

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EFECTO DE *Glomus* y *Trichoderma* COMBINADOS CON DOS FUNGICIDAS EN
EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS AGRÍCOLAS
REALIZADOS EN SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.**

MÓNICA MARIEL QUIÑONEZ MEJÍA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EFFECTO DE *Glomus* y *Trichoderma* COMBINADOS CON DOS FUNGICIDAS EN
EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS AGRÍCOLAS
REALIZADOS EN SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.**

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

POR:

MÓNICA MARIEL QUIÑONEZ MEJÍA

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERA AGRÓNOMA**

EN

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

GUATEMALA, OCTUBRE 2017

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

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr. Walfer Yasmany Godoy Santos
VOCAL QUINTO	P. Cont. Neydi Yassmane Juracán Morales
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, OCTUBRE 2017

Guatemala, octubre 2017

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el documento:

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EFFECTO DE *Glomus* y *Trichoderma* COMBINADOS CON DOS FUNGICIDAS EN EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS AGRÍCOLAS REALIZADOS EN SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el presente llene los requisitos necesarios para su aprobación, suscribo la presente.

Respetuosamente

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the printed name.

Mónica Mariel Quinonez Mejía

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por ser mi creador, por darme la sabiduría, conocimiento y entendimiento para poder culminar una meta más en mi vida. A él sea dedicado este logro ya que él es merecedor de toda la gloria y la honra.

MIS PADRES

Alma Judith Mejía de Quiñónez y Edgar Rodelio Quiñónez Figueroa, a quienes no me alcanzaría la vida para agradecerles todo lo que han hecho y siguen haciendo por mí, por su apoyo incondicional, por ser las dos personas más importantes en mi vida, por su amor sincero, no tengo palabras para agradecer y decirles cuanto los amo.

MIS HERMANAS

Sheyla Ivana Quiñónez Mejía, Alma Lorena Quiñónez Mejía e Ingrid Carolina Quiñónez Mejía, por su apoyo incondicional, por brindarme su cariño y formar parte de mi vida, las quiero.

MIS ABUELITOS

Zoila Marina Mejía, Arturo Díaz Soto (abuelos maternos), Abraham Quiñonez Girón y Francisca Esperanza Figueroa Girón (abuelos paternos), aunque lastimosamente no los pueda tener físicamente siempre los llevo en mi corazón, los amo.

MIS TÍOS

Por brindarme su amor incondicional y sus palabras de ánimo para seguir adelante, lo agradezco infinitamente.

MIS PRIMOS

Por formar parte de mi vida, por compartir gratos momentos y nunca dejarme caer, siempre apoyarme en las buenas y en las malas, a cada uno los quiero.

MIS SOBRINOS

Alejandro, Adriana, Brianna, Genesis y Elizabeth, por formar parte de mis alegrías, por ser una bendición en mi vida, los amo con todo mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por darme la oportunidad de obtener una formación profesional y permitirme egresar de esta magnífica casa de estudios.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Por haberme abierto sus puertas y darme la oportunidad de ser una profesional, estaré siempre agradecida.

MI FAMILIA

Por ser mi pilar, por brindarme siempre su apoyo incondicional, le estaré siempre agradecido a Dios por brindarme a cada uno de ustedes.

MI SUPERVISOR

Dr. Adalberto B. Rodríguez García por su supervisión, orientación y apoyo durante el Ejercicio Profesional Supervisado, por su confianza, paciencia y amistad incondicional.

MI ASESOR

Ing. Agr. Gustavo Álvarez Valenzuela por su apoyo incondicional, tiempo, conocimientos y consejos brindados para la realización de la presente investigación

EMPRESA ESPORANGIO S.A.

Por su confianza puesta en mi persona, por darme la oportunidad de culminar mi fase de estudios para mi formación como profesional al brindarme todo el apoyo en realizar mi EPS.

EQUIPO TÉCNICO

A cada uno de los que formaron parte de mi EPS, les agradeceré infinitamente su apoyo, su tiempo, sus conocimientos, de todo corazón que Dios derrame bendiciones en sus vidas muchas gracias.

A MIS AMIGOS

Le doy gracias a Dios por darme la oportunidad de conocer a personas hermosas que amo con todo mi corazón, los cuales no son solamente amigos si no son una familia para mí, les estaré siempre agradecida a cada uno de ustedes por sus consejos, su apoyo y cada uno de los momentos hermosos que compartimos juntos.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN.....	IX
CAPITULO I DIAGNÓSTICO.....	1
Diagnóstico de parcela demostrativa de ejote francés,.....	
Santiago Sacatepéquez, Guatemala, C.A.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	2
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
3 MARCO REFERENCIAL	4
3.1 Ubicación	4
3.1.1 Localización Geográfica.....	4
3.1.2 Colindancias	5
3.1.3 Estructura espacial	5
3.1.4 Demografía	5
3.1.4.1 Población.....	5
3.1.5 Salud.....	6
3.1.5.1 Cobertura	6
3.1.5.2 Movilidad	6
4 METODOLOGÍA.....	7
4.1 Fase de campo	7
4.1.1 Fase de gabinete	7
4.1.2 Priorización de problemas.....	7
5 RESULTADOS	9
5.1 Fortalezas	9
5.1.1 Buena ubicación geográfica.....	9
5.1.2 Acceso a sus terrenos	9

	Página
5.1.3 Mano de obra accesible.....	9
5.2 Oportunidades	9
5.2.1 Buen precio de venta de ejote francés.....	9
5.2.2 Demanda del mercado internacional para productos de la región	10
5.2.3 Incrementar rendimientos	10
5.3 Debilidades.	10
5.3.1 Escasa investigación	10
5.3.2 Limitado interés en asistencia técnica	11
5.3.3 Falta de aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas.	11
5.4 Amenazas	11
5.4.1 Escasez de recursos hídricos y fuentes de captación	11
5.4.2 Ataque de plagas y enfermedades	12
5.4.3 Aplicaciones fitosanitarias en áreas aledañas	12
5.5 Elaboración de matriz de valoración de problemas	12
5.6 Jerarquización.....	14
6 CONCLUSIONES.....	15
7 RECOMENDACIONES.....	16
8 BIBLIOGRAFÍA.....	17
CAPÍTULO II INVESTIGACIÓN.....	18
Efecto de <i>Glomus</i> y <i>Trichoderma</i> combinados con dos fungicidas en ejote francés.....	
(<i>Phaseolus vulgaris</i> L), en Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, Guatemala, C.A.	18
9 INTRODUCCIÓN.....	19
10 MARCO TEÓRICO	21
10.1 MARCO CONCEPTUAL	21
10.1.1 Aspectos generales del cultivo de ejote francés	21
10.1.2 Clasificación taxonómica del ejote francés	21
10.1.3 Aspectos botánicos.....	22

	Página
10.1.4 Floración	22
10.1.5 Vainas	22
10.1.6 Raíz	22
10.1.7 Tallo	23
10.1.8 Hojas.....	23
10.1.9 Flor.....	23
10.1.10 Requerimientos del cultivo	24
10.1.11 Temperatura	24
10.1.12 Suelos	24
10.1.13 Requerimientos nutricionales.....	25
10.1.14 Complementos nutricionales.....	25
10.1.15 Fisiopatías.....	25
10.1.15.1 Exceso de humedad o sequía	25
10.1.15.2 Quemaduras por luz solar	25
10.1.16 Plagas y enfermedades	26
10.1.16.1 Plagas que atacan al cultivo.....	26
10.1.16.2 Plagas del suelo	26
10.1.16.3 Plagas al Follaje.....	27
10.1.16.4 Enfermedades que afectan al cultivo	33
10.1.16.4.1 Damping off:	33
10.1.16.4.2 Roya (Uromyces sp.)	33
10.1.16.4.2.1 Síntomas y daño:	33
10.1.16.4.3 Virus Mosaico Dorado.....	34
10.1.16.4.4 Mildiu Polvoriento.....	35
10.1.16.4.4.1 Síntomas y daño:	35
10.1.16.4.5 Antracnosis	36
10.1.16.4.5.1 Síntomas y daños:	36
10.1.16.4.6 Mancha foliar por Alternaría.....	37
10.1.16.4.6.1 Síntomas y daño:	37
10.1.16.4.7 Ascochyta (Ascochyta phaseolorum).....	38
10.1.16.4.7.1 Síntomas y daño	38

	Página
10.1.17 Bacterias fijadoras de Nitrógeno	39
10.1.17.1 Rhizobium	39
10.1.17.1.1 Definición	39
10.1.17.1.2 Clasificación taxonómica de Rhizobium.....	40
10.1.17.1.3 Simbiosis	40
10.1.17.1.4 Beneficios del Rhizobium para las leguminosas.....	40
10.1.18 Hongos benéficos	41
10.1.18.1 Trichoderma spp.	41
10.1.18.2 Clasificación taxonómica.....	42
10.1.18.3 Mecanismo de acción	42
10.1.18.4 Uso de <i>Trichoderma</i> en la agricultura	44
10.1.18.5 Principales beneficios agrícolas del <i>Trichoderma</i>	45
10.1.18.6 Ventajas de Trichoderma	46
10.1.19 Trichoderma Atroviride.....	47
10.1.20 Micorrizas.....	47
10.1.20.1 Definición	47
10.1.20.2 Tipos de Micorrizas	47
10.1.20.3 Clasificación	48
10.1.20.4 Clasificación taxonómica.....	51
10.1.21 Micorriza Arbusculares	51
10.1.21.1 Definición	51
10.1.21.2 Mecanismos de biocontrol por los hongos micorrizicos	52
10.1.21.3 Mejora del estado nutricional de la planta.....	52
10.1.21.4 Beneficios de las Micorrizas.....	53
10.1.22 Clasificación Glomus Intraradices.....	53
10.1.23 Productos a utilizar	55
10.1.23.1 Material genético.....	55
10.1.23.2 Mefenoxam + Clorotalonil	55
10.1.23.3 Azoxystrobin.....	56
10.1.23.4 Aegis Microgránulo	56
10.1.23.5 Composición	57

	Página
10.1.23.6 Aegis Irriga	57
10.1.23.6.1 Composición:	58
10.1.23.7 Condor y Tifi	58
10.1.23.7.1 Composición de Trichoderma Cóndor	59
10.1.23.7.2 Composición de Trichoderma Tifi	59
10.1.23.8 Ventajas exclusivas	59
10.2 MARCO REFERENCIAL	60
10.2.1 Ubicación	60
10.2.1.1 Localización Geográfica	60
10.2.1.2 Colindancias	61
10.2.1.3 Estructura espacial	61
10.2.2 Demografía	61
10.2.2.1.1 Población	61
10.2.2.1.2 Salud	62
10.2.2.1.2.1 Cobertura	62
10.2.2.1.2.2 Movilidad	62
11 OBJETIVOS	63
11.1 Objetivo general	63
11.2 Objetivos específicos	63
12 HIPÓTESIS	63
13 METODOLOGÍA	64
13.1 Metodología experimental	64
13.1.1 Lugar	64
13.2 Características del material experimental	65
13.2.1 Material Vegetal	65
13.2.2 Productos utilizados	65
13.3 Definición del área experimental	66
13.4 Unidad experimental	66

	Página
13.5	Diseño experimental..... 68
13.6	Modelo lineal estadístico..... 68
13.7	Tratamientos 69
13.8	Manejo agronómico 70
13.8.1	Preparación del terreno 70
13.8.2	Siembra..... 70
13.8.3	Tratamientos al follaje..... 71
13.8.4	Control de malezas 71
13.8.5	Colocación de tutores y rafia..... 71
13.8.6	Control de enfermedades 71
13.8.7	Control de insectos 72
13.8.8	Cosecha..... 72
13.9	Variables de respuesta..... 73
13.9.1	Mortalidad de plantas (porcentaje de incidencia)..... 73
13.9.2	Altura de plantas 73
13.9.3	Nodulación en las plantas de ejote francés 74
13.9.4	Rendimiento..... 74
13.10	Análisis de información..... 74
13.10.1	Análisis de varianza..... 74
13.10.2	Análisis gráfico..... 75
13.10.3	Análisis económico 75
14	RESULTADOS Y DISCUSIÓN 76
14.1	Análisis estadístico 76
14.1.1	Mortalidad 76
14.1.2	Altura de plantas (cm)..... 79
14.1.3	Nodulación 82
14.1.4	Rendimiento (kg)..... 85
14.2	Correlación de las variables evaluadas..... 88

	Página
14.3 Análisis Económico	90
15 CONCLUSIONES.....	94
16 RECOMENDACIONES.....	95
17 BIBLIOGRAFÍA.....	96
CAPITULO III INFORME DE SERVICIOS.....	99
Profesionales y asistencia técnica prestado a la Empresa Esporangio S.A.	99
18 INTRODUCCIÓN.....	100
18.1 Análisis por medio de parcelas demostrativas del programa estándar.....	
de nutrición vegetal, para control de plagas y enfermedades, versus.....	
programa Nutrypro (programa que maneja la empresa, en combinación.....	
con productos Syngenta e Itapolina)	100
18.1.1 Introducción.....	101
18.1.2 OBJETIVOS	101
18.1.2.1 Objetivo general	101
18.1.2.2 Objetivos específicos	101
18.1.3 Actividades.....	102
18.1.3.1 Seguimiento de diferentes parcelas demostrativas en la región.....	
central de Guatemala.	102
18.2 Capacitación a agricultores de la zona central de Guatemala	105
18.2.1 OBJETIVOS	105
18.2.1.1 Objetivo general	105
18.2.1.2 Objetivos específicos.....	105
18.2.2.Actividades.....	105
18.2.2.1 Capacitaciones a agricultores del área central de Guatemala	105
19 ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Análisis FODA	8
Cuadro 2. Matriz de valoración de problemas	13
Cuadro 3. Jerarquización de problemas y problemáticas.....	14
Cuadro 4. Clasificación de las micorrizas basadas en su morfología.....	49
Cuadro 5. Ventajas y beneficios de las micorrizas.	54
Cuadro 6. Descripción de los productos evaluados en el cultivo de ejote francés.	65
Cuadro 7. Descripción de los Tratamientos evaluados en el cultivo de ejote francés.	69
Cuadro 8. Análisis de la varianza para la variable Mortalidad de plantas	78
Cuadro 9. Separación de medias Tukey	78
Cuadro 10. Análisis de la varianza para la variable altura de planta (cm)	81
Cuadro 11. Separación de medias Tukey	81
Cuadro 12. Análisis de la varianza para la variable Nodulación.....	83
Cuadro 13. Separación de medias Tukey	84
Cuadro 14. Análisis de la varianza para la variable Rendimiento (kg)	87
Cuadro 15. Separación de medias Tukey	87
Cuadro 16. Coeficiente de correlación lineal (r), entre el rendimiento y	89
las variables evaluadas.	89
Cuadro 17. Costos totales aplicaciones foliares tratamientos (1-8).....	90
Cuadro 18. Costos totales aplicaciones foliares (Testigo).....	91
Cuadro 19. Costos totales tratamientos al suelo	92
Cuadro 20. Costo beneficio	93
Cuadro 21A. Tratamientos al follaje, tratamientos (1-8)	108
Cuadro 22A. Tratamientos al follaje (testigo)	109
Cuadro 23A. Datos Mortalidad de plantas de ejote francés	110
Cuadro 24A. Datos de alturas de plantas de ejote francés	111
Cuadro 25A. Datos nodulación de plantas de ejote francés.....	112
Cuadro 26A. Datos rendimiento de ejote francés.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa de ubicación Santiago Sacatepéquez.	4
Figura 2. Daño ocasionado por gusano nochero (<i>Agrotis sp</i>) en plántulas de frijol	27
Figura 3. Ninfas y adultos de mosca blanca.....	28
Figura 4. Pulgones en vaina de frijol	29
Figura 5. Síntomas típicos en hojas de frijol por ataque de trips.....	30
Figura 6. Síntomas de la presencia de daño de minador en hojas de frijol.	31
Figura 7. Adulto de <i>Apión godmani W.</i>	32
Figura 8. Formación de postulas por roya en frijol	34
Figura 9. Adulto y ninfas de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) en..... el envés de las hojas del ejote francés. Este es vector principal del virus..... del mosaico dorado.	35
Figura 10. a) Síntoma en follaje por antracnosis en frijol. b) Síntomas en..... vainas por el hongo causal de antracnosis.	37
Figura 11. Imagen al microscopio óptico (x40) de hifas de <i>Rhizoctonia solani</i> con enrollamiento a modo de lazo por <i>Trichoderma spp.</i>	43
Figura 12. Mapa conceptual de las ventajas en la aplicación de <i>Trichoderma</i> para el control de enfermedades.	46
Figura 13. Mapa de ubicación parcela experimental Santiago Sacatepéquez	60
Figura 14. Mapa de ubicación de la parcela experimental en Santiago Sacatepéquez. ...	64
Figura 15. Arreglo espacial de unidades experimentales en campo.	67
Figura 16. Preparación del terreno.....	70
Figura 17. a) Proceso de cosecha. b) Cajas identificadas	73
Figura 18. Mortalidad existente en tratamiento 9 (Testigo del Agricultor)	76
Figura 19. Mortalidad de plantas a través del tiempo.....	77
Figura 20. Resultados finales promedio de los tratamientos para la variable Mortalidad de plantas.....	79
Figura 21. Alturas de plantas de ejote francés.	80
Figura 22. Fotografías de los tratamientos nodulados	82
Figura 23. Prueba de medias de los tratamientos para la variable nodulación.	85

Figura 24. Fotografías de: a) Proceso de pesado b) Proceso de clasificación.....	85
Figura 25. Prueba de medias de los tratamientos para la variable Rendimiento (kg/ha). ..	88
Figura 26. Montaje parcela demostrativa	102
Figura 27. Seguimiento parcelas demostrativas, tomada de datos y tabulación de datos	103
Figura 28. a) testigo. b) con producto de la empresa	104
Figura 29. Capacitación agricultores de Tecpán, Chimaltenango.	106
Figura 30. Capacitación Agricultores en Santiago Sacatepéquez, Aldea Pachali.....	107

RESUMEN

En el presente documento se incluyen los informes de diagnóstico, investigación y servicios que se realizaron en la empresa Esporangio S.A., como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), durante el periodo de febrero a noviembre de 2015.

En el diagnóstico se identificaron algunos de los principales problemas que afectan a los agricultores que se dedican a la siembra y cosecha del cultivo de ejote francés, en el municipio de Santiago Sacatepéquez.

El propósito de realizar dicho diagnóstico fue tratar de comprender la problemática que afecta a la comunidad de Santiago Sacatepéquez, por medio de la utilización de un análisis FODA, para determinar la importancia de cada uno de los problemas que afectan a los agricultores de la región. Se identificó como problemas prioritarios el uso inadecuado de agroquímicos para lo cual se les brindó asesoría en control biológico para control de hongos del suelo y así ayudar al medio ambiente y combatir las enfermedades que afectan al cultivo de ejote francés. Con la información recabada se conoció la metodología y el manejo que los agricultores le brindan a su cultivo para apoyarles mediante en el uso de productos para el buen funcionamiento y así verse beneficiados económicamente.

La investigación se realizó sobre el efecto de *Glomus* y *Trichoderma* combinados con dos fungicidas en ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), en Santiago Sacatepéquez, Guatemala C.A., el propósito fue fortalecer el sistema radicular con el uso de Micorrizas (*Glomus Intraradices* + *Glomus Mussease*) y *Trichoderma Atroviride*, combinados con dos fungicidas los cuales fueron *Azoxistrobin* y *Mefenoxam*, para incrementar el rendimiento del cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.). La variedad de ejote francés utilizada fue *Serengueti*, La investigación se realizó con diseño experimental de bloques al azar con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables de respuesta, fueron: mortalidad, altura de plantas, nodulación por *Rhizobium* y rendimiento.

