de plagas y enfermedades con alto grado de inocuidad.</p> <p>DOSIS: Aplicaciones al suelo como desinfectante Terrenos con problemas de medios a fuertes: Aplicar de 10.0 a 12.0 lts/ha. Terrenos con problemas fuertes a muy fuertes: Aplicar de 12.0 a 15.0 lts/ha. Como repelente y control de plagas del suelo: Se recomienda utilizar dosis de 2.0 a 3.0 lts/ha Como repelente y control de plagas del follaje: Se recomienda utilizar dosis de 1 a 2.0 cc por litro de agua.</p> <p>PRESENTACION: Envase de 1, 5 y 20 lts.</p> <p>VIDA DE ANAQUEL: Al almacenarse adecuadamente se mantiene en buenas condiciones durante dos años.</p> <p>ALMACENAMIENTO: Almacenar en su envase original, cerrado herméticamente en un lugar fresco y seco, protegido del polvo, luz solar directa y fuentes de calor.</p>	
	
<ul style="list-style-type: none"> • Extracto de alta concentración y pureza. • Producto grado alimenticio. • Procesado con tecnología mexicana. • Tienen especificaciones de Food Chemical Codes. (grado alimenticio) • Formulado bajo las regulaciones de FDA • Registro orgánico CERES (NOP) (IAS) 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO  </div>	

Fuente: Química de Guatemala, 2017.

Figura 7A. Ficha técnica de extracto de semillas de mostaza.

En la figura 8A, se muestra la ficha del producto de extracto de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) para obtener mayor información del mismo (Agro Research International, 2017).



**THYME
GUARD**
BACTERICIDE, FUNGICIDE AND INSECTICIDE

From the farm to the table... naturally

GUARANTEED ANALYSIS:
Active Ingredients:
Thyme oil extract: 23%
Inert Ingredients:
Water and sodium citrate : 77%

PRODUCT INFORMATION
THYME GUARD is a new generation of essential oil extracted from the thyme herb. It is a 100% biodegradable broad spectrum contact and systemic liquid organic bactericide, fungicide, and insecticide for use in all crops, turf and ornamentals.

DIRECTIONS FOR USE:
Dilute into water at a rate of 0.5% (2 quart/100 gallons) to 0.125% (1 pint/100 gallons). Do not exceed 0.25% (1 quart/100 gallons) on newly planted crops or crops with thin leaf wax layer such as tomatoes and cucurbits. Use sufficient water to cover surface completely. **SHAKE BEFORE USE.**
Thyme Guard is tank mixable with most other chemicals. Do not mix with peroxides and/or sulfonated fungicides (which may cause phytotoxicity). Can also be used at any time including on harvest day. Always perform compatibility jar test prior to mixing with other chemicals. Use of sticker is recommended.

THYME GUARD is exempted from EPA registration under FIFRA 25 (b).



NET VOLUME / NET WEIGHT:
2.5 US Gal / 22.5 Lb.

PRECAUTIONS:
Avoid getting in eyes or on skin or clothing. The use of side-shield safety glasses and gloves is recommended. Harmful if swallowed. If skin contact occurs, remove contaminated clothing and wash with large amounts of soap and water. If in eyes, rinse repeatedly with clean water for 15 minutes. Obtain medical attention for any persistent irritation.

CONTAINER DISPOSAL:
Dispose of waste material in accordance with federal, state and local environmental laws and regulations.

STORAGE:
Keep container sealed tightly when not in use. Keep product in a cool location away from direct sunlight. Store in temperatures between 5°C (41°F) and 25°C (77°F).

CONDITIONS OF SALE:
Seller warrants that this product conforms to the chemical description on the label thereof and is reasonably fit for purposes stated on the label when used in accordance with directions under normal use and conditions. Crop injury, inefficacy, or other unintended consequences may result from factors, such as weather conditions, presence of other materials, or the manner of use or application, which are beyond the control of seller. In no case shall seller or its affiliates be liable for consequential, special or indirect damages resulting from the use, handling, or shipping of this product. No warranty is expressed or implied, including warranty of merchantability or fitness for a particular purpose.

CAUTION: KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN

FOR COMMERCIAL USE ONLY
Blended in the USA





BLENDED AND DISTRIBUTED BY:
Agro Research International
29203 State Road 46
Sorrento, FL 32776
(407) 302 6116
www.agroresearchinternational.com

Fuente: Agro Research International, 2017.

Figura 8A. Ficha técnica de extracto de aceite esencial de tomillo.

En la figura 9A, se muestra el informe de resultados del análisis fitopatológico de semillas de ejote francés.



GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE
GUATEMALA
MINISTERIO DE AGRICULTURA
GANADERIA Y ALIMENTACION

VICEMINISTERIO DE SANIDAD
AGROPECUARIA Y REGULACIONES (VISAR)

DIRECCION DE SANIDAD VEGETAL **INFORME DE RESULTADOS**

No Muestra :	LDF17-10175	No Boleta :
Cultivo/Producto :	Semillas de Ejote frances	Fecha Ingreso País:
Tipo Recipiente/Embalaje :	Bolsa plastica con semillas	Fecha Toma Muestra:
Usuario Empresa :	37 JAHG-2017-5960	Fecha Recepción :
Lugar Toma de Muestra :	San Raymundo Guatemala	Fecha Reporte :
Finca :	Muestra 37 JAHG-2017-5960	
Procedencia Muestra :		
Ubicación :	coordenadas X 490303.430694395	
Origen :		
Inspector :	Ing. Jose Herrera Gill	

RESULTADO

DETERMINACION:
en la muestra analizada no hay presencia de bacterias fitopatógenas.

METODO UTILIZADO :
Macerado, Dilución, Medio Selectivo y Observación al Estéreo microscopio y Microscopio.



Sello Lic. Andrés Avalos
Laboratorio de Diagnostico Fitosanitario

OBSERVACIONES :

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
NGS	

El resultado es referido unicamente a la muestra analizada.

