

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL PRIMER CORTE DE COSECHA PARA PRODUCCIÓN DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD SERENGETTI PARA EXPORTACIÓN, BAJO MALLA CAPILLA ORGÁNICA EN LA EMPRESA VISTA VOLCANES, S.A, LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

JOSÉ ALEJANDRO HERRERA GILL
GUATEMALA, OCTUBRE 2016

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL PRIMER CORTE DE COSECHA PARA PRODUCCIÓN DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD SERENGETTI PARA EXPORTACIÓN, BAJO MALLA CAPILLA ORGÁNICA EN LA EMPRESA VISTA VOLCANES, S.A, LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

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

POR

JOSÉ ALEJANDRO HERRERA GILL

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO**

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, OCTUBRE 2016

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

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. 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
VOCAL IV	Br. Ind. Milton Juan José Caná Aguilar
VOCAL V	P. Agr. Cristian Alexander Méndez López
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, OCTUBRE 2016

Guatemala, octubre 2016

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 CUATRO SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL PRIMER CORTE DE COSECHA PARA PRODUCCIÓN DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD SERENGETTI PARA EXPORTACIÓN, BAJO MALLA CAPILLA ORGÁNICA EN LA EMPRESA VISTA VOLCANES, S.A, LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, 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”

José Alejandro Herrera Gill

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS Por ser mi guía, mi fortaleza durante toda mi vida.

MIS PADRES Lorena y Haroldo, por ser quienes me han apoyado incondicionalmente y ser ese regaño a tiempo.

MIS ABUELITOS Oscar, Aroldo y Carmen, por darme apoyo y cariño siempre, especialmente a mi abuelita Shený que fue como una segunda madre para mí.

MI HERMANA Fabiana, por su apoyo y que esto sirva de ejemplo para que ella se siga superando.

MIS TÍOS Lucky, Oscar, Miguel, Julio Reyes, Giovany y Rodolfo por ser ejemplo de esfuerzo y que no hay excusa para dejar de trabajar.

MIS PRIMOS Frida, Sara, Daniel, Yarmila, Emiliano, José y Gabriela por compartir buenos momentos en familia.

MIS AMIGOS Por compartir buenos momentos alegres.

AGRADECIMIENTOS

A:

MI CASA DE ESTUDIOS Por los conocimientos adquiridos.

MI SUPERVISOR Fernando Rodríguez por el apoyo durante todo este proceso, por sus correcciones pude agilizar un poco el camino hasta esta meta.

MI ASESOR Phd. Amílcar Sánchez, por su guía durante la elaboración de la investigación, y brindarme su amistad.

A LA EMPRESA VISTA VOLCANES, S.A. Al Ingeniero Leonel Navas, por enseñarme bien como es la realidad de la práctica y a hacer las cosas bien, que no existen las excusas para hacer un buen trabajo, al Ingeniero Estuardo Arroyave y Julio Chew, por brindarme su amistad.

AL VISAR, MAGA Por brindarme la oportunidad de terminar mi Ejercicio Profesional Supervisado, al Ingeniero Jorge Gómez y al Ingeniero Oliver Galindo por su apoyo en esta última etapa.

A LA GENTE DE SAN ANDRES ITZAPA ya que su hospitalidad me hizo sentir como si estuviera en casa.

FAMILIA CASTELLANOS BARRERA Por su apoyo y amistad brindada durante la práctica.

FAMILIA BUEZO LETONA Por brindarme su amistad y apoyo durante mi carrera universitaria y ser como una segunda familia, Don Agustín, Doña Amalia, Jose Carlos, Rut, Pablo y Luisfe.

STAFF DE BAR REILLY'S por brindarme su amistad, a Sarah Paredes y Cesar Tobías, por darme la oportunidad de trabajo en un momento no tan bueno para mi persona.

INDICE GENERAL

Contenido	Página
Índice general	i
Índice de cuadros	iv
Índice de figuras	v
Resumen	ix
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO: LA EMPRESA VISTA VOLCANES S.A, LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.....	1
1.1 Presentación	3
1.2 Marco referencial	4
1.2.1 Municipio de Chimaltenango, Chimaltenango	4
1.2.2 Información general de la empresa.....	5
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo general	13
1.4 Metodología	13
1.5 Resultados	13
1.5.1 Comercialización.....	14
1.5.2 Proceso de comercialización del tomate producido en Vista Volcanes, S.A.....	15
1.5.3 Productos fitosanitarios producidos y utilizados en Vista Volcanes, S.A.	16
1.5.4 Hongos benéficos producidos y utilizados en Vista Volcanes, S.A.	20
1.5.5 Tecnología	21
1.5.6 Proceso de biofumigación y preparación de capilla malla para producción de ejote orgánico	25
1.6 Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas	30
1.7 Conclusiones.....	31
1.8 Recomendaciones	31

Contenido	Página
1.9 Bibliografía.....	32
CAPÍTULO II EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL PRIMER CORTE DE COSECHA PARA PRODUCCIÓN DE EJOTE FRANCÉS (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) VARIEDAD SERENGETTI PARA EXPORTACIÓN, BAJO MALLA CAPILLA ORGÁNICA EN LA EMPRESA VISTA VOLCANES, S.A, LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	33
2.1 Presentación.....	35
2.2 Marco teórico.....	37
2.2.1 Marco conceptual.....	37
2.2.2 Marco referencial.....	65
2.3 Objetivos.....	70
2.3.1 Objetivo general.....	70
2.3.2 Objetivos específicos.....	70
2.4 Hipótesis.....	70
2.5 Metodología.....	71
2.5.1 Programa de manejo.....	71
2.5.2 Unidad experimental.....	80
2.5.3 Variedad utilizada.....	81
2.5.4 Descripción de los tratamientos.....	81
2.5.5 Momento de aplicación.....	82
2.5.6 Aleatorización.....	83
2.5.7 Diseño experimental.....	83
1.1 Modelo estadístico.....	84
2.5.8 Variables de respuesta.....	84
2.6 Resultados y discusión.....	85

Contenido	Página
2.6.1 Resistencia del <i>Trichoderma harzianum</i>	85
2.6.2 Rendimiento.....	87
2.6.3 Análisis de costos	90
2.7 Conclusiones.....	95
2.8 Recomendaciones	95
2.9 Bibliografía	96
2.10 Anexos.....	100
2.10.1 Cronograma de actividades.....	100
CAPÍTULO III PROYECTOS PROFESIONALES REALIZADOS EN LA EMPRESA VISTA VOLCANES S.A, LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	103
3.1 Presentación	105
3.1.1 Evaluación de ácidos húmicos y fulvicos en chile y tomate	106
3.1.2 Ácido húmico.....	107
3.1.3 Objetivos	108
3.1.4 Metodología	108
3.1.5 Resultados y discusión	110
3.1.6 Conclusiones.....	112
3.1.7 Recomendaciones	112
3.2 Lavado de raíz en tomate como método de monitoreo fitosanitario.....	112
3.2.1 Presentación	112
3.2.2 Objetivos	113
3.2.3 Metodología	113
3.2.4 Resultados	114
3.2.5 Conclusión	116

Contenido	Página
3.2.6 Recomendación.....	116
3.3 Inspección y monitoreo de plagas vectores de enfermedades cuarentenarias de importancia en el departamento de vigilancia epidemiológica del VISAR- MAGA.....	117
3.3.1 Presentación.....	117
3.3.2 Objetivos.....	117
3.3.3 Metas esperadas	118
3.3.4 Indicadores	118
3.3.5 Metodología.....	118
3.3.6 Resultados.....	119
3.3.7 Recomendación.....	123
3.4 Bibliografía.....	124

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales cultivos de Empresa Vista Volcanes, S.A.	14
Cuadro 2. Precios del tomate durante el año 2013- 2014.....	16
Cuadro 3. Composición de fertilizantes hidrosolubles formulados en Vista Volcanes, S.A.....	18
Cuadro 4. Composición de Vista Fruto	19
Cuadro 5. Composición de Vista Raíz	20
Cuadro 6. Cuadro de análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas	30
Cuadro 7. Clasificación taxonómica del ejote francés.....	38
Cuadro 8. Requerimientos nutricionales del ejote francés	42
Cuadro 9. Resumen de la producción anual de productos orgánicos	46
Cuadro 10. Composición de fertilizantes orgánicos utilizados para manejo del experimento	77
Cuadro 11. Composición de fertilizantes orgánicos utilizados para manejo del experimento.....	77
Cuadro 12. Productos utilizados para manejo fitosanitario del experimento.....	78
Cuadro 13. Esquema de la distribución espacial de las unidades experimentales	80
Cuadro 14. Descripción de los tratamientos	82

Contenido	Página
Cuadro 15. Resumen de cosecha	88
Cuadro 16. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo I).....	90
Cuadro 17. Cuadro resumen de los costos de mano de obra	91
Cuadro 18. Cuadro de costos para realizar el tratamiento testigo	92
Cuadro 19. Cuadro de costos para realizar el tratamiento dos.....	92
Cuadro 20. Cuadro de costos para realizar el tratamiento tres	92
Cuadro 21. Cuadro de costos para realizar el tratamiento cuatro	93
Cuadro 22. Costos de manejo y producción de tratamientos para la producción de ejote francés.....	93
Cuadro 23. Resumen de costos para la producción de tratamientos evaluados para la producción de ejote francés.....	94
Cuadro 24. Análisis de presupuestos parciales y dominancia en la producción de ejote francés.....	94
Cuadro 25. Indicador financiero, relación B/C en la producción de ejote francés	94
Cuadro 26A. Cronograma de actividades para la capilla malla orgánica	100
Cuadro 27. Tratamientos evaluados.....	108
Cuadro 28. Total de cajas de tomate.....	110
Cuadro 29. Total de cajas de chile	110
Cuadro 30. Análisis de la varianza para el cultivo de tomate	111
Cuadro 31. Análisis de la varianza para el cultivo de chile pimiento	111
Cuadro 32. Resultados de insectos por trampa.....	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista aérea de granja Vista Volcanes.....	6
Figura 2. Mapa del país mostrando la ubicación del departamento de Chimaltenango	7
Figura 3. Ubicación de Vista Volcanes dentro del municipio de Chimaltenango	8
Figura 4. Diagrama de la empresa Vista Volcanes, S.A.....	9
Figura 5. Fotografía de túneles de tela flotante marca Agryl	21
Figura 6. Fotografía de invernadero tipo capilla malla inocua	22

Contenido	Página
Figura 7. Fotografía de invernadero tipo vista volcanes huerto familiar	23
Figura 8. Fotografía de huerto familiar con cosecha de agua	24
Figura 9. Fotografía de invernadero tipo capilla- túnel con malla y plástico.....	25
Figura 10. Fotografía de Medición del área para biofumigación	25
Figura 11. Fotografía de incorporación de rastrojo de brócoli.....	26
Figura 12. Fotografía de incorporación de vacasa.....	27
Figura 13. Fotografía de preparación de tablonas dentro de la capilla malla.....	27
Figura 14. Fotografía de invernadero tipo capilla malla orgánica.....	28
Figura 15. Fotografía de preparación de salchicha con sustrato orgánico.....	29
Figura 16. Fotografía de salchicha orgánica ya cerrada	29
Figura 17. Sellos de calidad, para productos orgánicos	47
Figura 18. Fotografía de <i>T. harzianum</i> (Rifai); a, b. conidióforos de forma piramidal; c, d. fiálides y conidios.....	57
Figura 19 Conidio de <i>Trichoderma harzianum</i>	58
Figura 20. Fotografía de <i>T. harzianum</i> atacando a <i>Rhizoctonia solani</i>	59
Figura 21. Esquema de capacidad de intercambio catiónico en el suelo.....	60
Figura 22. Esquema de formación de agregados	61
Figura 23. Fotografía de ácidos húmicos granulados	62
Figura 24. Fotografía de malla capilla orgánica	62
Figura 25. Mapa del departamento de Chimaltenango	65
Figura 26. Mapa del municipio de Chimaltenango	66
Figura 27. Fotografía aérea de granja Vista Volcanes.....	67
Figura 28. Fotografía de preparación de tablonas	72
Figura 29. Fotografía de colocación de cobertura de plástico.....	72
Figura 30. Fotografía de preparación de sustrato orgánico	73
Figura 31. Fotografía de sustrato orgánico utilizado en la elaboración de las salchichas orgánicas.....	73
Figura 32. Fotografía de preparación de salchichas orgánicas.....	74
Figura 33. Fotografía de salchicha ya cerrada.....	75
Figura 34. Fotografía de siembra de ejote variedad Serengetti	75
Figura 35. Trampa para monitorear la presencia de <i>T. harzianum</i>	76

Contenido	Página
Figura 36. Fotografía demostrando el manejo fitosanitario del experimento	78
Figura 37. Fotografía de cosechadoras de 4 pinos realizando la cosecha de ejote francés.....	79
Figura 38. Fotografía demostrando la toma de datos de campo del experimento.....	80
Figura 39. Fotografía de arroz inoculado con <i>Trichoderma harzianum</i>	83
Figura 40. Fotografía del experimento dentro de la capilla malla	86
Figura 41. Fotografía de siembra de <i>T. harzianum</i> en medios de PDA para verificación de las trampas	86
Figura 42. Resultados de Laboratorio, verificación si el <i>Trichoderma harzianum</i> tiene resistencia ante el efecto de los ácidos húmicos.....	87
Figura 43A. Dimensiones capilla malla orgánica	100
Figura 44A. Plano de la Granja Vista Volcanes, S.A.	101
Figura 45. Esquema de capacidad de intercambio catiónico en el suelo, A. Solo Akadama, B. Akadama más ácidos húmicos	107
Figura 46. Aplicación de ácidos húmicos y fulvicos líquidos al pie de la planta.....	109
Figura 47. Fotografía de lavado de raíz en planta de tomate	115
Figura 48. Fotografía de raíces de tomate sin incidencia de nematodos.....	115
Figura 49. Ciclo de Vida del <i>Fungus gnat</i>	116
Figura 50. Detalle de la trampa para la captura del picudo del coco	120
Figura 51. Recolección de muestras en trampas con feromona para el picudo del coco	121
Figura 52. Trampa monocromática recolectada para <i>Diaphorina citri</i>	122
Figura 53. Comprobante de actividades realizadas en el VISAR-MAGA	123

EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL PRIMER CORTE DE COSECHA PARA PRODUCCIÓN DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD SERENGETTI PARA EXPORTACIÓN, BAJO MALLA CAPILLA ORGÁNICA EN LA EMPRESA VISTA VOLCANES, S.A, LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

Resumen

El presente trabajo fue realizado en la Empresa Vista Volcanes, S.A. ubicada en La Alameda, municipio de Chimaltenango, Chimaltenango, como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía. Este documento se compone del diagnóstico de la empresa, la investigación experimental y servicios profesionales realizados para la empresa.

La Empresa Vista Volcanes S.A. cuenta con una granja experimental especializada en generar paquetes tecnológicos, macro túneles, casa mallas e invernaderos a escala comercial, para la producción de tomate, chile pimiento, ejote, arveja y otros cultivos de exportación; investigación y desarrollo de nuevas tecnologías mejorando las técnicas convencionales de agricultura para darle un enfoque ecológico.

Las fortalezas de la empresa: alto nivel tecnológico, disponibilidad de mano de obra, disponibilidad, uso eficiente del agua de riego, personal capacitado, búsqueda de mejora continua y óptimos tiempos de fumigación. Sus debilidades: dependencia de una sola fuente de agua para riego y falta de material para elaboración de sustratos orgánicos. Oportunidades: Implementación de sistemas de captación de agua y cosecha de lluvia, experimentación con nuevos sustratos y control eficiente de plagas y enfermedades. Sus amenazas son la incidencia de plagas y enfermedades en el suelo.

Se propuso evaluar una alternativa ecológica acelerada de transición de agricultura convencional hacia una agricultura con enfoque orgánico de precisión libre de pesticidas, para los pequeños y grandes productores de ejote francés del país a través de la

implementación de un sustrato hecho a base de biofumigación (rastrojo de Brócoli, vacasa y broza de bosque), más ácidos húmicos y el hongo benéfico *Trichoderma harzianum* en dosis de 0.71kg/ha (0.5 kg/mz), 1.42 kg/ha (1 kg/mz) y 2.14 kg/ha (1.5 kg/mz), las variables de respuesta a medir fueron: rendimiento en base al número de kilogramos por cada sustrato, si el hongo benéfico *Trichoderma harzianum* tiene resistencia ante el efecto de los ácidos húmicos.

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 (insecticidas y fertilizantes biológicos) y el costo de cada tratamiento.

No hay diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo el tratamiento dos tuvo un mayor rendimiento, con dosis de 0.71 kg/ha (0.5 kg/mz), de *Trichoderma harzianum*, seguido por el tratamiento tres con dosis de 1.41 kg/ha (1 kg/mz de *T. harzianum*), el tratamiento testigo ocupó el tercer lugar respecto el rendimiento y el que dio menor rendimiento fue el tratamiento cuatro con dosis de 2.14 kg/ha (1.5 kg/mz de *T. harzianum*).

El tratamiento tres con dosis de 1.41 kg/ha (1 kg/mz de *T. harzianum*) tuvo un costo de Q 1,068.50 mientras que el tratamiento dos con dosis de 0.71kg/ha (0.5 kg/mz) tiene un costo de Q 818.50 lo cual se traduce en 23.4% menor al costo del Tratamiento tres, con la aplicación del tratamiento dos se obtuvo un mejor rendimiento en la producción, sin embargo al no tener diferencia significativa entre los tratamientos se recomienda el testigo, ya que este tiene un menor costo haciéndolo más rentable.

Se realizaron los proyectos profesionales: a) evaluación de ácidos húmicos y fulvicos en chile (*Capsicum annum*) y tomate (*Lycopersicon esculentum*), b) *lavado de raíz en Tomate como método de monitoreo fitosanitario*. Se realizó un tercer proyecto en el Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, (VISAR), dentro del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), el cual fue: c) Inspección y monitoreo de plagas vectores de enfermedades cuarentenarias de importancia para el país.



CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO: LA EMPRESA VISTA VOLCANES S.A, LA ALAMEDA,
CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

1.1 Presentación

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía se realizó el diagnóstico con el fin de obtener información y conocer la situación en que se encuentra la Granja Experimental Vista Volcanes S.A.; se identificaron y jerarquizaron los problemas que tiene la empresa y sobre los cuales se basaron los proyectos profesionales a realizar durante el tiempo de la práctica.

La solución de cualquier tipo de problema necesita de un diagnóstico o un análisis para entender la realidad y magnitud de este y encontrar una solución. Para esto es necesario determinar, planificar y manejar todos los componentes de la Granja Experimental Vista Volcanes S.A. y así enlistar la problemática y en conjunto con los empleados encontrarle una solución. Es necesario un correcto diagnóstico para poder realizar proyectos que resuelvan los problemas determinados de manera integrada, eficaz, ordenada, eficiente, técnicamente aceptable, económicamente viable, ambientalmente sostenible.

La sede de operaciones se encuentra en el kilómetro 51.8, 400m al Sur parcela 142, La Alameda, Chimaltenango, Guatemala C.A, siendo las coordenadas de su localización $14^{\circ}38'43''$ N $90^{\circ}38'5.35$ O, colinda al Norte con la cabecera departamental de Chimaltenango, al sur con el municipio de San Andres Itzapa, ICTA Chimaltenango y al Oeste con Finca el Manantial.

La empresa Vista Volcanes se especializa en generar paquetes tecnológicos, macro túneles, casa mallas e invernaderos a escala comercial, para la producción de tomate, chile pimiento, ejote, arveja y otros cultivos de exportación; realiza Investigación y desarrollo de nuevas tecnologías mejorando las técnicas convencionales de agricultura para darle un enfoque ecológico.

En base al diagnóstico realizado se conoció la estructura organizacional, política, social y productora, según el número y tipos de componentes que integra la empresa y como estos interaccionan.

1.2 Marco referencial

1.2.1 Municipio de Chimaltenango, Chimaltenango

1.2.1.1 Ubicación geográfica

El municipio de Chimaltenango está a 54 kilómetros de la ciudad capital a través de la carretera Interamericana CA-1, su extensión territorial de 212 km² con una población de 92,274 habitantes. Además del idioma español se habla el kaqchiquel (Cultura Petenera y Mas, 2011). Se encuentra a una altitud de 1,800.17 metros sobre el nivel del mar, el parque central del municipio se encuentra a una Latitud Norte 14° 39'38" y Longitud Oeste 90° 49'10". Colinda, con los municipios al Norte San Martín Jilotepeque, al Sur San Andrés Itzapa y Parramos, al Este San Juan Sacatepèquez, y al Oeste San Juan Comalapa y Zaragoza (Ordoñez Gomez, 2008).

1.2.1.2 Zona de vida y clasificación climática

Chimaltenango la cabecera municipal está clasificada como Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), que abarca la mayor parte del área en elevación medias y bajas con especies indicadoras tales como: *Pinus montezumae*, *Lambert* y *Quercus sp.* El Bosque muy Húmedo *Alnus arguta* (Schlecht), *Chiranthodendron pentadactylon Larreategui*, *Urtica sp* y *Oreopanax xalapensis* (Ordoñez Gomez, 2008).

El Departamento de Chimaltenango existen cinco zonas de vida vegetal, según la clasificación propuesta por Holdridge en el año de 1978 y estas son: 15 bs-S Bosque Seco Subtropical bh-S(t) Bosque húmedo Subtropical templado, bmh-Sc bosque muy húmedo Subtropical cálido, bh-MB bosque húmedo Montano Bajo Subtropical, bmh-MB bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical. Su clima es templado que oscila entre los 12° Centígrados y 24° Centígrados, pero frío en los meses de diciembre, enero y febrero, se dan vientos muy fuertes (Cultura Petenera y Mas, 2011).

1.2.1.3 Suelo

El Departamento de Chimaltenango está ubicado dentro de la zona geológica denominada tierra volcánica, por lo que sus suelos tienen como característica la presencia de materiales volcánicos. Las características que se encuentran pertenecen a la serie Tecpán, Cauqué área fragosa, Poaquil, Zacualpa y Quiriguá (Ordoñez Gomez, 2008).

El municipio de Chimaltenango está comprendido dentro de la provincia fisiográfica denominada Tierras Altas Volcánicas; y el relieve local está representado por áreas escarpadas, barrancos profundos con paredes casi verticales y montañas muy quebradas (Ordoñez Gomez, 2008). Predominan el basalto y las riocitas, desarrolladas sobre el basamento cristalino sedimentario que se encuentra hacia la parte Norte. La formación volcánica de esta región fue seguida por fallas causadas por tensión local, la cual quebró y movió el material de la superficie (Ordoñez Gomez, 2008).

1.2.2 Información general de la empresa

La empresa Vista Volcanes se especializa en generar paquetes tecnológicos, para cultivos bajo condiciones controladas en: macro túneles, casa mallas e invernaderos a escala comercial. Realiza investigación y desarrollo de nuevas tecnologías mejorando las técnicas convencionales de agricultura dándole un enfoque orgánico (Vista Volcanes, 2011).