Según los resultados las micorrizas y *trichodermas* superan al testigo del agricultor en la variable altura, en la variable nodulación, además cuatro de los tratamientos muestran diferencia en la variable rendimiento, el tratamiento utilizando trichoderma + *azoxystrobin* presentó diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos evaluados. Por lo tanto se llegó a la conclusión que con el uso de micorrizas y *trichoderma* en combinación con *azoxystrobin* y *mefenoxam* se logra incrementar el rendimiento de ejote francés brindándoles a los agricultores mayores ingresos económicos.

Como parte de los servicios se realizó un análisis por medio de parcelas demostrativas del programa estándar de nutrición vegetal, para control de plagas y enfermedades, versus el programa Nutrypro (programa que maneja la empresa, en combinación con productos Syngenta e Italpolina). Para ello se establecieron parcelas demostrativas utilizando los productos de la empresa versus los que utilizan los agricultores, brindándole los productos necesarios sin ningún costo, en diferentes áreas del país como lo son Chimaltenango, Sacatepéquez y Ciudad de Guatemala, en donde se les brindó soluciones con productos certificados para problemas de hongos de suelo, follaje, como también de nutrición para así poder obtener mejor rendimiento.

El segundo servicio fue la capacitación a agricultores de la zona centro del país, en donde se logró contactar con diferentes representantes, técnicos, jefes de fincas y agricultores para darle a conocer información sobre el uso adecuado de productos agroquímicos y buenas prácticas agrícolas.

CAPITULO I

**DIAGNÓSTICO DE PARCELA DEMOSTRATIVA DE EJOTE FRANCÉS, SANTIAGO
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

1 INTRODUCCIÓN

El presente diagnóstico es de interés debido a la situación que sufren los agricultores en cuanto a la problemática del mal manejo de sus cultivos. Por lo tanto, es de importancia para el municipio de Santiago Sacatepéquez que se brinden opciones de manejo para el control de hongos del suelo, plagas, entre otros. Por lo tanto, se hace énfasis en los problemas más significativos como lo son hongos del suelo que originan las principales enfermedades que presentan daños de importancia perjudicando la producción y economía.

Durante los meses de febrero a principios de noviembre de 2015 se realizaron recorridos para reconocimiento del área pero aún más importante identificar cuáles son los principales problemas que afectan a los agricultores del área que se dedican a la siembra y cosecha del cultivo de ejote francés, dentro del municipio de Santiago Sacatepéquez. Con la ayuda de toma de datos y encuestas realizadas a los productores se recolectó información y toma de datos para así poder ordenarlos y determinar el grado de importancia de cada uno de ellos.

El propósito de realizar dicho diagnóstico fue tratar de comprender la problemática que afecta a la comunidad de Santiago Sacatepéquez, por medio de la utilización de un análisis FODA, para determinar la importancia de cada uno de los problemas que afectan a los agricultores de la región.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Identificar la problemática que presentan las áreas de producción de ejote francés en Santiago Sacatepéquez.

2.2 Objetivos Específicos

1. Determinar algunas de las principales causas de factor agronómico que limitan la buena producción de ejote francés en Santiago Sacatepéquez.
2. Identificar actividades que permitan mejoras en el proceso de producción de ejote francés en Santiago Sacatepéquez.

3 MARCO REFERENCIAL

3.1 Ubicación

3.1.1 Localización Geográfica

Con una extensión territorial de 15 km², el municipio de Santiago Sacatepéquez geográficamente está ubicado entre los ríos Chinimayá y Chiplátanos y se encuentra a una altitud de 2,040 msm. (Ver figura 1).

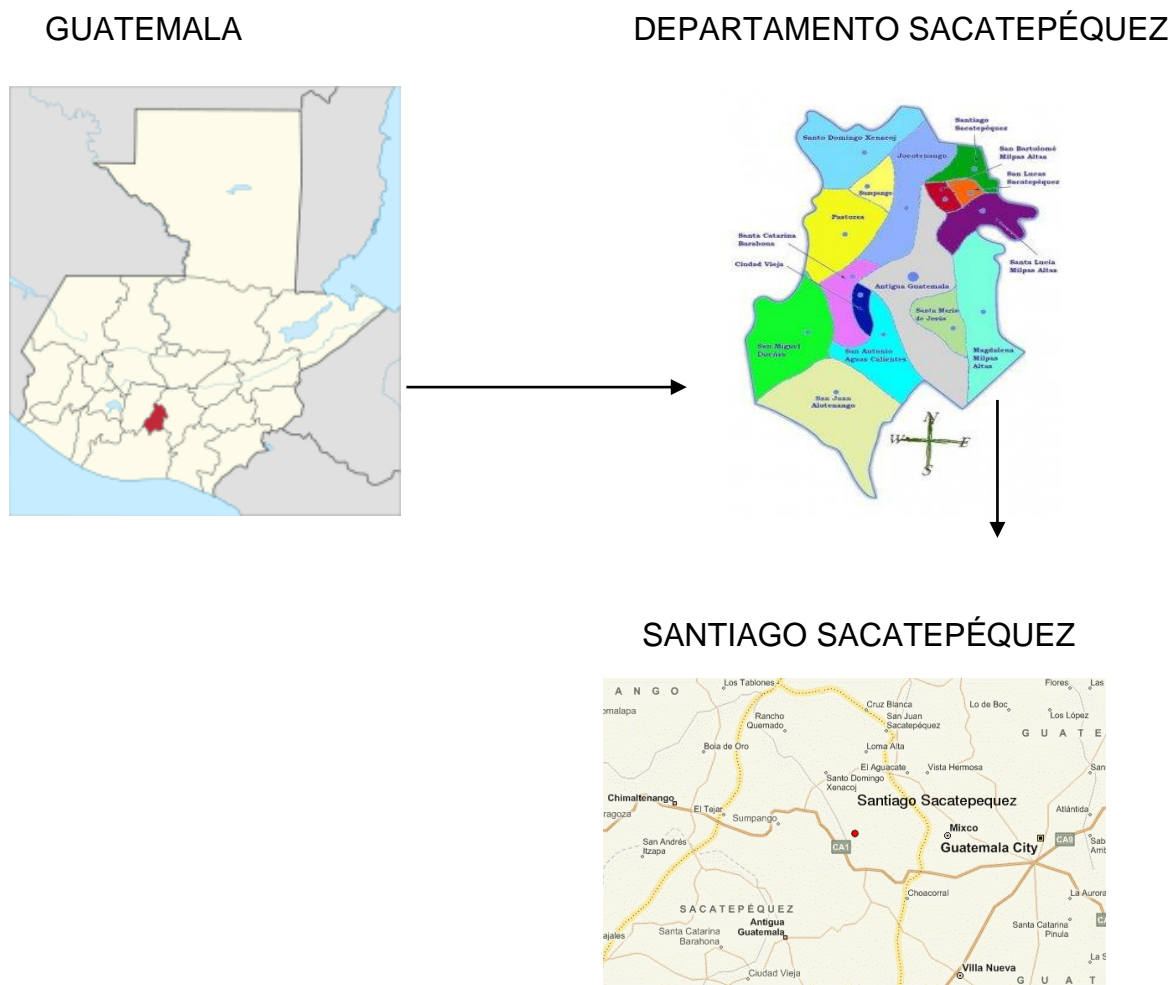


Figura 1. Mapa de ubicación Santiago Sacatepéquez.

3.1.2 Colindancias

Santiago Sacatepéquez colinda al norte con Santo Domingo Xenacoj (Sacatepéquez) y San Pedro Sacatepéquez (Guatemala); al este con Mixco (Guatemala); al sur con San Bartolomé Milpas Altas, Antigua Guatemala y San Lucas Sacatepéquez (Sacatepéquez) y al oeste con Sumpango (IGN, 1957).

3.1.3 Estructura espacial

Santiago Sacatepéquez está distribuido en seis centros poblados: las Aldeas San José Pacul, Santa María Cauqué y Pachalí; los caseríos El Manzanillo y Chixolís y el Casco Urbano (SEGEPLAN, 2010).

3.1.4 Demografía

3.1.4.1 Población

Según el XI Censo de Población y VI Censo Habitacional de Guatemala levantado por el INE, Santiago Sacatepéquez posee una población de 22,038 habitantes. Para el 2010, la población de Santiago está estimada en 28,167 habitantes. El municipio se encuentra en una tasa de crecimiento de 3.1 % situándose como un territorio de crecimiento medio (INE, 2002). La pirámide poblacional muestra un incremento, quinquenal de la población joven. Para el año 2010, la población proyectada se estima que los habitantes jóvenes representaron el 45.34 %. Para la población en edad económicamente productiva, las estimaciones indican que 11,264 habitantes representaron el 51.11 % lo que sugiere que el municipio de Santiago Sacatepéquez cuenta con una población en edad apta para el mercado laboral (SEGEPLAN, 2010).

3.1.5 Salud

3.1.5.1 Cobertura

La cobertura en salud en el municipio durante el 2008 según datos proporcionados por la Jefatura de área de salud fue del 100%, sin embargo de acuerdo al mapeo participativo la cobertura es de 40% ya que existe debilidades en cuanto medicamento, equipamiento y personal especializado (SEGEPLAN, 2010).

3.1.5.2 Movilidad

La infraestructura de salud en Santiago Sacatepéquez, cuenta con un Centro de Salud, ubicado en el Casco Urbano, un puesto de salud en aldea Santa María Cauqué y Centro de Convergencia de San José Pacul, sin embargo el incremento de la demanda produce movilidades hacia el municipio de San Lucas Sacatepéquez y a la Antigua Guatemala.

4 METODOLOGÍA

4.1 Fase de campo

Esta fase consistió en hacer recorridos para el reconocimiento de las áreas de cultivo de ejote francés en compañía de un promotor de la empresa Esporangio S.A., como también de un técnico de la región. En todo momento se pretendió recolectar información para poder determinar los problemas que presentan y la situación general de las áreas del cultivo.

4.1.1 Fase de gabinete

4.1.2 Priorización de problemas

Se realizó un análisis mediante la realización de un FODA, esta herramienta permite trabajar con toda la información que nos pueda ser útil para determinar Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. El análisis FODA se realizó con la participación de los agricultores de la región al momento de visitarlos, platicar con ellos para obtener información de la metodología que utilizan, los problemas que tienen más prioridad para ellos y por medio de la observación en campo. En el cuadro 1 se observa el análisis FODA realizado en el área de estudio.

Cuadro 1. Análisis FODA

<p>FORTALEZAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Buena ubicación geográfica - Mano de obra accesible - Acceso a sus terrenos 	<p>OPORTUNIDADES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Buen precio de venta de ejote francés - Demanda del mercado internacional para productos de la región. - Incrementar rendimientos.
<p>DEBILIDADES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escasa investigación - Limitado interés en asistencia técnica - Falta de aplicación de buenas prácticas agrícolas. 	<p>AMENAZAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicaciones fitosanitarias en áreas aledañas - Ataque de plagas y enfermedades. - Escasez de recursos hídricos y fuentes de captación.

Fuente: elaboración propia, 2015

5 RESULTADOS

5.1 Fortalezas

5.1.1 Buena ubicación geográfica

Debido a la altura que se encuentran, los suelos volcánicos con buena cantidad de fosforo, hacen de Santiago Sacatepéquez un buen lugar para la producción de ejote francés.

5.1.2 Acceso a sus terrenos

En cuanto al acceso se logra observar que debido al lugar donde están ubicados en su mayoría no tienen ningún problema al momento de acceder a sus terrenos.

5.1.3 Mano de obra accesible

En cuanto a la mano de obra, la mayoría de agricultores utilizan mano de obra familiar o bien contratan a personal de lugares cercanos siendo en su mayoría mujeres y niños.

5.2 Oportunidades

5.2.1 Buen precio de venta de ejote francés

Debido a la buena organización que presentan como comunidad al momento de sus cosechas cuentan con personas que adquieren sus productos a un buen precio favoreciendo su economía familiar.

5.2.2 Demanda del mercado internacional para productos de la región

En cuanto al mercado internacional, el ejote francés es uno de los productos no tradicionales de exportación más importante en dicha región. La demanda de países del extranjero hace posible que exista la oferta de productos de la región, lo cual se ve reflejado en ingresos a los agricultores ya que en su mayoría el producto es exportado al extranjero y es una de las principales fuentes de ingresos de los agricultores.

5.2.3 Incrementar rendimientos

Aunque en la región se logra buenos rendimientos de ejote francés, los agricultores expresaron que les gustaría tener alternativas para poder incrementar su producción, para poder obtener mayores ingresos económicos.

5.3 Debilidades

5.3.1 Escasa investigación

En cuanto a la investigación en Santiago Sacatepéquez, la mayoría de los agricultores no cuentan con información sobre los productos que aplican más que todo es por medio del boca a boca eso quiere decir que a un agricultor le funciona un producto le comenta a otro agricultor el cual lo aplica en su mayoría sin saber que es realmente lo que está aplicando. En algunos casos se ve el problema que aplican productos con el mismo ingrediente activo solo que de diferente casa comercial, lo cual provoca que este aplicando a su cultivo un mismo producto el cual le trae los mismos beneficios y mayores costos de producción.

5.3.2 Limitado interés en asistencia técnica

En Santiago Sacatepéquez aunque existen cooperativas o empresas que brindan capacitaciones, los agricultores en algunos casos no pueden asistir a dichas capacitaciones debido a que quizás estén en sus labores diarias lo cual perjudica ya que no reciben la ayuda y los conocimientos para ponerlos en práctica en cuanto a un mejor manejo de sus cultivos lo cual se vería reflejado en ingresos económicos.

5.3.3 Falta de aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas

Cabe mencionar que las buenas prácticas agrícolas sus fundamentos son la obtención de productos sanos que no representen riesgo para la salud de los consumidores, la protección del medioambiente y el bienestar de los trabajadores en el campo. En donde se logró observar que en algunos casos los agricultores no aplican estas BPA.

5.4 Amenazas

5.4.1 Escasez de recursos hídricos y fuentes de captación

Uno de los grandes problemas en algunos sectores de Santiago Sacatepéquez, es la falta o cercanía del agua ya que en su mayoría no cuentan con un sistema de riego sistematizado, lo cual afecta los rendimientos de sus cultivos versus los agricultores que si cuentan con algún tipo de riego.

5.4.2 Ataque de plagas y enfermedades

Uno de los mayores problemas que se logró observar fue los hongos del suelo provocando diversidad de enfermedades al cultivo de ejote francés, provocando marchitamiento, baja calidad, e incluso la muerte de la plantación. Como también el ataque de 3 principales plagas como lo son los gusanos, trips y mosca blanca.

5.4.3 Aplicaciones fitosanitarias en áreas aledañas

El ejote francés que se cultiva en Santiago Sacatepéquez en su mayoría es para exportación por lo tanto tiene que cumplir con ciertas normas de calidad entre ellas el uso de productos aprobados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés).

Por lo tanto, existen cultivos aledaños de agricultores, esto hace que por la falta de barreras vivas cierta parte del producto químico aplicado en dichas parcelas sea transportado por el viento. Y esto pueda provocar que exista contaminación de productos el cual perjudica a los agricultores ya que si no cumplen con estas normas de calidad su producto pueda ser rechazado.

5.5 Elaboración de matriz de valoración de problemas

Se elaboró una matriz en donde se valoraron los principales problemas que se identificaron en el diagnóstico efectuado. Las puntuaciones fueron asignadas dependiendo de la situación en la que se encontró cada problema; a los problemas más profundos en base a la información proporcionada por el agricultor beneficiario se le asignó la menor valoración. En el cuadro 2 se observa la matriz de valoración de los principales problemas presentes en la región.

Cuadro 2. Matriz de valoración de problemas

No	Problemáticas a valorar	Puntuación de 1 a 10, siendo 1 muy malo y 10 excelente
		Parcela evaluada
1	Acceso al lugar	7
2	Mano de obra	7
3	Ubicación geográfica	7
4	Área de siembra	7
5	Precio de venta	8
6	Potencial de mercado	9
7	Rendimientos	3
8	Investigación	2
9	Capacitación agricultores	4
10	Cercanía del agua	5
11	Organización de la comunidad	7
12	Potencial productivo	9
13	Plagas y enfermedades de cultivos	2
14	Aplicaciones fitosanitarias aledañas	5

Nota: Todas las ponderaciones que están por debajo de 5 requieren prioridad a corto plazo

5.6 Jerarquización

Se ordenó en base a la matriz de valoración elaborada los temas de mayor relevancia. En el cuadro 3 se observa la jerarquización de los problemas y problemáticas presentes.

Cuadro 3. Jerarquización de problemas y problemáticas

No	Temas a tratar	Relevancia
1	Plagas y enfermedades del cultivo	Tema de investigación
2	Capacitación agricultores	Servicio
3	Investigación	Servicio
4	Incremento de rendimientos	Tema de investigación

6 CONCLUSIONES

1. En visitas a campo y entrevistas a agricultores de la región se buscó realizar un diagnóstico previo para poder determinar metodología y proceso a seguir para encontrar las principales problemáticas de la región de Santiago Sacatepéquez y de esta manera poder determinar e implementar las acciones necesarias para esta investigación, lo cual conllevó a realizar las actividades necesarias para una mejor producción de ejote francés.
2. Realizando encuestas se logró obtener información necesaria para conocer la metodología y el manejo que se les da al cultivo de ejote francés para así poderles brindar apoyo por medio de programas de uso con productos que estén certificados y aprobados para el buen funcionamiento y así verse beneficiados económicamente.

7 RECOMENDACIONES

A entidades agrícolas y empresas dedicadas a la comercialización de productos agrícolas, se les hace las siguientes recomendaciones:

1. Realizar charlas además brindarles a los agricultores asesorías más personalizadas de productos que puedan utilizar que estén aprobados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés).
2. Capacitar a los productores en cuanto al uso de productos biológicos que no afecten al medio ambiente además puedan incrementar rendimientos de sus cultivos.
3. Capacitar a los agricultores sobre Buenas Prácticas Agrícolas, además del uso de productos adecuados que puedan combatir las principales plagas y enfermedades que afectan a los cultivos en Santiago Sacatepéquez.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. IGN. (1957). *Diccionario geografico de Guatemala*. Guatemala: Instituto Geografico Nacional.
2. INE. (2002). *Censo nacional agropecuario*. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística.
3. SEGEPLAN. (2010). *Plan de desarrollo Santiago Sacatepéquez*. Obtenido de Secretaría General de Planificación de la Presidencia: http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=254:santiago-sacatepequez&Itemid=333&&opc=2&opc=1

No. 30
TES Y DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
FAUSAD
* REVISIÓN *
Esteban Ramos

CAPÍTULO II INVESTIGACIÓN

EFFECTO DE *Glomus* y *Trichoderma* COMBINADOS CON DOS FUNGICIDAS EN EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS AGRÍCOLAS REALIZADOS EN SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.

9 INTRODUCCIÓN

El ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), es uno de los productos no tradicionales de exportación. Guatemala es el tercer exportador mundial de ejote francés, tomando en cuenta que los principales competidores son: los países africanos, China, Perú, México, Estados Unidos y algunos países europeos. Según la Asociación Guatemalteca de Exportadores AGEXPORT el 94 % de las exportaciones de ejote francés se envía a Estados Unidos y Canadá y el 6% restante al mercado europeo. La producción de hortalizas de exportación se concentra en los departamentos de Chimaltenango (42 %), Sacatepéquez (25 %), San Marcos (14 %), Huehuetenango (9 %), Sololá (7 %) y Quiché (3 %). En el cual el ejote francés ocupa el 5.7 % de superficie cosechada correspondiente aproximadamente a 2,680.24 hectáreas (Camara del Agro & Agrequima, 2015). Aunque las áreas de producción de ejote francés han presentado incremento, dicho cultivo presenta tendencia a la baja en cuanto a rendimientos, debido al poco manejo tecnológico del cultivo, debido principalmente a la falta de investigación en innovación en la agricultura (Camara del Agro & Agrequima, 2015).