NOTA IMPORTANTE : El usuario tiene (15) días hábiles a partir de que recibe el informe para presentar reclamos relacionados con los resultados de análisis.

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario.

Código: FTS-003-R-003

LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO

KM 22 CARRETERA AL PACIFICO, BARCENA VILLA NUEVA, GUATEMALA Teléfono: 6644-0599 EXTENSIONES: 209 – 217

 @MagaGuatemala
 maga.gt

www.maga.gob.gt

Fuente: MAGA, 2017.

Figura 9A. Análisis fitopatológico de semillas de ejote francés.

En la figura 10A, se muestra el informe de resultados del análisis de sanidad de semillas de ejote francés.



GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE
GUATEMALA
MINISTERIO DE AGRICULTURA
GANADERIA Y ALIMENTACION

VICEMINISTERIO DE SANIDAD
AGROPECUARIA Y REGULACIONES (VISAR)

DIRECCION DE SANIDAD VEGETAL

INFORME DE RESULTADOS

No Muestra :	LDF17-10174	No Boleta :
Cultivo/Producto :	Semillas de Ejote frances	Fecha Ingreso País :
Tipo Recipiente/Embalaje :	Bolsa plastica con semillas	Fecha Toma Muestra :
Usuario Empresa :	37 JAHG-2017-5960	Fecha Recepción :
Lugar Toma de Muestra :	San Raymundo Guatemala	Fecha Reporte :
Finca :	Muestra 37 JAHG-2017-5960	
Procedencia Muestra :		
Ubicación :	coordenadas X 490303.430694395	
Origen :		
Inspector :	Ing. Jose Herrera Gill	

RESULTADO

DETERMINACION:
en la muestra analizada se encontró: SEMILLAS: Penicillium sp, daño por insectos.

METODO UTILIZADO :
Medio Selectivo y Observación al Estéreo microscopio y Microscopio



Sello



Lic. Andrés Avalos
Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario

OBSERVACIONES :

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
NGS	

El resultado es referido unicamente a la muestra analizada.
NOTA IMPORTANTE : El usuario tiene (15) días hábiles a partir de que recibe el informe para presentar reclamos relacionados con los resultados de análisis.
 Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario.

Código: FTS-003-R-003

LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO
 KM 22 CARRETERA AL PACIFICO, BARCENA VILLA NUEVA, GUATEMALA Teléfono: 6644-0599 EXTENSIONES: 209 – 217

 @MagaGuatemala
 maga.gt
www.maga.gob.gt

Fuente: MAGA, 2017.

Figura 10A. Análisis de sanidad de semillas de ejote francés.

En la figura 11A, se muestra el informe de resultados del análisis de suelo.

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE
GUATEMALA
MINISTERIO DE AGRICULTURA
GANADERIA Y ALIMENTACION
VICEMINISTERIO DE SANIDAD
AGROPECUARIA Y REGULACIONES (VISAR)
DIRECCION DE SANIDAD VEGETAL

INFORME DE RESULTADOS

<p>No Muestra : LDF17-10176 Cultivo/Producto : Suelo Ejote Frances Tipo Recipiente/Embalaje : Bolsa plastica con semillas Usuario Empresa : 37 JAHG-2017-5956 Lugar Toma de Muestra : San Raymundo Guatemala Finca : Muestra 37 JAHG-2017-5956 Procedencia Muestra : Ubicación : coordenadas X 487507.7629538126 Origen : Inspector : Ing. Jose Herrera Gill</p>	<p>No Boleta : Fecha Ingreso Pais : Fecha Toma Muestra : Fecha Recepción : 19/09/2017 Fecha Reporte : 27/09/2017</p>
---	---

RESULTADO

DETERMINACION:
 en la muestra analizada se encontró: SUELO: Rhizoctonia solani, Fusarium sp.

METODO UTILIZADO :
 Medio Selectivo y Observación al Estéreo microscopio y Microscopio




 Lic. Andrés Avalos
 Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario

Sello

OBSERVACIONES :

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
NGS	

El resultado es referido unicamente a la muestra analizada.
NOTA IMPORTANTE : El usuario tiene (15) días hábiles a partir de que recibe el informe para presentar reclamos relacionados con los resultados de análisis.
 Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario.
 Código: FTS-003-R-003

LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO
 KM 22 CARRETERA AL PACIFICO, BARCENA VILLA NUEVA, GUATEMALA Teléfono: 6644-0599 EXTENSIONES: 209 – 217

@MagaGuatemala
 maga.gt
www.maga.gob.gt

Fuente: MAGA, 2017.

Figura 11A. Análisis fitopatológico de suelo.

En la figura 12A, se muestra el informe de resultados del análisis fitopatológico de plantas infectadas de ejote francés.



GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE
GUATEMALA
MINISTERIO DE AGRICULTURA
GANADERIA Y ALIMENTACION

VICEMINISTERIO DE SANIDAD
AGROPECUARIA Y REGULACIONES (VISAR)

DIRECCION DE SANIDAD VEGETAL

INFORME DE RESULTADOS

No Muestra :	LDF17-10173	No Boleta :
Cultivo/Producto :	Ejote frances	Fecha Ingreso Pais:
Tipo Recipiente/Embalaje :	Bolsa plastica con material vegetal	Fecha Toma Muestra:
Usuario Empresa :	37 JAHG-2017-5955	Fecha Recepción :
Lugar Toma de Muestra :	Anayanci Melendez SanRaymundo Guatemala	Fecha Reporte :
Finca :	Muestra 37 JAHG-2017	
Procedencia Muestra :		
Ubicación :	coordenadas X 488430.9334978701 Y 1630888	
Origen :		
Inspector :	Ing. Jose Herrera Gill	

RESULTADO

DETERMINACION:
en la muestra analizada se encontró: RAIZ: Rhizoctonia solani, BASE DE TALLO: Rhizoctonia solani, Fusarium sp,HOJAS: Uromyces sp.