1.2.2.1 Misión

Desarrollar un modelo de agricultura convencional orgánica de producción hortícolas bajo condiciones protegidas de baja inversión, alta rentabilidad y amigable con el ambiente. (Vista Volcanes, 2011).

1.2.2.2 Visión

Sera en el 2,020 la empresa líder de centro américa en la generación de paquetes tecnológicos apropiados fáciles de aplicar de bajo costo y alta producción para proyectos hortícolas (Vista Volcanes, 2011).

1.2.2.3 Antecedentes históricos

La empresa inicio sus actividades de investigación, capacitación y generación de tecnología de cultivos protegidos en micro túneles en el 2,001, los primeros clientes se enfocaron en la región central de país. Este sistema de trabajo dio origen a la generación de los macro túneles en el año 2,004, como necesidad de las problemáticas de los insectos transmisores de virus como la mosca blanca (*Bemisia tabacci*), Afidos (*Toxoterea sp*).

Al implementar este sistema de producción de tomate, chile pimiento, bajo cobertura, propicio la expansión de las acciones de la empresa, lo que hoy en día, tiene cobertura a nivel nacional, permitiendo la regionalización del área de acción de los técnicos que promueven la tecnología y asisten a los clientes de la empresa (Vista Volcanes, 2011), (figura 1).



Fuente: Google earth, 2015.

Figura 1. Vista aérea de granja Vista Volcanes

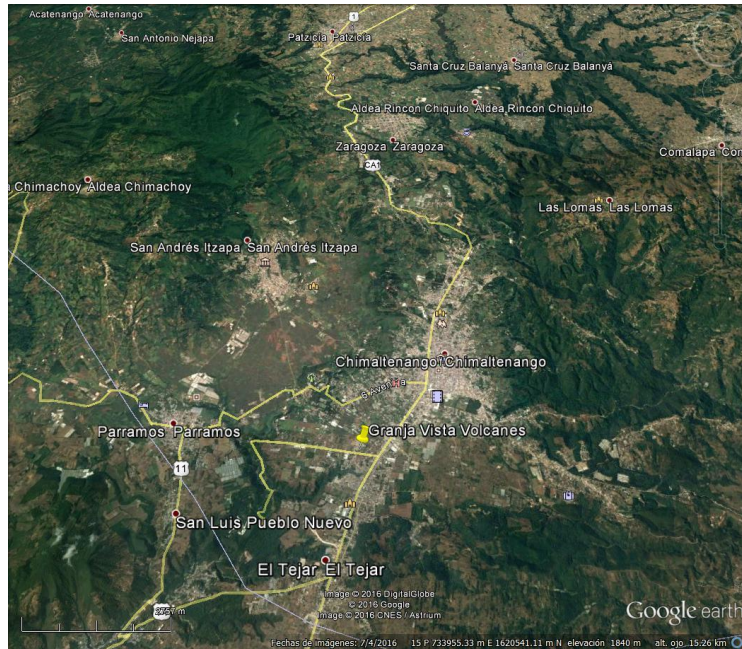
La sede de operaciones de la empresa esta ubicada en el km. 51.8, 400m al Sur parcela 142, La Alameda, Chimaltenango, Guatemala, C.A, siendo las coordenadas de su localizacion Latitud $14^{\circ}38'43''$ y Longitud N $90^{\circ}38'5.35$ O (figura 2).

La granja colinda al Norte con la cabecera departamental de Chimaltenango, al Sur con el municipio de San Andres Itzapa, ICTA Chimaltenango y al Oeste con Finca el Manantial.



Fuente: IGN, 2015.

Figura 2. Mapa del país mostrando la ubicación del departamento de Chimaltenango



Fuente: Google Earth, 2016.

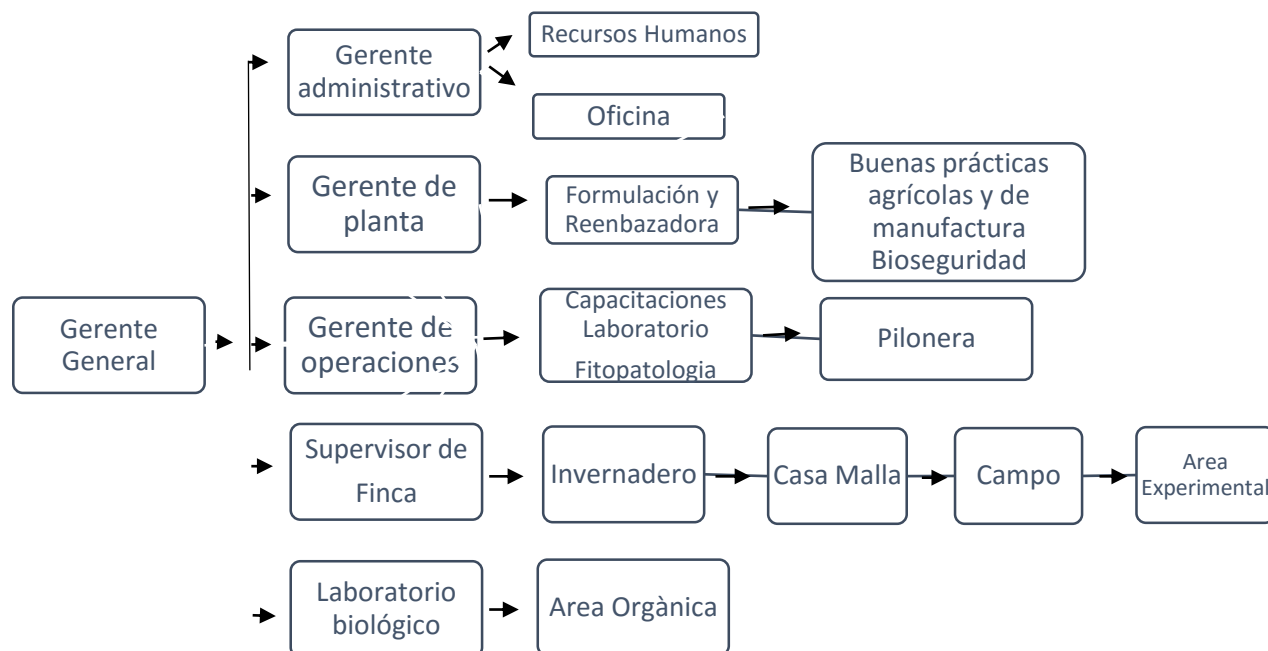
Figura 3. Ubicación de Vista Volcanes dentro del municipio de Chimaltenango

1.2.2.4 Forma organizacional de la empresa

La empresa de Vista Volcanes es una empresa legalmente constituida según las escrituras No: 65 de la fecha 24 de abril del 2,011 como Vista Volcanes, Sociedad Anónima “Vista Volcanes S.A” la que rige según la escritura de constitución del código de comercio.

El responsable lega es el ing. Leonel Efraín Navas López. En la parte tributaria la empresa “Vista Volcanes S.A” está escrita en la Superintendencia de Administración Tributaria SAT con el número de identificación tributaria: 2514078-7 (figura 4).

Vista volcanes S.A



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 4. Diagrama de la empresa Vista Volcanes, S.A.

1.2.2.5 Actividad productiva y procesos de la empresa

La siguiente información se recopiló con la intención de identificar los problemas relevantes de carácter agrícola y organizacional en la empresa, buscando soluciones para estos, se hizo en base a las experiencias que se obtuvieron con el día a día dentro de la empresa.

Por la colaboración de empleados, encargados de lote, gerentes y personal administrativo. La principal herramienta para realizar el diagnóstico fue la observación y análisis de las actividades productivas.

1.2.2.6 Población laboral

La empresa Vista Volcanes provee empleo a más de 50 personas, se encuentran ingenieros agrónomos, peritos agrónomos, y personal sin nivel medio de educación, dando así oportunidad de empleo y de superación.

1.2.2.7 Servicios básicos

A. Abastecimiento de agua

En el interior de la propiedad se cuenta con un caudal que abastece las operaciones de los distintos proyectos.

a. Servicio de agua municipal

Destinada para el servicio sanitario de los empleados en la estación.

b. Agua de charca

Cuenta con su propio sistema de captación de agua de lluvia y cosecha de la misma.

B. Energía eléctrica

Dentro de las instalaciones el cableado eléctrico se encuentra de forma aérea, postes de luz convencionales. La finca cuenta con energía proporcionada por la empresa DEORSA.

1.2.2.8 Infraestructura

- Un área de oficina administrativa y de servicio
- Planta de selección y despachado de producto (centro de acopio)
- Sistema de tratamiento de agua
- Planta de formuladora de fungicidas e insecticidas
- Tanque de agua para riego
- Bodega de fertilizantes
- Bodega de pesticidas
- Almacén de repuestos y lubricantes

Existen 2 bodegas y una de estas posee una estructura aérea (RACKS) de cuatro gondolas y capacidad de 164 espacios, cada uno soporta 25 quintales, para el almacenamiento de materia prima requerida para la producción de agroinsumos, producto terminado, material de empaque, material de riego entre otros.

Laboratorio de producción de hongos, entomopatógenos y saprofitas que tiene como objetivo proporcionar alternativas de control biológico dentro de un manejo integrado de los cultivos a producir dentro de la empresa y venta de los mismos.

A. Maquinaria agrícola

- Moto bombas
- Tractor marca kubota de 23 caballos de fuerza
- Rotovator
- Chapiadora
- Compresor
- Espumadora
- Desinsectadora
- Pulidora

- Generador de energía
- Encaladora
- Mezcladora balanza romana
- Motosierra
- Barreno
- Soldadora
- Sierra circular

B. Herramientas agrícolas (equipo)

- Azadones
- Palas
- Zaca tierras
- Rastrillos
- Machetes
- Tenazas
- Seguetas
- Martillos
- Juego de llaves crafman
- Almáguas
- Cinta métrica de 30m
- Engrampadoras industriales
- Bombas de mochilas (matabi)
- Carretas
- Llaves estilizo

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Conocer las fortalezas y debilidades de los procesos de producción así como las oportunidades y amenazas que se presentan en la empresa Vista Volcanes, S.A. y proponer soluciones a estas limitantes.

1.4 Metodología

Se procedió a consultar fuentes de información secundaria sobre el municipio de Chimaltenango así como de La Empresa Vista Volcanes, S.A. Esto para desarrollar un panorama de a qué se dedica la empresa y conocer más sobre sus procesos internos.

Con base a la observación y entrevista se recopiló la información. El propósito fue conocer el ambiente laboral, así como familiarizarse con los procesos y normas de producción y ensamble de macro túneles, invernaderos tipo capilla, producción de hortalizas, cultivos de exportación tanto convencional y orgánico.

Luego se identificaron fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que sirvió como herramienta para resumir la información obtenida y encontrar una posible solución a cada problemática.

1.5 Resultados

La Empresa Vista Volcanes se dedica a desarrollar alternativas de producción hortícolas, bajo condiciones controladas de baja inversión, alta rentabilidad y amigables al ambiente. Lo que se busca es ser la empresa líder en la generación de paquetes tecnológicos apropiados,

fácil de aplicar, de bajo riesgo y alta productividad para proyectos hortícolas, minimizando el uso de pesticidas, buscando un enfoque ecológico y en equilibrio.

1.5.1 Comercialización

La comercialización de los productos fitosanitarios y de nutrición, en su mayoría se encuentran en agro servicios del país, en la venta de paquetes tecnológicos sobresale los macro túneles distribuidos en casi todo el país y exportándolos a varios países de Centroamérica, la finca es experimental y los vegetales producidos son distribuidos en los mercados de Chimaltenango y municipios aledaños.

Los cultivos del cuadro 1 son desarrollados bajo agricultura protegida para investigación, incorporando el proceso de biofumigación, ácidos húmicos, fulvicos y la línea de productos fitosanitarios y fertilización de la empresa Vista Volcanes.

Cuadro 1. Principales cultivos de Empresa Vista Volcanes, S.A.

Cultivo	Nombre Científico
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>
Chile Pimiento	<i>Capsicum pubescens</i>
Chile Jalapeño	<i>Capsicum annum</i>
Ejote	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Arveja	<i>Pisum sativum</i>
Brócoli	<i>Brassica oleracea italica</i>
Berenjena	<i>Solanum melongena</i>
Rábano	<i>Raphanus sativus</i>
Cebolla	<i>Allium cepa</i>
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>

Fuente: Vista Volcanes, 2015.

1.5.2 Proceso de comercialización del tomate producido en Vista Volcanes, S.A.

La comercialización se realiza en el mercado nacional principalmente en los municipios de Chimaltenango y Antigua Guatemala.

Los requerimientos que exigen los consumidores:

1. Producto libre de polvo o material extraño
2. Que no se encuentre dañado o rasgado
3. El producto debe de ser colocado en cajas limpias totalmente desinfectadas.
4. No debe tener contacto con el piso
5. El producto que por alguna razón haya caído al suelo, golpeado o cualquier otro daño debe de separarse en otra caja.

Clasificación de tomate según su tamaño y peso

1. Jumbo, tomate de 8 a 10 cm de largo, diámetro de 16 cm y peso de 109 gr.
2. Primera, tomate de 7 a 8 cm de largo, diámetro de 15 cm y peso de 85.26 gr.
3. Segunda, tomate de 6 a 7 cm de largo, diámetro de 14 cm y peso de 56.68 gr.
4. Tercera, tomate 5 a 6 cm de largo, diámetro de 13 cm y peso de 42.90 gr.

El tomate se vende en fresco en presentación de cajas de 50 libras.

Los precios varían por la época del año y depende de la demanda de mercado, en el cuadro 2 se presentan los precios clasificados en época y calidad para el año 2013- 2014.

Cuadro 2. Precios del tomate durante el año 2013- 2014

Fecha	Precios			
	caja jumbo	caja primera	caja segunda	caja tercera
Diciembre a enero	Q. 200.00	Q. 190.00	. 180.00	Q. 170.00
Febrero a abril	Q. 100.00	Q. 90.00	Q. 80.00	Q. 70.00
Mayo a agosto	Q. 150.00	Q. 140.00	Q. 130.00	Q. 120.00
Septiembre a noviembre	Q. 100.00	Q. 90.00	Q. 80.00	Q. 70.00

Fuente: Vista volcanes, 2014.

1.5.3 Productos fitosanitarios producidos y utilizados en Vista Volcanes, S.A.**1.5.3.1 Fungicidas****A. Doble vía (propamocarb)**

Fungicida sistémico acropetal que actúa sobre varios puntos del hongo lo que hace que tenga pocas posibilidades de resistencia.

- Aplicando al suelo o al tronco de los cultivos, previene y controla dos hongos muy importantes: *Pitium* y *Phytophthora parasítica*, que ocasionan la enfermedad mal de talluelo o pata negra.
- Doble vía aplicado al follaje, controla: Tizón tardío ocasionado por *Phytophthora infestans*, Mildiu vellosa, Pseudoperonospora.

La acción de Doblevia tiene los beneficios:

- Actúa en varios puntos de hongo (multisitio).
- Es un fungicida preventivo, curativo sistémico contra *Pitium* y *Phytophthora* (tizón tardío).
- Es absorbido por la planta en menos de 30 minutos por lo que es muy buena opción en época lluviosa.

B. Inicio (carbendazim)

Es un fungicida sistémico, que tiene un amplio espectro de control con efecto preventivo y curativo de las enfermedades que atacan a los cultivos de tomate y chiles.

- Entre los hongos más importantes que controla: *Cercospora*, *Alternaria*, Mildiu polvoso.
- Aplicado al suelo previene y controla *Fusarium sp.* y *Rizoctonia solani*.

C. Seguro (iprodione)

- Fungicida preventivo curativo con acción translaminar que controla los hongos tanto fuera como dentro del cultivo.
- El seguro® 50 SC actúa en varios puntos del hongo por lo que no se conoce reportes de resistencia de estos hongos.
- Las enfermedades más importantes que controla son: *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia purpurium* y *Alternaria solani*.

D. Contodo (clorotalonil)

De ingrediente activo Clorotalonil que previene varias enfermedades tales como: antracnosis, tizones, botritis, mildiu, etc.

- Este fungicida no tiene problemas de resistencia por actuar en varios puntos del hongo (multisitio) (Vista Volcanes, 2011).

1.5.3.2 Insecticidas producidos y utilizados en Vista Volcanes, S.A.

A. Padan (cartap)

Es un insecticida de amplio espectro que actúa por contacto y estomacal.

- Insecticida altamente efectivo en contra de masticadores y chupadores.
- Esta registrado para el uso en los cultivos de arroz, mango, hortalizas, cucurbitáceas, cebollas, etc.
- En hortalizas se utiliza para el control de minadores.

1.5.3.3 Fertilizantes formulados en la empresa Vista Volcanes, S.A.

Para cumplir con las necesidades nutricionales de la planta, también se cuenta con una gama de fertilizantes hidrosolubles elaborados dentro de la empresa, las fertilizaciones se aplican a través del sistema de fertirriego (cuadro 2).

Cuadro 3. Composición de fertilizantes hidrosolubles formulados en Vista Volcanes, S.A

Fertilizante	Contenido			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S ₂ O
Vista Fertil I	11.15%	29.89%	23.79%	2.10%
Vista Fertil II	13.30%	4.94%	41%	0
Vista Fertil III	0	0	23.79%	30.24%

Fuente: Vista volcanes, 2015.

La línea de fertilizantes Vista Fértil, se vende en presentación de sacos de 50 libras.

A. Vista fruto

Es un producto para aplicarlo a partir de los 30 días del trasplante, ayuda al cuaje del fruto, mejora el tamaño del fruto y mejora la calidad del fruto (cuadro 4).

Cuadro 4. Composición fertilizante de Vista Fruto

VistaFruto	
N	11.2800%
P ₂ O ₅	2.9300%
K ₂ O	34.8400%
B	0.0250%
Zn	0.0880%
Cito quininas	0.0063%
Giberelinas	0.0019%
<i>T. harzianum</i>	0.0010%

Fuente: Vista volcanes, 2015.

B. Vista raíz

Indicado para las primeras etapas de la planta después del primer día de trasplante, estimula el crecimiento de la raíz, promueve el vigor y el crecimiento de las planta y mejora la tolerancia de las plantas a nematodos y enfermedades (cuadro 5).

Cuadro 5. Composición de fertilizante Vista Raíz

Vista Raíz	
N	10.7200%
P ₂ O ₅	20.6900%
K ₂ O	25.7000%
B	0.0230%
Zn	0.0810%
Citoquininas	0.0012%
Giberelinas	0.0017%
<i>T. harzianum</i>	0.0050%

Fuente: Vista volcanes, 2015.

1.5.4 Hongos benéficos producidos y utilizados en Vista Volcanes, S.A.

Para el control de enfermedades del suelo y nematodos, se utilizan dos hongos benéficos, que son producidos dentro de la empresa, los cuales son: *Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces lilacinus*.

Ventajas de utilizar el producto

- Son productos naturales y forman parte del ecosistema.
- Baja toxicidad.
- Baja o nula patogenicidad sobre la fauna benéfica.
- No generan resistencia en las plagas.
- Aplicación fácil y segura.
- Fácil establecimiento en los cultivos.
- Contribuyen a la recuperación de las propiedades biológicas de los suelos.

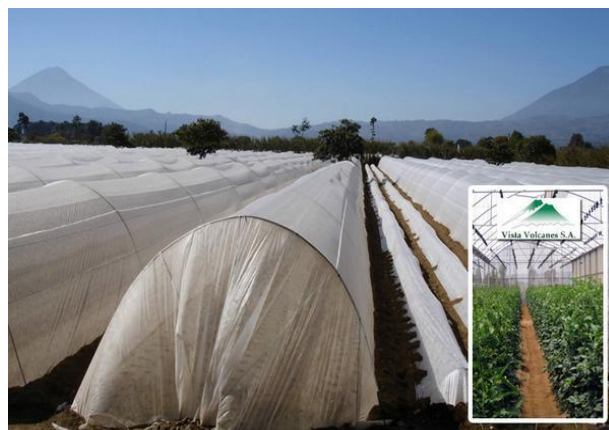
1.5.5 Tecnología

1.5.5.1 Macro túneles

El uso e implementación de macro túneles en la agricultura, permite crear un microambientes controlados, obteniendo ventajas similares a las de un invernadero (figura 5).

Ventajas del uso de macro túneles

- Permiten obtener mayor rendimiento en los cultivos.
- Facilitan el control y manejo de plagas y enfermedades.
- Permiten la producción de especies sin importar el clima o la temporada
- Facilita el cumplimiento de las normas sanitarias y los protocolos para exportación.
- Protege a los cultivos de bajas temperaturas en los meses fríos, además sirve como barrera para insectos.
- Se puede programar la producción de forma más eficiente.
- Se obtienen productos de mejor calidad, más limpios y sanos



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 5. Fotografía de túneles de tela flotante marca Agryl

1.5.5.2 Capilla malla inocua

La capilla malla inocua tiene una estructura liviana con las características:

- Arcos de tubo cuadrado galvanizado
- Bases de concreto ensamblable
- Techo con plástico U.V de 6 mils.
- Cerramientos laterales con malla anti-insectos de 50 mesh
- Perfil omegas que garantizan un buen agarre del plástico y la malla sin dañarlos
- La estructura es desmontable (figura 6).



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 6. Fotografía de invernadero tipo capilla malla inocua

1.5.5.3 Invernadero vista volcanes tipo huerto familiar

El invernadero vista volcanes huerto familiar (V.V. H.F) es una estructura diseñada para pequeños huertos y posee las características (figura 7):

- Arcos de tubo cuadrado galvanizado
- Techo con plástico U.V de 6 mils.
- Cerramientos laterales con malla anti-insectos de 50 mesh
- Perfiles omegas que garantizan un buen agarre del plástico y la malla sin dañarlos

- La estructura es desmontable



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 7. Fotografía de invernadero tipo vista volcanes huerto familiar

1.5.5.4 El huerto familiar con cosecha de agua

Cuenta con las características:

- Pilares de tubo galvanizado
- Bases de concreto ensamblable
- Techo con plástico U.V de 6 mils.
- Cerramientos laterales con malla anti-insectos de 50 mesh
- Perfiles omegas que garantizan un buen agarre del plástico y la malla sin dañarlos
- Techo de dos aguas invertidas para cosechar agua lluvia.
- Los costos de construcción son menores a los de un invernadero tipo capilla (figura 8).



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 8. Fotografía de huerto familiar con cosecha de agua

1.5.5.5 Capilla-túnel con malla y plástico

La capilla-túnel malla plástico es una combinación de arcos semi-circulares en el centro y arcos tipo capilla en los extremos, esta estructura tiene las características (figura 9):

- Estructura de hierro galvanizado
- techo con plástico U.V de 2 mils.
- Cerramientos laterales con malla anti-insectos de 50 mesh
- Entrada de tipo capilla con malla anti-insectos
- La estructura es desmontable
- El costo es menor al de un invernadero tipo capilla malla.