El incremento del cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferentes regiones del país ha provocado manifestación de enfermedades del suelo según (Figueroa, Manual del manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de frijol ejotero, 2006), entre las más comunes se pueden nombrar *Phytophthora spp.*, *Fusarium spp.*, *Pythium spp.*, entre otras. Lo cual se refleja en pérdidas económicas a los agricultores. Se sabe que muchos de los problemas que presenta dicho cultivo se debe a que está siendo afectado en el sistema radicular.

El uso indiscriminado de productos químicos para la protección de los cultivos ha provocado posiblemente resistencia en cuanto a enfermedades de importancia, así mismo el uso de productos no permitidos o restringidos para el cultivo de ejote francés por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), provoca el rechazo para su exportación. También el uso de biocidas de alto impacto al suelo ocasiona daños muy graves acabando con la flora microbiana.

Por lo tanto, es necesario realizar investigaciones con agentes microbianos como lo son las micorrizas y trichoderma que son promotores de las raíces y reducen el ataque de hongos fitopatógenos. Por consiguiente, con la utilización de enraizadores se pretende obtener mayor rendimiento beneficiando la economía de los agricultores que se ven afectados por dicho problema.

El presente estudio se llevó a cabo en el municipio de Santiago Sacatepéquez, Guatemala, C.A., en los meses de julio a octubre de 2015. El propósito de dicha investigación fue fortalecer el sistema radicular con el uso de Micorrizas (*Glomus Intraradices* + *Glomus Mussease*) y *Trichoderma Atroviride*, combinados con dos fungicidas los cuales fueron *Azoxistrobin* y *Mefenoxam*, para incrementar el rendimiento del cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.). La variedad de ejote francés utilizada fue *Serengueti*, que es cultivada por los agricultores de dicha región. La investigación se realizó con diseño experimental de bloques al azar con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables de respuesta, fueron: mortalidad, altura de plantas, nodulación por *Rhizobium* y rendimiento. Según los resultados donde se utilizó micorrizas y *trichodermas* superan al testigo del agricultor en la variable altura, en la variable nodulación, además cuatro de los tratamientos muestran diferencia en la variable rendimiento el tratamiento utilizando trichoderma + *azoxytrobin* presentó diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos evaluados. Por lo tanto, se llegó a la conclusión que los productos biológicos como lo son micorrizas y trichoderma en combinación con *azoxystrobin* y *mefenoxam* se logra incrementar el rendimiento de ejote francés brindándoles a los agricultores mayores ingresos económicos.

10 MARCO TEÓRICO

10.1 MARCO CONCEPTUAL

10.1.1 Aspectos generales del cultivo de ejote francés

El ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L), es una de las principales especies leguminosa de importancia para el consumo humano. Es una planta herbácea, con un ciclo de producción corto de 70 días aproximadamente. Es un ejote fino de 12 a 15 cm de largo, de 4 a 8 mm de diámetro, con un color verde oscuro, se puede sembrar de 600 a 2,000 msnm (Voysesst Voysets, 2000).

10.1.2 Clasificación taxonómica del ejote francés

Categoría	Taxón
Reino	Plantae
Sub-reino	Tranqueobionta (plantas vasculares)
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-clase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	Phaseolus
Especie	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

Fuente: USDA, 2016.

10.1.3 Aspectos botánicos

Especie anual dicotiledónea, de hábito determinado arbustivo, llamado también de arbolito por los campesinos, pues no produce guías o zarcillos. Plantas de 40 cm a 60 cm. Con hojas trifoliadas cuyos peciolo presentan un ángulo de 15 grados de inclinación, permitiendo una buena iluminación, la cual estimula la formación de primordios foliares llegando a producir hasta 85 flores por planta (Cruz, 2010).

10.1.4 Floración

Las primeras flores se presentan entre los 45 a 55 días de edad, dependiendo de las temperaturas. Siendo estas de color blanco con los cálices de verde muy suave. La estructura floral está compuesta por un cáliz gamosépalo, en cuya base hay dos bractéolas que permanecen hasta la floración. La corola es pentámera, formada por el estandarte: glabro y simétrico (Cruz, 2010).

10.1.5 Vainas

Después de 8 días de haber cuajado las flores aparecen las vainas aptas para su recolección, las cuales son de color verde claro, aterciopeladas entre 8 cm a 12 cm y con diámetro entre 4mm a 7mm rectas y uniformes (Cruz, 2010).

10.1.6 Raíz

El ejote posee un sistema radical fasciculado a veces fibroso con mucha variación incluso en plantas de la misma variedad; el tipo pivotante se presenta en bajo porcentaje. Dispone de gran cantidad de raíces secundarias, terciarias y cuaternarias. Por su condición de palionoidae, el ejote contiene nódulos en la parte superior y media de raíces que

mediante simbiosis con el hongo *Rhizobium phaseoli* se encarga de fijar nitrógeno atmosférico (Camagro, Guia fitosanitaria para el cultivo del frijol, 1992).

10.1.7 Tallo

Es herbáceo, delgado y la altura varía de acuerdo a la variedad, se clasifica de acuerdo al hábito de crecimiento: determinado (arbustivas, de matocho, ciclo corto) e indeterminado (trepadoras de ciclo largo) (Camagro, Guia fitosanitaria para el cultivo del frijol, 1992).

10.1.8 Hojas

Las hojas son compuestas, trifoliadas, dotadas de pequeñas estípulas en la base del pecíolo. Los foliolos son ovalados o triangulados y de diferente color y pilosidad según la variedad, posición en el tallo y edad de la planta (Camagro, Guia fitosanitaria para el cultivo del frijol, 1992).

10.1.9 Flor

La inflorescencia puede ser axilar o terminal, dependiendo de su inserción en el tallo; es un conjunto de racimos, es decir, un racimo principal con un grupo de racimos secundarios. La flor típica papilionácea de fecundación autógama; en su desarrollo tiene dos etapas, botón floral y flor completamente abierta. Según la variedad, así es el color: blanco, rosado o púrpura (Camagro, Guia fitosanitaria para el cultivo del frijol, 1992).

10.1.10 Requerimientos del cultivo

El ejote francés, se adapta bien a climas con temperaturas entre los rangos de 12 a 18 grados centígrados. Abajo y arriba de estas temperaturas no es recomendable su siembra ya que en lugares más fríos se presentan quemaduras e incidencia de enfermedades y en sitios muy cálido baja la producción por aborto de floración (Villela, El cultivo del ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), 1992).

10.1.11 Temperatura

De -5 a -6 grados centígrados, reducen la germinación, de -2 a -3 grados centígrados dañan la flor y de -3 a -4 grados centígrados dañan las vainas. Las temperaturas óptimas para el crecimiento y desarrollo de la planta son de 15.6 ° a 21.1° C. las máximas pueden alcanzar los 27° C y las mínimas 10 °C. Temperaturas mayores a los 30 grados centígrados, causan serios daños a la planta y a los 35 grados centígrados se produce el aborto de la flor (Villela, El cultivo del ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), 1992).

10.1.12 Suelos

Este tipo de cultivo prefiere un suelo con textura franca a franco arcillosa, que sea fértil, profundo, liviano, bien drenado y con un buen contenido de materia orgánica. En cualquier tipo de suelo el pH debe oscilar entre 5.5 a 7. Las alturas adecuadas para la producción del ejote francés varían de los 600 a 2,000 msnm. La humedad relativa debe oscilar entre el 60% al 85% (Villela, El cultivo del ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), 1992).

10.1.13 Requerimientos nutricionales

Para la producción de 6 TM/Ha (132 qq/manzana=15 qq/cuerda de 40*40 varas) son: Nitrógeno: 135 kg, P₂O₅: 35 kg, Calcio: 196 kg, Magnesio: 17 kg (Villela, El cultivo del ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), 1992).

10.1.14 Complementos nutricionales

Desde los 15 días de germinado, con una frecuencia de 8 días efectuar aplicaciones foliares de zinc, boro, calcio y elementos menores a las dosis recomendadas por los fabricantes (Cruz, 2010).

10.1.15 Fisiopatías

10.1.15.1 Exceso de humedad o sequia

El estrés causado por el exceso de humedad o deficiencia causan desordenes fisiológicos, haciendo que las plantas de ejote detengan su crecimiento y tornándose amarillas (Cruz, 2010).

10.1.15.2 Quemaduras por luz solar

Cuando se presentan periodos de intensa luz solar, viento seguido de humedad y días nublados, aparecen los dalos sobre las vainas como escaldaduras de color café rojizo. Las hojas terminales se queman de los bordes confundiéndolo el daño con ataque de araña roja. Sol brillante, seguido de un crecimiento vigoroso puede producir quemaduras en las hojas superiores, especialmente en ejote francés (Cruz, 2010).

10.1.16 Plagas y enfermedades

10.1.16.1 Plagas que atacan al cultivo

Los daños causados por los insectos deterioran la calidad del producto y constituyen puerta de entrada para los hongos, los cuales vienen a disminuir los rendimientos. Los insectos que atacan al ejote francés se pueden clasificar como:

- a) Plagas del suelo
- b) Plagas del follaje

10.1.16.2 Plagas del suelo

1. Gallina ciega (*Phyllophaga sp.*): esta se alimenta vorazmente del sistema radicular, ocasionando la muerte de la planta (Villela Ramirez, 1992).
2. Gusanos cortadores
 - Gusano alambre (*Agrotis sp*)

Lepidóptero el cual corta los tallos de las plántulas a nivel del suelo, matándolas. Generalmente el ataque es localizado (Villela Ramirez, 1992).

- Nocheros (*Agrotis sp*)

Conocido como nochero o cuerudo, es la larva de una palomilla de color café claro a gris y de hábitos nocturnos, las larvas salen de noche a cortar las plántulas, este gusano es pequeño al inicio, pero puede llegar a medir 3 o 4 cm. La palomilla pone los huevos en masas algodonosas de 50 o más huevecillos; los huevos pueden ser puestos en el follaje de las malezas, del cultivo o en suelo. Los huevos eclosionan a los 3-5 días, las larvas duran 10-21 días, tiempo durante el cual puede ocasionar daños cortando el tallo de plántulas a nivel del suelo o comiendo hojas y perforando las vainas en plantas adultas. Las pupas o capullos duran de 6 a 12 días.

Los períodos más cortos de cada etapa de desarrollo ocurren en las temporadas más calientes y los períodos más largos en las temporadas frías (Figuroa, Manual del manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de frijol ejotero, 2006). En la figura 2, se muestra el daño que ocasiona el gusano nochero en el frijol.



Fuente: Figuroa Laureano, 2006.

Figura 2. Daño ocasionado por gusano nochero (*Agrotis sp*) en plántulas de frijol

10.1.16.3 Plagas al Follaje

1. Tortuguilla o escarabajito (*Diabrotica spp*), (*Chysomelidae sp*): pueden atacar en tres formas.
 - Las larvas habitan en el suelo y se alimentan de las raíces, los hipocolitos y los nódulos.
 - Los adultos se alimentan del follaje dejando huecos grandes en las hojas y reduciendo la capacidad de fotosíntesis.
 - Atacan las vainas y flores: los adultos son vectores mecánicos de enfermedades virales (Villela Ramirez, 1992).

2. Insectos chupadores

- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

La hembra adulta pone los huevecillos en el envés de las hojas, posteriormente emergen las ninfas o estados inmaduros que son de color pálido o amarillo pálido pasando por cuatro estadios. Las ninfas y adultos sobreviven alimentándose en el envés de las hojas donde succionan la savia. El follaje se torna color amarillo moteado, seguido de defoliación y muerte de las plantas. Además, ninfas y adultos de la mosquita blanca secretan una sustancia azucarada (mielecilla) que permite el desarrollo de un hongo llamado fumagina reduciendo la actividad fotosintética de las plantas dañadas. Los adultos de mosquita blanca son considerados como transmisores de enfermedades producidas por virus (p.e. virus mosaico dorado del frijol). Los ataques y daños por esta plaga son más severos durante la época más seca y caliente del año. Se recomienda monitorear con trampas amarillas de agua o con pegamento desde las primeras etapas de desarrollo del cultivo así como la inspección semanal del follaje del frijol. En la figura 3, se muestra ninfas y adultos de mosca blanca en el envés de una hoja de frijol. (Vicente Rodriguez, 2009)



Fuente: Vicente Rodriguez, 2009.

Figura 3. Ninfas y adultos de mosca blanca

- Pulgones (*Aphis sp*)

Existen alrededor de 300 especies de pulgones consideradas como plagas de cultivos agrícolas. De todas ellas hay algunas que sólo afectan a un solo cultivo y otras que lo hacen a un gran número de cultivos. Los pulgones causan daños directos que al succionar la savia de las plantas provocan una alteración fisiológica que trae como consecuencia bajos rendimientos, además de ser transmisores de virus. Esta plaga debe manejarse preventivamente mediante el uso de insecticidas sistémicos principalmente para evitar la transmisión de enfermedades de tipo viral. Los pulgones son insectos provistos con aparato bucal picador - chupador con el cual se alimentan de la savia de las plantas. Generalmente son insectos de cuerpo blando, pequeños de tamaño con 1-10 mm de longitud y de aspecto globoso. Pueden ser alados o sin alas de coloración variable desde verde claro hasta amarillo y verde oscuro. La reproducción de los pulgones es muy eficiente pues en un corto tiempo una hembra puede dar origen a 1, 000,000 de descendientes en 3 generaciones lo que los convierte en una plaga de mayor impacto económico en algunos cultivos. Se recomienda monitorear con trampas amarillas de agua o pegamento desde la emergencia del cultivo. En la figura 4, se muestra una vaina de frijol la cual tiene problema de pulgones.



Fuente: elaboración propia, 2015

Figura 4. Pulgones en vaina de frijol

- Trips (*Trips sp*)

Estos insectos miden de 1 a 2 mm de longitud con una coloración que varía del marrón oscuro al amarillo claro. Poseen un aparato bucal picador-raspador. Los adultos presentan alas bien desarrolladas y rodeadas por una serie de flecos mientras que las larvas carecen de alas. Generalmente se localizan en las flores y puntos de crecimiento donde se alimentan y reproducen a gran velocidad. El daño lo causan ninfas y adultos al alimentarse del follaje que se torna a un color plateado para posteriormente causar la muerte del tejido afectado. También son considerados como transmisores de enfermedades virales en frijol y otros cultivos hortícolas. La duración del ciclo biológico varía dependiendo de las temperaturas, pero este puede ser desde 15 a 20 días por lo que se producen de 11 a 15 generaciones por año. La longevidad de los adultos va de 1 mes hasta 1 año dependiendo de la especie que se trate. Estos insectos casi no vuelan, sin embargo, se pueden desplazar grandes distancias a través de las corrientes de aire debido a su pequeño tamaño y peso. Se recomienda monitorear con trampas pegajosas la llegada de los insectos desde el inicio de la emergencia del cultivo. En la figura 5, se muestra los síntomas típicos en hojas de frijol por ataque de trips.



Fuente: Vicente Rodríguez, 2009.

Figura 5. Síntomas típicos en hojas de frijol por ataque de trips

- Minador de las hojas (*Lyriomiza sp.*).

Esta es una plaga que puede ser devastadora en algunas áreas del país, principalmente si no se hace un control oportuno, ya que el control tardío se dificulta por que el producto no llega fácilmente a la parte del follaje afectado. La mosquitas hembras ovipositan de uno en uno, entre la epidermis de la hoja. Esta es una especie ampliamente conocida como plaga secundaria o inducida. Se producen brotes de la plaga por el uso indiscriminado de insecticidas, especialmente los de amplio espectro

La larva forma minas y galerías al alimentarse y desarrollarse dentro de la hoja. Las hojas más viejas a menudo son atacadas primero. En ataques severos, las hojas se secan y caen. Los adultos causan daño al alimentarse, lo que se manifiesta en punturas sobre la superficie de la hoja, que sirven de entrada a bacterias y hongos. Ataques fuertes de minador en el cultivo pueden afectar hasta los cotiledones (Figuroa, Manual del manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de frijol ejotero, 2006). En la figura 6, se muestra los síntomas característicos causados por minador en hoja de frijol.



Fuente: Figuroa, Laureano, 2006.

Figura 6. Síntomas de la presencia de daño de minador en hojas de frijol.

- Picudo del fríjol (*Apion godmani* W.)

El picudo del fríjol es una plaga que se va agravando en aquellas áreas donde se hacen plantaciones continuas de fríjol todo el año. El insecto es un coleóptero y la hembra deposita sus huevos individuales en las flores y vainas tiernas. Estos huevos eclosionan a aproximadamente a los 5-6 días, luego la larva dura alimentándose de la flor y de la vaina por unos 6 días, para convertirse en pupa la que dura aproximadamente 10 días, para finalmente convertirse en un picudo negro gris de unos 5 mm. La hembra puede poner hasta 300 huevos en su vida y vivir por 13 semanas en el rastrojo y las malezas, incluyendo otras leguminosas herbáceas silvestres (Figuroa, Manual del manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de frijol ejotero, 2006). En la figura 7, se muestra un adulto de *Apion godmani* W.



Fuente: Figuroa Laureano, 2006.

Figura 7. Adulto de *Apion godmani* W.

10.1.16.4 Enfermedades que afectan al cultivo

Los daños causados por las enfermedades deterioran la calidad del producto y disminuyen considerablemente el rendimiento. Entre las principales enfermedades que dañan al cultivo del ejote francés se pueden nombrar las siguientes (Villela Ramirez, 1992).

10.1.16.4.1 Damping off:

Esta enfermedad puede ser ocasionada por hongos como *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Phytophthora*. Las plantas presentan un estrangulamiento a nivel del cuello de la raíz, marchitamiento y caída de las plántulas (Figueroa, Manual del manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de frijol ejotero, 2006).

10.1.16.4.2 Roya (Uromyces sp.)

Pertenece a la clase Basidiomicetes.

10.1.16.4.2.1 Síntomas y daño:

Esta enfermedad fungosa es causada por el hongo *Uromyces appendiculatus* (Pers.) puede ser la más devastadora en las variedades de ejote francés. La enfermedad es endémica y se agrava durante la época de lluvia o en cualquier época cuando el sistema de riego es por aspersión. Los síntomas se manifiestan en pústulas se revientan dando la apariencia de un polvo café-rojizo de 1-2 milímetros de diámetro. Cuando existen infecciones severas pueden afectar las vainas. Esto es sumamente delicado, ya que pueden cosecharse frutos que no presenten síntomas porque las infecciones están incubándose y desarrollarse los síntomas en los ejotes en tránsito o en el supermercado.

Los síntomas aparecen inicialmente como manchas blanquecinas abultadas a los 5-6 días después de la infección, luego se rompen las uredias. Las pústulas presentan un anillo clorótico de donde salen uredosporas puede durar semanas y cuando la producción se detiene, se pueden producir teliosporas en telias de color negro. Las temperaturas menores de 15°C retardan el desarrollo de las uredias. Temperaturas arriba de 32 °C pueden matar las esporas (Figuroa, Manual del manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de frijol ejotero, 2006). En la figura 8, se muestra la formación de postulas por roya en hojas de frijol.



Fuente: elaboración propia, 2015

Figura 8. Formación de postulas por roya en frijol

10.1.16.4.3 Virus Mosaico Dorado

El mosaico dorado en el ejote francés, es un virus del grupo de los *Geminivirus* transmitido por la mosca blanca en forma persistente. Este virus no se transmite fácilmente de plantas enfermas a plantas sanas con el roce de planta a planta. La mosca necesita alimentarse de una planta enferma por varios minutos (6-10 minutos) y luego deben pasar (15 horas o más) para que las mismas puedan transmitirlo a una planta sana, en la cual deben alimentarse por varios minutos (6-10 minutos). Las moscas que adquieren el virus no

lo transmiten a sus descendientes, de allí que, si la descendencia no se alimenta de plantas enfermas, esta estará libre del virus. El virus tampoco se transmite a través de la semilla. Sin embargo, la mayoría de variedades de frijol para grano en Guatemala son resistentes a este virus, sin embargo, las variedades de ejote francés que se cultivan, todas son susceptibles a este virus (Figuroa, Manual del manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de frijol ejotero, 2006). En la figura 9, se muestra adulto y ninfas de mosca blanca (*Bemisia Tabaci*) en el envés de hojas de ejote francés.