METODO UTILIZADO :
Cámara Húmeda y Observación al Estéreo microscopio y Microscopio.



Sello



Lic. Andrés Ayálos
Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario

OBSERVACIONES :

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
NGS	

El resultado es referido unicamente a la muestra analizada.
NOTA IMPORTANTE : El usuario tiene (15) días hábiles a partir de que recibe el informe para presentar reclamos relacionados con los resultados de análisis.
 Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario.

Código: FTS-003-R-003

LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO

KM 22 CARRETERA AL PACIFICO, BARCENA VILLA NUEVA, GUATEMALA Teléfono: 6644-0599 EXTENSIONES: 209 – 217


@MagaGuatemala


maga.gt

www.maga.gob.gt

Fuente: MAGA, 2017.

Figura 12A. Análisis fitopatológico de plantas infectadas de ejote francés.



3.1 Presentación

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía, se realizaron tres servicios profesionales en la Finca San Antonio Contreras. Se identificaron una serie de actividades las cuales son de prioridad para la finca, en base a estas se planearon y ejecutaron los proyectos a realizar.

La empresa San Juan AgroExport se especializa en la exportación de vegetales y minivegetales a Estado Unidos y Europa. Realiza investigación y desarrollo de nuevas tecnologías mejorando las técnicas convencionales de agricultura para darle un enfoque orgánico.

La Finca San Antonio Contreras, se encuentra certificada por El Programa Integral de Protección Agrícola y Ambiental (PIPAA) y GLOBAL G.A.P razón por la cual necesita estar en constante capacitaciones para su aprobación. Debido a esto, se realiza la capacitación en uso adecuado de plaguicidas y calibración de bomba de asperjar.

Se determinó la lámina de riego en el cultivo del ejote francés, ya que el agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura (White, citado por Ríos, 2002).

Se realizó un tercer servicio el cual consistió en el seguimiento y monitoreo en la ejecución del programa de fertilización del cultivo de zucchini (*Cucurbita pepo*).

3.2 Capacitación en uso adecuado de plaguicidas y calibración de bomba de asperjar.

3.2.1 Presentación

Actualmente el buen manejo de plaguicidas es fundamental para mantener la integridad y salud del trabajador, es por ello que las personas que están involucradas en esta actividad, estén en constante capacitación para desarrollar las actividades de la mejor manera.

Así mismo, tener el conocimiento para realizar el mantenimiento adecuado y calibración de la bomba de asperjar es primordial para el buen funcionamiento y durabilidad del equipo.

En esta capacitación se considerarán los aspectos fundamentales del uso adecuado de plaguicidas, mantenimiento y calibración de bombas de asperjar para las personas que laboran en el área de fumigación.

3.2.2 Objetivos

3.2.2.1 General

Capacitar al personal que labora en la finca en el uso adecuado de plaguicidas, mantenimiento y calibración de bomba de asperjar.

3.2.2.2 Específico

1. Comprender los riesgos que conlleva el no hacer uso adecuado de plaguicidas.
2. Aprender los pasos a seguir para colocarse el equipo de protección personal y como retirarlo.
3. Conocer los componentes de la bomba de asperjar.
4. Practicar un método de calibración de boquillas de la bomba de asperjar.

3.2.3 Metodología

- a) Reuniones presenciales con personal involucrado en el área de fumigación.
- b) Presentación en Power Point con teoría e imágenes sobre la información general del uso adecuado de plaguicidas, mantenimiento y calibración de bomba de asperjar.
- c) Práctica de reconocimiento de componentes de la bomba de asperjar.
- d) Práctica sobre calibración de boquillas y bomba de asperjar.

3.2.4 Resultados

Se logró reforzar los conceptos de plaguicidas, leer y comprender etiquetas de productos, riesgos a la salud, medidas de prevención de la contaminación, manejo de residuos, manejo de desechos, manejo de envases, mantenimiento y calibración de bomba de asperjar. La capacitación fue impartida a 13 hombres los cuales cubren el área de fumigación dentro de la finca, cuyo registro se presenta en la Figura 13.

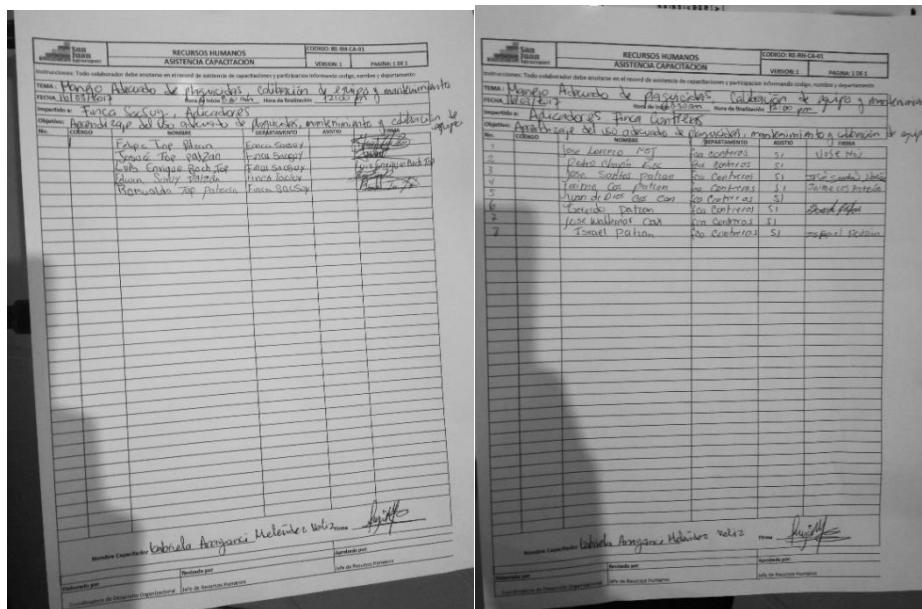


Figura 13. Fotografía de listados de participación.