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 9. Fotografía de invernadero tipo capilla- túnel con malla y plástico

1.5.6 Proceso de biofumigación y preparación de capilla malla para producción de ejote orgánico

1.5.6.1 Preparación de sustrato orgánico con suelo virgen de montaña

En esta labor se procede a medir el área para la elaboración del sustrato, incorporando brócoli y vacasa, luego se procede a pasar con el rotavator 5 veces para homogenizar los materiales y se tiene listo para la biofumigación (figura 10).



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 10. Fotografía de Medición del área para biofumigación

Al tener el área medida se incorporó el brócoli en proporción de 10 lb. De Brócoli por metro cuadrado (figura 11).



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 11. Fotografía de incorporación de rastrojo de brócoli

Al tener listo el brócoli incorporado se agregó Vacasa (figura 12), se pasó el tractor tres veces con el rotovator, diez días antes de trasladar el sustrato al invernadero tipo capilla, se tapó con plástico negro para empezar el proceso de descomposición y generación de gases iso- tocianatos.



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 12. Fotografía de incorporación de vacasa

1.5.6.2 Preparación de capilla malla

Se preparó la capilla malla inocua, colocando el mulch para que el sustrato no entre en contacto con el suelo con plaguicidas y así mismo cumpla con las condiciones para que sea un cultivo orgánico (figura 13).



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 13. Fotografía de preparación de tablonces dentro de la capilla malla



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 14. Fotografía de invernadero tipo capilla malla orgánica

1.5.6.3 Preparación de la salchicha con sustrato orgánico

Al tener los tabloncillos nivelados, se agregó el sustrato preparado anteriormente, dentro de las salchichas, colocándole una cinta de goteo para aplicar fertirriego (figura 15).

Las “**Salchichas Orgánicas**”, consisten en realizar cilindros con un sustrato dentro usando como base la biofumigación con brásicas con suelo virgen de bosque más ácidos húmicos granulados y el hongo benéfico *Trichoderma harzianum* (figura 16).



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 15. Fotografía de preparación de salchicha con sustrato orgánico



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 16. Fotografía de salchicha orgánica ya cerrada

1.6 Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

Cuadro 6. Cuadro de análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas

Fortalezas	Oportunidades
Mano de obra tecnificada.	Nuevos mercados de exportación de productos fitosanitarios, fertilizantes y estructuras para cultivos protegidos.
Disponibilidad de recursos e insumos para la producción	Mejorar el monitoreo y control de plagas y enfermedades
Uso eficiente del agua de riego	Mejorar el paquete de nutrición para la producción de hortalizas
Optimo proceso en tiempos de fumigación	
Búsqueda de mejora continua en los procesos de producción y construcción de estructuras para cultivos protegidos	
Debilidades	Amenazas
Dependencia de una sola fuente de agua para riego	Incidencia de plagas y enfermedades en el suelo.
Falta de fuentes de material para sustratos orgánicos	Incidencia de insectos vectores de virus
Falta de materias primas para realizar abonos organicos	

La empresa realiza sus procesos de investigación agrícola con los más altos estándares de calidad manteniendo la inocuidad, trazabilidad aplicando las Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura (BPA y BPM) con un alto nivel tecnológico como son las tareas de manejo agronómico: fertirriego, aplicación de productos fitosanitarios, fertilización, cosecha, clasificación y almacenamiento. Pero al final como en cualquier proceso siempre están presentes las debilidades y amenazas.

Los servicios que se realizaron en esta fase del Ejercicio Profesional Supervisado, fue en base a la identificación de la necesidad de implementar nuevas fuentes de nutrición para el

cultivo de tomate y chile pimiento, el cual fue evaluación de ácidos húmicos y fulvicos. Se detectó plantas con síntomas de pudrición de tallo por lo que se planteó realizar una metodología de lavado de raíz, que sirvió para la detección de la larva del insecto *fungus gnat*.

1.7 Conclusiones

- La Empresa Vista Volcanes se dedica a desarrollar alternativas de producción hortícolas, bajo condiciones controladas de baja inversión, alta rentabilidad y amigables al medio ambiente.
- Las fortalezas de la empresa son: nivel tecnológico alto, disponibilidad de mano de obra, disponibilidad, uso eficiente del agua de riego, personal capacitado, búsqueda de mejora continua y óptimos tiempos de fumigación. Sus debilidades son: dependencia de una sola fuente de agua para riego y falta de material para elaboración de sustratos orgánicos. Oportunidades en la empresa: Implementación de Sistemas de Captación de agua y cosecha de lluvia, Experimentación con nuevos sustratos y Control eficiente de plagas y enfermedades. Sus amenazas son la incidencia de plagas y enfermedades en el suelo.

1.8 Recomendaciones

- Se recomienda la evaluación de nuevos sustratos orgánicos hidropónicos para la utilización en invernaderos, capillas y macro túneles, tales como suelos vírgenes libres de pesticidas.
- Capacitación a los encargados de lote y personal de campo sobre la importancia en el control de plagas y enfermedades y prevención de las mismas.

1.9 Bibliografía

1. Cultura Petenera y Mas. (2011). *Departamento de Chimaltenango*. Obtenido de Cultura Petenera y Mas: <https://culturapeteneraymas.wordpress.com/2011/08/06/departamento-de-chimaltenango/>.
2. Merkel, A. (2014). *Clima: Chimaltenango*. Obtenido de Climate-Data: <http://es.climate-data.org/location/873443/>
3. Ordoñez Gomez, F. (2008). *Descripción cualitativa y cuantitativa de desechos sólidos domésticos en nueve municipios de Chimaltenango y su potencial uso en la agricultura*. Tesis Ing Agr. Universidad San Carlos de Guatemala. Obtenido de Biblioteca usac: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2446.pdf
4. Vista Volcanes. (2011). *Nuestra empresa; misión & visión*. Obtenido de Vista Volcanes: <http://www.vistavolcanes.com/index.php/vista-volcanes>



CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL PRIMER CORTE DE COSECHA PARA PRODUCCIÓN DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD SERENGETTI PARA EXPORTACIÓN, BAJO MALLA CAPILLA ORGÁNICA EN LA EMPRESA VISTA VOLCANES, S.A, LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

2.1 Presentación

La Granja Experimental Vista Volcanes S.A. es una empresa especializada en generar paquetes tecnológicos, macro túneles, casa mallas e invernaderos a escala comercial, para la producción de tomate, chile pimiento, ejote arveja y otros cultivos de exportación; investigación y desarrollo de nuevas tecnologías mejorando las técnicas convencionales de agricultura para darle un enfoque ecológico (Vista Volcanes, 2011).

El ejote francés es uno de los cultivos denominados como no tradicionales para la exportación; la mayoría de productores que se dedican a este cultivo se encuentran en la parte central de la república, principalmente en los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Huehuetenango, Totonicapán, Sacatepéquez, San Marcos, Sololá y Baja Verapaz (Cruz, 2010).

Se han reportado rendimientos entre 8,165 y 11,340 kilogramos de ejote francés por hectárea. Esto con manejo de alta tecnología y en condiciones favorables, como las que proporciona un sistema de agricultura protegida ya sea macro túnel o invernadero. La utilización de estas estructuras va en crecimiento, debido a que el nivel de producción aumenta y la calidad del producto es mayor. Dado que hay 2 temporadas de producción, de mayo a julio y de agosto a octubre, las cuales dependen exclusivamente de las condiciones naturales del clima y que la mayoría de productores no tienen acceso a unidades de riego (Vasquez, 2012).

El uso excesivo de agroquímicos y pesticidas en los suelos ha causado grandes impactos al ambiente y en la salud del hombre (Borge, 2012), lo recomendado es implementar la técnica convencional de dejar 3 años un suelo sin producción, definitivamente esta técnica es algo antieconómico para las personas que su único sostén es la producción de ejote, por lo tanto se busca cubrir la urgente necesidad de la transición de un manejo cultural convencional hacia un manejo de agricultura orgánica de precisión que cumpla con las exigencias del mercado internacional, al alcance tanto para pequeños y grandes productores de ejote francés del país, ya que con el tiempo la tendencia del mercado y palabras de las principales exportadoras del país solo se permitirá la exportación de productos con certificación orgánica (CNAE, 2012).

Se propuso evaluar una alternativa acelerada de transición de agricultura convencional hacia una agricultura con enfoque orgánico de precisión libre de pesticidas, para los pequeños y grandes productores de ejote francés del país a través de la implementación de un sustrato hecho a base de biofumigación (rastreo de brócoli, Vacasa y suelo virgen de bosque), más ácidos húmicos y el hongo benéfico *Trichoderma harzianum* en dosis de 0.71kg/ha (0.5 kg/mz), 1.42 kg/ha (1 kg/mz) y 2.14 kg/ha(1.5 kg/mz), las variables de respuesta a medir fueron: rendimiento en base al número de kilogramos por cada sustrato, si el hongo benéfico *Trichoderma harzianum* tendrá resistencia ante el efecto de los ácidos húmicos.

Para determinar la efectividad de los sustratos se procedió a realizar la cuantificación del rendimiento en kilogramos/sustrato en solo el primer corte de vainas de ejote francés. 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 (insecticidas y fertilizantes biológicos) y el costo de cada tratamiento.

No hay diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo el tratamiento que tuvo un mayor rendimiento fue el número dos con dosis de 0.71kg/ha (0.5 kg/mz), de *Trichoderma harzianum*, seguido por el tratamiento tres con dosis de 1.41 kg/ha (1 kg/mz de *T. harzianum*), el tratamiento testigo ocupó el tercer lugar respecto al rendimiento y el que dio menor rendimiento fue el tratamiento cuatro con dosis de 2.14 kg/ha (1.5 kg/mz de *T. harzianum*).

El tratamiento tres con dosis de 1.41 kg/ha (1 kg/mz de *T. harzianum*) tuvo un costo de Q 1,068.50 mientras que el tratamiento dos con dosis de 0.71kg/ha (0.5 kg/mz) tiene un costo de Q 818.50 lo cual se traduce en 23.4% menor al costo del Tratamiento tres, razón por la cual se recomienda la aplicación del tratamiento dos para obtener un mejor rendimiento en la producción del ejote francés con manejo orgánico para exportación, sin embargo al no tener diferencia significativa entre los tratamientos se recomienda el testigo, ya que este tiene un menor costo haciéndolo más rentable.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Marco conceptual

2.2.1.1 El cultivo del ejote francés

A. Antecedentes

El cultivo del ejote francés tiene un inicio en Guatemala en 1977 un año después de que el país fuera afectado por un terremoto, a partir de este suceso surge la necesidad de alimento y trabajo, entonces la comunidad Suiza implementa el programa de reconstrucción y fomento de la economía de las áreas del altiplano central (Schaart, 2012), se implementan huertos familiares para sobrevivencia y el excedente es llevado a mercados cercanos y de la capital. A partir de esta labor y al ser económicamente rentable surgen nuevas empresas que fomentan el cultivo de mini vegetales y cultivos no tradicionales incluyendo el ejote francés (Cruz, 2010).

Según –AGEXPORT- y el banco de Guatemala, la producción nacional para el 2009 se ubicó en 20, 909,090 millones de kg, de las cuales 14 millones fueron destinados para consumo nacional, el resto fueron destinados para mercados internacionales. Según varios expertos en el cultivo de ejote este nivel de producción se obtiene en dos temporadas, de Mayo a Julio, y de Agosto a Octubre, las cuales dependen de las condiciones naturales del clima, ya que la mayoría de productores no cuentan con un sistema de riego (Gomez, 2010).

Se tiene un estimado que en Guatemala hay 150 hectáreas cultivadas con Ejote, aunque no hay un dato oficial o documentado, sobre la distribución geográfica de producción de Ejote dentro del país. Los Departamentos que cumplen con los requisitos del cultivo para la producción de ejote, destacando los principales: Guatemala, Chimaltenango, Huehuetenango, Totonicapán, Sacatepéquez, San Marcos, Sololá, Baja Verapaz (Vasquez, 2012). Al ser cultivado a la intemperie o campo abierto, se da un riesgo de pérdida total del cultivo debido a la incidencia de plagas y enfermedades las cuales cabe destacar: virus del mosaico (TMV), trips (*Thrips* spp.) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (Cruz, 2010), dando una pérdida total de la plantación antes de poder iniciar cosecha.

La producción de ejote era una alternativa, ante los virus y plagas que afectan a la producción de tomate y chile pimiento, donde los costos de inversión son altos, sin embargo las legumbres también son afectadas por estas plagas por lo que ya se debe considerar la inversión en estructuras y cubiertas agrícolas como macro túneles, casas mallas e invernaderos para minimizar el daño de insectos y el uso excesivo de pesticidas (Cruz, 2010).

El ejote francés es uno de los cultivos más importantes para la alimentación por su contenido nutricional de vitaminas, minerales (Catalan, 2010); pertenece a la familia de las leguminosas. Su fruto es el estado inmaduro del frijol *Phaseolus vulgaris* L. Este cultivo es conocido con diversos nombres, en Centroamérica y México se le conoce como ejote. Los frutos del ejote son vainas aplanadas y alargados, en su interior tiene un número de semillas variables según la especie (Catalan, 2010).

B. Aspectos agronómicos del cultivo del ejote francés

El ejote francés, al igual que el frijol es una leguminosa de la familia fabáceas, la cual es fijadora de nitrógeno, en el siguiente cuadro se presenta su clasificación taxonómica (cuadro 7).

Cuadro 7. Clasificación taxonómica del ejote francés

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

Fuente: Linneo, 1737.

a. Requerimientos climáticos

Las condiciones climáticas para el ejote francés tiene un amplio rango por lo que es una planta que se adapta fácilmente, para obtener un mejor rendimiento y calidad se debe tener en cuenta primero las condiciones climáticas de la región y usar una variedad adecuada a la misma. El ejote francés tiene un rango de alturas que va entre los 1400 a 2200 msnm, con una temperatura promedio entre los 15 y 25 °C (Schaart, 2012).

b. Época de siembra o trasplante

Es un cultivo perenne, esto quiere decir que todo el año se puede dar su producción; en regiones muy calurosas es indispensable contar con un sistema de riego, y durante el invierno se requiere de utilizar técnicas que permitan mantener la calidad del producto (Schaart, 2012), como por ejemplo el uso de coberturas agrícolas para mantener las condiciones homogéneas para la planta.

c. Suelo ideal para la producción de ejote francés

Un suelo ideal para el buen desarrollo del ejote francés debe tener las siguientes características: francos, fértiles, profundos, bien drenados, con buen contenido de materia orgánica y con un ph de 6 a 7 (Schaart, 2012).

d. Preparación y manejo del terreno pre- siembra

Puede ser mecanizado, lo recomendado es darle una pasada de arado y luego dos pasadas con rastra dándole una profundidad de 25 a 30 cm (Schaart, 2012). El terreno debe quedar homogéneo sin terrones ni malezas para que el desarrollo de la planta sea el adecuado.

Al hacer la preparación manualmente, se debe picar primero el suelo con piocha y posteriormente con azadón a manera de voltear la tierra para eliminar los terrones y malezas. (Schaart, 2012).

Se recomienda la incorporación de materia orgánica al suelo, para mejorar la disponibilidad de nutrientes y así evitar la fatiga del suelo (Bellos, 2005). Si existen rastros, estos deben ser sacados de la parcela y ser enterrados o en dados caso se recomienda quemarlos (Schaart, 2012).

e. Profundidad de siembra

La profundidad que debe tener la semilla deber ser el doble del tamaño de la misma aproximadamente a una profundidad entre 2 a 3 cm. El número de semillas va depender a la distancia entre planta, si se deja a 10 cm entre planta se coloca 1 semilla por postura. Los surcos se trazan a una distancia entre 60 a 80 cm, estos parámetros se usan en verano, en invierno se debe dejar más abierto ya que al tener exceso de humedad se crea un ambiente benéfico para el desarrollo de enfermedades fungosas (Schaart, 2012).

f. Recomendaciones para el cultivo del ejote francés en época de lluvia

1. Colocación de pita o tutoreo

La razón de realizar esta práctica es para que la planta de ejote tengo un crecimiento hacia arriba, que los brotes no toquen el suelo ya que esto causa pudrición en la punta. (Schaart, 2012).

El tutoreo se debe realizar a los 20 días después de la siembra a una altura de 20 cm. desde la superficie del surco (Schaart, 2012). Se coloca la pita a cada lado de la planta paralelas con el surco, el ancho de la abertura entras las pitas dependerá directamente del grosor del

tutor, generalmente se usan varas de bambú maduras haciendo una abertura entre 10 a 15 cm.

2. Uso de acolchado o tela mulch

El acolchado consiste en usar coberturas al suelo para crear un microclima homogéneo para el suelo y la raíz de la planta, normalmente se usa plástico negro en lado y plata el otro (Schaart, 2012). El lado que se coloca hacia el suelo es el negro que se coloca sobre el suelo quedando el lado plateado hacia el exterior.

El uso del acolchado tiene las siguientes ventajas (Serrano, 2005):

- Evita el crecimiento de malezas sobre el surco
- Crea condiciones homogéneas para el suelo y la raíz
- Reduce la incidencia de enfermedades del suelo en la planta
- Mantiene la humedad en el suelo
- Aumenta el rendimiento del cultivo en aproximadamente un 30%
- Se reducen los costos de mano de obra en desmalezar
- Se reduce la cantidad de rechazo de la producción

g. Plan de fertilización

Es necesario cumplir con los requerimientos exactos del cultivo, para así obtener el máximo rendimiento en la cosecha. Se recomienda hacer un análisis del suelo previo a sembrar para obtener datos exactos y precisos para desarrollar un plan de fertilización adecuado. (Schaart, 2012).

h. **Requerimientos nutricionales del ejote francés**

El cuadro 8 indica cuales son los requerimientos del cultivo del ejote francés, para el área de una hectárea.

Cuadro 8. Requerimientos nutricionales del ejote francés

REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL EJOTE FRANCÉS POR HECTÁREA:		
Nitrógeno	Fósforo	Potasio
210 libras	140 libras	238 libras

Fuente: Schaart, 2012.

C. **Control adecuado de malezas**

El control de malezas se debe realizar de manera manual, raspando con azadón y enterrando las malezas. Donde no se pueda usar el azadón se deberá arrancar la maleza con las manos. Lo recomendado es hacer esta práctica de 20 a 25 días después de la siembra, siguiendo este intervalo hasta el final del ciclo del cultivo (Schaart, 2012).

Se puede utilizar también algún herbicida para eliminar las malezas, el problema es que el éxito de esta práctica depende del aplicador ya que si no se hace con el debido cuidado se puede dañar a la planta de Ejote francés.

2.2.1.2 **Descripción de variedad Serengueti de ejote tipo francés**

El grano de frijol con un color verde fino, es una variedad que se da bien en el mercado internacional. Su crecimiento se da de manera vertical, Se adapta muy bien al mercado de tamiz fino (Cruz, 2010). Es una planta con hábito vertical, sus vainas son largas, rectas y suaves, con una longitud de 12 a 15 cm, con un color verde oscuro homogéneo y brillante,

esta variedad es muy utilizada ya que tiene resistencia ante enfermedades como antracnosis y el virus del mosaico del frijol (Vasquez, 2012).

2.2.1.3 Uso de coberturas para la producción de ejote francés

El uso de coberturas para los cultivos es una tendencia que poco a poco se está abriendo camino debido a la urgencia de proteger y mantener la inocuidad, calidad y reducir el rechazo del producto (INFOAGRO, 2015).

Protege a los cultivos de bajas temperaturas en los meses fríos, además sirve como barrera para insectos. Muchas son las ventajas que los invernaderos proporcionan a los cultivos de hortalizas, flores y ornamentales (Cermeño Serrano, 2005). Hoy en día ya se está implementado que los productos de consumo fresco no se hagan en cultivo al aire libre, sino siempre en instalaciones protegidas; en invierno con materiales de cubierta impermeable al agua y al aire; en épocas calurosas con cubierta de mallas transparentes y sombreadoras (Cermeño Serrano, 2005).

A. Control de los factores climáticos

El funcionamiento y desarrollo de la planta, depende principalmente de factores climáticos. Para que haya un desarrollo fisiológico adecuado tienen que estar presentes de manera adecuada y en equilibrio (Vasquez, 2012). Algunos de los factores que intervienen en este desarrollo óptimo son: luminosidad, temperatura, humedad, concentración de CO₂ y oxígeno (Alarcon, 2015). Al no tener un equilibrio en alguno de estos factores, los demás serán afectados y no tendrán algún efecto de beneficio en la planta (Cermeño Serrano, 2005).

Los factores climáticos actúan de la siguiente manera: la absorción de nutrientes a través de la raíces funcionan de manera eficiente al tener una humedad optima y temperatura controlada, producen elementos orgánicos a través de la fotosíntesis (Cermeño Serrano, 2005). Al tener luminosidad suficiente más una concentración optima de CO₂ y una temperatura adecuada,

libera el excedente de agua a través de la evapotranspiración (Cermeño Serrano, 2005). Los factores climáticos pueden ser controlados y potencializados al implementar el uso de cuberitas agrícolas, ya que esto hace que las condiciones para la planta sean homogéneas. (Cermeño Serrano, 2005)

Al utilizar coberturas agrícolas se obtienen las siguientes ventajas: cultivar en cualquier época del año, implementar cultivos en determinadas zonas climáticas y regiones donde no es posible realizarlo al aire libre, reducir el tiempo de ciclo vegetativo de la planta ya que permite obtener un mayor número de cosechas por año, mantener un ambiente homogéneo y controlado, aumento de la producción, reducción de uso de insecticidas en el ciclo de cultivo, mejor calidad de las cosechas, ahorro en el riego, se evita el riesgo de un mal temporal, mayor seguridad (Vasquez, 2012).

B. Cultivar fuera de época y conseguir mayor precocidad

Al tener condiciones homogéneas y controladas dentro de las estructuras de protección, se puede obtener un cultivo en zonas climáticas menos favorecidas consiguiendo frutos con una anticipación bastante significativa respecto a los mismo cultivos al aire libre; se puede prolongar el periodo de cosecha, ya que a veces los malos temporales hacen muy difícil esta labor en cultivos a campo abierto (Cermeño Serrano, 2005). Se debe resaltar que en las noches dentro de las coberturas se dan temperaturas mínimas adecuadas para el cultivo, mientras que en el exterior se dan temperaturas letales, en las horas de la tarde aumenta bastante la temperatura respecto al exterior, este efecto hace evidente que si se puede cultivar cualquier especie en zonas climáticas no aptas para el cultivo (Cermeño Serrano, 2005).

2.2.1.4 Características Generales de los productos orgánicos

Se define *“agricultura orgánica”* como sistema de producción que su función es usar y aprovechar el máximo los recursos de una hectárea, priorizando la fertilidad del suelo, su actividad biológica y minimizando el uso de los recursos no renovables, sin usar fertilizantes y plaguicidas de origen sintético teniendo como prioridad proteger el medio ambiente y la salud humana (FAO, 2015) .