Fuente: Figuroa Laureano, 2006.

Figura 9. Adulto y ninfas de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el envés de las hojas del ejote francés. Este es vector principal del virus del mosaico dorado.

10.1.16.4.4 Mildiu Polvoriento

Pertenece a la clase Ascomycetes (*Erysiphe polygoni*).

10.1.16.4.4.1 Síntomas y daño:

Esta enfermedad puede ser devastadora en la época seca en el invierno durante los periodos secos y de temperaturas bajas. Los síntomas consisten en manchas algodonosas o harinosas de hasta 1 cm. de diámetro en el haz de las hojas, tallos y vainas. Puede

provocar deformación de los órganos que ataca, achaparramiento de las plantas, reducción en el tamaño de las vainas, hasta provocar un envejecimiento prematuro de la planta. La esporulación es abundante y su diseminación es principalmente por el viento. La enfermedad puede afectar cualquier parte aérea de la planta si la humedad relativa y la humedad son bajas y normalmente aparece al final de la cosecha. Si la infección se presenta durante la floración o formación de vainas, requerirá de medidas de control químico. Todas las variedades cultivadas para ejote son igualmente susceptibles (Figueroa, Manual del manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de frijol ejotero, 2006).

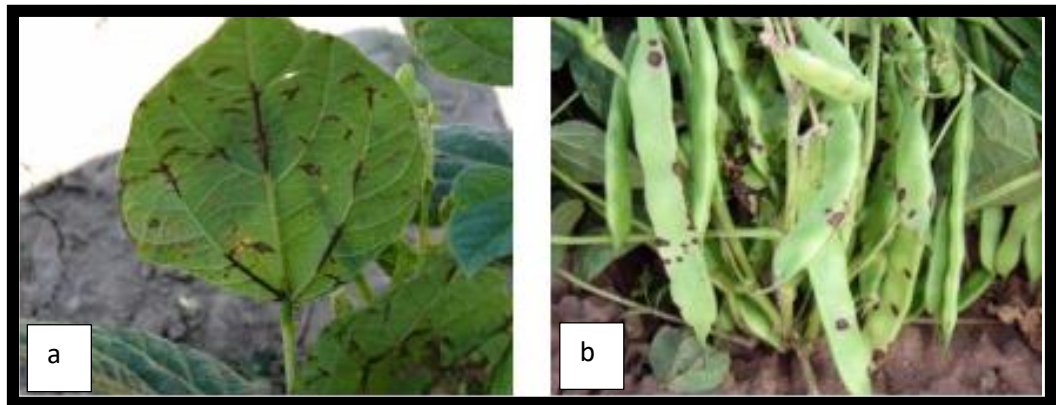
10.1.16.4.5 Antracnosis

Pertenece a la clase Deuteromicetes:

10.1.16.4.5.1 Síntomas y daños:

Los síntomas aparecen inicialmente en el envés de las hojas lesiones de un color que varía desde rojo hasta negro, localizadas a lo largo de las nervaduras de las hojas.

Estas lesiones pueden transformarse en chancros en los cuales es posible encontrar masas de esporas. Los cotiledones, tallos, ramas, peciolo y vainas también pueden ser afectados. Los rendimientos pueden verse drásticamente reducidos, en especial si la infección en las vainas es muy severa. En general el daño en las vainas se manifiesta como manchas de un color que varía desde rosado hasta negro (Villela Ramirez, 1992). En la figura 10, se observa los síntomas en follaje y vaina por antracnosis en frijol.



Fuente: Vicente Rodríguez, 2009.

Figura 10. a) Síntoma en follaje por antracnosis en frijol. b) Síntomas en vaina por el hongo causal de antracnosis.

10.1.16.4.6 Mancha foliar por *Alternaría*

Pertenece a la clase Deuteromicetes (*Alternaría sp.*).

10.1.16.4.6.1 Síntomas y daño:

Los síntomas en las hojas aparecen como pequeños puntos irregulares, acuosos de color café rojizo y rodeado por un halo café oscuro. Estas lesiones se desarrollan grandemente formando anillos concéntricos. Su centro puede colapsarse y caer, dejando agujeros redondos en las hojas. Las lesiones pueden irse juntando hasta abarcar toda la hoja y causar su desprendimiento prematuro; puede producirse la muerte del punto central de crecimiento. En cualquiera de los casos, el vigor de la planta se ve grandemente reducido (Villela Ramirez, 1992).

Este hongo también puede atacar las vainas, produciendo una decoloración de tono café en su superficie. Este es un patógeno que usualmente ataca tejidos de plantas viejas durante periodos de 3 a 4 días con alta humedad relativa y temperaturas moderadas de 16 a 20 grados centígrados (Villela Ramirez, 1992).

10.1.16.4.7 Ascochyta (*Ascochyta phaseolorum*)

Pertenece a la clase Deuteromycetes

10.1.16.4.7.1 Síntomas y daño

Esta enfermedad produce lesiones más o menos circulares de color castaño oscuro y anillos concéntricos formados por los picnidios. El centro de las manchas se colapsa rápidamente y las hojas pueden desprenderse. Las lesiones también aparecen en los peciolo, pedúnculos y vainas. En el tallo principal pueden causar un estrangulamiento que debilita la planta hasta la muerte. El mayor desarrollo de la enfermedad ocurre en condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas a bajas (Villela Ramirez, 1992).

Esta enfermedad puede transmitirse por medio de la semilla, pero también puede invernarse en los rastrojos del cultivo. La severidad del ataque dentro del campo, está relacionada con la intensidad de las lluvias; al parecer aumenta en épocas de baja temperatura (Villela Ramirez, 1992).

10.1.17 Bacterias fijadoras de Nitrógeno

10.1.17.1 Rhizobium

10.1.17.1.1 Definición

Los *Rhizobium* son bacterias Gram negativos (miden de 0,5-0,9 micras de ancho, por 1,2-3,0 micras de largo) y aerobias obligadas que pertenecen a la familia *Rhizobiaceae*. Entre ellos se encuentran los géneros *Rhizobium*, *Bradyrhizbium* y *Azorhizobium*. Estos microorganismos del suelo forman una asociación simbiótica con distintas especies de plantas y durante la simbiosis son capaces de llevar a cabo la fijación de nitrógeno molecular. En la simbiosis las bacterias se encuentran en las raíces de las plantas dentro de estructuras llamadas nódulos. Ni las plantas ni estas bacterias aisladamente fijan el nitrógeno diatómico para convertirlo en amonio.

Las bacterias fijadoras de nitrógeno que se desarrollan de forma natural en el suelo, se conocen desde hace más de un siglo. Representan un biofertilizante ecológico y se dividen en dos grandes grupos: Las simbióticas, específicas de las leguminosas, como el *Rhizobium*, y las libres, que viven en el suelo y no necesitan la planta para su reproducción, como el *Azotobacter* y el *Azospirillum*, entre los más importantes en agricultura.

10.1.17.1.2 Clasificación taxonómica de *Rhizobium*

Categoría	Taxón
Súper Reino	Eubacteria
Reino	Proteobacteriae
División	Alphaproteobacteria
Clase	Rhodobacteriae
Orden	Rhizobiales
Género	<i>Rhizobium</i>

Fuente: Williams, Sobral, & Dickerman, 2007.

10.1.17.1.3 Simbiosis

La simbiosis es inhibida si existe un exceso de nitrato o amonio en el suelo. Dentro de los nódulos las bacterias se convierten en bacteroides que son células más grandes que los *Rhizobium* que se encuentran en el suelo y que llevan a cabo la fijación de nitrógeno porque son capaces de formar la enzima nitrogenasa que es responsable de la conversión del nitrógeno molecular en amonio. Debido a esta simbiosis, la planta recibe nitrógeno que puede utilizar para sí misma, mientras que las bacterias utilizan moléculas que les proporciona la planta (Barragán Cadena, Pavón La Fuente, & Cuásquer Arcon, 2010).

10.1.17.1.4 Beneficios del *Rhizobium* para las leguminosas

El *Rhizobium* provee a la planta como nutriente esencial, nitrógeno, el cual es el elemento que se encuentra con mayor frecuencia limitando el crecimiento de la planta. Para esto *Rhizobium* reduce el nitrógeno atmosférico, fijándolo desde una forma no disponible a una disponible para la absorción de la planta (Bernal, 1993.)

La bacteria *Rhizobium* es una de las utilizadas como biofertilizante para facilitar la asimilación de nitrógeno en los cultivos de leguminosas. Esta bacteria es un habitante común en los suelos agrícolas. Sin embargo, para aumentar su población y, en consecuencia, la capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, los agricultores agregan a las semillas, antes de la siembra, una mezcla de bacterias *Rhizobium* y otros ingredientes que facilitan su crecimiento. Esta práctica tiene grandes beneficios ambientales ya que al favorecer la fijación simbiótica de nitrógeno, disminuye la necesidad de aplicar fertilizantes nitrogenados y la contaminación por nitrógeno asociada al empleo de estos productos. Con el objetivo de mejorar la eficiencia de fijación de nitrógeno (Barragán Cadena, Pavón La Fuente, & Cuásquer Arcon, 2010).

10.1.18 Hongos benéficos

10.1.18.1 Trichoderma spp.

Trichoderma spp. Es un hongo muy común en el suelo, también se encuentra en troncos caídos y estiércol, pertenece a la subdivisión Ascomycota. El *trichoderma* es utilizado en la agricultura como agente de control debido a sus propiedades como biopesticida, biofertilizante y bioestimulante. Existen varias especies de *trichoderma* con muchas características que diferencian, poseen facilidades para colonizar las raíces de las plantas, *trichoderma* ha desarrollado mecanismos para atacar y parasitar a otros hongos y así, aprovechar una fuente adicional de nutrición. (Pueyo Figueroa, Hernández F, & Reyes Rondón, 2007).

10.1.18.2 Clasificación taxonómica

Categoría	Taxón
Reino	Fungi
División	Mycota
Subdivisión	Eumycota
Clase	Hyphomycetes
Orden	Moniliales
Familia	Moniliaceae
Género	<i>Trichoderma</i>

Fuente: Villegas Arenas, 2005.

10.1.18.3 Mecanismo de acción

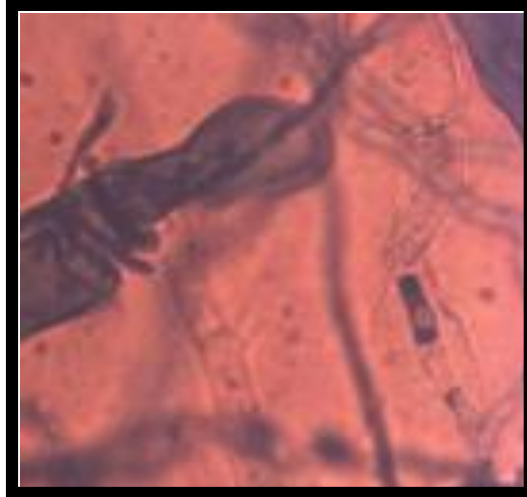
Trichoderma presenta distintos mecanismos de acción para ejercer su antagonismo, dependiendo de las características de la cepa de *trichoderma*, del patógeno y las condiciones ambientales:

- **Micoparasitismo**

Este proceso incluiría el crecimiento del antagonista hacia el patógeno, desarrollándose alrededor de éste o formando estructuras similares a ganchos o apresorios en la superficie del hospedero, que le permitirían, penetrar al interior (del patógeno) y por acción de enzimas líticas (quitinasa y β -1,3 glucanasa) degradar su pared celular.

Algunas cepas de *Trichoderma* tienen este comportamiento frente a hongos del suelo causantes del *damping-off* o mal de los almácigos. Localmente se ha comprobado este modo de acción en ensayos realizados con ciertas cepas de *trichoderma* frente a *Rizoctonia*. En la siguiente figura se muestra una imagen en microscopio óptico (x40), de

hifas de *Rhizoctonia solani* con enrollamiento de *Trichoderma spp.* En la figura 11, se observa imagen en microscopio óptico de hifas de *Rhizoctonia solani*.



Fuente: Sivila & Alvarez, 2003.

Figura 11. Imagen al microscopio óptico (x40) de hifas de *Rhizoctonia solani* con enrollamiento a modo de lazo por *Trichoderma spp.*

- **Competencia**

Se puede definir competencia como el desigual comportamiento de dos o más organismos ante un mismo requerimiento, siempre y cuando la utilización del mismo por uno de los organismos reduzca la cantidad disponible para los demás. Un factor esencial para que exista competencia es que haya "escasez" de un elemento, si hay exceso no hay competencia. La competencia más común es por nutrientes, oxígeno o espacio.

Materia orgánica en plantas (estiércol verde, compost) en suelo regula muchos patógenos como *Pythium* y *Rhizoctonia* por medio de saprofitos fuertemente competitivos presentes en los sustratos como *Trichoderma spp* (Aldo, Alvarez, Bonillo, Rolle, & Tapia, 2008.)

- **Antibiosis**

Se refiere a la producción por parte de un microorganismo de sustancias tóxicas para los microorganismos patógenos, las cuales actúan en bajas concentraciones (menores a 10 ppm.). Estos metabolitos volátiles y no volátiles, son del tipo antibiótico como: viridín, trichodermin, glioviridin, gliotoxin y harzaniolide. De todas estas micotoxinas la más representativa es Trichodermin que actuaría inhibiendo la actividad ribosomal de los patógenos, por lo tanto su reproducción (Sivasithamparam, 1991).

10.1.18.4 Uso de *Trichoderma* en la agricultura

Trichoderma tiene diversas ventajas como agente de control biológico, pues posee un rápido crecimiento y desarrollo, también produce una gran cantidad de enzimas, inducibles con la presencia de hongos fitopatógenos.

Puede desarrollarse en una amplia gama de sustratos, lo cual facilita su producción masiva para uso en la agricultura. Su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas y hábitat, donde los hongos son causantes de diversas enfermedades, le permiten ser eficiente agente de control; de igual forma pueden sobrevivir en medios con contenidos significativos de pesticidas y otros químicos.

Este hongo toma nutrientes de los hongos que degrada y de materiales orgánicos ayudando a su descomposición, por lo cual las incorporaciones de materia orgánica y compostaje lo favorecen; también requiere de humedad para poder germinar, la velocidad de crecimiento de este organismo es bastante alta, por esto es capaz de establecerse en el suelo rápidamente y controlar las enfermedades. Probablemente sea el hongo beneficioso, más versátil y polifacético que abunda en los suelos.

No se conoce que sea patógeno de ninguna planta; sin embargo, es capaz de parasitar, controlar y destruir muchos hongos, nematodos y otros fitopatógenos, que atacan y destruyen muchos cultivos; debido a ello, muchos investigadores le llaman el hongo hiperparásito. Ello convierte al *trichoderma* en un microorganismo de imprescindible presencia en los suelos y cultivos, y de un incalculable valor agrícola.

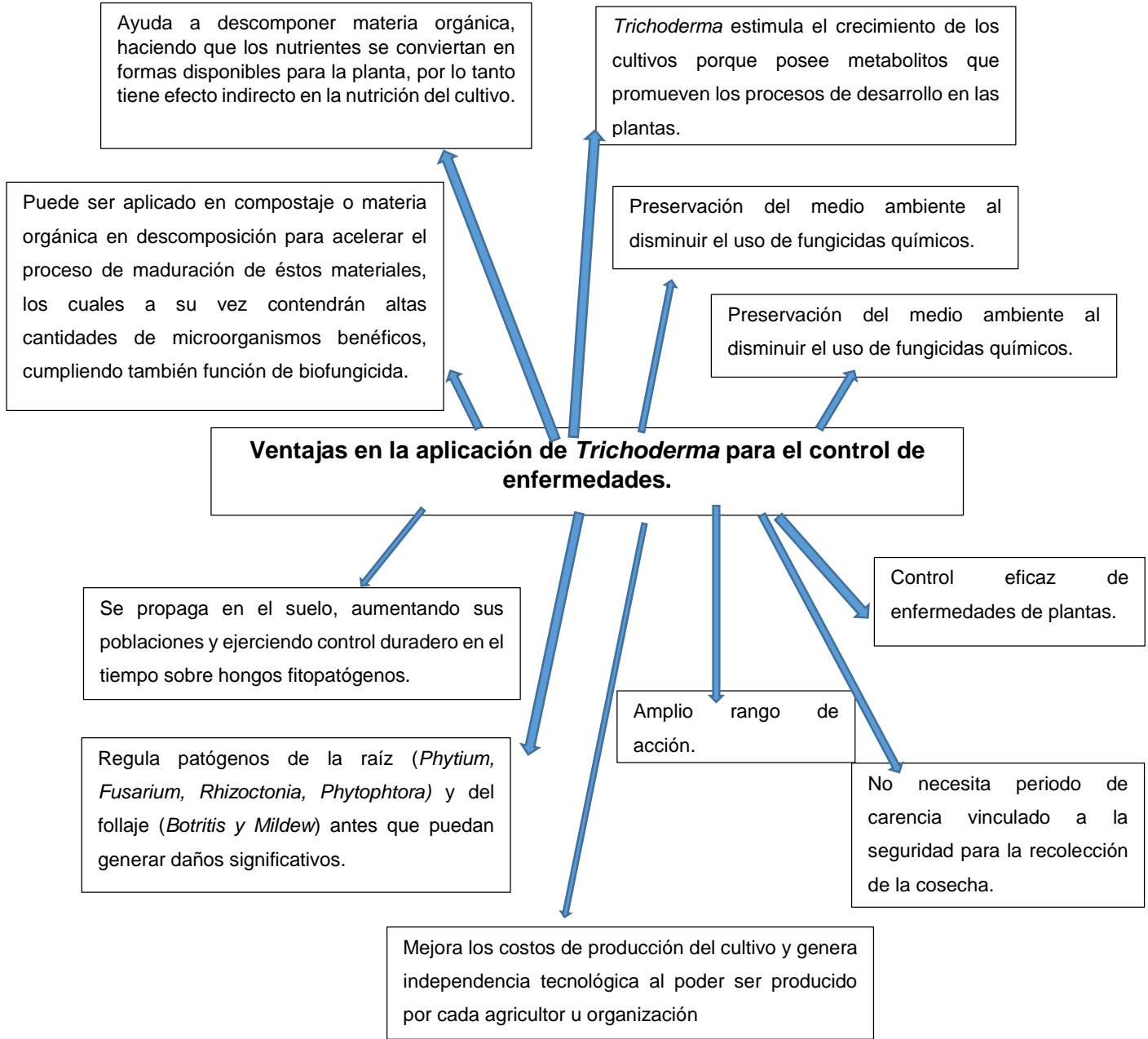
10.1.18.5 Principales beneficios agrícolas del *Trichoderma*

Se conocen muchas funciones beneficiosas que realiza este hongo en la agricultura, especialmente en el campo de la sanidad vegetal. A modo de resumen se describen las siguientes:

- Estimulador del crecimiento de las plantas
- Protección de semillas contra el ataque de hongos patógenos
- Control sobre diferentes microorganismos fitopatógenos
- *Trichoderma* como agente para la biodegradación de agro tóxicos
- *Trichoderma* como alternativa para el ahorro de fertilizantes químicos y pesticidas.