Se alcanzó una excelente combinación entre la teoría y la práctica, con una participación activa y dinámica por parte de los asistentes. En la figura 14 se muestra como una de las personas del área de fumigación identifica los componentes de la bomba de asperjar.



Figura 14. Fotografía de personal identificando los componentes de una bomba de fumigar.

Así mismo, se realizaron varias pruebas de calibración de la bomba de asperjar con los participantes de la capacitación como se observa en la figura 15.



Figura 15. Fotografías de prueba de calibración de bombas de asperjar.

Se intercambiaron experiencias que enriquecieron el proceso de capacitación y los asistentes mostraron interés a mejorar continuamente la calidad de su trabajo como beneficio directo para ellos y de la finca.

3.2.5 Conclusiones

1. Se logró una conciencia personal en los asistentes a la capacitación, en los riesgos que conlleva el no hacer uso adecuado de plaguicidas.
2. El personal se siente comprometido con utilizar el equipo de protección personal, así cómo colocárselo y retirárselo.
3. Se realizó la calibración de boquillas de la bomba de asperjar.

3.2.6 Recomendaciones

1. Programar periódicamente capacitaciones de este tipo para reforzar los conocimientos de los participantes.
2. Recalcar en ellos la importancia del uso del equipo de protección personal.
3. Realizar calibraciones de boquillas con frecuencia.

3.3 Determinación de la lámina de riego en el cultivo del ejote francés.

3.3.1 Presentación

El agua es de vital importancia en el desarrollo de cualquier actividad que el ser humano realice, sobre todo en la agricultura. Existen varios temas como el cambio climático y la contaminación de fuentes de agua, los cuales han reducido el recurso hídrico. Por esta razón, se es necesario hacer un mejor uso del agua implementando sistemas de riego que demanden los requerimientos puntuales del cultivo para su buen desarrollo, producción y calidad.

3.3.2 Objetivos

3.3.2.1 General

Determinar la lámina de riego en el cultivo del ejote francés.

3.3.2.2 Específicos

1. Determinar la lámina bruta de diseño para la Finca San Antonio Contreras.
2. Determinar el intervalo de riego de diseño para el cultivo.
3. Determinar el riego por turno para el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).

3.3.3 Metodología

Determinar:

- a) Evapotranspiración (ET)
- b) Kc de cada etapa del cultivo
- c) Lamina Neta de riego (Ln)
- d) Lámina bruta de riego (Lb)
- e) Eficiencia del sistema de riego (Ef)
- f) Con qué frecuencia regar
- g) Lámina de humedad rápidamente aprovechable (LHRA)
- h) Capacidad de campo del suelo (Cc)
- i) Punto de marchitez permanente (PMP)
- j) Zona radicular (Zr)
- k) Déficit permitido de manejo (DPM)
- l) Evapotranspiración de referencia (ET_o)

3.3.4 Resultados

Los resultados del análisis de suelo se muestran en la figura 16, estos son de suma importancia para la óptima determinación de la lámina de riego del cultivo.

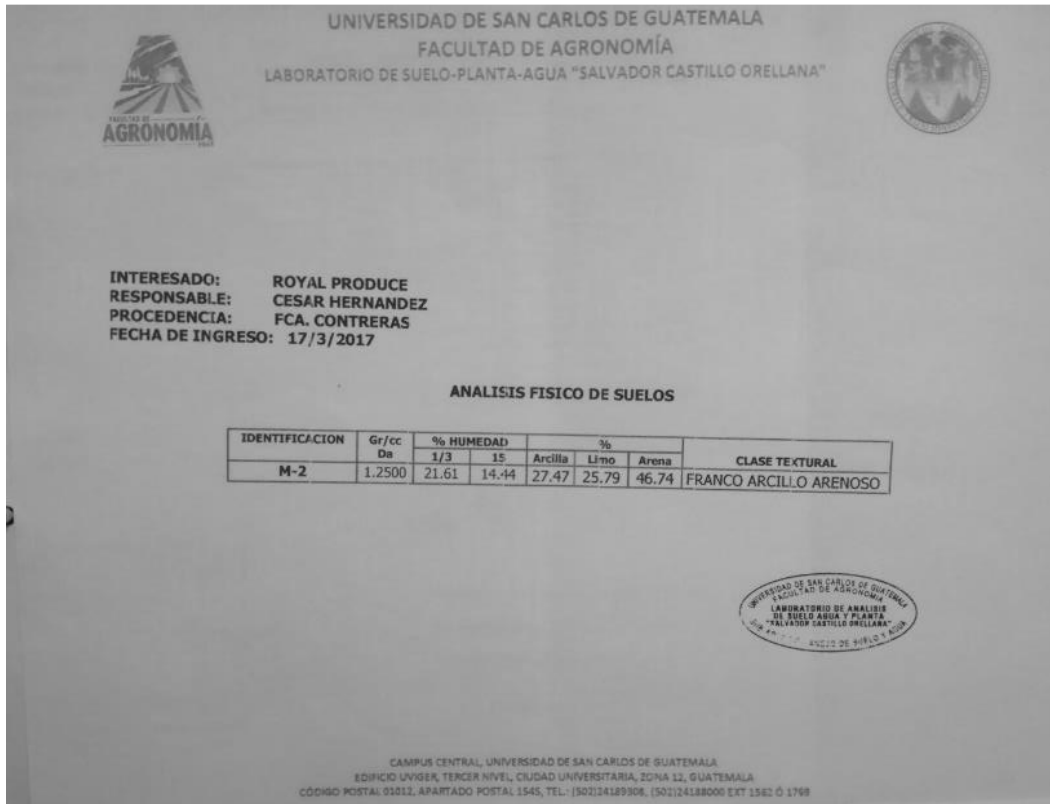


Figura 16. Fotografía informe de análisis de suelo con fines de riego.