Tener una certificación para producción orgánica es de suma importancia (Naranjo Arango, 2006). Estas certificaciones son otorgadas por agencias certificadoras privadas reconocidas a nivel mundial, sin embargo cada país tiene su propia certificación para consumo interno. Si se tiene intención de incursionar hacia Europa, Japón y Estados Unidos, el empresario tiene que cumplir con las certificaciones para producción convencional en BPA (Buenas Prácticas Agrícolas) y BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), ya con estas certificaciones pueden optar a certificarse en producción orgánica, Es importante que la empresa certificadora sea reconocida oficialmente en el ámbito internacional (Naranjo Arango, 2006).

Guatemala ya cuenta con varios productos orgánicos con su debida certificación en los cuales cabe destacar: Moras, Café, Cardamomo, Algodón, Miel, y Mini Vegetales (Naranjo Arango, 2006). Guatemala ya cuenta con una legislación nacional que regula el área de producción orgánica entre estas se encuentra MAYACERT y dentro del maga el Departamento de Agricultura Orgánica. La Union Europea concedió al país *“certificado como país productor de orgánicos”* (Naranjo Arango, 2006).

En Guatemala ya existen avances para la certificación de productos organicos, que son amparados bajo Fairtrade Labelling Organizations Internacional (asociación sin fines de lucro, que incluye organizaciones que comercializan bajo el “Sello de Comercio Justo”) y certificados por FLO-CERT GMBH, estos son responsables de la inspección y certificación de los organismos de productores y comercio justo, (Naranjo Arango, 2006), USDA ORGANIC que regula la exportación de productos organicos hacia los Estados Unidos (MAYACERT, 2015).

A. Dinámica Comercial de productos orgánicos

Para el año 2008 el total de producción en Agricultura Orgánica a nivel mundial fue de 30.4 millones de hectáreas. El número uno en producción fue Australia con 12.4 millones de libras/hectárea, siguiendo Europa con 7.4 millones/ha, y en tercera posición está América con 4.9 millones/ha (Naranjo Arango, 2006).

Los países con mayores áreas productivas para productos orgánicos son presentados en el cuadro 9 (Naranjo Arango, 2006):

Cuadro 9. Resumen de la producción anual de productos orgánicos

País	Producción (Libras/hectarea)
Australia	12.3 millones/ha
China	2.3 millon/ha
Argentina	2.2 millones/ha
EE.UU.	1.6 millones/ha
Italia	1.1 millones/ha
Uruguay, España y Brasil	(0.9 millones/ha respectivamente)
Alemania	0.8 millones/ha
Reino Unido	0.6 millones/ha

Fuente: MIPYME, 2006.

2.2.1.5 Certificación orgánica

En Guatemala existe la certificación orgánica NOP que es emitida por el Agricultural Marketing Service del Departamento de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA). El programa NOP –USDA es el Programa Nacional Orgánico de Estados Unidos que se encarga de velar la regulación de producción orgánica, la cual detalla que se debe certificar los productos vegetales de exportación (MAYACERT, 2015), estos productos deben llevar sus respectivos sellos de calidad, es un requisito básico que deben cumplir, ya que este hace constar la calidad sanitaria e inocuidad (Naranjo Arango, 2006). A estos atributos requeridos se les

conoce como como atributos de calidad diferenciadores, ya que garantizan al consumidor que el producto que van a consumir está libre de pesticidas y no es dañino para su salud (Naranjo Arango, 2006).

Los encargados de monitorear que se cumplan estos requisitos siempre son entidades externas a las empresas, llamado **“organismo certificador”** que verifica y controla que el producto responda a los atributos de valor que están pidiendo, esta labor la hacen a través de auditorías. La forma visible como el producto muestra que ha sido verificado, es mediante la presencia de una etiqueta con su respectivo logo de calidad (Oyarzún, 2001), (figura 17).



Fuente: Mayacert, 2015.

Figura 17. Sellos de calidad NOP, para productos orgánicos

A. Medidas sanitarias y fitosanitarias para exportación de ejote francés

La Producción de Ejote Francés hay que establecer paquetes tecnológicos que aseguren la implementación de buenas prácticas agronómicas y culturales que sean reguladas en función de estándares de calidad e inocuidad exigidos por el país de destino, esto conlleva a la observancia de las regulaciones sanitarias nacionales e internacionales de certificación orgánica, entre ellas (AGEXPORT, 2015):

- **AG. 72-2003:** Reglamento para el otorgamiento de licencias sanitarias para el funcionamiento de establecimientos, transporte importación y exportación de alimentos de origen vegetal, sus productos y subproductos.

- **AM. 617-2004:** Disposiciones aplicables a la Importación – Exportación, movilización o traslados de plantas, productos o subproductos de origen vegetal.
- **AM. 07-2008:** Restricción de uso de plaguicidas que contengan el i.a. Metamidofos.
- **AM. 21-2008:** Medidas para prevenir y controlar la mosca blanca en el territorio nacional.

Se recomienda actualizarse en la lista de productos admitidos del Fresh Fruits and Vegetables Import Manual (AGEXPORT, 2015).

B. Agencias reguladoras

DHS: Departamento de Seguridad de La Patria; CBP: Customs and Border Protection Officers; APHIS/USDA: Animal And Plant Health Inspection Service; EPA: U.S. Environmental Protection Agency; USDA: United States Department of Agriculture; USPTO: United States Patent and Trademark Office, Department of Health and Human Services; FDA: Food and Drug Administration (AGEXPORT, 2015).

C. Uso y Regulación de pesticidas

La EPA regula el uso de pesticidas bajo la autoridad de dos estatutos federales: La ley federal de insecticidas, fungicidas y rodenticidas (FIFRA) y la ley federal de alimentos, drogas y cosméticos (FFDCA). La FIFRA provee las bases para la regulación, venta, distribución y uso de pesticidas en los USA. La FFDCA autoriza a la EPA establecer los residuos límites máximos (MRLs), o tolerancias (AGEXPORT, 2015).

2.2.1.6 Biofumigación

Es un método de desinfección biológico para el suelo y control de patógenos (nematodos, hongos, bacterias, consiste en la incorporación directa al suelo de materia orgánica (estiércoles) y rastrojo de brásicas a esto se le aporta agua para darle condiciones anaeróbicas y empieza el proceso de generación de gases (Segura, 2011).

La biofumigación mejora las características generales del suelo, haciendo una mayor disponibilidad de nutrientes, sin tener que hacer rotación de cultivos, evitando la fatiga del suelo (Segura, 2011). Tiene el mismo efecto que otros desinfectantes del suelo de origen sintético, como el bromuro de metilo sin dañar a la capa de ozono, (Segura, 2011), esta técnica puede considerarse como una alternativa de desinfección del suelo amigable con el ambiente.

Su eficacia es similar a la de los fumigantes convencionales. Se diferencia de la solarización en que no requiere temperaturas superiores a los 30 °C, por lo que puede aplicarse en cualquier estación del año, en áreas donde existen bajas temperatura y en cultivos extensivos (Lopez, Diaz, & Bello, 2005). Por otro lado, la biofumigación actúa en profundidad resolviendo problemas, como en el caso de los nematodos, de dinámica vertical, que son comunes en los organismos móviles y que tienen lugar al aumentar la temperatura del suelo como ocurre con las técnicas de solarización. Los resultados de la aplicación de la biofumigación en cultivos extensivos son efectivos en condiciones de bajas temperaturas y sin aplicación de cubiertas de plástico, a diferencia de la solarización, aunque ambas técnicas pueden ser complementarias, e incrementar su eficacia, en el caso de los nematodos fitoparásitos, cuando se aplican conjuntamente (Lopez, Diaz, & Bello, 2005).

A. Motivaciones para el uso de biofumigación

Los gases iso- tocianatos generados por las brassicas, son altamente volátiles por lo que tienen una acción selectiva para erradicar patógenos como *Sclerotinia* o *Pythium*; (Segura, 2011) su concentración es treinta veces menor que los gases metil- isotocianato presente en

el bromuro de metilo y metam-sodium por lo que no afecta a hongos beneficios como *Trichoderma* (Pertot, Alaboubette, Hinarejos, & Franca, 2015).

- Es una alternativa recomendada para restaurar suelos que han sufrido de sobreexplotación y fatiga (aplicación de técnicas de cultivo inadecuadas en la gestión de la fertilidad y de la vida en el suelo (Segura, 2011).

No es necesario temperaturas ambientales mayor a 30°C, por lo que no tiene restricción por la época, es decir se puede realizar en cualquier época del año, en áreas de bajas temperaturas y en cultivos extensivos. Hay que tomar en cuenta que a mayor temperatura en el suelo, más rápido será el proceso de degradación de la materia orgánica (Segura, 2011).

No tiene restricción de uso, por lo que se puede implementar en agricultura ecológica y convencional, mientras se mantenga el principio de aportar como máximo 170 kg de N/ha.

No tiene efectos nocivos al ambiente, ni efectos de intoxicación a las personas, siguiendo los criterios agronómicos recomendados en las aplicación de materia orgánica. (Segura, 2011).

Tiene un efecto degradante para los residuos que generan un impacto al suelo (estiércoles, residuos urbanos, subproductos sintéticos agroindustriales, etc.) (Segura, 2011), y mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Incrementa la utilidad de la producción agrícola, ya que se elimina el uso de productos sintéticos comerciales para la desinfección y control de enfermedades del suelo, ya que se usan productos locales y disponibles al productor. (Segura, 2011).

B. Origen de la técnica de biofumigación

El origen de la biofumigación se da al uso de brásicas como sustituto al metam- sodium para desinfectar el suelo para producir papa técnica se remonta a la utilización de brásicas como sustituto del metam-sodio, para la producción de papa en Australia (Segura, 2011).

Al utilizar el metam- sodium surge la duda si este cumplía con la sostenibilidad a largo plazo como método de desinfección. A partir de esta incógnita se define que el principio activo del metam- sodium son los gases metil- isotocianato (ITC), un compuesto volátil que se produce sintéticamente en la industria química, pero existen otras formas de isotiocianatos que están presentes en las brásicas, entre ellas las coles, las coliflores, las mostazas y los nabos (Segura, 2011).

En 1997, la biofumigación se reconoce como alternativa orgánica del Bromuro de Metilo para el Methyl Bromide Technical Comite (Comité Técnico para el Bromuro de Metilo) (Bellos, 2005), y se incluye en todas las materias orgánicas y residuos agroindustriales el concepto de biofumigante que se aplicaba sólo a los procesos de descomposición de las brásicas y a su efecto fungicida e insecticida (Segura, 2011).

No hay que olvidar de que la Biofumigación ya existía históricamente, surge en la huerta de Valencia, donde anualmente se incorporaba el estiércol que no se había gastado a la vez que se inundaba el campo, y en delta del Llobregat, donde cada año se inundaba el campo con el fin de hacer frente a posibles enfermedades del suelo y a las habituales acumulaciones de sales en superficie (Segura, 2011).

a. Biofumigación con brásicas

El uso de brásicas como fuente de materia orgánica para la Biofumigación es una opción ante el uso de excretas de animales que resulta más económico y no presenta dificultades para el manejo de la técnica. (Segura, 2011).

Las brásicas contienen unos compuestos llamados glucosinolatos que al ser hidrolizados la enzima mirosinasa activa los gases isotocianatos (Segura, 2011). Los glucosinolatos son inactivos contra microorganismos, pero su producto resultante son biocidas muy eficaces contra nemátodos, bacterias, hongos, insectos y la germinación de semillas (Segura, 2011).

Para que la efectividad de la biofumigación influyen varios factores, principalmente de las brásicas a usar en la incorporación (Segura, 2011), la actividad enzimática de la mirosinasa es la que se encarga de la hidrólisis de los glucosinolatos, de las pérdidas por volatilización, de la absorción de la arcilla, la pérdida por percolación y la degradación microbiana (Segura, 2011). Entre las especies con mayor producción de gases isotocianatos se encuentra el nabo forrajero, que da una gran biomasa radical y foliar haciendo efecto en el control de *Armillaria* y *Rosellini*. Dentro de la familia de las brassicaceas, no se recomienda variedades propias de la zona climática del cultivo. Una alternativa al uso de brásicas puede ser el uso de sorgo y yunca por su alto contenido de ácido cianhídrico (Segura, 2011).

La cantidad de biomasa a alcanzar con el cultivo de brásicas depende directamente del estado del suelo (presión de patógenos, antecedentes en la gestión integral del agro sistema). (Segura, 2011). Para alcanzar una determinada biomasa depende de la especie y variedad escogidas (Segura, 2011).

Es recomendable alternar el uso de rastrojo para incorporar para realizar la biofumigación con brásicas, y así conseguir diversificar los métodos de control de patógenos del suelo (Bellos, 2005).

C. Manejo técnico de la biofumigación

Picado y entierro: Al utilizar brásicas o cualquier otro rastrojo se recomienda realizar el picado. Este proceso es fundamental ya que mientras más fino se haga más rápido se dará la generación de gases iso-tocianatos (ITCs) y la degradación de la materia orgánica proveniente del cultivo (Segura, 2011). Lo recomendado es el uso de rotovator, ya que permite realizar el picado y a la vez homogenizar el suelo con el rastrojo. Con el fin de conseguir un picado más

fino, resulta recomendable hacer tres pasadas previo al proceso de colocación de mulch (Segura, 2011).

Se recomienda que las brásicas estén en su plena floración al momento de realizar el picado, ya que el contenido de glucosinolatos (precursores de los ITCs) en las plantas es máximo, sin que se presenten diferencias significativas de contenido entre la raíz y la parte aérea (Segura, 2011), la profundidad recomendada es de 25 a 30 cm (Tello, 2010), mientras que de otros proponen la máxima profundidad alcanzable por la maquinaria (Segura, 2011).

Sellado: al sellar el rastrojo ya incorporado permite mantener en el suelo las sustancias volátiles producidas durante el proceso de descomposición, ya que sin el sellado del suelo estas sustancias se pierden por volatilización (Segura, 2011). Al colocar el mulch permite la reducción del contenido de oxígeno haciendo un proceso hermético en el suelo (Segura, 2011).

Lo recomendado es dejar el suelo sellado por dos semanas previas a la siembra o trasplante, aunque se puede considerar necesario alargarla unos días si la presión de patógenos en el suelo es muy alta, o si la temperatura del suelo es demasiada baja y reduce el tiempo de degradación de la materia orgánica (Segura, 2011).

Existen dos tipos de métodos para mantener el suelo sellado: por inundación que se le agrega agua hasta su capacidad de campo o cubriendo el suelo, con plástico para que haya un proceso de solarización (Segura, 2011). Se recomienda que si se opta por el método de tapar con plástico, este debe ser en el periodo de verano, con plástico transparente, y dejarlo en un periodo de 45 días o más, a este proceso se le llama biosolarización (mezcla de biofumigación y solarización) (Segura, 2011).

Para el sellado mediante agua se puede utilizar cualquier tipo de riego, en base a las características del suelo: inundación, principalmente para suelos francos, arcillosos y limosos, donde también se puede utilizar el fertirriego, doblando el número de goteros por metro cuadrado; y por aspersion, recomendado en suelos arenosos y de poca profundos (menor a

30 cm.), donde la utilización de plástico puede resultar innecesario, se recomienda mantener el nivel de humedad cuando se usa este método (Segura, 2011).

Con el fin de facilitar el sellado y asegurar la efectividad de la biofumigación, se recomienda hacer una pasada de rodillo o del rotovator previa al riego. Una vez pasadas las dos semanas correspondientes a las dos primeras etapas del proceso de biofumigación, el suelo ya estará en condiciones de ser cultivado de nuevo, previa pasada de cultivador (Segura, 2011).

D. Efectos sobre los cultivos, el suelo y la disponibilidad de nutrientes de la biofumigación

Se ha reportado que en variedades de tomate donde se realizó la biofumigación previa al trasplante presenta un incremento en la altura de la planta y de una mayor biomasa en el fruto. En producción de zanahoria en Andalucía, se dio un incremento en la producción al incorporar nabo forrajero con la mezcla de excretas de oveja, superando los resultados que biodesinfectantes sintéticos. (Segura, 2011). El vigor de las plantas del cultivo posterior y su producción comercial son iguales a los resultados obtenidos en suelos con cultivos tratados con fumigantes sintéticos (Tello, 2010).

El objetivo principal de la Biofumigación es el control de patógenos del suelo, los efectos que induce en el suelo y en la disponibilidad de nutrientes por el cultivo posterior se debe de tomar en cuenta para realizar un plan de manejo y fertilización; hay que tomar en cuenta dentro de los programas de fertilización el efecto de la biofumigación y las características del suelo (Segura, 2011).

2.2.1.7 *Trichoderma harzianum*

El *Trichoderma harzianum* es un hongo que produce un mayor vigor a las plantas tratadas con éste a la vez que le proporciona al cultivo una protección frente a patógenos del suelo (Galeano, Mendez, & Urbaneja, 2002). Es un hongo que también es usado como fungicida (Rifai, 1969). Se utiliza en aplicaciones foliares, tratamiento de semillas y suelo para el control de diversas enfermedades producidas por hongos. Algunos productos comerciales fabricados con este hongo han sido efectivos en el control de *Botrytis*, *Fusarium* y *Penicillium* sp (Pertot, Alaboubette, Hinarejos, & Franca, 2015).

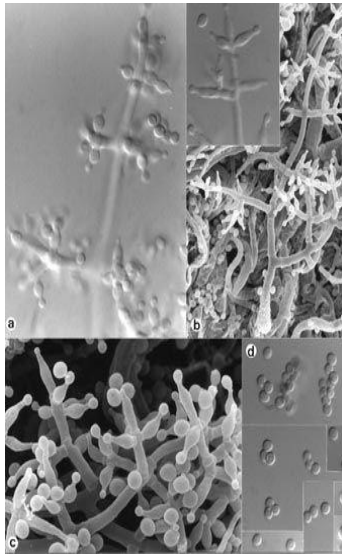
El control biológico de patógenos para enfermedades transmitidas por el suelo no sólo es beneficioso en la reducción del uso de pesticidas dañinos, también puede ayudar en la reducción de los iones contaminantes al ambiente. El *Trichoderma* tiene una gran potencia como agente de biocontrol contra las enfermedades de las plantas (Ommati & Zakker, 2012). Entre los resultados de la investigación de Ommati se puede ver que el *T. harzianum*, puede tener variación en su comportamiento dependiendo del ecosistema donde se encuentre inoculado. Donde hubo mayor control del marchitamiento de la papa (*Fusarium solani*), fueron en las macetas inoculadas bajo invernadero, esto se da a que el invernadero da las condiciones homogéneas para un buen desarrollo del hongo, y no tiene mayor competencia por el alimento el *Trichoderma*.

A. Fisiología de *Trichoderma harzianum*

Se puede encontrar en distintos materiales orgánicos y en el suelo, tiene la capacidad de adaptarse a condiciones ambientales lo que hace más fácil su obtención y tiene una gran distribución. (Rifai, 1969). Algunas cepas del *T. harzianum* prefieren regiones secas y templadas, otras regiones frías (Rifai, 1969). Producen toxinas y antibióticos, el efecto sobre hongos comestibles depende directamente del biotipo, ya que si unos son inofensivos para estos otras cepas son muy dañinas por lo que su relación antagónica con los hongos cultivados todavía no está completamente conocida y varía entre especies y cepas (UNAL, 2012).

El *T. harzianum* en su estadio temprano el color de su micelio es blanco, al pasar por su fase de esporulación desarrolla un color verde oscuro (Rifai, 1969), crecen y maduran rápidamente a los cinco días de incubación en medio de cultivo agar de dextrosa y papa (PDA) a 25°C. Las especies de este género se desarrollan bien en un pH de 4.5 a 5 (Rifai, 1969). Su ciclo de vida inicia y empieza a ramificarse como una hifa midiendo de 5 a 10 micras (μ) de diámetro. La esporulación asexual ocurre cuando las esporas de 3 a 5 micras (μ) de diámetro son liberadas en un gran número, formando clamidosporas intercaladas, de forma individual, se puede dar el fenómeno que dos o más clamidosporas se fusionan. Cabe mencionar que dentro del género *T. harzianum* (Rifai, 1969), se diferenciaron cuatro biotipos (Th1, Th2, Th3 y Th4), que afectan al cultivo de hongos comestibles. Th2 Y Th4 son los biotipos más incidentes y altamente virulentos en las plantas de hongos comestibles, y los biotipos Th1 y Th3 pueden infestar la composta del hongo pero raras veces causan pérdidas (Bissett, 1984).

El tamaño de los conidióforos es de $62,5^{69} \times 3^{4,7}$ micrómetros (μm). Presentan un característico color verde oscuro, sus ramificaciones son perpendiculares, formando ramificaciones laterales en grupos de dos a tres dentro de un ángulo amplio. El sistema de ramificación tiene una apariencia piramidal. Las fiálides son largas y delgadas, individualmente a todo el largo del eje, no son simétricas y tienen un tamaño de $6,3-15,6 \times 2,7-3,4$ μm micrómetros, con verticilos terminales de hasta 4 conidios de un tamaño aproximado de $3,8-4 \times 3,1-3,7$ μm , con forma citriforme y subglobosos (Bissett, 1984). Sus Clamidosporas son intercalares y formadas por el micelio hundido, subglobosas, de pared dentada, color verde suave y un tamaño de 12,5-10 μm . micrometros (Bissett, 1984) (figura 18).



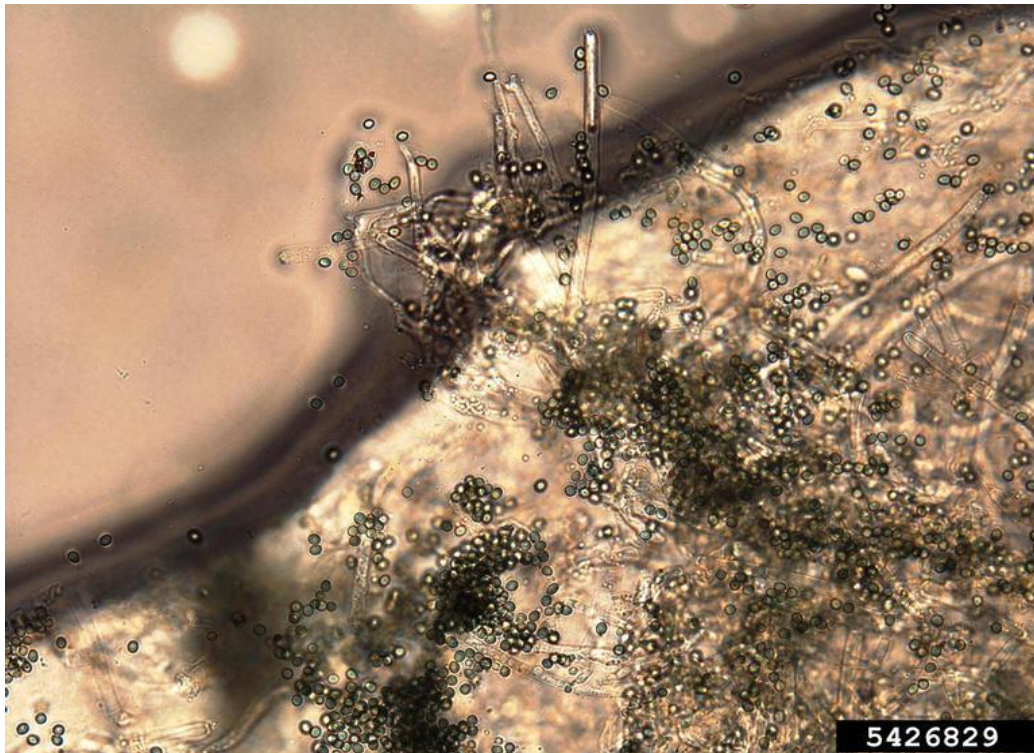
Fuente: Rifai, 1969.