En la figura 12, se logra observar un mapa de las ventajas de utilizar *trichoderma* para el control de enfermedades

10.1.18.6 Ventajas de Trichoderma



Fuente: Sivila & Alvarez, 2003.

Figura 12. Mapa conceptual de las ventajas en la aplicación de *Trichoderma* para el control de enfermedades.

10.1.19 Trichoderma Atroviride

Es un hongo filamentosos cosmopolita, que se encuentra comúnmente en el suelo, se encuentra en climas trópicos como también en climas templados. Es mejor conocido por sus capacidades de control biológico contra una variedad de hongos filamentosos incluyendo *Rhizoctonia solani* y *Botrytis cinérea*, que son plagas de cultivos vegetales (MycoCosm, 2015).

10.1.20 Micorrizas

10.1.20.1 Definición

Se conoce con el nombre de micorriza a la asociación mutualista establecida entre las raíces de la mayoría de las plantas y ciertos hongos del suelo. Se trata de una simbiosis prácticamente universal, no solo porque casi todas las especies vegetales son susceptibles de ser micorrizadas sino también porque puede estar presente en la mayoría de los hábitats naturales.

Las micorrizas son tan antiguas como la propias plantas y se conoce su existencia desde hace más de cien años; estimándose que aproximadamente el 95% de las especies vegetales conocidas establecen de forma natural y constante este tipo de simbiosis con hongos del suelo (Hernández, 2000.)

10.1.20.2 Tipos de Micorrizas

Las plantas terrestres en su mayoría presentan micorrizas, y lo más probable es que las restantes descendan de plantas micorrizadas que han perdido secundariamente esta característica. En el caso de los hongos, la mayor parte de las 5000 especies identificadas

en las micorrizas pertenece a la división Basidiomycota, mientras que en casos más excepcionales se observan integrantes de Ascomycota. La tercera división que se ha observado formando micorrizas es Glomeromycota, un grupo que, de hecho, solo se conoce en asociación micorrizógena y cuyos integrantes mueren cuando se les priva de la presencia de las raíces.

10.1.20.3 Clasificación

Smith y Read en 1997, proponen la clasificación de las micorrizas basadas en las características morfológicas de la colonización y en los taxones de los simbioses, de los cuales se distinguen siete tipos: Ectomicorriza, endomicorriza, ectendomicorriza, arbutoide, monotropoides, ericoides y orquideoide. En el cuadro 4, se muestra la clasificación de las micorrizas basadas en su morfología.

Cuadro 4. Clasificación de las micorrizas basadas en su morfología

Denominación clásica	Denominación actual	Característica	Hongos asociados	Plantas asociadas
Ectomicorriza	Ectomicorriza	Forman "manto" que cubre la raíz. Hifas forman la red de Hartig	Grupo: Basidiomycotina. Genero los principales integrantes del grupo	Pinácea, Fagácea y Betulácea, especies de Salicácea, Tiliácea, Rosácea, Leguminosa y Juglandácea
Endomicorriza	Ectomicorriza Arbuscular	Hifas intracelulares, forman arbusculos y vesículas	Grupo: Zigomicetos (Glomeromycota), genero Glomus, Sclerocystis, Acaulospora, Gigaspora, Entrophospora y Scutellospora	Leguminosa, musgos, pteridofitas (helechos), gimnospermas (Pináceas, Cicadáceas) angiospermas
	Endomicorriza Ericoide	Plantas son del orden Ericales(brezos) Rudimiento de manto, no forman vesículas ni arbusculos, hifas inter e intracelulares	Grupo: Ascomycotina, genero Scytalidium, Hymenoscyphus y Oidiodendron	Ericácea, Epacridácea y Empetrácea
	Endomicorriza Orquideoide	Se presentan en las orquídeas. Planta huésped tiene un periodo de ciclo de vida, para sobrevivir necesita ser infectada por el hongo, no forma manto ni red de Hartig	Grupo: Basidiomycotina, genero Thanatephorus, Ceratobasidium, Ypsilonidium, Sebacina y Tulansnella. También Marasmius, Xerotus, Hymenochaete, Armillaria, Fomes, Favolaschia, Coriolus, Thelephora y Tomentella	Orquídea
Ectendomicorriza	Ectendomicorriza	Forman "manto", red de Hartig, pueden formar Ecto y Endomicorrizas con las plantas	Basidiomycotina y Ascomycotina genero Wilcoxina mikolae y W. rehmi	Pinus plantas coníferas
	Ectendomicorriza Arbutoide	Forman manto, penetran las células radicales de la planta y forman red de Hartig	Basidiomycotina, genero Hebeloma, Laccaria, Poria, Rhizopogon, Pisolithus, Thelephora, Piloderma, Cenococcum y Lactarius	De las Ericales, del genero Arctostaphylos, Arbutus y Pyrola
	Ectendomicorriza Monotropeide	Se forman solo en las plantas de la familia Monotropaceae de las Ericales, Forman manto y red de Hartig, haustorios intracelulares no ramificados, pueden formar ectomicorrizas con plantas cercanas	Del grupo Basidiomycotina, genero Lactarius, Russula, Suillus y Rhizopogon	De las Ericales, plantas de la familia Monotropaceae, aclorófilas

Fuente: Chung Guin-Po, 2005.

1. Ectomicorrizas: se caracterizan porque desarrollan una espesa capa de micelio sobre la zona cortical de las raíces absorbentes de la planta las hifas del hongo no penetran en el interior de las células de la raíz, si no que se ubican sobre y entre las separaciones de estas. Se pueden observar a simple vista. Este tipo de micorrización predomina entre los arboles de zonas templadas, se producen principalmente sobre especies forestales y leñosos. Los hongos que la forman son tanto Basidiomycota como Ascomycota (Read, Th estate of the art; in: Mycorrhiza. 2 ed. Eds. A. Varma y B. Hock, 1999).
2. Endomicorrizas: los hongos que las producen se caracterizan por colonizar intracelularmente el córtex radical o sea que no hay manto externo que pueda verse a simple vista. Las hifas se introducen inicialmente entre las células de la raíz, pero luego penetran en el interior de estas, formando vesículas alimenticias y arbusculos. Por ello este grupo se las conoce también como Micorrizas Vesículo-Arbusculares (MVA) los cuales constituyen las simbiosis más extendidas sobre el planeta. Los hongos que la forman pertenecen a la división Glomeromycota y se dan en todo tipo de plantas, aunque predominan en hierbas y gramíneas (Read, Th estate of the art; in: Mycorrhiza. 2 ed. Eds. A. Varma y B. Hock, 1999).
3. Ectendomicorrizas: presentan características intermedias entre las Ectomicorrizas y las Endomicorrizas, pues presentan manto externo, como las Ectomicorrizas, pero también penetran en el interior de las células, como las Endomicorrizas y no existen vesículas ni arbusculos. Este grupo se presenta tanto en Basidiomycota como Ascomycota y son más abundantes en angiospermas que en gimnospermas. Su distribución es restringida (Read, Th estate of the art; in: Mycorrhiza. 2 ed. Eds. A. Varma y B. Hock, 1999).

En cuanto a las estructuras formadas, al tipo de colonización y a cantidad de especies vegetales y fungicas implicadas, se puede decir que las Micorrizas Vesículo-Arbusculares (MVA) son las de mayor importancia y las que mas ampliamente se encuentran distribuidas (tanto a nivel geografico como dentro del Reino Vegetal).

10.1.20.4 Clasificación taxonómica

Glomus se ubica taxonomicamente en:

Categoría	Taxón
Reino	Fungí
División	Glomeromycota
Clase	Zygomycetos
Orden	Glomales
Familia	Glomaceae
Género	<i>Glomus</i>

Fuente: Morton & Redecker, 2001.

10.1.21 Micorriza Arbusculares

10.1.21.1 Definición

El tipo de asociación hongo-raíz más extendido en la naturaleza tal vez sea la llamada endomicorriza o micorriza arbuscular, formada por ciertos zigomicetos, los cuales no desarrollan red de Hartig y colonizan intracelularmente la corteza de la raíz por medio de estructuras especializadas denominadas arbusculos, que actúan como órganos de intercambio de nutrimentos entre la célula vegetal y el huésped. Algunos géneros de estos hongos forman también otro tipo de estructuras llamadas vesículas, compuestas principalmente por lípidos. Estas vesículas están presentes intercelularmente en la corteza de la raíz y se consideran reservorios de nutrimentos para el hongo. La presencia tanto de arbusculos como de vesículas dio lugar a que la simbiosis se conociera originalmente como vesículo-arbuscular (VA), sin embargo, no todas las especies de hongos forman vesículas, por lo que en la actualidad la asociación se conoce como micorriza arbuscular (MA)

(Aguilera Gómez, Olalde Portugal, Arriaga, & Contreras Alonso, Micorrizas arbusculares, 2007).

10.1.21.2 Mecanismos de biocontrol por los hongos micorrizicos

Son muchos los efectos benéficos de la simbiosis micorrizica. Se sabe que las micorrizas aportan a la planta fosfatos y otros nutrientes, y tienen un efecto positivo en su estado hídrico, en especial en plantas que están sometidas a estrés. Otro efecto beneficioso importante es que las plantas colonizadas por hongos MA presentan un grado significativo de bioprotección frente a patógenos. La mayoría de la información publicada acerca de este efecto protector de las asociaciones micorrizicas esta consecuencia de varios mecanismos que probablemente interactúan entre ellos, como el incremento de vigor de la planta, la compensación de daños, la competencia directa con los microorganismos patógenos por el mismo espacio en la raíz, la producción de cambios en el sistema radicular y en la micorrizosfera, la activación de mecanismos de defensa de la planta o la protección frente a estreses abióticos. Todos estos efectos confieren protección a la planta de manera indirecta.

10.1.21.3 Mejora del estado nutricional de la planta

Las micorrizas arbusculares transportan varios elementos desde el suelo hasta la planta hospedadora. La simbiosis mejora la captación de fosforo, calcio, cobre, azufre, zinc y hierro esto es especialmente importante en el caso de los elementos inmóviles como fosforo, zinc y cobre ya que su disponibilidad para la planta es limitada. A su vez, la mejora de la nutrición fosforada induce el crecimiento radical, aumenta la capacidad de absorción de agua y de nutrientes del sistema radica y afecta a procesos celulares en raíces. La mayor toma de agua y nutrientes de las plantas micorrizadas hace que sean más vigorosas y más tolerantes a patógenos. (Smith & Read, 1997).

10.1.21.4 Beneficios de las Micorrizas

Las ventajas proporcionadas por la micorrización para las plantas son numerosas. Gracias a ella, la planta es capaz de explorar más volumen de suelo del que alcanza con sus raíces, al súmasele en esta labor las hifas del hongo; también capta con mayor facilidad ciertos elementos (fósforo, nitrógeno, calcio y potasio) y agua del suelo.

La protección brindada por el hongo hace que, además, la planta sea más resistente a cambios de temperatura y la acidificación del suelo derivada de la presencia de azufre, magnesio y aluminio. Por si esto fuera poco, algunas reacciones fisiológicas del hongo inducen a la raíz a mantenerse activa durante más tiempo que si no estuviese micorrizadas. En el cuadro 5, se detallan las ventajas y los beneficios que producen las micorrizas en una producción agrícola.

10.1.22 Clasificación *Glomus Intraradices*

La clasificación de la especie *Glomus Intraradices* se encuentra dentro del grupo *Glomus Ab* de la familia *Glomaceae* del orden *Glomales*. Las características que lo diferencian en este grupo se basan en la morfología de las esporas. *Glomus Intraradices* forma esporas redondeadas (entre 40 y 190 μm de diámetro) en el interior de la célula hospedera. La pared es de tipo amorfo y presenta una capa evanescente y una o dos capas internas laminadas de color más oscuro. A pesar de que las esporas de *G. Intraradices* se forman en el interior de la raíz, pueden encontrarse también grupos de esporas en el suelo procedentes de su disgregación. (Nogales Garcia, 2006).

Cuadro 5. Ventajas y beneficios de las micorrizas.

Ventajas de las Micorrizas		Beneficios
Favorece la captación de agua y nutrientes minerales	Especialmente Fosforo y Nitrógeno. También K, Ca, S, Zn, Cu, Br, etc.	Disminución de los costos de producción
	los filamentos hifales aumentan los volúmenes explorados por las raíces micorrizadas en los suelos	Aumento de la producción agrícola
Estimulación del crecimiento y supervivencia	Mejora las estructuras del suelo.	No degrada los suelos, y contribuye a la regeneración.
	Protección contra plagas, patógenos, fungicidas, depredadores, etc.	Disminución de fungicidas, herbicidas ,plaguicidas, etc.

Fuente: Vacacela Quizhpe, 2009.

10.1.23 Productos a utilizar

10.1.23.1 Material genético

Para la realización de dicha investigación, se utilizó la semilla serengeti.

Serengeti es una semilla de excelente calidad y gran rendimiento, la cual posee un potencial de rendimiento de 2,500 libras por cuerda o 16,625 libras por manzana, como también una alta resistencia a enfermedades en las cuales se puede mencionar *Antracnosis*, el Mosaico común del frijol, CMV virus del pepino, virus del Zucm3hini, EC, Mildew polvoso. En condiciones climáticas se adapta a alturas que van desde los 600 hasta los 2,500 metros sobre el nivel del mar (Syngenta, 2015).

10.1.23.2 Mefenoxam + Clorotalonil

- a) **Nombre técnico:** *Mefenoxam + Clorotalonil*
- b) **Nombre comercial:** Folio Gold
- c) **Características:** Fungicida sistémico y de contacto, para uso agrícola en pulverización foliar normal contra mildiu. Combina dos familias químicas distintas, *Metalaxil-M*, fungicida sistémico de la familia de las fenilamidas, inhibe el crecimiento micelial y la formación de esporas, controlando las infecciones desde adentro de la planta, con una destacada actividad preventiva y curativa. *Clorotalonil*, fungicida de la familia de los derivados ftálicos, actúa como barrera preventiva en la superficie de la planta, inhibiendo las reacciones enzimáticas de las esporas de los hongos, originando su colapso (Syngenta, 2015).

10.1.23.3 Azoxystrobin

- a) **Nombre técnico:** *Azoxystrobin*
- b) **Nombre comercial:** Amistar 50 WG
- c) **Características:** *Azoxystrobin* pertenece al grupo químico de las estrobilurinas y posee el mismo modo de acción de las estrobilurinas naturales, o sea, origina la inhibición de la respiración mitocondrial de las células de los hongos patógenos. Además es un potente inhibidor de la germinación de esporas y de la movilidad de las zoosporas del hongo, estados en los que el patógeno necesita de más consumo energético. *Azoxystrobin* posee además acción curativa. Produce también una fuerte inhibición de otros estados tempranos del desarrollo fúngico, provocando el colapso del crecimiento del micelio (en germinación o establecido en el interior de la hoja), no obstante para obtener los mejores resultados es mejor aplicarlo preventivamente o en los primeros estadios de la infección (Syngenta, 2015).
- d) **Mecanismos de acción:** Actúa como inhibidor de la respiración mitocondrial mediante la unión del sitio Qo del citocromo b, interrumpiendo el ciclo de energía dentro del hongo. Interfiere en el ciclo de vida del hongo, principalmente durante la germinación de las esporas y penetración del tejido.
- e) **Modo de acción:** *Azoxystrobin* muestra absorción gradual en las hojas, es sistémico vía xilema siendo transportado acropetalmente y de forma translaminar dentro de las hojas. Debido a este particular modo de acción debe ser aplicado de manera preventiva.

10.1.23.4 Aegis Microgránulo

Aegis Microgránulo está formulado para su aplicación en campo, proporcionando a las plantas importantes beneficios: mejor absorción de agua y nutrientes minerales del suelo, incremento de la supervivencia al trasplante, aumenta la resistencia y/o tolerancia a determinados patógenos del suelo así como al estrés hídrico y salino. Se puede aplicar también directamente en el agujero de plantación, en el momento del trasplante.

La aplicación de desinfectantes de suelo, tratamientos fungicidas, así como de abonos con alto contenido de fósforo, pueden afectar o inhibir el desarrollo de los hongos de la micorriza. No obstante, ensayos realizados demuestran que algunas materias activas fungicidas (*Clorotalonil, ciproconazol, dimetomorf, iprodiona, flutolanil, fosetil Al, metalaxil, himexazol, mancozeb, maneb, metil tiofanato, Mefenoxam, oxiclورو de cobre, propamocarb, propiconazol, quinosol, tiabendazol, triforina*) son compatibles con Aegis Microgránulo, cuando son aplicadas a las dosis y medias recomendadas. Apto para utilizar en todas las especies vegetales excepto: abeto, álamo, alcornoque, avellano, azalea, arándano, castaño, clavel, coles, encina, haya, laurel, orquídea, pinos, rábano, remolacha, roble entre otros.

10.1.23.5 Composición

Glomus spp. 50 esporas / g

Glomus Intraradices: 25 esporas / g

Glomus Mosseae: 25 esporas / g

10.1.23.6 Aegis Irriga

Producto biológico conformado por cepas de *Glomus Intraradices* y *G. Mosseae*, al ingresar al suelo coloniza las raíces extendiéndose hasta al exterior ampliando el sistema radicular, lo que permite la absorción de nitrógeno, fósforo, así como también micro elementos y agua. El *Glomus* forma un manto protector contra los hongos patógenos y los ataca directamente, impidiendo su instalación así como sus efectos perjudiciales (AGITEN, 2012).

Cuando se aplica Aegis Irriga, el hongo inicia el proceso de germinación debido a las condiciones favorables de un cultivo en cuanto a humedad y temperatura. Comienza entonces el proceso de formación de la micorriza. Las esporas emiten un tubo o tubos germinativos y el micelio del hongo crece hasta encontrar una raíz hospedadora, donde forma entonces una estructura similar a un apresorio y penetra entre las células epidérmicas o a través de los pelos radicales, después de la penetración comienza la colonización del tejido parenquimático de la raíz. Aegis Irriga está formulado para su aplicación mediante el sistema de riego en todo tipo de terrenos y cultivos; proporcionando a las plantas importantes beneficios: mejor absorción de agua y nutrientes minerales del suelo, incremento de la supervivencia al trasplante, aumento de la resistencia y/o tolerancia a determinados patógenos del suelo así como al estrés hídrico y salino.

10.1.23.6.1 Composición:

Glomus spp. 1.400 esporas / g

(*Glomus Intraradices*: 700 esporas/g, *Glomus Mosseae*: 700 esporas/g)

10.1.23.7 Condor y Tifi

Contienen *Trichoderma Atroviride*, identificado y protegido a nivel europeo con el nombre de la cepa: 898G. *Trichoderma* es antagonista microbiano, caracterizado por la capacidad de adaptación y crecimiento rápido. La presencia en la planta o en su medio ambiente mejora el estado fitosanitario sin eliminar microorganismos beneficiosos, estimulan el desarrollo de las plantas y previenen ataques por agentes patógenos, son fitorreparadoras, aumenta la productividad de las plantas, inactivan compuestos tóxicos en la zona radicular y degradan algunos pesticidas persistentes en el suelo, aumenta la solubilidad y la absorción de nutrientes en el suelo y la eficacia del empleo de nitrógeno, estimula la división radicular y la colonización de la rizósfera y raíces por microorganismos benéficos (AGITEN, 2012).