Con los datos obtenidos en el análisis de suelo con fines de riego y las características del sistema de riego, se procedió a determinar la lámina de riego para el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), tal y como se observa en los cuadros 26, 27 y 28.

Cuadro 26. Resultado de análisis de suelos con fines de diseño de riegos.

Análisis de suelos con fines de diseño de riegos	
Prof. Efectiva (cm)	30.00
Evapo. Diaria (mm)	3.23
% CC	21.61
% PMP	14.44
Dap (g/cc)	1.25
Infiltración Básica (cm/h)	1.40
DPM	0.50

Cuadro 27. Características del sistema de riego.

Características del sistema de riego	
Área m ²	1120.00
Número de goteros por cuerda	5600.00
Eficiencia de aplicación	0.85
Distanciamiento entre plantas (m)	0.10
No. Llaves	1.00
Descarga de agua por gotero (L/h)	1.00

Cuadro 28. Resultados de datos determinados.

Constantes de humedad		
Lámina Neta (ln)	2.9	mm/día
Lámina Bruta (lb)	3.42	mm/día
Frecuencia de riego (Fr)	3.62	días
Lámina de humedad rápidamente aprovechable (LHRA)	13.44	mm/día
Lámina de humedad (HA) %	7.17	%
Lámina de humedad aprovechable (LHA)	26.89	mm/día
Lámina bruta de diseño (lbd)	15.81	mm/día
Intervalo de riego de diseño (ird)	4.16	días
Tiempo de riego por turno (trt)	35	min
Descarga total de agua	5600	L

Finca San Antonio Contreras, ubicada en la Aldea la Ciénaga, San Raymundo, Guatemala, opta por determinar la lámina de riego para el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), para dicha actividad se trabajó con un área de 1120 m² a una profundidad efectiva de 30 cm. La evapotranspiración diaria es de 3.23 mm, con una eficiencia en el sistema de riego por goteo del 85 %. Se realizaron análisis de suelo en el laboratorio de la Facultad de Agronomía, Uviger, ubicado en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Siendo los resultados de capacidad de campo (21.61 %), punto de marchitez permanente (14.44 %) y densidad aparente (1.25 g/cc). Con dichos resultados se concluye que el tipo de suelo en Finca San Antonio Contreras es Franco Arcilloso Arenoso. En 1120 m² se poseen 5600 goteros, sembrando a una distancia entre plantas de 0.10 m, con una descarga de agua por gotero de 1 L/h, y una infiltración básica de 1.40 cm/h.

En Finca San Antonio Contreras, se cuenta con una lámina neta de 2.9 mm/día y una lámina bruta de 3.42 mm/día. Para lo cual exige una frecuencia de riego de 3.62 días. Posee una lámina de humedad rápidamente aprovechable de 13.44 mm/día, de la cual el 7.17 % es la lámina de humedad aprovechable en los suelos.

En este suelo existen 26.89 mm/día de agua disponible para la planta (entre CC y PMP) para los 30 cm de estrato. Por tanto, se posee una totalidad disponible en la zona radicular de 26.89 mm de agua.

Se necesita una lámina bruta de diseño de 15.81 mm/día, con un intervalo de riego de diseño, 4.16 días, el riego por turno debe ser 35 min a aplicar en una cuerda (1120 m²), con una descarga total de agua de 5600 litros. Los suelos de textura gruesa tienen menos agua disponible a la planta que los suelos de textura arcillosa.

Por esta razón, los suelos arenosos deben ser regados con intervalos de riego más cortos y con láminas de agua más pequeñas que los suelos arcillosos.

3.3.5 Conclusiones

1. El resultado de esta investigación será una herramienta de gran importancia para la Finca San Antonio Contreras, ya que la inclusión de un coeficiente de riego les permitirá una mejor planificación del riego y por consiguiente una producción más competitiva, basándose en el uso eficiente del recurso hídrico lo cual se verá reflejado en una reducción significativa de los costos de producción.
2. Se necesita una lámina bruta de diseño de 15.81 mm/día, con un intervalo de riego de diseño, 4.16 días, el riego por turno debe ser 35 min a aplicar en una cuerda (1,120 m²), con una descarga total de agua de 5600 litros. Los suelos de textura gruesa tienen menos agua disponible a la planta que los suelos de textura arcillosa.

3.3.6 Recomendaciones

1. Realizar futuros estudios con ejote francés en los cuales se analicen nuevamente los coeficientes, para determinar si se necesita la misma lámina de riego o una nueva cantidad de agua para satisfacer al cultivo.
2. Es recomendable la inclusión de otras tecnologías para la determinación o acercamiento al Kc del cultivo de ejote francés, como es el caso del uso de lisímetros, lo cual confirmaría los resultados del presente estudio.
3. Es importante determinar también la Kcz del cultivo de ejote francés por etapa fenológica ya que el consumo de agua por la planta no es igual a lo largo de su ciclo de vida y producción.

3.4 Seguimiento y monitoreo en la ejecución del programa de fertilización del cultivo de zucchini.

3.4.1 Presentación

Finca San Antonio Contreras propiedad de San Juan AgroExport se dedica a la producción de Zucchini variedad Onyx. Se realizó la evaluación en un ciclo de producción de 80 días, los fertilizantes se aplicaron vía fertirriego. La finca se ha caracterizado por producir plantaciones de altos rendimientos y productos de alta calidad, los cuales están destinados para la exportación a Europa.

3.4.2 Objetivos

3.4.2.1 General

Realizar seguimiento y monitoreo en la ejecución del programa de fertilización del cultivo de zucchini (*Cucurbita pepo*), de los productos de la empresa Agrícola del Carmen.

3.4.2.2 Específico

1. Cuantificar el rendimiento expresado en (kg/ha) del cultivo de zucchini (*Cucurbita pepo*).
2. Comparar el programa propuesto por Agrícola del Carmen, con el convencional de la finca y sus efectos sobre el rendimiento del cultivo de y zucchini.
3. Estimar relación beneficio costo.