Figura 18. Fotografía de *T. harzianum* (Rifai); a, b. conidióforos de forma piramidal; c, d. fiálides y conidios.

B. Modo de acción del *Trichoderma harzianum*

El modo de acción del hongo *T. harzianum* es de antibiosis produciendo exudados que mantienen activadas las defensas de las plantas (alexinas) que degrada la pared celular de hongos fitopatógenos a través de proteasas y lipasas, el hongo actúa de modo mico parasítico esto quiere decir que se alimenta de otros hongos fitopatógenos (Pertot, Alaboubette, Hinarejos, & Franca, 2015).

Es un hongo antagonista ya que se opone al desarrollo de otro agente por espacio, cabe agregar que es bio-estimulante al crecimiento radicular de la planta, podemos decir que el *Trichoderma harzianum* es un pequeño guardián activo las 24 horas en el campo que protege y estimula el desarrollo ayudando en la absorción de nutrientes para un mejor rendimiento en la producción del cultivo (Harman, 2000), (figura 19).



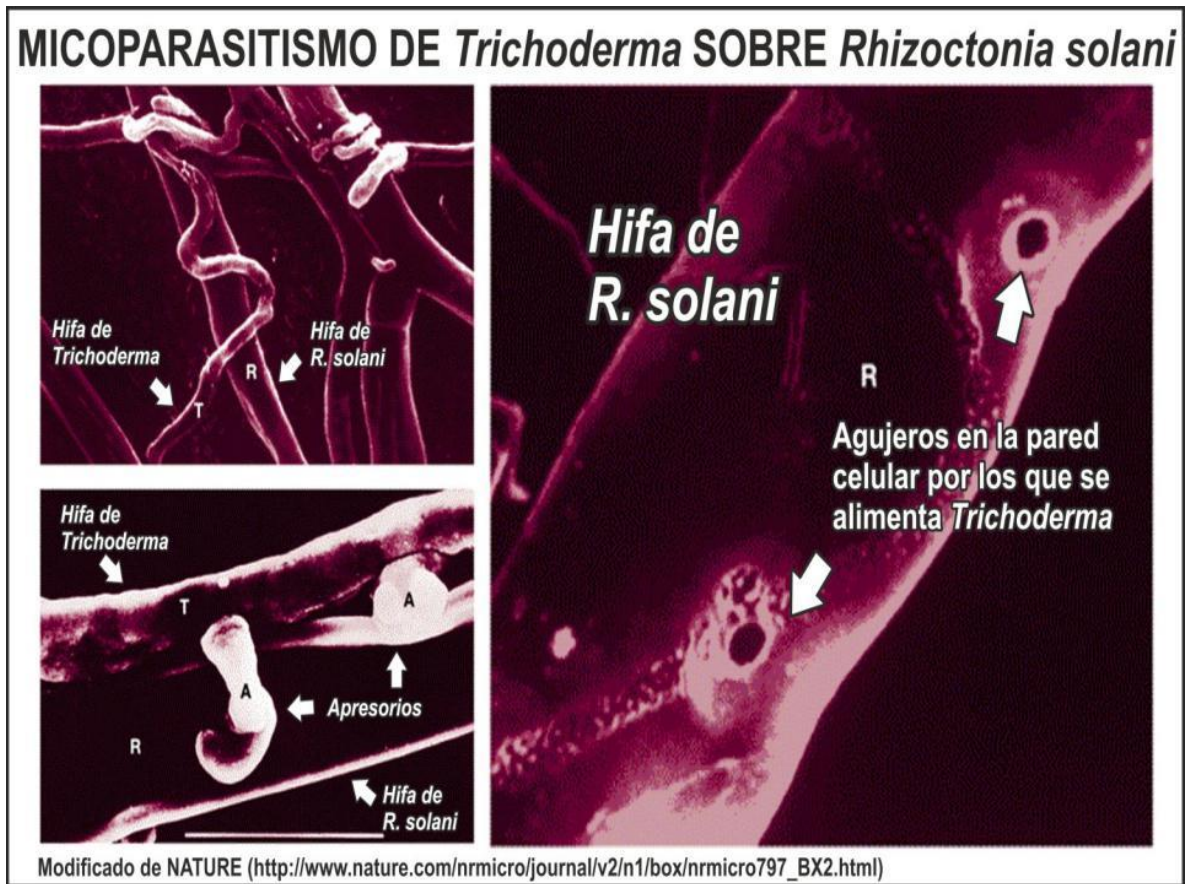
Fuente: Nature, 2000.

Figura 19 Conidio de *Trichoderma harzianum*

C. Género de hongos que controla (Harman, 2000)

En la siguiente fotografía se muestra como actúa el *Trichoderma harzianum*, atacando las hifas de *R. solani*, (véase figura 20).

- ✓ *Botrytis sp*
- ✓ *Rosellinia sp*
- ✓ *Fusarium sp*
- ✓ *Penicillium sp*
- ✓ *Phytophthora sp*
- ✓ *Pythium sp*
- ✓ *Rhizoctonia sp*



Fuente: Nature, 2000.

Figura 20. Fotografía de *T. harzianum* atacando a *Rhizoctonia solani*

2.2.1.8 Ácido húmico

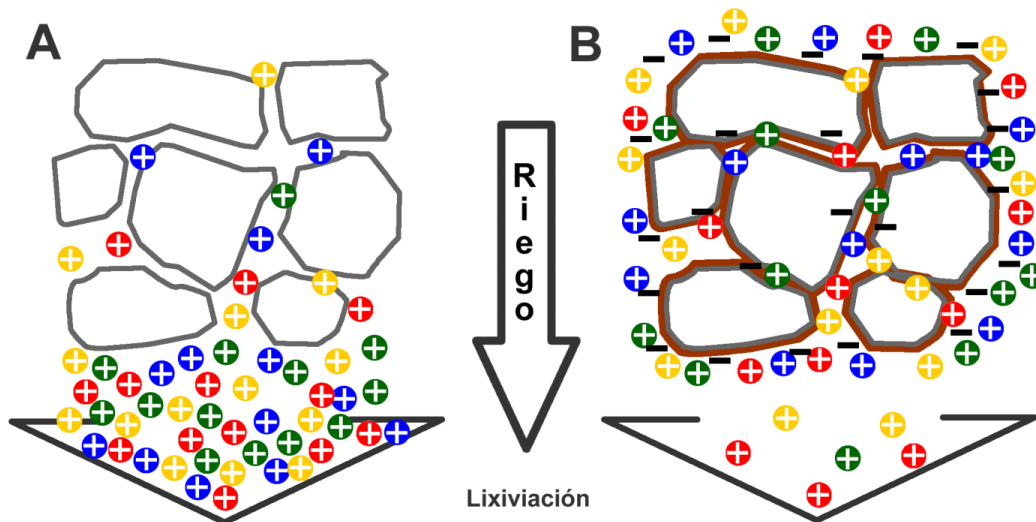
Los ácidos húmicos actúan directamente sobre la nutrición de la planta, estos liberan nutrientes fijándolos al suelo y estabilizan el pH, haciendo una pared permeable y una mayor aireación, haciendo que las raíces tengan una mejor captación de Dioxido de carbono (CO₂) para su correcta respiración (Payeras, Ácidos húmicos y acidos fúlvicos, 2015).

Produce agregados con otras partículas inorgánicas, evitando el encharcamiento del suelo aumentando la capacidad de retención de agua (por adherencia) y la capacidad de cambio del suelo (Payeras, Ácidos húmicos y acidos fúlvicos, 2015).

Al estar presentes en el suelo evita la pérdida y degradación del fósforo y el potasio formando ácidos humatos y humofosfatos, mejorando la disposición de elementos en el suelo mejorando el estado nutricional de la planta (Payeras, Ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, 2015).

A. Capacidad de cambio catiónico

Al agregar ácidos húmicos aumenta la CIC (Capacidad de Intercambio Cationico) en dos formas. Una manera directa, ya que al poseer una CIC mayor al que tienen las arcillas. También tiene una manera indirecta, debido a la capacidad de formar agregados, expone una mayor superficie al intercambio de iones con el suelo, evitando que estos se pierdan de manera lixiviada con el agua de riego. (Payeras, Ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, 2015), (figura 21).



A. Solo Akadama

B. Akadama más ácidos húmicos

Fuente: Payeras, 2015.

Figura 21. Esquema de capacidad de intercambio catiónico en el suelo

El uso de ácidos húmicos, permite una mayor disponibilidad de nutrientes para la planta, evitando que éstos sean lavados por acción del riego.

B. Formación de agregados

- A. Granos de Akadama con pequeñas partículas adheridas
- B. Resultado del riego, las partículas se ven arrastradas hasta la base de la maceta, obturando los poros, con la consiguiente asfixia radicular
- C. Akadama y ácidos húmicos. Éstos forman agregados facilitando el drenaje y la circulación de aire entre los granos de Akadama (Payeras, Ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, 2015), (figura 22).



Fuente: Payeras, 2015.

Figura 22. Esquema de formación de agregados

Los ácidos húmicos flocculan (La floculación es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.) el complejo arcillo-húmico, haciéndolo más esponjoso e incrementando la aireación y el drenaje (Payeras, Ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, 2015). Tiene un efecto desbloqueando en los suelos con ph elevado, regulándolo a un ph medio y aumenta la disponibilidad de los macro y micro minerales (Payeras, Ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, 2015), (figura 23).



Fuente: Payeras, 2015.

Figura 23. Fotografía de ácidos húmicos granulados

2.2.1.9 Malla capilla orgánica

La Malla Capilla orgánica tiene una estructura liviana con las siguientes características:

- Arcos de tubo cuadrado galvanizado
- Bases de concreto ensamblable
- Techo con plástico U.V de 6 mils.
- Cerramientos laterales con malla anti-insectos de 50 mesh
- Perfil omegas que garantizan un buen agarre del plástico y la malla sin dañarlos
- La estructura es desmontable (Vista Volcanes, 2011), (figura 24).



Fuente: Vista volcanes, 2015.

Figura 24. Fotografía de malla capilla orgánica

2.2.1.10 Presupuesto parcial

En un negocio agrícola, se utiliza un presupuesto parcial que es un formato para la planificación y toma de decisiones que se utiliza para comparar los costos y beneficios de las alternativas que enfrenta (Harper, 2016). Este se enfoca únicamente en los cambios de los ingresos y gastos que se derivan de la implementación de una alternativa específica. Esto se puede entender que el presupuesto parcial permite entender de manera más fácil como una decisión afectará a la rentabilidad de su negocio agrícola o su finca (Harper, 2016).

A. Cuándo y cómo usar presupuestos parciales

El presupuesto parcial es la evaluación de cómo afecta en la ganancia agrícola que es resultado de un cambio de alguna metodología propuesta (Harper, 2016). Entre las decisiones agrícolas que pueden ser analizadas se encuentran:

- La adopción de una nueva tecnología de producción
- Cambiar o añadir empresas
- La contratación de trabajos por encargo
- El alquiler en lugar de comprar maquinaria
- La modificación de las prácticas de producción
- Realizar mejoras de capital

Cuatro preguntas básicas deben ser contestadas durante la preparación de un presupuesto parcial:

1. ¿Cuáles son los costos nuevos o adicionales que se incurrirán?
2. ¿Cuánto ingreso actual se perderá o se reducirá?
3. ¿Cuáles son los ingresos nuevos o adicionales que se recibirán?
4. ¿Cuáles son los costos actuales que serán reducidos o eliminados?

Para una alternativa de cultivo, un presupuesto parcial debe llevarse a cabo en base de un esquema de la superficie afectada (Harper, 2016). El marco presupuesto parcial es lo suficientemente flexible como para permitir este tipo de modificaciones.

B. Garantizar un presupuesto parcial exacto

El análisis de presupuesto parcial es dependiente de la calidad de la información obtenida para el análisis. Es fundamental tener un buen sistema de producción, un manejo y control adecuado de registros financieros y presupuestos empresariales (Harper, 2016). Entre las maneras adecuadas que se está usando las figuras realistas y precisas para los cambios en los costos en ingresos en el análisis se de tomar en cuenta las siguientes:

- Revise sus gastos reales de años anteriores
- Llevar a cabo investigaciones en la Internet para comparar costos y estimar los rendimientos potenciales
- Obtener información sobre costos de varios proveedores
- Investigar los precios de posibles mercados
- Hable con los productores que tienen experiencia con la alternativa que está considerando
- Comuníquese con su oficina local de extensión

Es importante identificar los números que pueden ser considerados como “indicadores duros”. Los indicadores duros son los elementos que tienen valores de costo o de ingreso que se pueden considerar con certeza (Harper, 2016). Los indicadores blandos son los que no se tienen una certeza. Cuando se da esta situación, se debe incorporar los cálculos con seguridad en el análisis de presupuesto parcial y luego ajustar para ver cuánto se necesita cambiar el presupuesto antes de que se tome como opción adoptar la nueva alternativa (Harper, 2016).

2.2.2 Marco referencial

2.2.2.1 Municipio de Chimaltenango, Chimaltenango

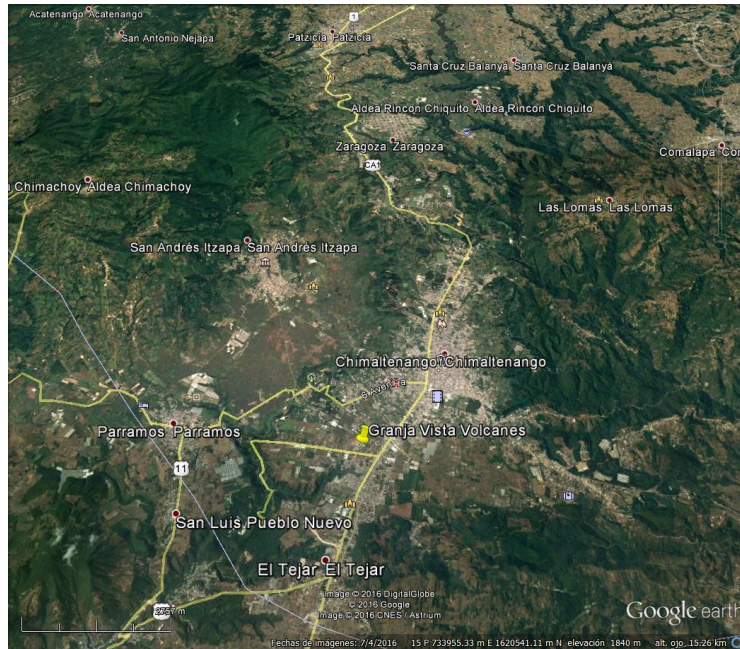
A. Ubicación geográfica

El municipio de Chimaltenango está a 54 kilómetros de la ciudad capital atravesando la carretera Interamericana CA-1, su extensión territorial tiene un área de 212 km² con una población de 92,274 habitantes además del idioma español se habla el kaqchiquel (Cultura Petenera y Mas, 2011). Se encuentra a una altitud de 1,800.17 metros sobre el nivel del mar, su latitud Norte 14° 39'38" y Longitud Oeste 90° 49'10". Colinda, con los municipios al Norte San Martín Jilotepeque, al Sur San Andrés Itzapa y Parramos, al Este San Juan Sacatepèquez, y al Oeste San Juan Comalapa y Zaragoza (Ordoñez Gomez, 2008), (figuras 25 y 26).



Fuente: IGN, 2016.

Figura 25. Mapa del departamento de Chimaltenango



.Fuente: Google Earth, 2016.

Figura 26. Mapa del municipio de Chimaltenango

La sede de operaciones de la empresa en referencia es km. 51.8 400 metros al Sur parcela 142, La Alameda, Chimaltenango, Guatemala C.A, siendo las coordenadas de su localización $14^{\circ}38'43''$ N $90^{\circ}38'5.35$ O.

La granja colinda al norte con la cabecera departamental de Chimaltenango, al Sur con el municipio de San Andres Itzapa, ICTA Chimaltenango y al Oeste con Finca el Manantial (figura 27).



Fuente: Google earth, 2015.

Figura 27. Fotografía aérea de granja Vista Volcanes

B. Zona de vida y clasificación climática

Chimaltenango la cabecera municipal está clasificada como Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), que abarca la mayor parte del área en elevación medias y bajas con especies indicadoras tales como: *Pinus montezumae lambert* y *Quercus sp.* El Bosque muy Húmedo *Alnus arguta (Schlecht)*, *Chiranthodendron pentadactylon Larreategui*, *Urtica sp.* y *Oreopanax xalapensis*.

En general en el Departamento de Chimaltenango existen cinco zonas de vida vegetal, según la clasificación propuesta por Holdridge en el año de 1978 y estas son: 15 bs-S Bosque Seco Subtropical bh-S(t) Bosque Húmedo Subtropical Templado bmh-Sc Bosque Muy Húmedo Subtropical cálido, bh-MB Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, bmh-MB Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical Su clima es templado que oscila entre los 12° C y 24° C pero frío en los meses de diciembre, enero y febrero, además sopla aire muy fuerte (Cultura Petenera y Mas, 2011).

Se marcan las dos estaciones en el año siendo estas: invierno de junio a Octubre y verano de Noviembre a Mayo. La temperatura media es de 18.8°C la máxima de 24.8°C y la mínima de 12.6°C. Su precipitación pluvial es de 1587.7 mm (Ordoñez Gomez, 2008).

C. Suelo

El Departamento de Chimaltenango está ubicado dentro de la zona geológica denominada tierra volcánica, por lo que sus suelos tienen como característica la presencia de materiales volcánicos. Las características que se encuentran pertenecen a la serie Tecpán, Cauqué área fragosa, Poaquil, Zacualpa y Quiriguá (Cultura Petenera y Mas, 2011).

El municipio de Chimaltenango está comprendido dentro de la provincia fisiográfica denominada Tierras Altas Volcánicas; y el relieve local está representado por áreas escarpadas, barrancos profundos con paredes casi verticales y montañas muy quebradas (Ordoñez Gomez, 2008). Predominan el basalto y las riodocitas, desarrolladas sobre el basamento cristalino sedimentario que se encuentra hacia la parte norte. La formación volcánica de esta región fue seguida por fallas causadas por tensión local, la cual quebró y movió el material de la superficie (Ordoñez Gomez, 2008).

D. Información general de la empresa

La empresa vista volcanes tiene la especialidad de generar paquetes tecnológicos, macro túneles, casa mallas e invernaderos a escala comercial, para la producción de tomate, chile pimiento, ejote arveja y otros cultivos de exportación; realiza Investigación y desarrollo de nuevas tecnologías mejorando las técnicas convencionales de agricultura para darle un enfoque orgánico, (Vista Volcanes, 2011).

a. Misión

Desarrollar un modelo de agricultura convencional orgánica de producción hortícolas bajo condiciones protegidas de baja inversión, alta rentabilidad y amigable con el ambiente (Vista Volcanes, 2011).

b. Visión

Sera en el 2,020 la empresa líder de centro américa en la generación de paquetes tecnológicos apropiados fáciles de aplicar de bajo costo y alta producción para proyectos hortícolas. (Vista Volcanes, 2011).

c. Antecedentes históricos

La empresa inicio el trabajo de investigación, capacitación y generación de tecnología de cultivos protegidos en micro túneles en el año 2,001, los primeros clientes se enfocaron en la región central de país. Este sistema de trabajo dio origen a la generación de los macro túneles en el año 2,004, como necesidad de las problemáticas de los insectos transmisores de virus como la mosca blanca (*Bemisia tabacci*) y *Afido (Toxoptera sp.)* el efecto multiplicador de sistema de producción de tomate, chile pimiento, bajo cobertura, propicio la expansión de las acciones de la empresa, lo que hoy en día, tiene cobertura a nivel nacional, lo anterior permitió la regionalización del área de cobertura de los técnicos que promueven la tecnología y que asisten a los clientes de la empresa (Vista Volcanes, 2011),

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Identificar y evaluar el uso de sustratos con suelo virgen como una alternativa acelerada de transición de agricultura convencional hacia una agricultura con enfoque orgánico, para los pequeños y grandes productores de ejote francés del país.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Evaluar 4 sustratos orgánicos en el primer corte de cosecha para producción de ejote francés variedad Serengeti, bajo malla capilla orgánica en la Empresa Vista Volcanes, S.A, en la Alameda, Chimaltenango.
2. Establecer si *Trichoderma harzianum* presenta resistencia ante el efecto de los ácidos húmicos granulados aplicados en cada uno de los tratamientos.
3. Determinar la rentabilidad de los sustratos orgánicos utilizados para producción de ejote francés en el primer corte de cosecha, utilizando un análisis de presupuestos parciales.

2.4 Hipótesis

El tratamiento con *Trichoderma harzianum* en dosis de 2.14 kg/ha (1.5 kg/mz) más ácidos húmicos tendrá un mayor rendimiento de vainas de ejote francés para exportación y tendrá mayor rentabilidad.

2.5 Metodología

La presente investigación se realizó con el objetivo de buscar una alternativa a la práctica de dejar un suelo sin trabajar por tres años, ya que este periodo de transición que es requerido para declarar un suelo libre de pesticidas, y apto para desarrollar agricultura orgánica.

2.5.1 Programa de manejo

El fin de realizar esta investigación es generar una alternativa hacia la práctica de dejar un suelo sin trabajar por tres años, ya que este es un periodo de transición en el cual es requisito para dar certeza que es un suelo libre de pesticidas, y el cual podrá ser apto para ejecutar producción con agricultura orgánica de manera certificada (MAYACERT, 2015); En base a esta necesidad se genera la idea de realizar las “Salchichas Orgánicas”, la cual consiste en realizar cilindros con un sustrato dentro usando como base la biofumigación con brásicas con suelo virgen de bosque más ácidos húmicos granulados y el hongo benéfico *Trichoderma harzianum*.

- ✓ **Preparación del área de siembra** El lugar donde se realizó la investigación fue en un invernadero tipo Malla Capilla orgánica, la cual tiene un área de 150 m², en la cual se colocó mulch en los tablonces para que las salchichas orgánicas no toquen directamente el suelo (figuras 28 y 29).



Figura 28. Fotografía de preparación de tablones



Figura 29. Fotografía de colocación de cobertura de plástico

- ✓ **Preparación del sustrato:** Se seleccionó un área libre de labores agrícolas dentro de la Empresa Vista Volcanes, donde se realizó el proceso de biofumigación con suelo virgen libre de pesticidas agrícolas incorporando rastrojo de brócoli (10 lb. / metro cuadrado) y 2 quintales por cada 10 metros lineales (figuras 30 y 31).