10.1.23.7.1 Composición de Trichoderma Cóndor

Trichoderma Atroviride 1 x 10⁹ UFC/g

Glomus spp. 10 esporas / g

Bacterias de la rizósfera 1 x 10⁷ UFC/g

Enmienda orgánica vegetal 7%

Formulación polvo mojable

10.1.23.7.2 Composición de Trichoderma Tifi

Trichoderma Atroviride 2 x 10⁸ UFC/g

Glomus spp. 10 esporas / g

Bacterias de la rizósfera 0.01%

Enmienda orgánica vegetal 7%, Formulación polvo mojable

10.1.23.8 Ventajas exclusivas

- Es un fitorreparador;
- aumenta la productividad de las plantas;
- vuelve inactivos los compuestos tóxicos en la zona radicular;
- aumenta la absorción de sustancias nutricias y la eficacia del empleo de nitrógeno;
- aumenta la solubilidad de las sustancias nutricias en el suelo;
- estimula la formación de radículas;
- estimula la colonización de la rizoefera y de las raíces por otros microorganismos beneficiosos

10.2 MARCO REFERENCIAL

10.2.1 Ubicación

10.2.1.1 Localización Geográfica

Con una extensión territorial de 15 km², el municipio de Santiago Sacatepéquez geográficamente está ubicado entre los ríos Chinimayá y Chiplátanos y se encuentra a una altitud de 2,040 msm, la parcela experimental se encuentra en las coordenadas latitud norte 14°38'52.7", longitud oeste 90°39'52.0" (ver figura 13).

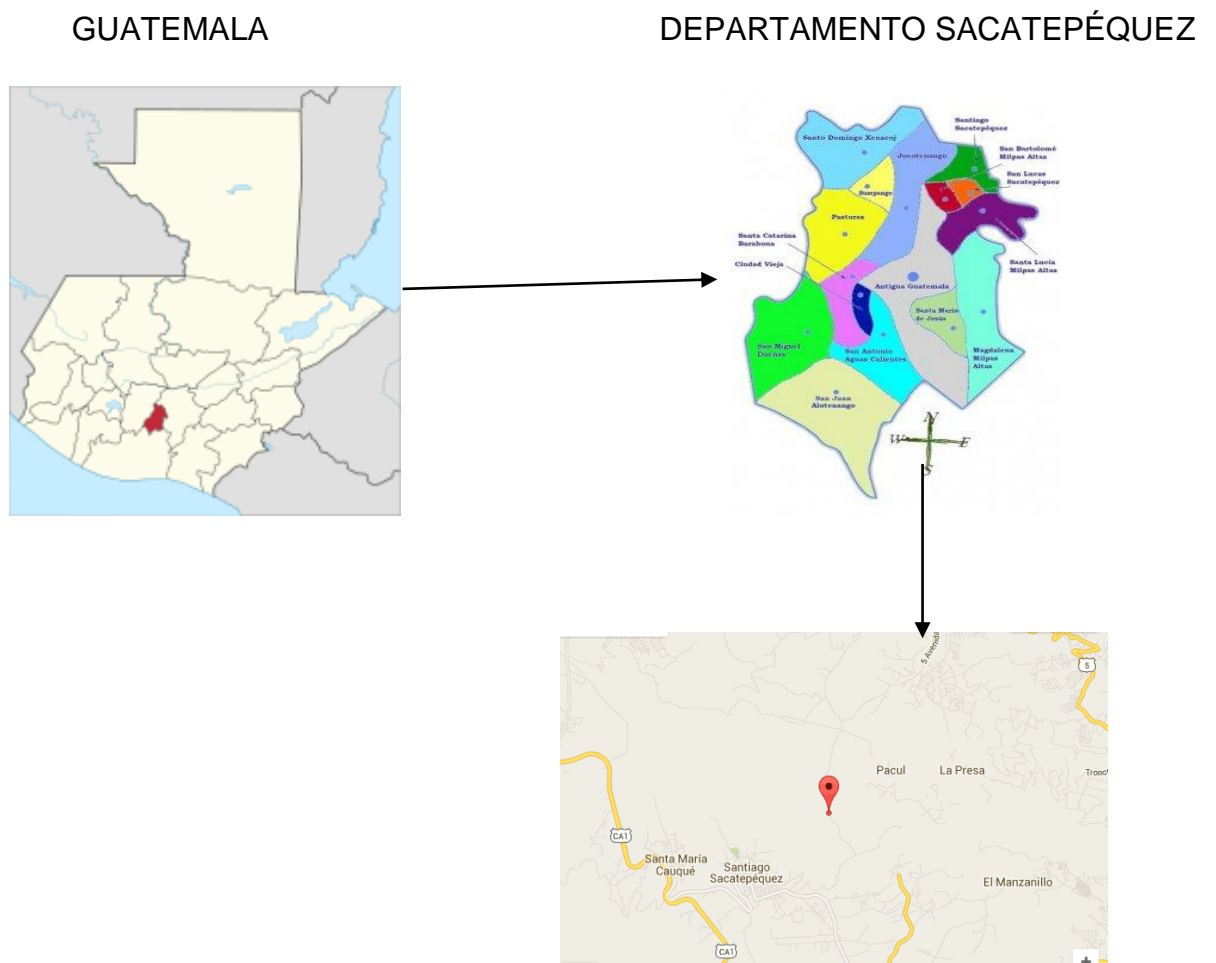


Figura 13. Mapa de ubicación parcela experimental Santiago Sacatepéquez

10.2.1.2 Colindancias

Santiago Sacatepéquez colinda al norte con Santo Domingo Xenacoj (Sacatepéquez) y San Pedro Sacatepéquez (Guatemala); al este con Mixco (Guatemala); al sur con San Bartolomé Milpas Altas, Antigua Guatemala y San Lucas Sacatepéquez (Sacatepéquez) y al oeste con Sumpango (IGN, 1957).

10.2.1.3 Estructura espacial

Santiago Sacatepéquez está distribuido en seis centros poblados: las Aldeas San José Pacul, Santa María Cauqué y Pachalí; los caseríos El Manzanillo y Chixolís y el Casco Urbano (SEGEPLAN, 2010).

10.2.2 Demografía

10.2.2.1.1 Población

Según el XI Censo de Población y VI Censo de Habitación de Guatemala levantado por el INE, Santiago Sacatepéquez posee una población de 22, 038 habitantes. Para el 2010, la población de Santiago está estimada en 28,167 habitantes. Crecimiento poblacional El municipio se encuentra en una tasa de 3.1 % situándose como un territorio al municipio de crecimiento medio (INE, 2002). Población por grupos de edad La pirámide poblacional muestra un incremento, quinquenal, de la población joven. Para el año 2010, la población proyectada se estima que los habitantes jóvenes representarán el 45.34 %. Para la población en edad económicamente productiva, las estimaciones indican que, 11,264 habitantes representarán el 51.11 % lo que sugiere que el municipio de Santiago Sacatepéquez contara con una población en edad apta para el mercado laboral (SEGEPLAN, 2010).

10.2.2.1.2 Salud

10.2.2.1.2.1 Cobertura

La cobertura en salud en el municipio durante el 2008 según datos proporcionados por la Jefatura de área de salud fue del 100%, sin embargo de acuerdo al mapeo participativo la cobertura es de 40% ya que existe debilidades en cuanto medicamento, equipamiento y personal especializado (SEGEPLAN, 2010).

10.2.2.1.2.2 Movilidad

La infraestructura de salud en Santiago Sacatepéquez, cuenta con un Centro de Salud, ubicado en el Casco Urbano, un puesto de salud en aldea Santa María Cauqué y Centro de Convergencia de San José Pacul, sin embargo el incremento de la demanda produce movilidades hacia el municipio de San Lucas Sacatepéquez y a la Antigua Guatemala.

11 OBJETIVOS

11.1 Objetivo general

Establecer el efecto de *mefenoxam* y *asoxystrobin* combinados con *glomus* y *trichoderma* en el rendimiento del cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).

11.2 Objetivos específicos

1. Establecer el tratamiento con mayor rendimiento en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).
2. Establecer el efecto de los tratamientos en mortalidad de plantas de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).
3. Establecer el tratamiento que presenta mayor altura de plantas de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).
4. Establecer el efecto de las combinaciones en la nodulación por *Rhizobium* en el rendimiento del cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).

12 HIPÓTESIS

La combinación de enraizadores con agentes fungicidas permite mejor desarrollo de la planta por consiguiente un mejor rendimiento de ejote francés.

13 METODOLOGÍA

13.1 Metodología experimental

13.1.1 Lugar

La investigación se realizó en el municipio de Santiago Sacatepéquez, del departamento de Sacatepéquez, Guatemala, C.A.; a 19 km. de la cabecera. El municipio de Santiago Sacatepéquez limita al norte con Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez y San Pedro Sacatepéquez Guatemala, al este con Mixco Guatemala, al sur con San Bartolomé Milpas Altas, Antigua Guatemala y San Lucas Sacatepéquez y al oeste con Sumpango Sacatepéquez. La parcela se encuentra ubicada a 2,040 msnm, en las coordenadas geográficas 14°38'52.7" Latitud Norte y 90°39'52.0" Longitud Oeste, (ver figura 14).

REPUBLICA DE GUATEMALA



DEPARTAMENTO SACATEPÉQUEZ

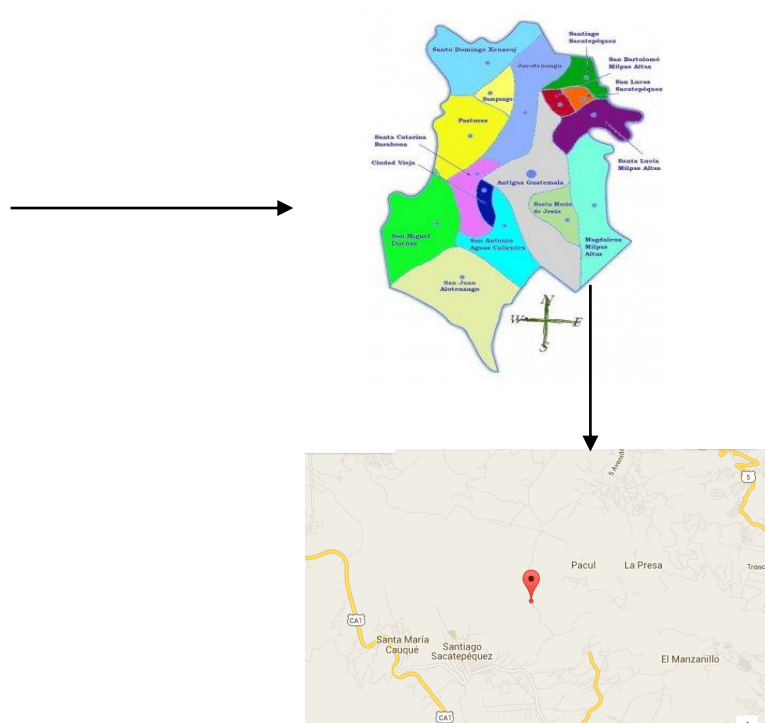


Figura 14. Mapa de ubicación de la parcela experimental en Santiago Sacatepéquez.

13.2 Características del material experimental

13.2.1 Material Vegetal

Para el montaje del experimento, se utilizó la semilla Serengueti. Que se caracteriza por ser una semilla de excelente calidad y gran rendimiento, además según los agricultores de la región es una de las variedades más utilizadas en Santiago Sacatepéquez por los agricultores o productores (ver cuadro 6).

13.2.2 Productos utilizados

Cuadro 6. Descripción de los productos evaluados en el cultivo de ejote francés.

Producto	Dosis/ Hectárea	Frecuencia	Época de aplicación
<i>Trichoderma</i> 1 (Cóndor)	2 kg/ha	Dosis única	Momento de la siembra
<i>Trichoderma</i> 2 (Tifi)	4 kg/ha	Dosis única	Momento de la siembra
Micorriza 1 (Aegis Microgránulo)	10 kg/ha	Dosis única	Momento de la siembra
Micorriza 2 (Aegis Irriga)	1 kg/ha	Dosis única	Momento de la siembra
Fungicida 1 <i>Mefenoxam</i>	3 l/ha	Dosis única	Momento de la siembra
Fungicida 2 <i>Azoxystrobin</i>	0.5 kg/ha	Al suelo dosis única, vía foliar cada 15 días.	Momento de la siembra, floración y cosecha

Fuente: elaboración propia, 2015

13.3 Definición del área experimental

La parcela se conformó de 9 surcos de ejote francés de 64 m², cada 16 m correspondiente a las repeticiones y distanciamiento (ancho) entre surco de 1 m. La parcela experimental tuvo en su totalidad 576 m², mientras que la parcela bruta tuvo 64 m² y la parcela neta estuvo constituida por 16 m lineales con 1 m de ancho equivalentes a 16 m².

13.4 Unidad experimental

La unidad experimental consto de un surco de 16 m de largo, para un total de 36 unidades experimentales (9 tratamientos por 4 repeticiones). En la figura 15, se logra observar el Arreglo espacial de las unidades experimentales en campo.



Figura 15. Arreglo espacial de unidades experimentales en campo.

13.5 Diseño experimental

La investigación se realizó utilizando un diseño estadístico de bloques al azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones.

13.6 Modelo lineal estadístico.

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

Donde:

Y_{ij} : Variable Respuesta de ij -ésima unidad experimental

μ : Efecto de la Media General.

T_i : Efecto del i -ésimo Tratamiento.

B_j : Efecto del j -ésimo Bloque.

E_{ij} : Efecto del Error Experimental

13.7 Tratamientos

Cuadro 7. Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo de ejote francés.

Tratamiento	Ingrediente Activo	Dosis Comercial	Proceso
T1 (Cóndor + Folio Gold)	<i>Trichoderma atroviridae</i> a una concentración de 1×10^9 esporas/gramo + <i>mefenoxam</i> 4% + <i>clorotalonil</i> 40%	2 kg/ha + 4 l/ha	En una bomba de 16 l, se agregó 4 l de agua + la dosis requerida del producto, el 50 % de la dosis se aplicó al suelo antes de la siembra el otro 50% sobre la semilla cubierta. Se aplicó el día de la siembra.
T2 (Cóndor + Amistar 50 WG)	<i>Trichoderma atroviridae</i> a una concentración de 1×10^9 esporas/gramo + <i>azoxystrobin</i>	2 kg/ha + 0.5 kg/ha	En una bomba de 16 l, se agregó 4 l de agua + la dosis requerida del producto, el 50 % de la dosis se aplicó al suelo antes de la siembra el otro 50% sobre la semilla cubierta. Se aplicó el día de la siembra.
T3 (Aegis Microgránulo + Folio Gold)	Micorrizas: <i>glomus intraradices</i> + <i>G. mosseae</i> concentración de 50 esporas por gramo de producto + <i>mefenoxam</i> 4% + <i>clorotalonil</i> 40%	10 kg/ha + 4 l/ha	Se procedió a la aplicación de la micorriza al suelo, y posteriormente se aplicó el fungicida vía drench o tronqueado. El tratamiento fue aplicado el día de la siembra
T4 (Aegis Microgránulo + Amistar 50 WG)	Micorrizas: <i>glomus intraradices</i> + <i>G. mosseae</i> concentración de 50 esporas por gramo de producto + <i>azoxystrobin</i>	10 kg/ha + 0.5 kg/ha	Se procedió a la aplicación de la micorriza al suelo, y posteriormente se aplicó el fungicida vía drench o tronqueado. El tratamiento fue aplicado el día de la siembra
T5 (Tifi (Trichoderma + Folio Gold)	<i>Trichoderma atroviridae</i> a una concentración de 2×10^8 Ufc/g + <i>mefenoxam</i> 4% + <i>clorotalonil</i> 40%	3 kg/ha + 4 l/ ha	En una bomba de 16 l, se agregó 4 l de agua + la dosis requerida del producto, el 50 % de la dosis se aplicó al suelo antes de la siembra el otro 50% sobre la semilla cubierta. Se aplicó el día de la siembra.
T6 (Tifi (Trichoderma) + Amistar)	<i>Trichoderma atroviridae</i> . a una concentración de 2×10^8 Ufc/g+ <i>azoxystrobin</i>	3 kg/ha + 0.5 kg/ha	En una bomba de 16 l, se agregó 4 l de agua + la dosis requerida del producto, el 50 % de la dosis se aplicó al suelo antes de la siembra el otro 50% sobre la semilla cubierta. Se aplicó el día de la siembra.
T7 (Aegis Irriga + Folio Gold)	<i>Glomus Intraradices</i> + <i>glomus mosseae</i> concentración de 700 esporas por gramo de producto + <i>mefenoxam</i> 4% + <i>clorotalonil</i> 40%	2 kg/ha + 4 l/ ha	En una bomba de 16 l, se agregó 4 l de agua + la dosis requerida del producto, el 50 % de la dosis se aplicó al suelo antes de la siembra el otro 50% sobre la semilla cubierta. Se aplicó el día de la siembra.
T8 (Aegis Irriga + Amistar)	<i>Glomus Intraradices</i> + <i>glomus mosseae</i> concentración de 700 esporas por gramo de producto + <i>azoxystrobin</i>	2 kg/ha + 4 l/ ha	En una bomba de 16 l, se agregó 4 l de agua + la dosis requerida del producto, el 50 % de la dosis se aplicó al suelo antes de la siembra el otro 50% sobre la semilla cubierta. Se aplicó el día de la siembra.
T9 (Testigo)	Sin aplicación al suelo	-----	-----

13.8 Manejo agronómico

13.8.1 Preparación del terreno

Se realizó en forma manual utilizando azadón, procurando dejarlo uniforme. En la figura 16, se observa una fotografía de cómo se realizó la preparación del suelo.



Foto: elaboración propia, 2015.

Figura 16. Preparación del terreno

13.8.2 Siembra

Se realizó con un distanciamiento de 20 cm entre planta, sembrando 5 semillas por metro lineal para un total de 320 plantas de ejote francés por surco.

13.8.3 Tratamientos al follaje

Se realizó el inicio de las aplicaciones a partir del día 15 después de la siembra hasta al momento de la cosecha. En los cuadros 21A y 22A se detalla los productos, dosis y en qué fecha se utilizaron dichos productos.

13.8.4 Control de malezas

Se realizó en forma manual a los 15, 30 y 60 días después de la siembra.

13.8.5 Colocación de tutores y rafia

Se colocó los tutores de bambú a los 30 días después de la siembra. La colocación de la rafia plástica se realizó cuando las plantas tuvieron una altura de 10 cm, entre cada hilera de rafia se dejó 15 cm sucesivamente.

13.8.6 Control de enfermedades

Se realizó durante todo el ciclo del cultivo, siguiendo para esto los productos anteriormente detallados.

El control fitosanitario se realizó por medio de un programa de aplicaciones semanales para ejercer un control preventivo de enfermedades, las aplicaciones se realizaron en horas de la mañana.

13.8.7 Control de insectos

Se efectuaron aplicaciones de insecticidas para el control de Insectos. Utilizando dos productos, el primer producto contiene como ingrediente activo *tiametoxam+lambda cyalotrina* con una concentración de 12.62 % *tiametoxam* + 9.49 % *lambda cyalotrina*. El cual actúa en el sistema nervioso de los insectos debido al *thiametoxam*, y por contacto e ingestión por la *lambda cyalotrina*, y el segundo producto contiene como ingrediente activo *Lambda cihalotrin* con una composición de 10 % p/v (100 g/l) de *Lambda cihalotrin*. El cual actúa por contacto e ingestión, con un gran efecto de choque y también de repelencia.

13.8.8 Cosecha

Se realizó a los 72 días después de la siembra, se realizaron 4 cortes, uno semanal en el transcurso de un mes. En el cual con la ayuda de estacas que se colocaron a cada 16 metros que correspondieron a cada repetición explicándoles a los jornaleros la forma en que se debía de realizar los cortes. Cabe mencionar que con la ayuda de spray se señaló las plantas que debían de ser cosechadas para cada muestra. Además, a cada uno de los jornaleros se le brindo las canastas necesarias debidamente identificadas, con la ayuda de tape se les puso a cada una de ellas el nombre de cada jornalero como también se les describió el tratamiento y repetición que les correspondía a cada una de las sextas. En la figura 17, se observa el proceso de cosecha y la manera como estuvieron identificadas las cajas para la cosecha.



Foto: elaboración propia, 2015.