3.4.3 Metodología

- a) Selección de parcela.
- b) Medición del área.
- c) Preparación del terreno.
- d) Siembra del cultivo.
- e) Protocolo de aplicaciones.
- f) Cosechas
- g) Toma de datos de rendimiento.

3.4.3.1 Programación de aplicaciones de fertilización

A continuación, en el cuadro 29 se muestra la programación de aplicaciones de complemento en la fertilización para el cultivo de Zucchini (*Cucurbita pepo*).

Cuadro 29. Programación de aplicaciones de fertilización.

Programa de Fertilización Zucchini					
TILAWA AGRO			7000 m ²	1120 m ²	10000 m ²
Fecha			Dosis	Dosis	Dosis
4/02/2017	SIEMBRA				
13/02/2017	3 DDS	NUTRIPHOS 8-30-0	5 L	800 ml	7 L
		BLACK GOLD	1.5 L	240 ml	2 L
17/02/2017	10 DDS	BLACK GOLD	1.5 L	240 ml	2 L
		NUTRIPHOS POTASIO	1.5 L	240 ml	2 L
20/02/2017	12 DDS	NUTRIPHOS 8-30-0	5 L	800 ml	7 L
		GOLDEN BORO	2 L	320 ml	3 L
		BLACK GOLD	1.5 L	240 ml	2 L
23/02/2017	15 DDS	GOLDEN ZINC	3 L	480 ml	4 L
1/03/2017	22 DDS	NUTRIPHOS 10-30-10	3 L	480 ml	4 L
		BLACK GOLD	1.5 L	240 ml	2 L
4/03/2017	25 DDS	NUTRIPHOS POTASIO	2 L	320 ml	3 L
7/03/2017	28 DDS	GOLDEN ZINC	3 L	480 ml	4 L
14/03/2017	35 DDS	NUTRIPHOS 8-30-0	3 L	480 ml	4 L
		BLACK GOLD	2 L	320 ml	3 L
		GOLDEN BORO	2 L	320 ml	3 L
		NUTRIPHOS POTASIO	3 L	480 ml	4 L
24/03/2017	45 DDS	NUTRIPHOS 10-30-10	3 L	480 ml	4 L
		BLACK GOLD	2 L	320 ml	3 L

3.4.4 Resultados

El total de la producción en la prueba refleja el 69.97 % en relación al tratamiento (complemento en la fertilización) y un 30.03 % del testigo (manejo finca). Siendo el rendimiento para el testigo de 1566.68 lb/1120 m² y 3166.22 lb/1120 m² para el tratamiento, como se muestra en la figura 17.

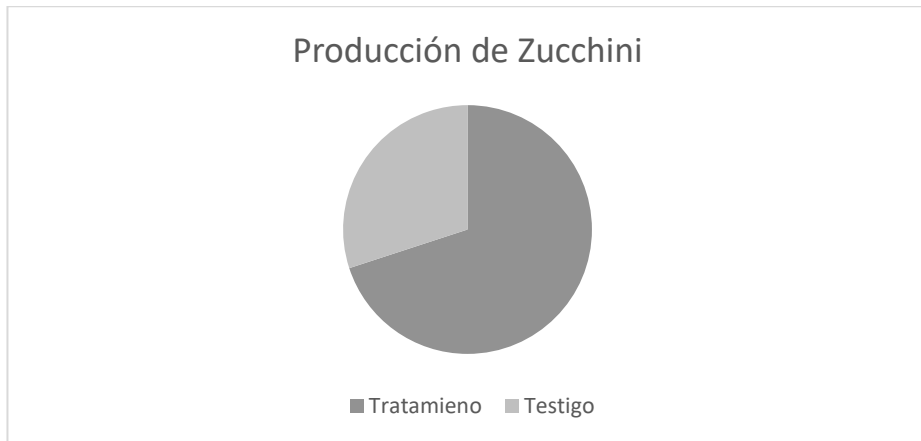


Figura 17. Datos de cosecha del lote 31.

En la figura 18 se observan los datos diarios de cosecha, como se observa los rendimientos para el tratamiento fueron mayores en todos los días de cosecha.

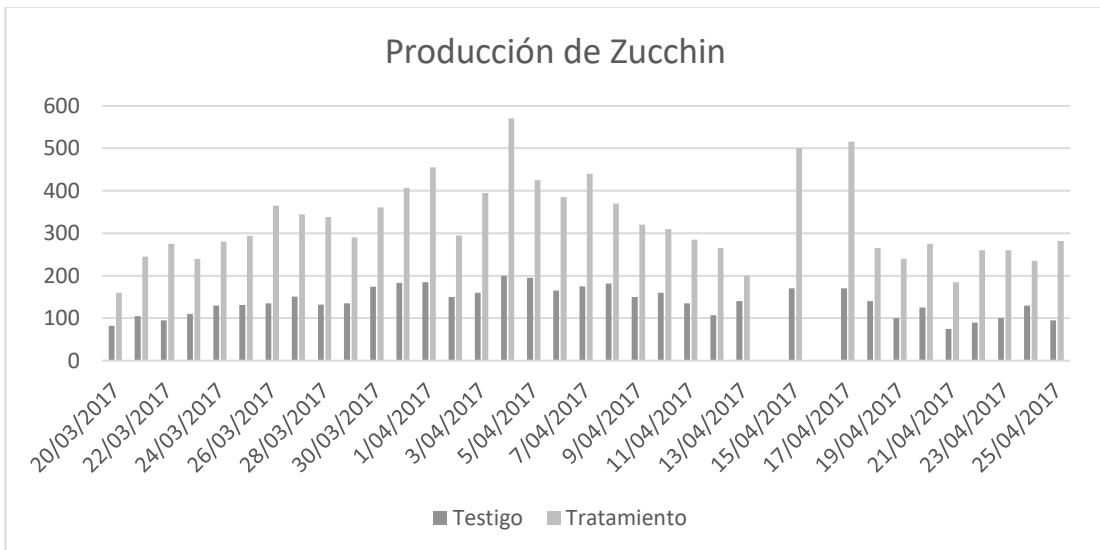


Figura 18. Gráfica datos de cosecha del lote 31.