Figura 30. Fotografía de preparación de sustrato orgánico



Figura 31. Fotografía de sustrato orgánico utilizado en la elaboración de las salchichas orgánicas

- ✓ **Preparación de salchichas orgánicas:** Las salchichas se realizaron con mulch, agregándole 220 l. de sustrato para cada salchicha con un largo de 15 metros lineales,

se le colocó una cinta de goteo para realizar un riego eficiente y localizado, al estar la manguera ya colocada se procederá a cerrarla (figura 32).



Figura 32. Fotografía de preparación de salchichas orgánicas

- ✓ **Aplicación de tratamientos:** Antes de Cerrar las salchichas orgánicas con grapas, se incorporaron las dosis de *Trichoderma harzianum*, en las 6 repeticiones por cada tratamiento en dosis de 0.71 kg/ha (0.5 kg/mz), 1.42 kg/ha (1 kg/mz) y 2.14 kg/ha (1.5 kg/mz) más los ácidos húmicos que la dosis comercial es de 35.71 kg/ha (25 kg/mz). Se dejó un testigo absoluto al cual solo se le realizó la biofumigación (figura 33).



Figura 33. Fotografía de salchicha ya cerrada

- ✓ **Siembra:** La variedad de ejote francés que se utilizó en el presente trabajo de investigación fue la variedad Serengetti. La siembra se realizó a hilera simple, dejando un distanciamiento de 10 cm entre cada semilla (figura 34).



Figura 34. Fotografía de siembra de ejote variedad Serengetti

- ✓ **Colocación de trampas para hongos:** Se colocaron 8 trampas en total, una por cada salchicha antagonista *Trichoderma harzianum*, tubo resistencia ante el efecto de los ácidos húmicos. . Las trampas consisten en un tubo plástico de falcon de 50 ml, el cual

contenía 15 gr de arroz inerte, la boca del tubo fue tapados con un pedazo de Agryl. El arroz sirve como sustrato para el crecimiento *T. harzianum*, si hay crecimiento es un indicativo de que el hongo está vivo. El tubo fue enterradas en el sustrato de las salchichas orgánicas, con el objetivo final de capturar y monitorear la presencia de *T. harzianum* (figura 35).



Figura 35. Trampa para monitorear la presencia de *T. harzianum*

- ✓ **Prácticas culturales:** Tutorado, limpieza de malezas tanto en las calles como en las salchichas para mantener la inocuidad de la capilla.

- ✓ **Fertilización:** Con el objetivo de cumplir con los requerimientos nutricionales del cultivo de ejote francés, además de los ácidos húmicos, se utilizaron productos orgánicos aplicados al pie de la planta. Los fertilizantes utilizados son a base de fuentes orgánicas; como fuente de nitrógeno se usó el estiércol en el proceso de biofumigación (cuadros 10 y 11).

Cuadro 10. Composición de fertilizantes orgánicos utilizados para manejo del experimento

Calcio (CaO)	Magnesio (MgO)	Cinc (ZnO)	Boro (B ₂ O ₃)	Materias Inherentes
20.7%	12.6%	1.8%	0.54%	64.36%

Fuente: Vista Volcanes, 2015.

Cuadro 11. Composición de fertilizantes orgánicos utilizados para manejo del experimento

Fosforo (P ₂ O ₅)	Calcio (CaO)	Magnesio (MgO)	Azufre (SO ₄)	Materias Inherentes
14.25%	24.7%	9.5%	9.5%	42.05%

Fuente: Vista Volcanes, 2015.

Se realizaron tres aplicaciones de ambos fertilizantes, distribuidas en los 90 días del ciclo del cultivo del ejote.

- ✓ **Control fitosanitario:** Para mantener la plantación con un buen estado fitosanitario se realizaron monitorios constantes dentro de la capilla malla y además se realizaron aplicaciones foliares de fungicidas preventivos orgánicos (figura 20), con una frecuencia de dos veces por semana. Todos los fungicidas orgánicos que se utilizaron tenían su certificación OMRI (cuadro 12).



Figura 36. Fotografía demostrando el manejo fitosanitario del experimento

Cuadro 12. Productos utilizados para manejo fitosanitario del experimento

Producto	Cantidad Utilizada	Copas de 25 cc/ bomba motor de 25 litros	Área de aplicación
<i>Bascillus subtilis</i>	1 lt.	5 copas	foliar y al suelo
<i>Bascillus turingiensis</i>	1 lt	5 copas	foliar y al suelo
Caldo de Bordelés	1 kg	5 copas	foliar
Aceite Coadyuvante	1 lt	5 copas	foliar
Insecticida Biológico a base de <i>spinosad</i>	1 lt	5 copas	al pie de la planta
Insecticida extracto de <i>Reynoutria sachalinensis</i>	1 lt	5 copas	foliar y al suelo
Fungicida biológico Fermentos de <i>lactobacillus</i> y enzimas de <i>Trichoderma</i>	1 lt	5 copas	foliar
Bactericida a base de Sulfato de cobre pentahidratado	1 lt	3 copas	foliar y al suelo

Fuente: Vista Volcanes, 2015.

- ✓ **Monitoreo constante del estado de la capilla malla:** Cada día se monitoreo las condiciones de la capilla malla, observando que la malla que estuviera en buen estado para evitar la entrada de insectos y otros patógenos externos.
- ✓ **Cosecha:** Dos meses después de la siembra y con las vainas de ejote en estado óptimo para la cosecha, se procedió a hacer el corte, esta labor fue realizada por personal de campo de la cooperativa 4 pinos. Las personas que realizaron el corte tienen experiencia en realizar esta actividad, dichas personas también dieron el manejo post- cosecha, clasificación de las vainas para exportación. En la empresa Cuatro pinos también se realizó un análisis de residualidad de plaguicidas y posteriormente realizaron la venta de las vainas de ejote francés como producto de exportación (cuadro 37 y 38).



Figura 37. Fotografía de cosechadoras de 4 pinos realizando la cosecha de ejote francés



Figura 38. Fotografía demostrando la toma de datos de campo del experimento

2.5.2 Unidad experimental

Las unidades experimentales fueron parcelas de 4.5 metros con 45 plantas de ejote para cada unidad experimental. La investigación tuvo un área experimental de 150 m² en su totalidad.

Cuadro 13. Esquema de la distribución espacial de las unidades experimentales



La fase de campo se realizó en el modelo de invernadero malla capilla orgánica, la cual tiene un área de 150 metros cuadrados, cada salchicha tiene un largo de 13.5 metros esta se dividirán en 3 segmentos de 4.5 metros, cada segmento será una unidad experimental haciendo un total de 24 unidades experimentales haciendo por tratamiento (cuadro 13).

2.5.3 Variedad utilizada

Se utilizó la variedad Serengetti, el cual es la de mayor aceptación en el comercio de exportación de ejote. Es un frijol verde fino. Se adapta muy bien al mercado de tamiz fino.

Es una planta con hábito vertical. Las vainas son largas, rectas y suaves. Es de excelencia para el tamiz fino. La cosecha se realiza aproximadamente a los 56 días después de la siembra. Las vainas miden más o menos de 12 a 14 cm, con un color verde oscuro uniforme y brillante. Tiene resistencia a antracnosis y el mosaico común del frijol (Vasquez, 2012).

2.5.4 Descripción de los tratamientos

La investigación tuvo cuatro tratamientos y 6 repeticiones. Se evaluó el efecto de 4 sustratos orgánicos para la producción de ejote francés variedad Serengetti, cada sustrato cuenta con rastrojo de brócoli, vacasa y suelo virgen obtenido en un bosque cercano a la granja, se le agregó el hongo antagonista en dosis de 0.71 kg/ha (0.5 kg/mz), 1.42 kg/ha (1 kg/mz) y 2.14 kg/ha (1.5 kg/mz) más ácidos húmicos un día antes de la siembra del ejote;

La dosis comercial de los ácidos húmicos es de 25 kg/mz. Se deja un testigo absoluto del sustrato solo con biofumigación (cuadro 14).

Cuadro 14. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Biofumigación	<i>Trichoderma harzianum</i>	Ácidos húmicos granulados
Tratamiento 1	4.54 kg. De brócoli (10 libras) más 9.09 libras de gallinaza (20 libras) / m ²	0 kg/ha (Dosis Comercial: 0 kg/mz)	0 kg/ha (Dosis Comercial: 0 kg/mz)
Tratamiento 2	4.54 kg. De brócoli (10 libras) más 9.09 libras de gallinaza (20 libras) / m ²	0.7 kg/ha (Dosis Comercial: 0.5 kg/mz)	35.71 kg/ha (Dosis Comercial: 25 kg/mz)
Tratamiento 3	4.54 kg. De brócoli (10 libras) más 9.09 libras de gallinaza (20 libras) / m ²	1.4 kg/ha (Dosis Comercial: 1.0 kg/mz)	35.71 kg/ha (Dosis Comercial: 25 kg/mz)
Tratamiento 4	4.54 kg. De brócoli (10 libras) más 9.09 libras de gallinaza (20 libras) / m ²	2.1 kg/ha (Dosis Comercial: 1.5 kg/mz)	35.71 kg/ha (Dosis Comercial: 25 kg/mz)

2.5.5 Momento de aplicación

La aplicación de *Trichoderma harzianum* y los ácidos húmicos fue día antes de la siembra del ejote, siendo una sola vez durante todo el ciclo del cultivo, en la figura 39 se observa como esta inoculado el arroz con *T. harzianum*.



Figura 39. Fotografía de arroz inoculado con *Trichoderma harzianum*

2.5.6 Aleatorización

La distribución espacial de las unidades experimentales con sus respectivos tratamientos fue completamente al azar debido a que la evaluación se llevó a cabo en condiciones homogéneas. Se eliminó cualquier sesgo que pudo haber en la evaluación al ser realizada en un invernadero tipo capilla malla orgánica con superficie plana y en condiciones homogéneas y controladas.

2.5.7 Diseño experimental

El diseño experimental más apropiado para la investigación es un diseño completamente al azar (DCA), en el modelo de invernadero Malla Capilla Orgánica Inocua el terreno no presentan variación significativa que pudiera alterar los resultados o presentar variación en la investigación, Cada tratamiento cuenta con 6 representando 18 unidades experimentales (segmentos de salchichas orgánicas), que constan de 4.5 metros de 45 plantas de ejote cada una estas serán la unidad de muestreo.

1.1 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento i (dosis de trichoderma).

ε_{ij} = Error aleatorio, donde $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

2.5.8 Variables de respuesta

2.5.8.1 Resistencia del *Trichoderma harzianum* ante el efecto de los ácidos húmicos

La resistencia del hongo benéfico *Trichoderma harzianum* ante el efecto de los ácidos húmicos fue monitoreado mediante el uso de trampas para hongos que consisten en tubos de falcon de 50 ml conteniendo 10 gramos de arroz inertes, en la boca de los tubos se le colocó una tela flotante (tela tipo gaza) estos tubos se enterraron en el suelo para que estos sirvan de sustrato para atrapar el hongo *T. harzianum* presente en el suelo. Posteriormente se realizó el análisis de las trampas en el laboratorio de producción de productos biológicos de la empresa Vista Volcanes, S.A., La variable de respuesta será si existe o no existe crecimiento del hongo *Trichoderma harzianum* sobre los granos de arroz, el cual se observa como un crecimiento micelial de color azul y al observarlo con microscopio se observa el micelio y conidias de color azul.

2.5.8.2 Rendimiento

Rendimiento del ejote francés, fue medido al final del ciclo del cultivo en base a los rendimientos por cada sustrato a evaluar, expresado en kilogramos/metro² de cada sustrato.

2.5.8.3 Análisis de costos

Para darle un respaldo al experimento, se llevó a cabo un análisis de presupuestos parciales para los sustratos evaluados. Tomando en cuenta el precio de los insumos que son los costos parciales y mano de obra que son los costos fijos (Reyes, 2001).

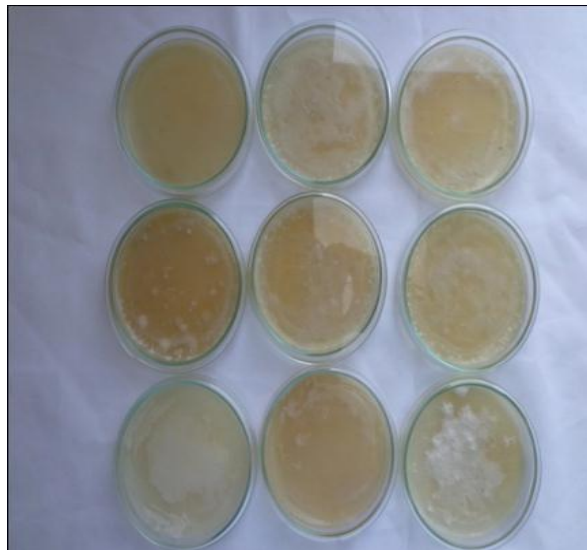
2.6 Resultados y discusión

2.6.1 Resistencia del *Trichoderma harzianum*

Según los resultados del análisis de las trampas realizado en el laboratorio de productos biológicos de la empresa Vista Volcanes, de la parcela experimental (figura 40), el hongo benéfico *Trichoderma harzianum* presenta resistencia ante el efecto de los ácidos húmicos, ya que por medio de la prueba visual al extraer el arroz de la trampa mostró una coloración verde característico de *Trichoderma harzianum*, posteriormente se realizó el montaje en un medio de cultivo (figuras 41 y 42).

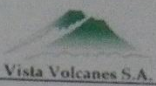


Figura 40. Fotografía del experimento dentro de la capilla malla



Fuente: Vista Volcanes, 2015.

Figura 41. Fotografía de siembra de *T. harzianum* en medios de PDA para verificación de las trampas


Vista Volcanes S.A.

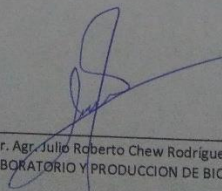
INFORME DE ANALISIS DE RESULTADOS

MUESTRA	Trampa con sustrato de arroz inerte
PROCEDENCIA	La Alameda, Chimaltenango
FECHA DE INGRESO	26/10/15
FECHA DE EMISION	14/11/15
EMPRESA	Vista Volcanes, S.A
ANALISIS SOLICITADO	Fitopatógico
SOLICITANTE	José Herrera

Muestra	Trampa 1	Trampa 2	Trampa 3	Trampa 4	Trampa 5	Trampa 6
Agente Detectado	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
Si hay desarrollo en el sustrato del hongo benéfico <i>Trichoderma harzianum</i> . Si tiene resistencia ante el efecto de los ácidos húmicos granulados.

TECNICO LABORATORISTA Vilma Tecun


Per. Agr. Julio Roberto Chew Rodriguez
JEFE DE LABORATORIO Y PRODUCCION DE BIOLÓGICOS

KM 51.8, 400 MTS AL SUR, PARCELA 142 LA ALAMEDA CHIMALTENANGO, GUATEMALA
TEL 78490227, 78490226
www.Vistavolcanes.com

Fuente: Vista Volcanes, 2015.

Figura 42. Resultados de Laboratorio, verificación si el *Trichoderma harzianum* tiene resistencia ante el efecto de los ácidos húmicos.

2.6.2 Rendimiento

El cuadro 15 presenta el rendimiento de cada sustrato expresado en kilogramos, y proyectado para el área equivalente a una hectárea, manzana y cuerda.

Cuadro 15. Resumen de cosecha

Corte 1					
	Fecha de Corte 04/11/2015	Área Malla Capilla Orgánica 150 m ²	Hectárea 10000 m ²	Manzana 7000 m ²	Cuerda 1128 m ²
Tratamiento 1	0kg/ha de <i>Trichoderma harzianum</i>	10.57 kg.	704.84 kg	493.40 kg.	82.23 kg
Tratamiento 2	0.7 kg/ ha (0.5 kg/manzana <i>Trichoderma harzianum</i>)	11.28 kg.	751.51 kg.	526.06 kg.	87.68 kg.
Tratamiento 3	1.4 kg/ ha (1 kg/manzana <i>Trichoderma harzianum</i>)	10.87 kg.	724.24 kg	506.96 kg.	84.5 kg.
Tratamiento 4	2.1 (1.5 kg/manzana <i>Trichoderma harzianum</i>)	10.18 kg.	678.78 kg	475.15 kg.	79.19 kg.
Total		42.9 kg	2859.37 kg	1494.61 kg.	333.6 kg.

Se realizó solo un corte debido a que el manejo de cosecha y post- cosecha fue realizado por la cooperativa 4 pinos, el resto de la cosecha fue utilizado para obtener semilla.

El tratamiento que presentó mejor rendimiento fue el tratamiento 2, seguido por el 3.

El mecanismo de un producto biológico no funciona como un producto químico, este necesita estar en un ambiente adecuado a sus necesidades (Harman, 2000), lo recomendado para su óptimo funcionamiento es que la cepa de *Trichoderma harzianum* sea cultivada en la región donde se va utilizar y que sea compatible con el cultivo (Pertot, Alaboubette, Hinarejos, & Franca, 2015).

El rendimiento fue menor donde hubo mayor concentración de *Trichoderma harzianum*, la razón de esto fue debido al Principio de exclusión competitiva, también conocida como ley de Gauss es una propuesta que establece que dos especies que compiten por los mismos recursos, entonces no pueden coexistir si otros factores ecológicos son constantes (Serlin, 2010), al tener condiciones homogéneas dentro de la salchicha se dio una competencia por sustrato, prácticamente el *Trichoderma* al estar en una concentración alta empezó a alimentarse quitándole el sustento a planta, hacienda que tenga un rendimiento bajo (Serlin, 2010).

2.6.2.1 Análisis de la información

Hipótesis

✓ Hipótesis Nula:

H₀: no hay diferencia significativa entre los sustratos orgánicos en el rendimiento de Ejote Francés.

H₀: $M_1=M_2=M_3=M_4$

✓ hipótesis alternativa:

H_a: al menos un sustrato orgánico presentará diferencia significativa en el rendimiento de Ejote Francés.

El ANDEVA indica que no hay diferencia significativa entre los tratamientos respecto al rendimiento del cultivo. El p-valor es menor al 0.05% de significancia por lo que se acepta la H₀: no hay diferencia significativa entre los sustratos orgánicos en el rendimiento de Ejote Francés, al ser muy baja la diferencia entre la media de los rendimientos; por lo tanto no se realiza ninguna prueba post- andeva. Esto se debe a que el *T. harzianum*, su modo de acción es de antibiosis y control biológico (Pertot, Alaboubette, Hinarejos, & Franca, 2015), sin embargo se muestra un mejor rendimiento en el tratamiento dos (0.7 kg/ha de *T. harzianum*), promueve el crecimiento vegetal, al producir sustancias productoras de crecimiento, que actúan como catalizadores acelerando los tejidos meristemáticos primarios en las partes jóvenes de la planta (Rojas, 2014), estimulando el desarrollo ayudando en la absorción de nutrientes para un mejor rendimiento en la producción del cultivo (Harman, 2000) (cuadros 16 y 17).

Cuadro 16. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo I)

Fuente de variación	Sumatoria de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F	P- valor
Modelo	0.52	3	0.17	0.37	0.7776
Tratamiento	0.52	3	0.17	0.37	0.7776
Error	9.47	20	0.47		
Total	9.99	23			

2.6.3 Análisis de costos

El cuadro 17 presenta los costos totales de mano de obra y manejo agronómico en la producción de ejote francés en 150 m² con los productos y herramientas de producción de la empresa Vista Volcanes. S.A,

Entre los costos totales, son los costos que no van a variar dentro de cualquier dentro de cualquier producción o manejo agronómico de un experimento, es decir estos no van a variar si se repite el experimento, (cuadro 17).

Cuadro 17. Cuadro resumen de los costos de mano de obra

Personal	Fijos	Temporales	Tarea	Horas/ Persona	Total Horas Empleado Temporal	Total Horas Empleado Fijo	Costo Empleado Temporal (Q)	Costo total de horas Empleado Temporal (Q)	Costo Empleado Fijo (Q)	Costo Total de Horas Empleado Fijo (Q)
3	0	3	Camas	5	15	8	Q 10.96	Q 164.40	Q 14.00	
3	0	3	manguera	1	3	2	Q 10.96	Q 32.88	Q 14.00	
3	0	3	Mulch	3	9	5	Q 10.96	Q 98.64	Q 14.00	
0	5	0	Capilla Malla	16	0	80	Q 10.96	Q -	Q 14.00	Q 1,120.00
3	0	3	Siembra	4	12	18	Q 10.96	Q 131.52	Q 14.00	
3	0	3	Estaca	2	6	6	Q 10.96	Q 65.76	Q 14.00	
3	0	3	Pita	2	6	9	Q 10.96	Q 65.76	Q 14.00	
3	0	3	Tutoreado	2	6	2	Q 10.96	Q 65.76	Q 14.00	
3	0	3	aplicaciones	48	144	2	Q 10.96	Q 1,578.24	Q 14.00	
4	0	4	Cosecha	2	16	0	Q 10.96	Q 175.36	Q 14.00	
							Q -	Q 2,378.32		Q 1,120.00
Total M.O.							Q		3,498.32	

El total de mano de obra se le suma al costo de cada tratamiento aplicado por independientemente por lo que obtenemos el costo total de cada tratamiento en 150 m².

2.6.3.1 Costos parciales

Los costos parciales son todos los que se van a variar dentro de la producción, a continuación se presentan cuanto es el costo de cada tratamiento para la producción de ejote francés, (cuadros 18,19,20 y 21).

Cuadro 18. Cuadro de costos para realizar el tratamiento testigo

Tratamiento 1: Testigo				
	Unidad	Cantidad	Costo	
Suelo Virgen de bosque	Kilos			
Tractor para realizar la biofumigación	Horas	1	Q 100.00	Q 100.00
Ácidos Húmicos	Kg	0		Q -
Brócoli	Libras	120	Q 2.00	Q 240.00
Vacasa	Libras	1	Q 50.00	Q 50.00
Trichoderma	Kilos	0	Q 500.00	Q -
				Q 390.00

Cuadro 19. Cuadro de costos para realizar el tratamiento dos

Tratamiento 2: 0.7 kg/ha (0.5 kg/Mz)				
	Unidad	Cantidad	Costo	
Suelo Virgen de bosque	Kilos			
Tractor para realizar la biofumigación	Horas	1	Q 100.00	Q 100.00
Ácidos Húmicos	Kg	0.5	Q 350.00	Q 178.50
Brócoli	Libras	120	Q 2.00	Q 240.00
Vacasa	Quintal	1	Q 50.00	Q 50.00
Trichoderma	Kilos	0.5	Q 500.00	Q 250.00
				Q 818.50

Cuadro 20. Cuadro de costos para realizar el tratamiento tres

Tratamiento 3: 1.4 kg/ha (1 kg/Mz)				
	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Suelo Virgen de bosque	Kilos			
Tractor para realizar la biofumigación	Horas	1	Q 100.00	Q 100.00
Ácidos Húmicos	Kg	0.51	Q 350.00	Q 178.50
Brócoli	Libras	120	Q 2.00	Q 240.00
Vacasa	Libras	1	Q 50.00	Q 50.00
Trichoderma	Kilos	1	Q 500.00	Q 500.00
				Q 1,068.50

Cuadro 21. Cuadro de costos para realizar el tratamiento cuatro

Tratamiento 4: 2.14 kg/ha (1.5 kg/Mz)				
	Unidad	Cantidad	Costo	
Suelo Virgen de bosque	Kilos			
Tractor para realizar la biofumigación	Horas	1	Q 100.00	Q 100.00
Ácidos Húmicos	Kg	0.51	Q 350.00	Q 178.50
Brócoli	Libras	120	Q 2.00	Q 240.00
Vacasa	Libras	1	Q 50.00	Q 50.00
Trichoderma	Kilos	1.5	Q 500.00	Q 750.00
				Q 1,318.50

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 la elaboración de cada tratamiento, (cuadro 22, 23 y 24).