Figura 17. a) Proceso de cosecha. b) Cajas identificadas

13.9 Variables de respuesta

13.9.1 Mortalidad de plantas (porcentaje de incidencia)

Se contabilizó la cantidad de plantas muertas por cada tratamiento expresado en porcentaje (%), se tomó lectura cada 8 días, a partir del día 15 después de la siembra hasta el momento de la cosecha.

13.9.2 Altura de plantas

La altura promedió en cada tratamiento, que se obtuvo a través de lectura cada 8 días a partir del día 15 después de haberse sembrado hasta la cosecha, el cual consistió en la toma de 20 plantas de ejote por repetición, utilizando un muestreo simple aleatorio.

13.9.3 Nodulación en las plantas de ejote francés

La Nodulación por *Rhizobium* se tomó datos a los 65 días después de haberse sembrado expresado en número de nódulos por planta, las raíces noduladas se tomaron en cinco plantas seleccionadas al azar por cada repetición. El cual con la ayuda de una pala se procedió a la extracción de las plantas de ejote, posteriormente se lavaron cuidadosamente en baldes de agua para separar el suelo sin arrancar los nódulos. Una vez lavadas las raíces se procedió al conteo, bajo una lupa se realizó el conteo en la raíz principal como también en las raíces secundarias, en el cual se procedió a realizar el conteo de nódulos por planta nodulada.

13.9.4 Rendimiento

Durante la cosecha se procedió a pesar el producto de las parcelas netas en kg de ejote / unidad experimental.

13.10 Análisis de información

13.10.1 Análisis de varianza.

Para las variables respuesta: Mortalidad de plantas, Altura de plantas, Nodulación en las plantas y Rendimiento, se realizó un análisis de varianza, al encontrar diferencia significativa se utilizó la prueba de medias a través de Tukey.

13.10.2 Análisis gráfico.

Se realizaron gráficas con los resultados de la diferente toma de datos, sacando una media de los datos con las cuales se hicieron dichas gráficas para observar el comportamiento que se dio en el transcurso de la toma de datos.

13.10.3 Análisis económico

Desde la siembra hasta la cosecha del cultivo se registraron los costos de los productos tanto foliares como del suelo, así como los ingresos totales en los tratamientos evaluados. Con esta información se determinó el costo beneficio de cada tratamiento evaluado, para poder determinar cuál tratamiento se puede recomendar.

14 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

14.1 Análisis estadístico

14.1.1 Mortalidad

Para la variable mortalidad se contabilizó la cantidad de plantas muertas por cada tratamiento a través del tiempo expresado en porcentaje (%). En la figura 18, se muestra la mortalidad que se presentó en el tratamiento 9.



Figura 18. Mortalidad existente en tratamiento 9 (Testigo del Agricultor)

Aquellos tratamientos que incluyeron a *trichoderma* y micorrizas en combinación con *mefenoxam* y *azoxystrobin* mostraron control preventivo eficaz en el control de hongos presentando el menor porcentaje de mortalidad. El tratamiento testigo fue el que presentó el mayor porcentaje de plantas afectadas durante los últimos meses del ensayo. A lo largo del estudio no se observaron diferencias significativas en el parámetro de mortalidad (% de plantas muertas respecto del total), entre los tratamientos que incluyeron las combinaciones de *trichoderma* y micorrizas con ambos fungicidas, pero sí entre estos y el testigo. Lo cual se recomienda la utilización de cualquiera de los tratamientos en donde se utilizó algún tipo de micorrizas o *trichoderma* en combinación con cualquiera de los dos fungicidas. En la

figura 19, se describe el comportamiento de las plantas muertas por cada lectura que se realizó.

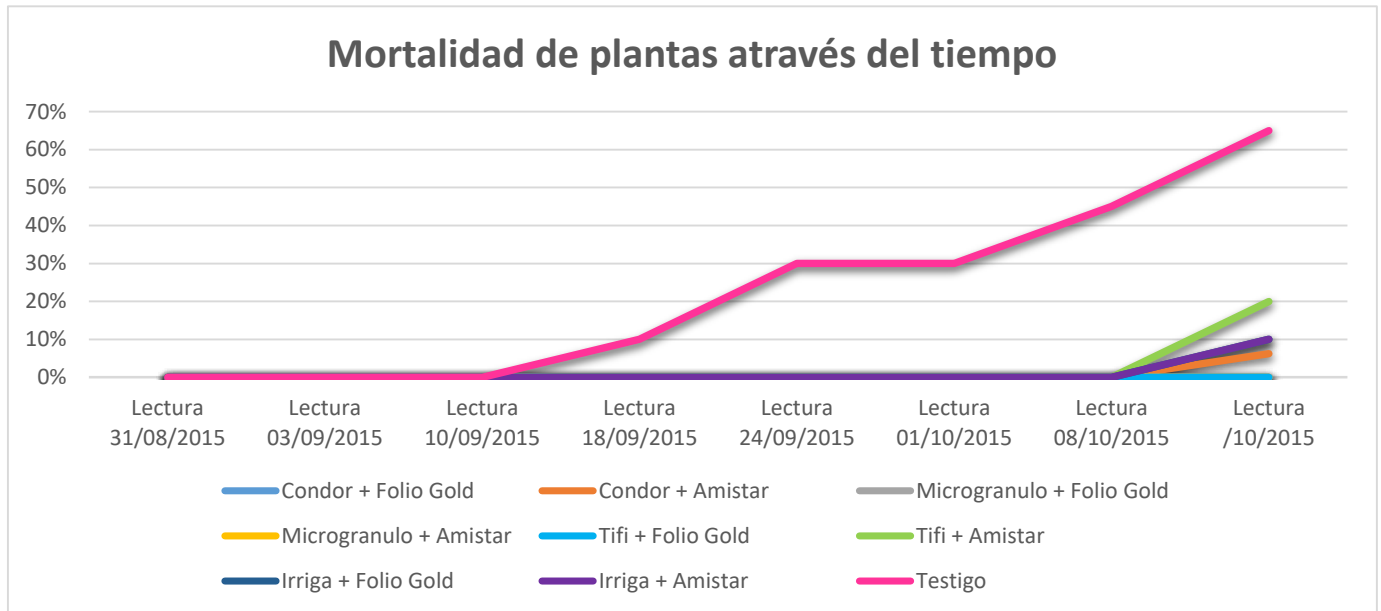


Figura 19. Mortalidad de plantas a través del tiempo.

Después de realizado el análisis de varianza (ver cuadro 8), se concluye que existe diferencia significativa, por lo tanto se procedió a realizar la comparación múltiple de medias a través de Tukey al 5% de significancia (ver cuadro 9). El cuadro de datos para este análisis se puede buscar en los anexos en el (cuadro 23A).

Cuadro 8. Análisis de la varianza para la variable mortalidad de plantas

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	9338.89	11	848.99	20.04	<0.0001 *
Bloque	333.33	3	111.11	2.62	<0.0738
Tratamiento	9005.56	8	1125.69	26.57	<0.0001 *
Error	1016.67	24	42.36		
Total	10355.56	35			

CV: 58.58%

Esto indica que el coeficiente de variación para este análisis de varianza fue de 58.58 %, se comprobó que el uso de micorrizas y trichodermas presentó un mejor resultado en cuanto a la variable mortalidad de plantas de ejote, sin embargo al momento de la toma de la muestra de 20 plantas por repetición se esperó que todos los tratamientos tuvieran similar número de plantas muertas.

Cuadro 9. Separación de medias Tukey

Tratamiento	Medias (%)	N	E.E.	
T9 (Testigo)	50.00	4	3.65	A
T6 (Tifi + Amistar)	25.00	4	3.65	B
T8 (Irriga + Amistar)	12.50	4	3.65	B C
T7 (Irriga + Folio Gold)	7.50	4	3.65	C
T2 (Condor + Amistar)	5.00	4	3.65	C
T5 (Tifi + Folio Gold)	0.00	4	3.65	C
T1 (Condor + Folio Gold)	0.00	4	3.65	C
T4 (Microgranulo + Amistar)	0.00	4	3.65	C
T3 (Microgranulo + Folio Gold)	0.00	4	3.65	C

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

En la figura 20, se muestra el porcentaje de medias de mortalidad de plantas de ejote francés variedad Serengeti, se logra observar que la mortalidad en la evaluación fue casi nula en los tratamientos donde se utilizó trichoderma y micorrizas en combinación con cualquiera de los fungicidas, mientras que en donde no se utilizaron estos productos preventivamente existió aproximadamente 65 % de mortalidad de plantas por repetición.

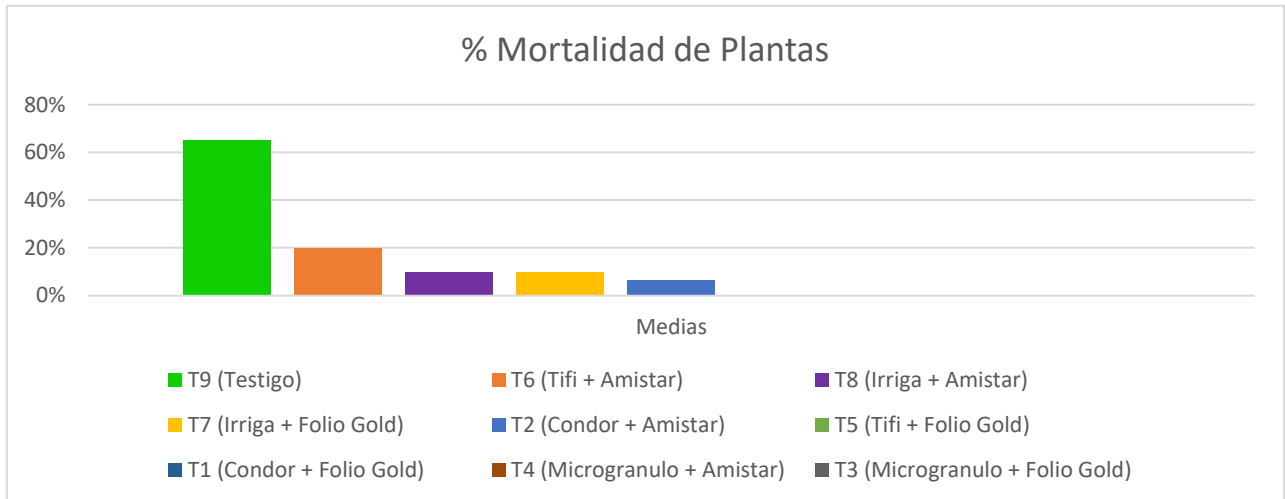


Figura 20. Resultados finales promedio de los tratamientos para la variable mortalidad de plantas.

14.1.2 Altura de plantas (cm)

Se realizaron siete lecturas, de las cuales existió incremento en altura por cada semana que se realizaron las mediciones, según los resultados obtenidos en las primeras cuatro lecturas todos los tratamientos evaluados no presentaron diferencias notables en cuanto a altura sin embargo, el tratamiento que presento las mayores alturas fue T1 (trichoderma + *mefenoxam*), mientras que el que obtuvo las alturas menores fue el testigo del agricultor. A partir de la quinta semana se logra observar que existió ya diferencias en cuanto a las alturas las cuales se mantuvo durante las próximas lecturas, ya que se mantuvo constante el tratamiento con mayor altura y con menor altura. En la figura 21, se observa la gráfica del comportamiento que existió en cuanto a la variable altura de plantas durante las siete lecturas que se realizó.

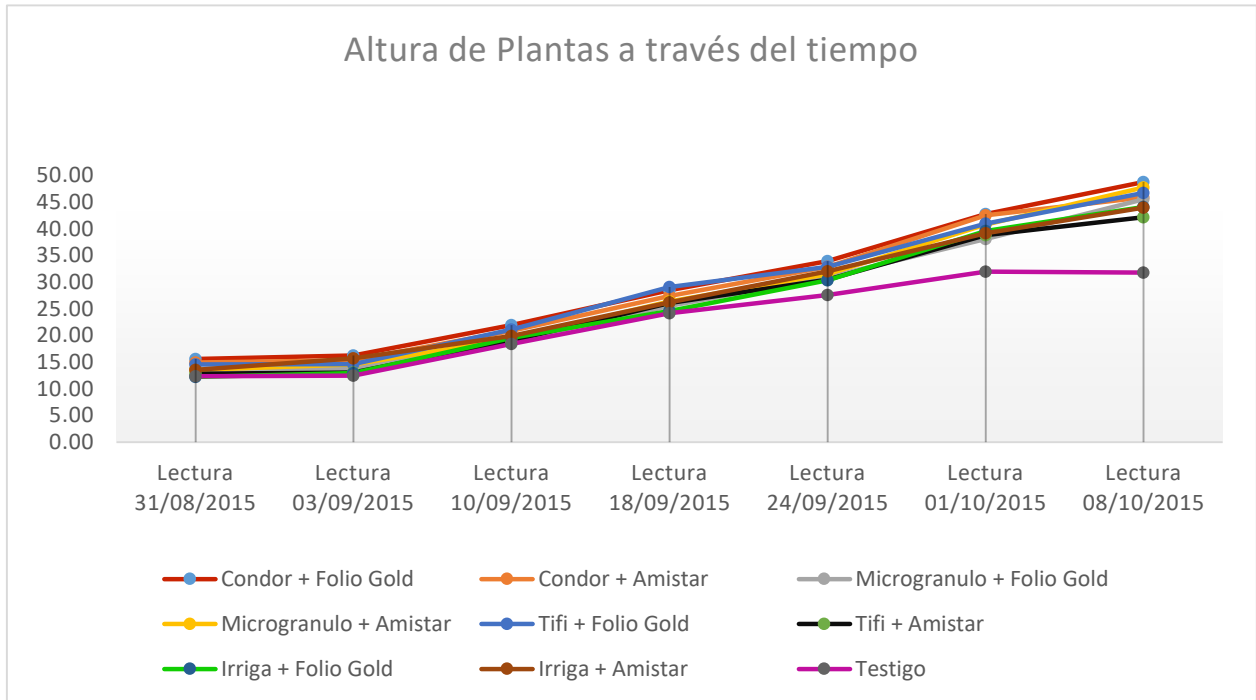


Figura 21. Alturas de plantas de ejote francés.

Al observar el análisis de varianza (ver cuadro 10), muestra que estadísticamente existe diferencia significativa en todos los tratamientos donde se utilizó micorrizas y *trichodermas* a diferencia del testigo agricultor, el tratamiento que tuvo una mejor respuesta ante la variable altura fue T1 (Cónдор + Folio Gold), con una media en alturas de 48.80 cm, mientras el que tuvo menor resultado en cuanto a la variable altura fue el tratamiento T9 (Testigo del Agricultor), con una media en altura de 31.83 cm, con una diferencia de aproximadamente 17 cm; por lo tanto, se realizó una separación de medias Tukey con un nivel de significancia del 5 % (ver cuadro 11). Los datos correspondientes al análisis de varianza para la variable altura se pueden encontrar en los anexos (cuadro 24 A).

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	895.28	11	81.39	7.01	<0.0001*
Bloque	86.85	3	28.95	2.49	<0.0843 ^{NS}
Tratamiento	808.44	8	101.05	8.70	<0.0001*
Error	278.78	24	11.62		
Total	1174.06	35			

CV: 7.73%

Cuadro 11. Separación de medias Tukey

Tratamiento	Medias (cm)	N	E.E.	
T1 (Condor + Folio Gold)	48.80	4	1.70	A
T4 (Microgranulo + Amistar)	47.75	4	1.70	A
T5 (Tifi + Folio Gold)	46.75	4	1.70	A
T2 (Condor + Amistar)	45.88	4	1.70	A
T3 (Microgranulo + Folio Gold)	45.53	4	1.70	A
T7 (Irriga + Folio Gold)	44.13	4	1.70	A
T8 (Irriga + Amistar)	43.98	4	1.70	A
T6 (Tifi + Amistar)	42.15	4	1.70	A
T9 (Testigo)	31.83	4	1.70	B

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

14.1.3 Nodulación

Para la nodulación por *Rhizobium* se tomó datos a los 65 días después de haberse sembrado expresado en número de nódulos por planta. En la figura 22, se observa fotografía de los tratamientos nodulados.



TRATAMIENTO 2



TESTIGO



TRATAMIENTO 8



TRATAMIENTO 1

Fotos: elaboración propia, 2015

Figura 22. Fotografías de los tratamientos nodulados

Se observó que el tratamiento 2 (Cóndor + Amistar) fue el tratamiento con mayor número de nódulos, debido a la asociación de *azoxystrobin* + *trichoderma*, con promedio de 86 nódulos por plantas los tratamientos (2,8,3,5) de 65 nódulos por planta los tratamientos (6,1), los tratamientos (4,7) con un promedio de 54 nódulos por plantas, mientras que el testigo del agricultor tuvo un promedio de 32 nódulos por planta. De ese total se observó

que la mayoría provenía de las raíces secundarias, debido al masivo aumento en la raíz de dichas raíces.

Al observar el análisis de varianza (ver cuadro 12), se muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se realizó la prueba de medias Tukey con nivel de significancia del 5 % (ver cuadro 13). Según la separación de medias de tukey los mejores tratamientos fueron el tratamiento 2 (trichoderma + azoxystrobin), T8 (micorriza + azoxystrobin), T3 (micorriza + mefenoxam) y T5 (trichoderma + mefenoxam).

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable nodulación

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	12348.78	11	1122.62	47.71	<0.0001 *
Bloque	32.69	3	10.90	0.46	<0.7107
Tratamiento	12316.09	8	1539.51	65.43	<0.0001*
Error	564.68	24	23.53		
Total	12913.45	35			

CV: 7.10%

Cuadro 13. Separación de medias Tukey

Tratamiento	Numero de nodulos por planta	N	E.E.	
T2 (Condor + Amistar)	91.53	4	2.43	A
T8 (Irriga + Amistar)	88.45	4	2.43	A
T3 (Microgranulo + Folio Gold)	83.65	4	2.43	A
T5 (Tifi + Folio Gold)	80.20	4	2.43	A
T6 (Tifi + Amistar)	65.88	4	2.43	B
T1 (,Condor + Folio Gold)	64.35	4	2.43	B
T4 (Microgranulo + Amistar)	58.50	4	2.43	B C
T7 (Irriga + Folio Gold)	49.40	4	2.43	C
T9 (Testigo)	32.50	4	2.43	D

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

En la siguiente figura 23, se logra observar qué el tratamiento T2 (Condor + Amistar), presenta mayor cantidad de nódulos por planta debido a la interacción *Rhizobium trichoderma*, ya que cabe mencionar que *trichoderma* es un hongo invasor oportunista, que se caracteriza por su rápido crecimiento, por la capacidad de asimilar una amplia gama de sustratos y por la producción de una variedad de compuestos microbianos. Habiendo una mejor simbiosis para el desarrollo de la misma. Igualmente se considera estimulador de crecimiento vegetal e inductor de resistencia sistémica, debido al incremento en la masa radicular logrando esto mayor vigorosidad en la planta.