3.4.4.1 Inversión

En el cuadro 30, se detalla la inversión requerida para la aplicación del complemento de la fertilización correspondiente al tratamiento para 7000 m², 1120 m² y 10000 m².

Cuadro 30. Inversión requerida para la aplicación.

Programa de Fertilización Zucchini								
TILAVA AGRO		POR 7,000 m ²		POR 1,120 m ²		POR 10,000 m ²		
Fecha		Dosis	Costo	Dosis	Costo	Dosis	Costo	
4/02/2017	SIEMBRA							
13/02/2017	3 DDS	NUTRIPHOS 8-30-0	5 L	Q. 162.50	800 cc	Q. 26.00	7 L	Q.227.50
		BLACK GOLD	1.5 L	Q. 64.88	240 cc	Q. 10.38	2 L	Q. 86.50
17/02/2017	10 DDS	BLACK GOLD	1.5 L	Q. 64.88	240 cc	Q. 10.38	2 L	Q. 86.50
		NUTRIPHOS POTASIO	1.5 L	Q. 118.73	240 cc	Q. 19.00	2 L	Q.158.30
20/02/2017	12 DDS	NUTRIPHOS 8-30-0	5 L	Q. 162.50	800 cc	Q. 26.00	7 L	Q.227.50
		GOLDEN BORO	2 L	Q. 125.10	320 cc	Q. 20.02	3 L	Q.187.65
		BLACK GOLD	1.5 L	Q. 64.88	240 cc	Q. 10.38	2 L	Q. 86.50
23/02/2017	15 DDS	GOLDEN ZINC	3 L	Q. 122.10	480 cc	Q. 19.54	4 L	Q.162.80
1/03/2017	22 DDS	NUTRIPHOS 10-30-10	3 L	Q. 99.00	480 cc	Q. 15.84	4 L	Q.132.00
		BLACK GOLD	1.5 L	Q. 64.88	240 cc	Q. 10.38	2 L	Q. 86.50
4/03/2017	25 DDS	NUTRIPHOS POTASIO	2 L	Q. 158.30	320 cc	Q. 19.00	3 L	Q.237.45
7/03/2017	28 DDS	GOLDEN ZINC	3 L	Q. 122.10	480 cc	Q. 19.54	4 L	Q.162.80
14/03/2017	35 DDS	NUTRIPHOS 8-30-0	3 L	Q. 97.50	480 cc	Q. 15.60	4 L	Q. 130
		BLACK GOLD	2 L	Q. 86.50	320 cc	Q. 13.84	3 L	Q. 129.75
		GOLDEN BORO	2 L	Q. 125.10	320 cc	Q. 20.02	3 L	Q.187.65
		NUTRIPHOS POTASIO	3 L	Q. 237.45	480 cc	Q. 37.99	4 L	Q. 316.60
24/03/2017	45 DDS	NUTRIPHOS 10-30-10	3 L	Q. 99.00	480 cc	Q. 15.84	4 L	Q.132.00
		BLACK GOLD	2 L	Q. 86.50	320 cc	Q. 13.84	3 L	Q. 129.75
		TOTAL		Q. 2,062.63	TOTAL	Q. 323.57	TOTAL	Q. 2867.75

En el cuadro 31, se detalla la inversión requerida para la aplicación de la fertilización correspondiente al testigo, para 1120 m², 7000 m² y 10000 m².

Cuadro 31. Inversión requerida para la aplicación.

Producto	Dosis	Presentación del producto	Precio por Unidad	Total
Orgánico	20 qq	1,000	Q. 23.00	Q. 460.00
Nitrato de Zinc	800	1,000	Q. 34.90	Q. 27.92
Hidrobor	160	1,000	Q. 30.00	Q. 4.80
Nitrato de Calcio	50	55	Q. 152.00	Q. 138.18
Nitropotasio	24	55	Q. 340.00	Q. 148.36
15-15-15	80	100	Q. 223.00	Q. 178.40
Urea	10	100	Q. 202.00	Q. 20.20
12-24-12	80	100	Q. 227.00	Q. 181.60
Sulfato de Amonio	10	100	Q. 114.00	Q. 11.40
Costo por 1120 m²				Q. 1,170.87
Costo por 7000 m²				Q. 7,317.91
Costo por 10000 m²				Q. 10,454.19

Fuente: Finca San Antonio Contreras

En la figura 19, se muestra una gráfica de la inversión necesaria para la fertilización del cultivo Zucchini (*Cucurbita pepo*). Se observa que la inversión es mayor en el tratamiento que en el testigo, pero como se observa en la figura 17 y 18 el rendimiento es mayor en el tratamiento.