Cuadro 22. Costos de manejo y producción de tratamientos para la producción de ejote francés

Sustrato		Semillas			Manejo			Total
Sustrato	Costo	Cantidad de semilla	Costo Unitario	Costo de semillas	Mano de Obra	Fertilizaciones	Riego	
Tratamiento1	Q 390.00	135	Q0.04	Q5.67	Q 594.58	Q 70.00	Q 40.00	Q 1,100.25
Tratamiento2	Q 818.50	135	Q0.04	Q5.67	Q 594.58	Q 70.00	Q 40.00	Q 1,528.75
Tratamiento3	Q 1,068.50	135	Q0.04	Q5.67	Q 594.58	Q 70.00	Q 40.00	Q 1,778.75
Tratamiento4	Q 1,318.50	135	Q0.04	Q5.67	Q 594.58	Q 70.00	Q 40.00	Q 2,028.75
Q 3,595.50					Q22.68			Q 6,436.50

Cuadro 23. Resumen de costos para la producción de tratamientos evaluados para la producción de ejote francés

Sustrato	Costo de Sustrato	Costo de Semilla	Costo de Manejo	Total
Tratamiento 1	Q 390.00	5.67	Q 704.58	Q 1,100.25
Tratamiento 2	Q 818.50	5.67	Q 704.58	Q 1,528.75
Tratamiento 3	Q 1,068.50	5.67	Q 704.58	Q 1,778.75
Tratamiento 4	Q 1,318.50	5.67	Q 704.58	Q 2,028.75

Cuadro 24. Análisis de presupuestos parciales y dominancia en la producción de ejote francés

Sustrato	Rendimiento (Kg)	Precio/ kg	Beneficio Bruto	Costos que varían	Beneficio Neto	Dominancia
Tratamiento 1	10.57	Q 220.00	Q 2,325.40	Q 390.00	Q 1,935.40	No dominado
Tratamiento 2	11.28	Q 220.00	Q 2,481.60	Q 818.50	Q 1,663.10	Dominado Tratamiento 1
Tratamiento 3	10.87	Q 220.00	Q 2,391.40	Q 1,068.50	Q 1,322.90	Dominado Tratamiento 1
Tratamiento 4	10.18	Q 220.00	Q 2,239.60	Q 1,318.50	Q 921.10	Dominado Tratamiento 1

La relación beneficio costo determino que los cuatro sustratos evaluados son económicamente aceptables, ya que se recupera la inversión inicial y se obtiene ganancia, (cuadro 25).

Cuadro 25. Indicador financiero, relación B/C en la producción de ejote francés

Sustrato	Beneficio Bruto	Costo Total	Relación B/C
Tratamiento 1	Q 2,325.40	Q 1,100.25	2.11
Tratamiento 2	Q 2,481.60	Q 1,528.75	1.62
Tratamiento 3	Q 2,391.40	Q 1,778.75	1.34
Tratamiento 4	Q 2,239.60	Q 2,028.75	1.10

2.7 Conclusiones

1. Estadísticamente no hay diferencia significativa respecto a los rendimientos en los 4 sustratos evaluados, cabe mencionar que donde hubo mayor concentración de *Trichoderma harzianum* el rendimiento fue menor, la razón de esto fue debido al Principio de exclusión competitiva, también conocida como ley de Gauss, que establece que dos especies compiten por los mismos recursos, entonces no pueden coexistir si otros factores ecológicos son constantes (Serlin, 2010), al tener condiciones homogéneas dentro de la salchicha se dio una competencia por sustrato, prácticamente el *T. harzianum* al estar en una concentración alta empezó a alimentarse quitándole el sustento a planta, hacienda que tenga un rendimiento bajo.
2. El hongo benéfico *Trichoderma harzianum* presenta resistencia ante el efecto de los ácidos húmicos, ya que por medio de la prueba visual al extraer el arroz de la trampa mostró una coloración verde característico de *Trichoderma harzianum*, posteriormente se realizó el montaje en un medio de cultivo.
3. En base al análisis financiero de presupuestos parciales realizado en los cuatro sustratos evaluados, se determinó que el Tratamiento Testigo tiene mayor rentabilidad en el primer corte de cosecha para la producción de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad serengetti, bajo malla capilla orgánica, teniendo un beneficio neto de Q.1, 935.40 y retorno de Q 0.11 centavos por cada dos quetzales invertidos.

2.8 Recomendaciones

1. No hay diferencia significativa entre los tratamientos respecto al rendimiento por lo tanto se recomienda implementar el tratamiento I (Testigo) en el cultivo de ejote francés variedad serengetti para la región de La Alameda, Chimaltenango debido a su control de hongos del suelo, mejor rendimiento y menor costo.

2. Se recomienda la aplicación de la biofumigación en suelos que han sufrido una sobreexplotación, (aplicación de técnicas de cultivo inadecuadas en la gestión de la fertilidad y de la vida en el suelo, excesivo uso de pesticidas), ya que tiene un efecto beneficioso de las propiedades físicas del suelo, particularmente con respecto a la corrección de su compactación.
3. Esta evaluación se puede repetir utilizando nuevos cultivos no tradicionales de interés para exportación, además de poder ser parte de un inventario más amplio en la rotación de cultivos para evitar la fatiga del suelo.
4. El uso de coberturas agrícolas, es indispensable si se le quiere dar un manejo orgánico, ya que estas evitan el ingreso de insectos vectores de enfermedades, y da una condición homogénea al cultivo mejorando la calidad del fruto y reduciendo costos en insecticidas.

2.9 Bibliografía

1. AGEXPORT. (2015). *Ejote francés*. Obtenido de Asociación Guatemalteca de Exportadores:
http://portal.export.com.gt/portal/clientes/tecnicas_nacionales/Ejote%20frances.pdf
2. Alarcon, A. (2015). Fisiología práctica aplicada. En A. Alarcon, *Fertirrigación práctica* (págs. 58-92). Guatemala: DISAGRO.
3. Bellos, A. (2005). *Biofumigación del suelo, residuos orgánicos y conservación de la capa de ozono*. Obtenido de Asociación Española de Científicos:
<http://www.aecientificos.es/empresas/aecientificos/revistashtml/Ozono.html>
4. Bissett, J. (1984). *Trichoderma atroviride*. Obtenido de Mycobank:
http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank&MycoBankNr_=107344
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. Catalan, P. J. (2010). El Mercado de El Ejote. *Revista Agronegocios*, 1-16. Obtenido de http://issuu.com/goartgt/docs/revistagronegocios_ejote

7. Cermeño Serrano, Z. (2005). *Construcción de invernaderos. 3 ed. Madrid, España, Mundi-Prensa.* Obtenido de Books Google: https://books.google.com.gt/books?id=Glip3Q7T9mEC&pg=PA245&lpg=PA245&dq=Construcci%C3%B3n+de+Invernaderos.+serrano+en+linea&source=bl&ots=Q0tCl8u3jN&sig=L F2TH4Vnw7e_-PNyzKg7EAvXrCo&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
8. CNAE. (2012). Procesos para acceder a los mercados orgánicos: rol de la cooperación para el desarrollo de la agricultura orgánica en Guatemala. Obtenido de MAGA, VISAR: <http://visar.maga.gob.gt/visar/img/procesosao.pdf>
9. Cruz, H. L. (2010). *El mercado de ejote.* Obtenido de Revista Agronegocios, Mayo/Junio 2010.: http://issuu.com/goartgt/docs/revistagronegocios_ejote
10. FAO. (2015). *¿Qué es la agricultura orgánica?* Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/007/ad818s/ad818s03.htm>
11. Galeano, M., Mendez, F., & Urbaneja, A. (2002). *Efecto de Trichoderma harzianum Rifai (Cepa t-22) sobre cultivos agrícolas.* Obtenido de Koppert biological systems: http://www.koppert.nl/fileadmin/Koppert/PDF/ES/trianum/HORTICOLAS_SEMILLEROS.pdf
12. Gomez, D. (2010). Macrotunel, Alternativa para la Agricultura Protegida. Tegucigalpa, Honduras. Obtenido de <http://www.angelfire.com/ca5/mas/macro.pdf>
13. Gómez, D., & Vásquez, M. (2010). *Macrotunel: alternativa para la agricultura protegida.* Obtenido de PRONAGRO / SAG / Pyme rural: <http://www.angelfire.com/ca5/mas/macro.pdf>
14. Harman, G. E. (2000). *Myths and dogmas of biocontrol: changes in perceptions derived from research on Trichoderma harzianum T-22.* Obtenido de Plant Disease / April 2000, p 377- 393: <https://www.hort.cornell.edu/bjorkman/lab/Ftrichoweb/mythsanddogmas.pdf>
15. Harper, J. K. (2016). *Presupuestos para tomar decisiones agrícolas.* Obtenido de Pennstate University Extension: <http://extension.psu.edu/business/ag-alternatives/farm-management/espanol/presupuestos-para-tomar-decisiones-agricolas>
16. INFOAGRO. (2015). *Plásticos.* Obtenido de INFOAGRO: http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/plasticos.htm
17. Lopez, J., Diaz, J., & Bello, A. (2005). *Biofumigación y solarización como alternativas al bromuro de metilo.* Obtenido de Ayuntamiento de motril: http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/biofumigacion_solarizacion.pdf
18. MAYACERT. (2015). *Certificación orgánica.* Obtenido de MAYACERT: <http://www.mayacert.com/>

19. Naranjo Arango, R. (2006). *Las PYMES, una oportunidad de negocios*. Obtenido de Rodrigo Naranjo:
<http://rodrigonaranjo.com/archives/LAS%20PYMES,%20UNA%20OPORTUNIDAD%20DE%20NEGOCIOS.pdf>
20. Ommati, F., & Zakker, M. (2012). *In vitro and greenhouse evaluations of Trichoderma isolates for biological control of potato wilt disease (Fusarium solani)*. Obtenido de ResearchGate:
https://www.researchgate.net/publication/254219800_In_vitro_and_greenhouse_evaluations_of_Trichoderma_isolates_for_biological_control_of_potato_wilt_disease_Fusarium_solani
21. Oyarzún, T. (2001). *Sellos de calidad en alimentos, el caso de la Union Europea y Francia*. Obtenido de Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/calidad-sellos.pdf>
22. Payeras, A. (2015). *Ácidos húmicos y ácidos fúlvicos*. Obtenido de Bonsai Menorca:
<http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/acidoss-humicos-y-acidoss-fulvicos/>
23. Pertot, I., Alaboubette, C., Hinarejos, E., & Franca, S. (2015). *Mini papaer: the use of microbial biocontrol agents against soil-borne diseases*. Obtenido de Eip-agri, Agriculture & innovation:
http://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/8_eip_sbd_mp_biocontrol_final.pdf
24. Reyes, M. (2001). *Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: reenseñando el uso de este enfoque*. Obtenido de geocities:
<http://www.geocities.ws/mrhdz/pparciales.PDF>
25. Rifai, M. (1969). *A revision of the genus Trichoderma*. Obtenido de Mycobank:
<http://www.mycobank.org/BioloMICS.aspx?Link=T&TableKey=14682616000000061&Rec=2936&Fields=All>
26. Rojas, N. (2014). *Efecto del Trichoderma harzianum, sobre el fruto del tomate bajo macrotunel, El Tejar, Chimaltenango*. Tesis Ing. Agr. Universidad Rafael Landívar: Guatemala. Obtenido de Biblioteca URL:
<http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/02/Rojas-Noe.pdf>
27. Schaart, G. (2012). *Sistematización de experiencias en la producción de ejote francés (Phaseolus vulgaris L.), para exportación*. Tesis Ing. Agr. USAC, Facultad de Agronomía: Guatemala. Obtenido de Biblioteca Central USAC:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2730.pdf
28. Segura, A. I. (2011). *La biofumigación, método biológico de control de patógenos del suelo*. Obtenido de PAE, Producción Agraria Ecológica, Ficha Técnica no. 11, 8 p.:
http://www.arreu.bio/uploads/5/2/0/5/52059395/ficha_pae11_biofumigacion.pdf

29. Serlin, J. (2010). Conocimiento de la gestión de las organizaciones: sistemas complejos dinámicos inestables adaptativos: Tesis PhD. Universidad de Buenos Aires: Argentina. Obtenido de Universidad de Buenos Aires, Facultad de Economía: http://www.econ.uba.ar/www/servicios/biblioteca/bibliotecadigital/bd/tesis_doc/serlin.pdf.pdf
30. Serrano, Z. C. (2005). *Construcción de Invernaderos 3er. Edición*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. Obtenido de https://books.google.com.gt/books?id=Glip3Q7T9mEC&pg=PA245&lpg=PA245&dq=Construcci%C3%B3n+de+Invernaderos.+serrano+en+linea&source=bl&ots=Q0tCl8u3jN&sig=L F2TH4Vnw7e_-PNyzKg7EAvXrCo&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
31. Tello, J. (2010). Biodesinfección del suelo para el control de micosis de origen edáfico, corrección de la fatiga y efecto sobre las propiedades físico químicas del suelo,. *Organismos para el control de patógenos en los cultivos protegidos*. Almería, España: Universidad de Almería.
32. UNAL. (2012). *Características de Trichoderma harzianum, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles*. Obtenido de UNAL, Revista Colombiana de Biotecnología: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/11759/38368>
33. Vasquez, K. (2012). Influencia de la aplicación de giberelinas sobre la productividad de dos variedades de ejote francés, con tres distanciamientos de siembra, en macrotúnel, El Tejar, Chimaltenango. Tesis Ing Agr. Universidad Rafael Landívar: Guatemala. Obtenido de Biblioteca URL: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/14/Vasquez-Karla.pdf>
34. Vista Volcanes. (2011). *Misión y visión*. Obtenido de Vista Volcanes: <http://www.vistavolcanes.com/index.php/vista-volcanes>

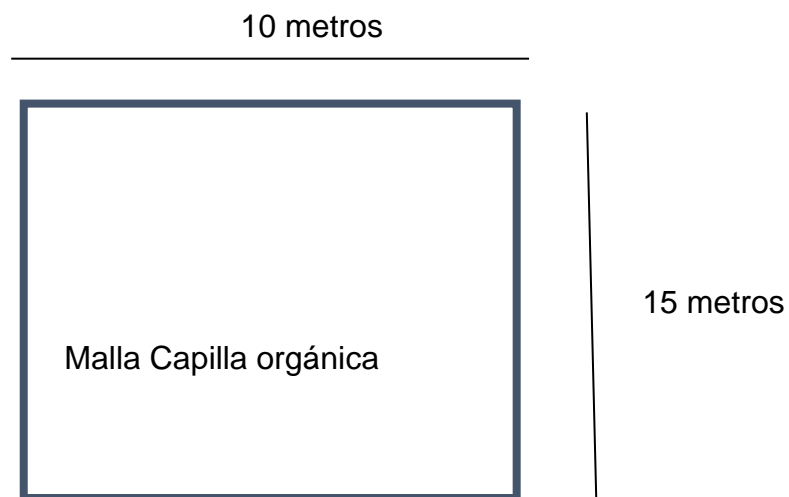
2.10 Anexos

2.10.1 Cronograma de actividades

Cuadro 26A. Cronograma de actividades para la capilla malla orgánica

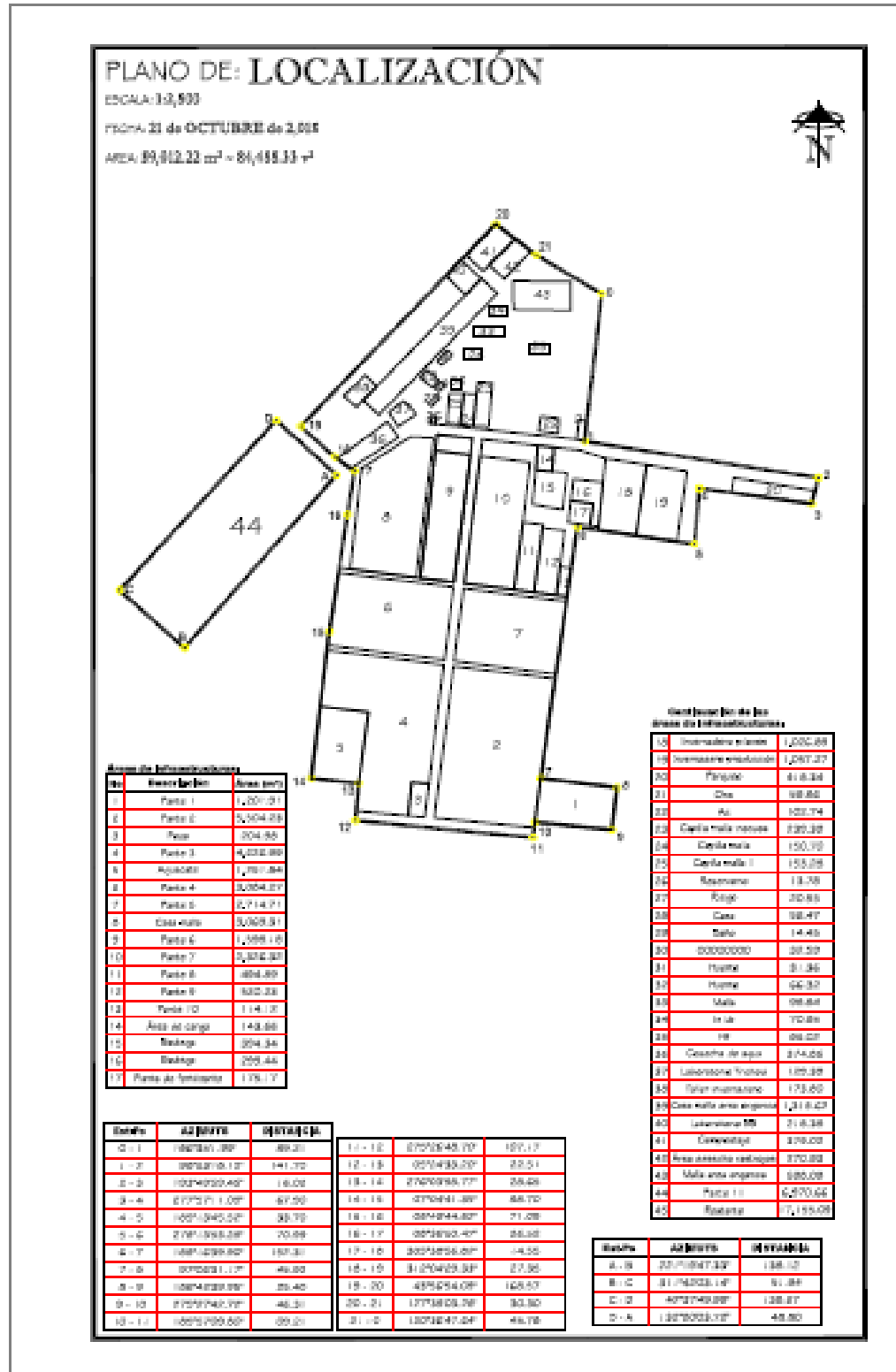
Actividad	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8
Preparación de Salchichas								
Siembra								
Aplicación de Ácidos Húmicos y Trichoderma								
Toma de Datos								
Cosecha								

Fuente: Elaboración propia, 2015.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Figura 43A. Dimensiones capilla malla orgánica



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Figura 44A. Plano de la granja Vista Volcanes, S.A.



CAPÍTULO III

PROYECTOS PROFESIONALES REALIZADOS EN LA EMPRESA VISTA VOLCANES S.A, LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

3.1 Presentación

El diagnóstico realizado en la Empresa Vista Volcanes se identificó una serie de situaciones de prioridad para la empresa, en base a estas se planearon y ejecutaron los proyectos.

Se logró identificar ciertas necesidades y se ejecutaron los proyectos: a) evaluación de ácidos húmicos y fulvicos en chile y tomate b) Lavado de Raíz en Tomate como método de Monitoreo Fitosanitario

La evaluación de ácidos húmicos y fulvicos en chile (*Capsicum annum*) y tomate (*Lycopersicon esculentum*), se basó en medir el rendimiento al final de la cosecha, expresado en cajas de tomate por tratamiento. Se evaluaron cuatro tratamientos y un testigo absoluto.

El lavado de Raíz en Tomate como método de Monitoreo Fitosanitario, es una técnica implementada en la empresa Vista Volcanes S.A, la cual permite evaluar la situación de la raíz, con el objetivo de verificar el desarrollo de la misma, evitando la perdida de la planta, sin arrancarla.

Se realizó un tercer servicio en el Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones, (VISAR), dentro del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), el cual fue Inspección y monitoreo de plagas vectores de enfermedades cuarentenarias de importancia para el país.

3.1.1 Evaluación de ácidos húmicos y fulvicos en chile y tomate

3.1.1.1 Presentación

Los ácidos húmicos forman agregados con otras partículas inorgánicas, evitando el encharcamiento del suelo aumentando la capacidad de retención de agua (por adherencia) y la capacidad de cambio catiónico del suelo (Payeras, 2015). Al estar presentes los ácidos húmicos en el suelo, evitan la pérdida y degradación del Fósforo y el Potasio formando ácidos humatos y humofosfatos, mejorando la disposición de elementos en el suelo y el estado nutricional de la planta (Payeras, 2015).

La diferencia entre los ácidos húmicos y los fulvicos, es su distinto comportamiento en medio básico y ácido. Los ácidos húmicos y fulvicos son solubles en medio básico, al tener estas características ya se puede emplear para extraerlos en forma líquida, formando un extracto alcalino, generalmente hidróxido potásico (JISA, 2015).

Los ácidos húmicos flocculan (La floculación es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado), el complejo arcillo-húmico, haciéndolo más esponjoso e incrementando la aireación y el drenaje (Payeras, 2015). Tiene un efecto desbloqueando en los suelos con pH elevado, regulándolo a un pH medio y aumenta la disponibilidad de los macro y micro minerales (Payeras, 2015).

En la empresa Vista Volcanes, se da la producción de chile y tomate de manera convencional industrializada, dándose un desgaste y fatiga del suelo, se busca reponer el suelo con porciones de material activo para las plantas provenientes del humus soluble e incrementar el vigor de las plantas, así mismo determinar las diferencias entre los diferentes productos, para poder establecerlos como parte de un plan de manejo.