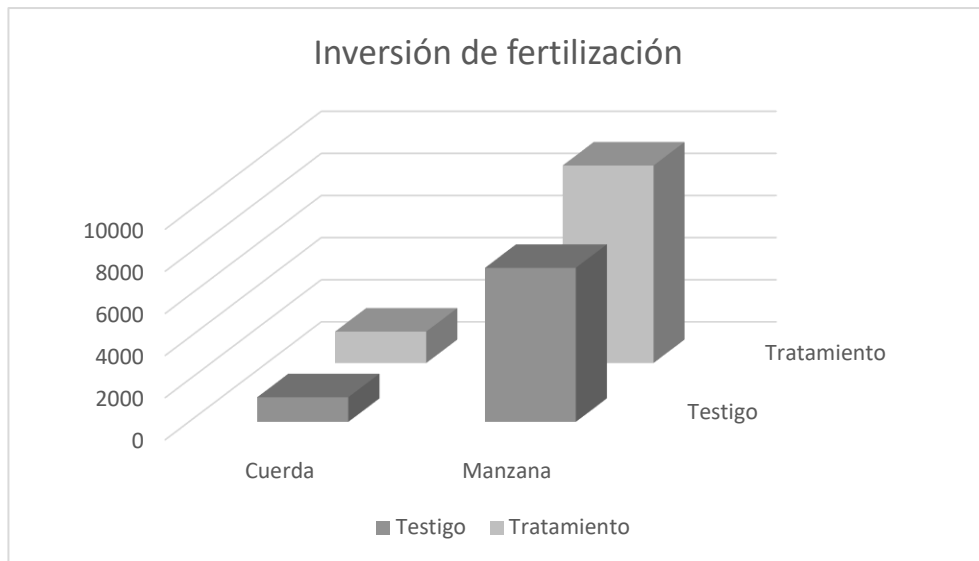


Figura 19. Datos de inversión de fertilización.

3.4.5 Conclusiones

1. El programa de complemento en la fertilización propuesto por Agrícola del Carmen, expresa un rendimiento de 19,788.87 lb/mz. Mientras que el programa convencional de Finca San Antonio Contreras, expresa un rendimiento de 9791.75 lb/mz.
2. El costo de producción por mz para la evaluación de complemento en la fertilización es de Q. 2,062.63, adicional al programa convencional de fertilización que la finca posee, siendo un total de Q. 9,376.54 por mz.
3. El costo por libra de producto para el programa convencional oscila en Q.1.50, así mismo el costo por libra adicionando el programa de Agrícola del Carmen oscila en Q. 0.82.

3.4.6 Recomendaciones

1. La diferencia que se obtiene entre el programa de complemento en la fertilización y el programa convencional de la finca es de Q.0.68.
2. Incorporar el complemento de fertilización propuesto por Agrícola del Carmen para obtener mayores rendimientos en la producción.
3. Realizar análisis de suelos y en base a los resultados determinar dosis de productos.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 13/2018

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:

"EVALUACIÓN DE EXTRACTO DE ACEITE
ESENCIAL DE TOMILLO (*Thymus vulgaris* L.) Y
DE SEMILLAS DE MOSTAZA (*Brassica* spp.)
PARA EL CONTROL DE *Fusarium* spp. Y
Rhizoctonia solani EN EJOTE FRANCÉS
(*Phaseolus vulgaris* L.) COMO SUSTITUTO AL
METAM SODIO, SAN RAYMUNDO,
GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR LA ESTUDIANTE:

GABRIELA ANAYANCI
MELÉNDEZ VELIZ

CARNÉ:

201210550

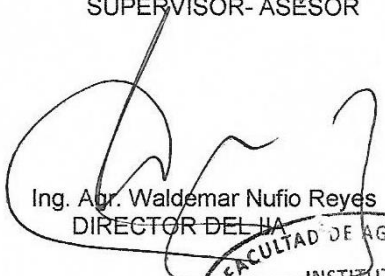
HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Lic. Romeo Pérez
Ing. Agr. Álvaro Gustavo Hernández Dávila
Ing. Agr. Edwin Enrique Cano Morales

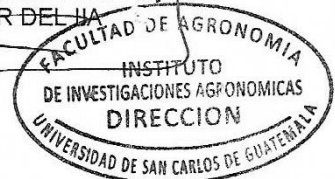
Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.


Ing. Agr. Álvaro Gustavo Hernández Dávila
A S E S O R


Ing. Agr. Edwin Enrique Cano Morales
SUPERVISOR-ASESOR


Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DIRECTOR DEL IIA

WNR/nm
c.c. Archivo





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
AREA INTEGRADA –EPS-



Ref. SAIEPSA-33.2018

Guatemala, 17 de agosto de 2018

TRABAJO DE GRADUACIÓN: EVALUACIÓN DEL EXTRACTO DE ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (*Thymus vulgaris* L.) Y DE SEMILLAS DE MOSTAZA (*Brassica spp.*) PARA EL CONTROL DE *Fusarium spp.* Y *Rhizoctonia solani* EN EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.), COMO SUSTITUTO AL METAM SODIO, SAN RAYMUNDO, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE: GABRIELA ANAYANCI MELÉNDEZ VELIZ

No. CARNÉ: 201210550

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

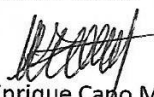
“EVALUACIÓN DE EXTRACTO DE ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (*Thymus vulgaris* L.) Y DE SEMILLAS DE MOSTAZA (*Brassica spp.*) PARA EL CONTROL DE *Fusarium spp.* Y *Rhizoctonia solani* EN EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.) COMO SUSTITUTO AL METAM SODIO, SAN RAYMUNDO, GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Lic. Romeo Alfonso Pérez
Ing. Agr. Álvaro Gustavo Hernández Dávila
Ing. Agr. Edwin Enrique Cano Morales


Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.



“Id y enseñad a Todos”


Ing. Agr. Edwin Enrique Cano Morales
Docente – Asesor de EPS




Vo. Bo. Ing. Agr. Silver A. Elías Gremajo
Coordinador Área Integrada – EPS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Acreditada Internacionalmente



No. 44.2018

Trabajo de Graduación:	“EVALUACIÓN DEL EXTRACTO DE ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (<i>Thymus vulgaris</i> L.) Y DE SEMILLAS DE MOSTAZA (<i>Brassica</i> spp.) PARA EL CONTROL DE <i>Fusarium</i> spp. Y <i>Rhizoctonia solani</i> EN EJOTE FRANCÉS (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) COMO SUSTITUTO AL METAM SODIO, SAN RAYMUNDO, GUATEMALA, C.A.”
”	
Estudiante:	Gabriela Anayanci Meléndez Veliz
Carné:	201210550

“IMPRÍMASE”

Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
DECANO

The official seal of the Faculty of Agronomy, featuring the text 'UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA' and 'FACULTAD DE AGRONOMIA' around a central emblem.