3.1.2 Ácido húmico

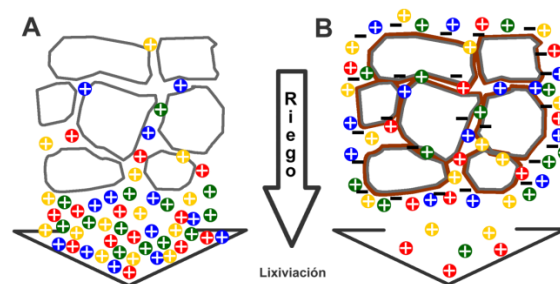
Los ácidos húmicos actúan directamente sobre la nutrición de la planta, estos liberan nutrientes fijándolos al suelo y estabilizan el pH, haciendo una pared permeable y una mayor aireación, haciendo que las raíces tengan una mejor captación de Dióxido de carbono (CO_2) para su correcta respiración (Payeras, 2015).

Produce agregados con otras partículas inorgánicas, evitando el encharcamiento del suelo aumentando la capacidad de retención de agua (por adherencia) y la capacidad de cambio del suelo (Payeras, 2015).

Al estar presentes en el suelo evita la pérdida y degradación del fósforo y el potasio formando ácidos humatos y humofosfatos, mejorando la disposición de elementos en el suelo mejorando el estado nutricional de la planta (Payeras, 2015).

3.1.2.1 Capacidad de Cambio Catiónico

Al agregar ácidos húmicos aumenta la CIC (Capacidad de Intercambio Cationico) en dos formas. Una manera directa, y una manera indirecta, debido a la capacidad de formar agregados, expone una mayor superficie al intercambio de iones con el suelo, evitando que estos se pierdan de manera lixiviada con el agua de riego (Payeras, 2015), (figura 45).



Fuente: Payeras, 2015.

Figura 45. Esquema de capacidad de intercambio catiónico en el suelo, A. Solo Akadama, B. Akadama más ácidos húmicos

El uso de ácidos húmicos, permite una mayor disponibilidad de nutrientes para la planta, evitando que éstos sean lavados por acción del riego (Payeras, Ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, 2015).

3.1.3 Objetivos

3.1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de ácidos húmicos y fulvicos en base a la producción en tomate y Chile bajo condiciones controladas, en el modelo macro túnel con nylon, para incluirlos como parte del plan de manejo desarrollado en la empresa Vista Volcanes.

3.1.4 Metodología

3.1.4.1 Descripción de los tratamientos

En el cuadro 27, se presentan los tratamientos.

Cuadro 27. Tratamientos evaluados

Tratamiento	Dosis
Ácidos húmicos granulado	35.71 kg/ha (25 kg/mz)
Ácidos húmicos líquido	2.14 lt./ha (1.5 lt./mz.)
Ácidos fulvicos	0.7 lt./ ha (0.5 lts/mz)
Ácidos húmicos con ácidos fulvicos	2.85 lt./ha de ácidos húmicos con 1.4 lt/ha de ácidos fulvicos (2 lt./mz más 1lt./mz)
Tratamiento testigo	

Aplicación de tratamientos Se realizaron las aplicaciones de los 5 tratamientos en 3 lotes de la granja, haciendo un total de 3 repeticiones por tratamiento en chile y tomate. Cada lote tiene un área de una manzana (7000 m²). En el momento que se realizó la aplicación la planta tenía ya 40 días de trasplante (figura 46).



Figura 46. Aplicación de ácidos húmicos y fulvicos líquidos al pie de la planta

Ya establecidos los túneles, se llevó a cabo la supervisión y el seguimiento al desarrollo y comportamiento del cultivo, dándole un manejo agronómico definido por la empresa.

3.1.5 Resultados y discusión

3.1.5.1 Rendimiento

Para el tomate, el tratamiento que presentó un mayor rendimiento fue el de Ácidos Húmicos líquidos (cuadro 28); en el caso del cultivo de chile el tratamiento con mayor rendimiento fueron los Ácidos Húmicos granulados (cuadro 29).

Cuadro 28. Total de cajas de tomate

Rendimiento en cajas de Tomate				
	Lote 3	Lote 5	Lote 6	Total
AHG	31	28	110	169
AHL	46	25	121	192
AFL	35	14	112.5	161.5
AHL +AFL	39	12	117	168
Testigo	25	15	122	162

Cuadro 29. Total de cajas de chile

Rendimiento en cajas de Chile				
	Lote 3	Lote 5	Lote 6	Total
AHG	16	3.5	122	141.5
AHL	14	3.5	48.5	66
AFL	12	3.5	105.5	121
AHL +AFL	14	4	105.5	123.5
Testigo	4	3.5	71	78.5

3.1.5.2 Análisis de la información

El ANDEVA indica que no hay diferencia significativa entre los tratamientos respecto al rendimiento del cultivo expresado en cajas de tomate (cuadro 30).

Cuadro 30. Análisis de la varianza para el cultivo de tomate

Fuente de variación	Sumatoria de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F	P- valor
Modelo	468.57	4	117.14	0.71	0.5904
Tratamiento	468.57	4	117.14	0.71	0.5904
Error	9109.98	55	165.64		
Total	9578.55	59			

El ANDEVA indica que no hay diferencia significativa entre los tratamientos respecto al rendimiento del cultivo expresado en cajas de Chile (cuadro 31).

Cuadro 31. Análisis de la varianza para el cultivo de chile pimiento

Fuente de variación	Sumatoria de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F	P- valor
Modelo	335.98	4	84	0.69	0.6047
Tratamiento	335.98	4	84	0.69	0.6047
Error	6734.73	55	122.45		
Total	7070.71	59			

3.1.6 Conclusiones

- No hay diferencia significativa respecto al rendimiento entre las aplicaciones de ácidos húmicos y fulvicos en el cultivo de chile y tomate.

3.1.7 Recomendaciones

- Realizar evaluaciones de los dos tipos de ácido antes de la siembra de los cultivos para identificar si hay algún cambio en los resultados a largo plazo.

3.2 Lavado de raíz en tomate como método de monitoreo fitosanitario

3.2.1 Presentación

El lavado de raíz, es una labor muy importante dentro de los diversos sistemas de producción agrícola; ya que por este método se pueden determinar y conocer las características esenciales del estado en el que se encuentra el sistema radicular del cultivo en estudio (Arroyave, 2015).

Entre las características que se pueden determinar en el sistema radicular al realizar esta actividad son: daños causados por organismos patógenos (hongos y nematodos), vigorosidad y desarrollo del órgano basal (raíz) del cultivo sometido al proceso (Arroyave, 2015).

Otro punto muy importante que proporciona la realización de dicha actividad es que al momento de conocer el estado de la raíz del cultivo, permite tener una idea más concreta para la realización de un control químico contra posibles patógenos que estuvieran dañando el cultivo e impidiendo un adecuado crecimiento de la planta, el cual se vería reflejado en un

mal desarrollo o una producción no deseada por el productor sometido a estos procesos de producción.

3.2.2 Objetivos

3.2.2.1 Objetivo general

Realizar el lavado de raíz en plantas de tomate, como método de monitoreo fitosanitario.

3.2.2.2 Objetivos específicos

- Observar el estado en el cual se encuentra el sistema radicular del cultivo de tomate.
- Determinar si un patógeno está afectando directamente al sistema radicular de la planta.

3.2.3 Metodología

El lavado de raíz se realizó siguiendo los siguientes pasos:

1. Sectorizar el área donde se llevará a cabo la actividad del lavado de raíz.
2. Seleccionar 5 plantas al azar que tengan mal desarrollo.
3. Levantar el mulch (Cobertura de plástico utilizado para protección del suelo) con cuidado y dejarlo prensado con un alambre para no dañarlo.
4. Llevar a cabo un agujero de 40 cm de ancho, 60 cm de largo y 50 cm de profundidad al pie de la planta, por el cual el agua será drenada y ahí se podrá ver el sistema radicular sin perder la planta.

5. Realizar el llenado de la bomba mochila motorizada con capacidad de 25 litros con agua.
6. Realizar el lavado de raíz; se ejecuta en forma de aspersión lo cual se necesita de mucho cuidado para no dañar las raíces con la presión de la bomba.
7. Verificar la presencia de organismos patógenos.
8. Ya recopilado los datos se procede al cierre del agujero, compactando la raíz, para que no se pierda la planta.
9. Se tiende a poner el mulch en su lugar.
10. Determinación de larvas presentes a travez del uso de claves dicotómicas.
11. Reportar los resultados al encargado del control fitosanitario.

3.2.4 Resultados

Al realizar el lavado de raíz se observó que tiene un buen desarrollo, se encuentra libre de nematodos y hongos del suelo; la raíz no presenta nódulos ni una especie de mucosa que es característico de hongos fitopatógenos (Rodríguez Guzmán, 2001), (figura 47 y 48).

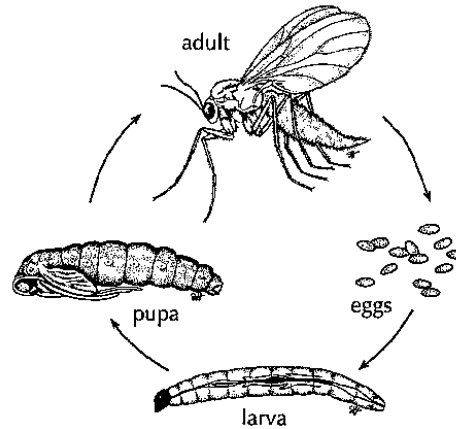


Figura 47. Fotografía de lavado de raíz en planta de tomate



Figura 48. Fotografía de raíces de tomate sin incidencia de nematodos

Hubo presencia de larvas de *fungus gnat*, presentes en las raíces, estas fueron determinadas a través de claves dicotómicas (Jakovlev, Kjærandsen, & Viklund, 2008), este es una díptera de la familia *sciridae*, que se alimenta de materia orgánica (Missouri Botanical Garden, 2015). El modo que ataca a los cultivo oviposita en las raíces de varias hortalizas, dañando la misma. El daño que causa la larva es similar al que provocan los hongos del suelo, haciendo más difícil su detección (Missouri Botanical Garden, 2015), (figura 49).



Fuente: Colorado State University, 2016.

Figura 49. Ciclo de Vida del *Fungus gnat*

3.2.5 Conclusión

- La metodología del lavado de raíz, permite la observación detallada del sistema radicular sin perder la planta, por lo tanto no produce una pérdida económica ya que no se arrancan las plantas.
- El lavado de raíces es un proceso de mucha importancia en los sistemas de producción agrícola en cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*), permite observar el estado en el cual se encuentra el sistema radicular del cultivo.
- Al realizar el lavado de raíz, no se encontró presencia de nematodos sin embargo si habían larvas del díptero *fungus gnat*.

3.2.6 Recomendación

Realizar el lavado de raíz constantemente en distintas cultivos, para determinar el estado fitosanitario del cultivo, y no afectar el rendimiento de una misma planta.

3.3 Inspección y monitoreo de plagas vectores de enfermedades cuarentenarias de importancia en el Departamento de Vigilancia Epidemiológica del VISAR- MAGA

3.3.1 Presentación

El Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica está operado por el Departamento de Vigilancia Epidemiológica y Análisis de Riesgo de la Dirección de Sanidad Vegetal del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-. Este sistema lleva a cabo la captura de información epidemiológica a nivel nacional de las plagas presentes y confirmando la ausencia de otras, información que sirve para que los productores planifiquen los controles fitosanitarios de los cultivos. El mismo se ejecuta a través de los epidemiólogos que se encuentran distribuidos en los departamentos a nivel nacional y los laboratorios de diagnóstico (Kilometro 22, Peten y Quetzaltenango), quienes reportan sobre la presencia y comportamiento de las plagas a nivel nacional (VISAR, 2015).

La inspección y monitoreo se realizó en conjunto con los epidemiólogos de Zacapa y Suchitepéquez, la labor de inspección, recolección y monitoreo de plagas cuarentenarias de importancia, esto se hizo a través de las trampas para insectos; el tipo de trampa varia en base al cultivo e insecto vector que se quiere monitorear y la metodología para su captura.

3.3.2 Objetivos

3.3.2.1 Objetivo general

Monitoreo de plagas vectores de enfermedades cuarentenarias e inspección y recolección de muestras en Zacapa y Suchitepequez.

3.3.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la presencia del Picudo del coco (*Rhinconforus palmarum*), como vector de ALC (Amarillamiento letal del coco), en Zacapa.
- Determinar la presencia del psilido *Diaphorina citri* como vector de la bacteria *Candidatus liberibacter* que provoca el HLB en los cítricos en Chicacao, Suchitepéquez.

3.3.3 Metas esperadas

Recolectar, inspeccionar las trampas ya establecidas para cuantificar las plagas presentes y ausentes para poder completar las listas de plagas para poder elaborar y hacer cumplir los requisitos de importación de forma técnica y científica, así como análisis de riesgo para la apertura de mercados.

3.3.4 Indicadores

Numero de insectos vectores presentes en las trampas ya establecidas por los epidemiólogos en el departamento de Zacapa y Suchitepéquez.

3.3.5 Metodología

Se utilizaron fuentes de información primarias que son las tomas de muestras en el campo, así como las fuentes de información secundarias que se obtienen mediante información recopilada con el encargo de la finca y recursos proporcionados por el departamento de vigilancia epidemiológica.

Para poder identificar la presencia de los insectos vectores en este caso se recogieron las trampas ya establecidas en cada parcela ubicada en Gualan, Zacapa, Chicacao, Suchitepéquez.

3.3.6 Resultados

3.3.6.1 Apoyo en Muestreo para *Rhincophorus palmarum*

Se realizó la visita a la aldea Doña María ubicada en Gualan, Zacapa; se recolectaron muestras de *Rhincophorus palmarum* (Picudo del coco) de las trampas ya establecidas. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio del MAGA ubicado en el kilómetro 22 rutas al atlántico.

Para la captura de *R. palmarum* se debe usar una trampa adecuada, que consta de un recipiente plástico y como atrayentes la feromona sintética de agregación *Rhynchophorol* y tejidos vegetales de plantas hospederas (figura 50). La finalidad es atraer y capturar adultos, de este modo se busca disminuir sus poblaciones pero no eliminarlas (Alpizar, 2002).

La trampa consiste en un recipiente plástico de 20 litros, se le hacen dos ventanas laterales, en la parte superior de 8 cm de ancho por 12 cm de longitud. El área cortada de las ventanas se conserva como cubierta para que no entre agua al recipiente y para que se haga difícil al insecto escapar. Los machos cuando detectan el olor a fermento, liberan la feromona de agregación que atrae tanto hembras como machos, respondiendo al instinto de alimentación y reproducción (Alpizar, 2002).



Fuente: Alpizar, 2002.

Figura 50. Detalle de la trampa para la captura del picudo del coco

Las trampas se ponen en el suelo, en el borde de la plantación, al centro de la plantación al pie de las palmas y lotes vecinos, evitando que les dé directamente el sol.

Para el momento del muestreo se determinó una alta presencia siendo un número mayor de 30 insectos por trampa, superando el umbral económico de 30 individuos de *R. palmarum* por trampa al mes (Alpizar, 2002), en la parcela del MAGA, establecida en el municipio de Gualán del departamento de Zacapa (cuadro 32).

Cuadro 32. Resultados de insectos por trampa

Numero de Trampa	Numero de Insectos
1	32
2	28
3	35



Figura 51. Recolección de muestras en trampas con feromona para el picudo del coco

3.3.6.2 Apoyo en muestreo para *Diaphorina citri*

Se recolectaron las trampas monocromáticas ya establecidas por el epidemiólogo del departamento de Suchitepéquez, posteriormente se colocaron nuevas trampas para el control de *Diaphorina citri*

Para el trampeo del psilido vector del HLB (*Diaphorina citri*) en plantaciones de cítricos, con una medida de 11.5 cm. x 24.5 cm. Se deben colocar en las 4 orillas de las parcelas, a una altura de 1 metro y una distancia entre trampas no mayor de 200m, cada trampa fue colocada en cada punto cardinal (Norte, Sur, Este y Oeste) (OIRSA, 2013).

Al momento de muestrear, se vio una alta presencia de insectos en la trampa, solo se realizó la lectura de campo con Lupa, para determinar si hay presencia del psilido, ya que la trampa al ser monocromática y con pegamento atrae a otros insectos (figura 52).



Figura 52. Trampa monocromática recolectada para *Diaphorina citri*

Ya empacadas las muestras correctamente, se procede a mandarlas al laboratorio del MAGA, ubicado en el kilómetro 22, carretera al pacifico.

Como comprobante de los proyectos profesionales realizados en el Departamento de Vigilancia Epidemiológica, VISAR-MAGA, se emitió una carta haciendo constar la realización de estas actividades (figura 53).

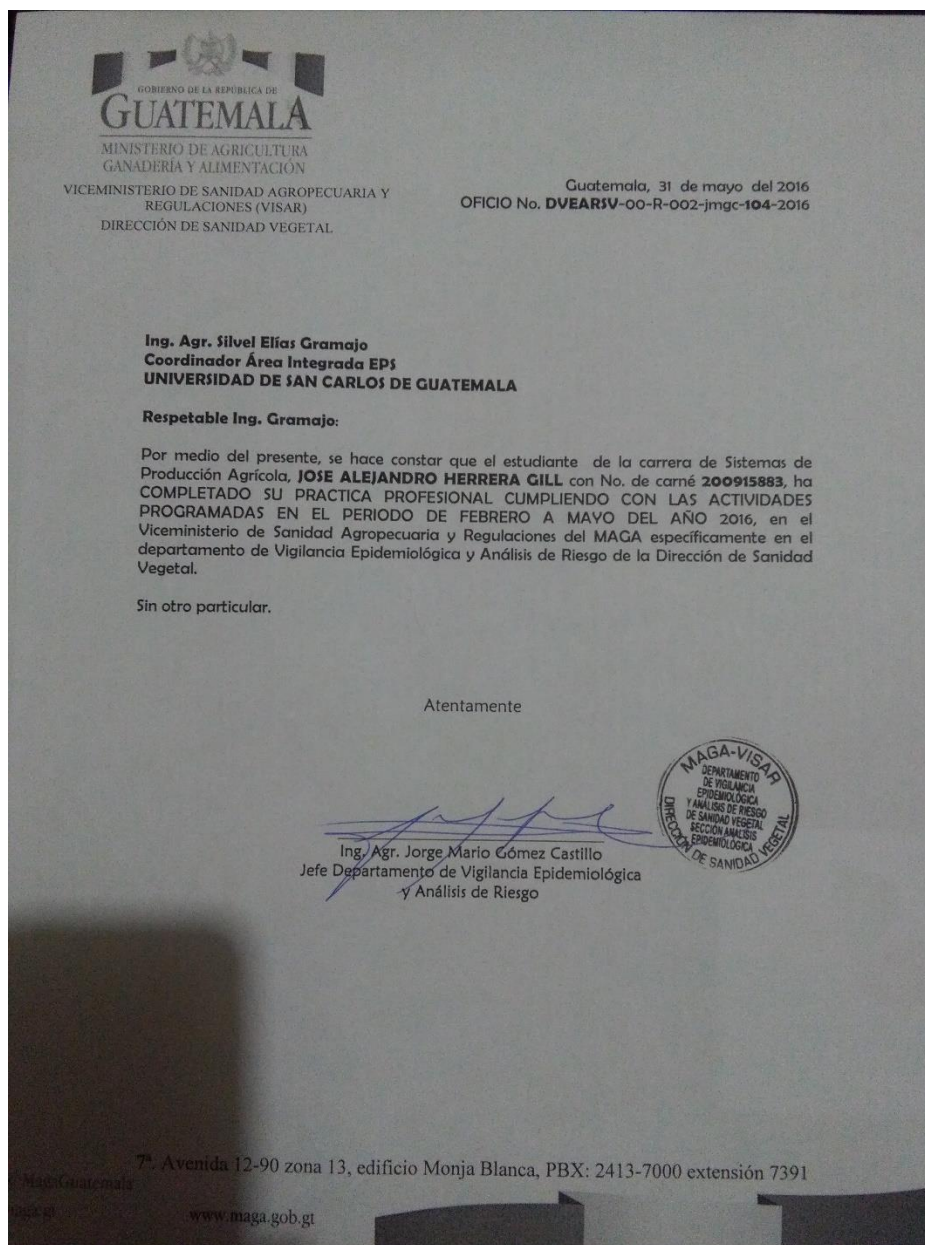


Figura 53. Comprobante de actividades realizadas en el VISAR-MAGA

3.3.7 Recomendación

Colocar un número mayor de trampas, para controlar de manera adecuada a insectos vectores de enfermedad, ya que en ambos muestreos el número encontrado de insectos vectores, en las trampas excede el umbral económico, por lo tanto ya es considerado una plaga no controlable, ni rentable su manejo.

3.4 Bibliografía

1. Alpizar, D. (2002). *Pheromone mass trapping of the west indian sugarcane weevil and the american palm weevil (Coleoptera: Curculionidae) in palmito palm*. Obtenido de The Florida Entomologist 85(3): http://www.jstor.org/stable/3496248?seq=1#page_scan_tab_contents
2. Arroyave, E. (2015). *Manual de instalación y manejo capilla malla inocua*. Chimaltenango, Guatemala: Vista Volcanes. 200 p.
3. Jakovlev, J., Kjærandsen, J., & Viklund, B. (2008). *Fungus- gnat (Diptera: Bolitophilidae, Diadocidiidae, Ditomyiidae, Keroplatidae & Mycetophilidae) from Tyresta National Park and Nature Reserve in Sweden*. Obtenido de Sahlbergia 14:29–52.: http://www.online-keys.net/sciaroidea/add01/Jakovlev_al_2008_fungus_gnats_from_tyresta.pdf
4. JISA. (2015). *Ácidos húmicos de leonardita*. Obtenido de Jiloca Industrial S. A.: <http://www.fertilizantesyabonos.com/acidos-humicos-de-leonardita/>
5. Missouri Botanical Garden. (2015). *Fungus gnat*. Obtenido de Missouri Botanical Garden: <http://www.missouribotanicalgarden.org/gardens-gardening/your-garden/help-for-the-home-gardener/advice-tips-resources/pests-and-problems/insects/flies/fungus-gnats.aspx>
6. OIRSA. (2013). *Manual de procedimiento para la colecta y envío de procesamineto de muestras para el diagnostico HLB*. Guatemala. 40 p.: Fiat Panis.
7. Payeras, A. (2015). *Ácidos húmicos y ácidos fúlvicos*. Obtenido de Bonsai Menor CA: <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/acidos-humicos-y-acidos-fulvicos/>
8. Rodríguez Guzmán, M. d. (2001). *Biodiversidad de los hongos fitopatógenos del suelo de México*. Obtenido de Instituto de Ecología AC: http://www3.inecol.edu.mx/csmbgbd/images/stories/resultados_articulos_archivos/5%20BIODIVERSIDAD%20DE%20LOS%20HONGOS%20FITOPATOGENOS.pdf
9. VISAR. (2015). *Departamento de Vigilancia Epidemiológica y Análisis de Riesgo*. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, ViceMinisterio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones: http://visar.maga.gob.gt/?page_id=1031