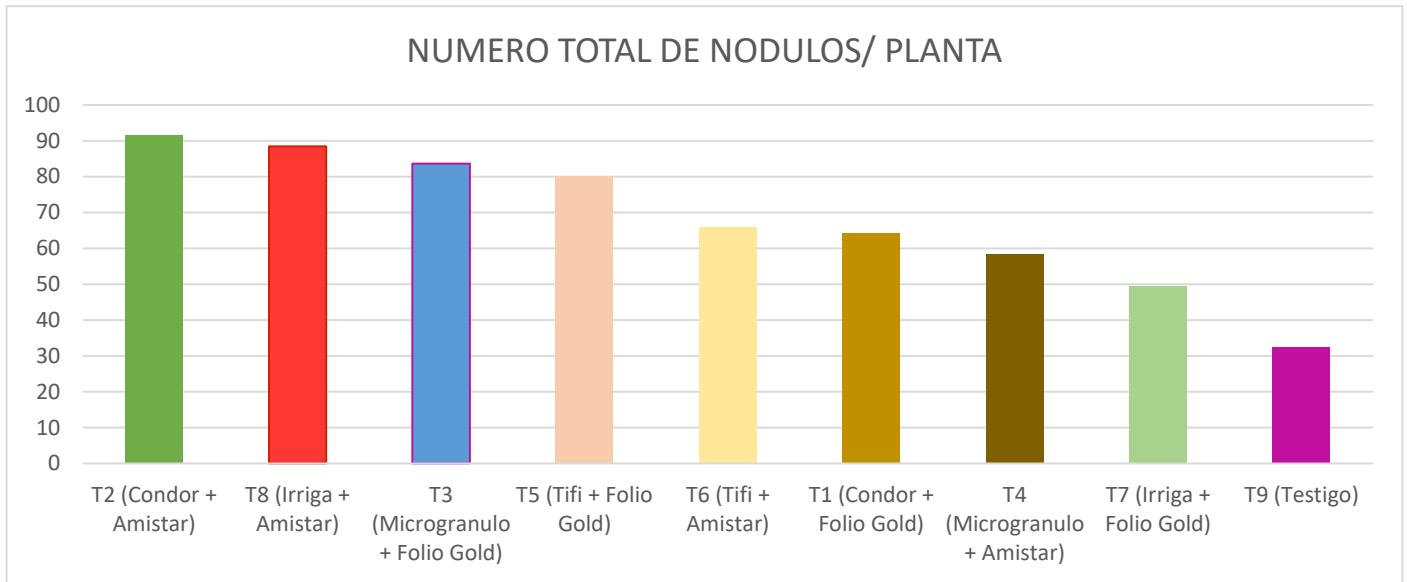


Figura 23. Prueba de medias de los tratamientos para la variable nodulación.

14.1.4 Rendimiento (kg)

La cosecha se realizó a los tratamientos a los 72 días después de haberse sembrado, el cual se cosecho una vez por semana, en el transcurso de un mes. En la figura 24, se observa el proceso de pesado y clasificación del ejote francés.



Foto: elaboración propia, 2015

Figura 24. Fotografías de: a) Proceso de pesado b) Proceso de clasificación

Se observó que el tratamiento que incluyó a *trichoderma* y *azoxystrobin* mostró mayor rendimiento de ejote francés. El mejor tratamiento en cuanto a la variable rendimiento es T2 (Cóndor + Amistar), el cual presentó diferencia significativa respecto a todos los tratamientos con una media de 3,750.70 kg/ha. La prueba de Tukey indica que los tratamientos T1 (Condor + Folio Gold), T8 (Irriga + Amistar), T3 (Microgranulo + Folio Gold), T7 (Irriga + Folio Gold), T6 (Tifi + Amistar), son similares en rendimiento, 3095.47 kg/ha, 3050.70 kg/ha, 2949.57 kg/ha, 2836.56 kg/ha, 2796.21 kg/ha, respectivamente los cuales corresponden al grupo dos. Mientras que en el grupo tres se encuentran los tratamientos T5 (Tifi + Folio Gold), T4 (Microgranulo + Amistar), con rendimiento de 2768.21 kg/ha, 2579.30 kg/ha respectivamente. El testigo T9 (Testigo del Agricultor), con una media de 1810.12 kg/ha el cual obtuvo rendimiento menor a todos los tratamientos.

Al observar el análisis de varianza (ver cuadro 14), se muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos debido a que el p-valor 0.001 es menor al nivel de significación nominal (0.05), es decir, existen diferencias de rendimientos (kg/ha) bajo los distintos tratamientos. Por lo que se realizó una separación de medias Tukey con un nivel de significancia del 5 %. (Ver cuadro 15). Los datos de los cuales se logró realizar dicho análisis de varianza se pueden encontrar en los anexos en el (cuadro 26 A).

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable rendimiento (kg)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	69355792.84	11	6305072.08	8.03	<0.0001 *
Bloque	35980160.31	3	11993386.77	15.28	<0.0001 *
Tratamiento	33375632.53	8	4171954.07	5.32	<0.0001 *
Error	103594047.64	132	784803.39		
Total	172949840.48	143			

CV: 31.10%

Cuadro 15. Separación de medias Tukey

Tratamiento	Medias (kg/ha)	N	E.E.	
T2 (Condor + Amistar)	3750.70	16	221.47	A
T1 (Condor + Folio Gold)	3095.47	16	221.47	A B
T8 (Irriga + Amistar)	3050.70	16	221.47	A B
T3 (Microgranulo + Folio Gold)	2949.57	16	221.47	A B
T7 (Irriga + Folio Gold)	2836.56	16	221.47	A B
T6 (Tifi + Amistar)	2796.21	16	221.47	A B
T5 (Tifi + Folio Gold)	2768.21	16	221.47	B C
T4 (Microgranulo + Amistar)	2579.30	16	221.47	B C
T9 (Testigo)	1810.12	16	221.47	C

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

En la figura 25, se logra observar el comportamiento de las medias de rendimiento de ejote francés variedad Serengueti, dando como resultado evidenciar que el tratamiento que incluye a *trichoderma* y *azoxystrobin* presenta un mejor rendimiento de ejote francés mientras que el tratamiento donde no se utilizó ningún control preventivo de hongos del suelo en este caso el testigo del agricultor fue el tratamiento donde menos rendimiento obtuvo, en donde se puede evidenciar que presentó rendimientos que son propios del lugar, debido a que según Alejandro de León (Cooperativa cuatro pinos), los rendimientos en temporada de invierno son de 1270 kg/ha, mientras que se puede observar que con la

utilización de trichoderma + azoxystrobin presento el doble de los rendimientos que usualmente producen en dicha región.

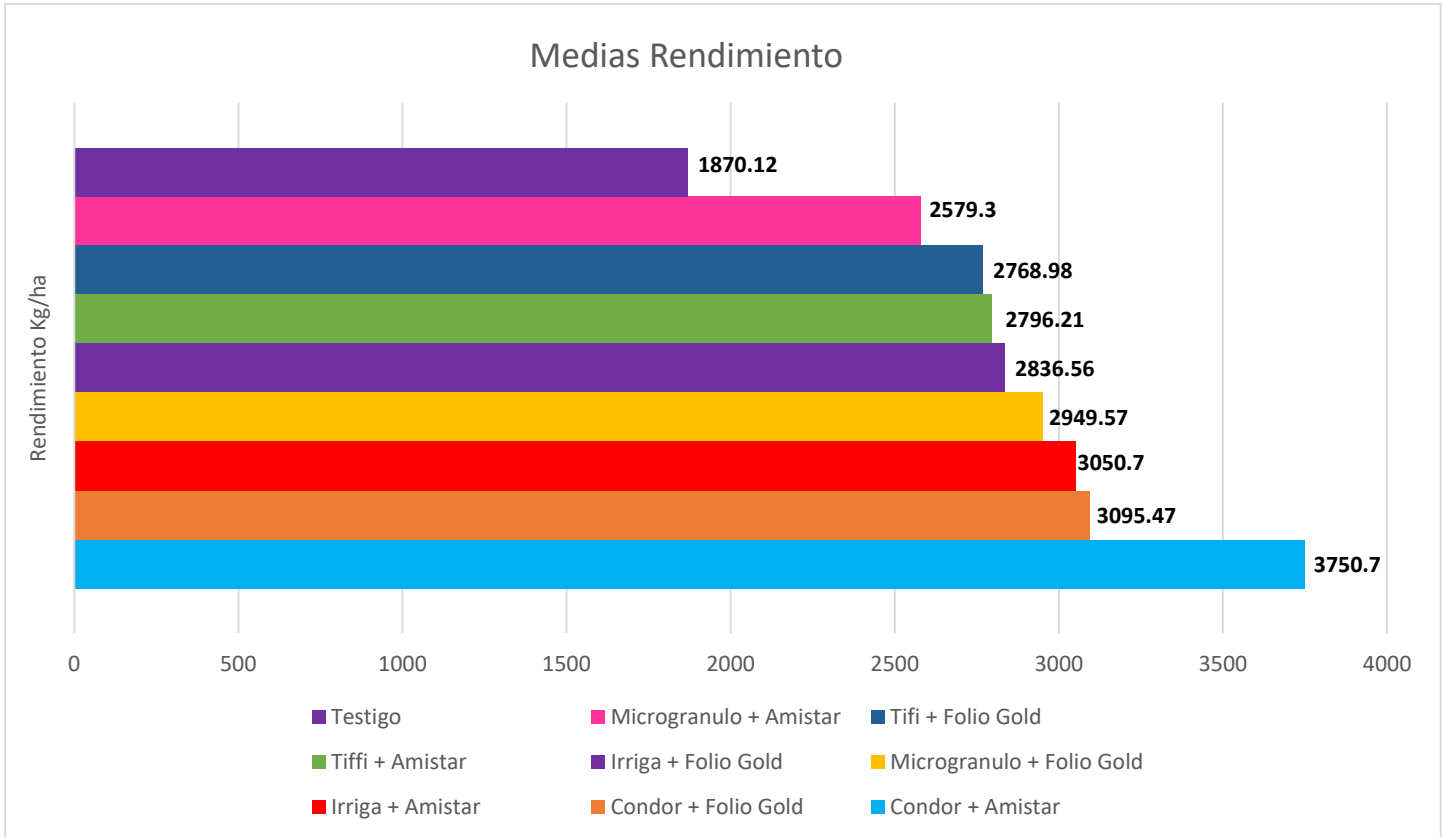


Figura 25. Prueba de medias de los tratamientos para la variable rendimiento (kg/ha).

14.2 Correlación de las variables evaluadas

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, en las variables estudiadas, mortalidad de plantas, altura de plantas, nodulación, se calcularon los coeficientes de correlación lineal (r), entre estas variables y el rendimiento, por el método de producto-momento r de Pearson, con la finalidad de determinar la influencia que estas variables tienen sobre el rendimiento final. La información descrita anteriormente se presenta en el cuadro 16.

Cuadro 16. Coeficiente de correlación lineal (r), entre el rendimiento y las variables evaluadas.

	Rendimiento	Número de nódulos por planta	Altura plantas (cm)
Rendimiento	1.0000	0.0030	0.0006
Número de nódulos por planta	0.4814	1.0000	0.0013
Altura plantas (cm)	0.5473	0.5161	1.0000

Fuente: elaboración propia, 2015

De acuerdo a los valores presentados en el cuadro anterior, no existió una correlación entre las variables número de nódulos por planta versus rendimiento y altura de plantas versus rendimiento.

En los cuadros 17 y 18 se detalla los costos totales de las aplicaciones foliares para todos los tratamientos evaluados, mientras que en el cuadro 19, se detalla los costos totales de las aplicaciones al suelo de los tratamientos 1-8.

Cuadro 19. Costos totales tratamientos al suelo

Fecha	DDS	Producto	Dosis	No. De bombas	Precio/presentacion	Precio x g o cm3	Total
29/09/2015	0	Condor	12.8	1	Q 2,406.25	Q 2.41	Q 30.80
29/09/2015	0	Folio Gold	19.2	1	Q 271.91	Q 0.27	Q 5.22

Fecha	DDS	Producto	Dosis	No. De bombas	Precio/presentacion	Precio x g o cm3	Total
29/09/2015	0	Condor	12.8	1	Q 2,406.25	Q 2.41	Q 30.80
29/09/2015	0	Amistar 50Wg	3.2	1	Q 18.17	Q 1.82	Q 5.81

Fecha	DDS	Producto	Dosis	No. De bombas	Precio/presentacion	Precio x g o cm3	Total
29/09/2015	0	Aegys Microgranulo	64		Q 242.25	Q 0.24	Q 15.50
29/09/2015	0	Amistar	3.2	1	Q 18.17	Q 1.82	Q 5.81

Fecha	DDS	Producto	Dosis	No. De bombas	Precio/presentacion	Precio x g o cm3	Total
29/09/2015	0	Aegys Microgranulo	64		Q 242.25	Q 0.24	Q 15.50
29/09/2015	0	Folio Gold	19.2	1	Q 271.91	Q 0.27	Q 5.22

Fecha	DDS	Producto	Dosis	No. De bombas	Precio/presentacion	Precio x g o cm3	Total
29/09/2015	0	Tifi	25.6	1	Q 1,375.00	Q 1.38	Q 35.20
29/09/2015	0	Folio Gold	19.2	1	Q 271.91	Q 0.27	Q 5.22

Fecha	DDS	Producto	Dosis	No. De bombas	Precio/presentacion	Precio x g o cm3	Total
29/09/2015	0	Tifi	25.6	1	Q 1,375.00	Q 1.38	Q 35.20
29/09/2015	0	Amistar	3.2	1	Q 18.17	Q 1.82	Q 5.81

Fecha	DDS	Producto	Dosis	No. De bombas	Precio/presentacion	Precio x g o cm3	Total
29/07/2015	0	Irriga	6.4	1	Q 4,468.66	Q 4.47	Q 28.60
29/09/2015	0	Folio Gold	19.2	1	Q 271.91	Q 0.27	Q 5.22

Fecha	DDS	Producto	Dosis	No. De bombas	Precio/presentacion	Precio x g o cm3	Total
29/09/2015	0	Irriga	6.4	1	Q 4,468.66	Q 4.47	Q 28.60
29/09/2015	0	Amistar	3.2	1	Q 18.17	Q 1.82	Q 5.81

Cuadro 20. Costo beneficio

Tratamiento	Costo/Cuerda	Costo/Mz	Costo/ha	Aplicación al suelo	Aplicación Foliar	Total Día control	Rendimiento libras	Costo / Libra	Remuneración/ Producción	Beneficio/Costo
Condor + Folio Gold	Q 1,905.7	Q 8,337.6	Q 11,910.9	Q 36.02	Q 40.21	Q 76.23	Q 6810.03	Q 1.75	Q17,025.1	Q 1.43
Condor + Amistar	Q 1,920.5	Q 8,402.1	Q 12,003.1	Q 36.61	Q 40.21	Q 76.82	Q 8251.54	Q 1.45	Q 20628.8	Q 1.72
Microgranulo + Folio Gold	Q 1,523.2	Q 6,664.2	Q 9,520.3	Q 20.72	Q 40.21	Q 60.93	Q 6489.05	Q 1.47	Q 16222.6	Q 1.70
Microgranulo + Amistar	Q 1,538.2	Q 6,729.8	Q 9,614.1	Q 21.32	Q 40.21	Q 61.53	Q 5674.46	Q 1.69	Q 14186.1	Q 1.48
Tifi + Folio Gold	Q 2015.75	Q 8,883.4	Q 12,598.4	Q 40.42	Q 40.21	Q 80.63	Q 6090.06	Q 2.07	Q 15225.1	Q 1.21
Tifi + Amistar	Q 2,030.50	Q 8,883.4	Q 12,690.6	Q 41.01	Q 40.21	Q 81.22	Q 6151.66	Q 2.06	Q 15379.1	Q 1.21
Irriga+ Folio Gold	Q 1,850.75	Q 8,097.0	Q 11,567.2	Q 33.82	Q 40.21	Q 74.03	Q 6240.43	Q 1.85	Q 15601.1	Q 1.35
Irriga+ Amistar	Q 1865.50	Q 8,161.5	Q 11,659.3	Q 34.41	Q 40.21	Q 74.62	Q 6711.54	Q 1.74	Q 16778.8	Q 1.44
Testigo	Q 1065.25	Q 4,660.4	Q 6,657.8	-----	Q 42.61	Q 42.61	Q 3982.26	Q 1.67	Q 9955.6	Q 1.50

Como se logra observar en el cuadro 20 para todos los tratamientos el análisis costo beneficio fue beneficioso ya que los ingresos/beneficios fueron mayores a los egresos/costos invertidos en el desarrollo del proyecto. Ya que por cada quetzal invertido en el tratamiento que presento mejores resultados (Condor+ Amistar), obtuvo una ganancia de 0.72 de quetzal, mientras que en los tratamientos donde obtuvo menos ganancias se obtuvo únicamente 0.21 centavos por cada quetzal que se invirtió los cuales fueron los tratamientos donde se utilizó el trichoderma tifi debido que a que posee los mayores costos días a control.

15 CONCLUSIONES

1. Con el uso combinado de *Glomus*, *trichoderma* y fungicidas (*mefenoxam* y *azoxystrobin*) tienen efecto positivo en el cultivo de ejote francés.
2. El mejor tratamiento fue la combinación de *trichoderma* de alta concentración (Condor) con el fungicida *azoxystrobin*, ya que obtuvo diferencias significativas en todas las variables como también fue el que presentó mejores resultados en el análisis costo beneficio dando como resultado por cada quetzal invertido 0.72 de ganancia.
3. El segundo mejor tratamiento fue donde se combinó el *trichoderma* de alta concentración (Condor) con el fungicida *mefenoxam* y técnicamente fue similar a la combinación de micorrizas con ambos fungicidas.
4. Se determinó que la mayor tasa de mortalidad se obtuvo del tratamiento testigo el cual obtuvo diferencia significativa con relación a los demás tratamientos.
5. En base al análisis en altura el mejor tratamiento fue T1 (condor + folio gold), el cual presentó diferencia significativa en altura versus el testigo.
6. *Azoxystrobin* tiene mejor efecto en nodulación y rendimiento que *mefenoxam*.

16 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la utilización del *trichoderma* de alta concentración cónдор en combinación con *azoxystrobin* en el cultivo de ejote debido a que presento mejores resultados en las variables de estudio, así mismo presento mejores resultados en el análisis costo benefició.
2. Se recomienda la combinación de *azoxystrobin* con *trichoderma* de alta concentración o *glomus* en el cultivo ya que mejora la capacidad de nodulación, crecimiento y rendimiento en ejote francés.
3. Se recomienda la utilización de *trichoderma* de alta concentración debido a que fue el que presento mejores resultados en todas las variables de estudio.

17 BIBLIOGRAFÍA

1. AGITEN. (2012). *Tifi polvo micronizado Trichoderma atroviride de la cepa 898G y Glomus spp.* Obtenido de AGITEN: <http://www.giten.com.ar/index.php/productos-y-servicios/abonos-micro-organismos/tifi>
2. Aguilera Gómez, L. I., Olalde Portugal, V., Arriaga, M. R., & Contreras Alonso, R. (2007). Micorrizas arbusculares. *Ciencia Ergo Sum*, Noviembre-Febrero, p. 300-306.
3. Aldo, G., Alvarez, S., Bonillo, M., Rolle, R., & Tapia, S. (2008.). *Producción hortícola sustentable*. Argentina: INTA.
4. Barragán Cadena, J. R., Pavón La Fuente, W. G., & Cuásquer Arcon, F. J. (2010). *Evaluar diferentes alternativas de control fitosanitario, en tres variedades de arveja (Pisum sativum L) con el uso de biofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas), silicio y pesticidas en Bolívar-Carchi". (Tesis Ing. Agropec.)*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte, Escuela de Ingeniero Agropecuaria.
5. Bernal, G. (1993.). Evaluación de tres cepas de Rhizobiumetil bajo condiciones de campo y de 8 soportes de la bacteria para la producción de inoculantes en dos variedades de frejol (Phaseolus vulgaris) Tumbaco-Pichincha. En G. Bernak, *Selección de cepas de Rhizobium adaptadas a condiciones de campo y su uso como inoculantes de leguminosas de la sierra y costa ecuatoriana*. Ecuador: INAP Estación Base Santa Catalina.
6. Camagro. (8 de Octubre de 1992). *Guia fitosanitaria para el cultivo del frijol*. Obtenido de CAMAGRO: www.camagro.com/actualidad/descarga/GuiaCultivoFrijol.pdf
7. Camara del Agro & Agrequima. (Septiembre de 2015). *Elementos de propuesta de política agrícola para Guatemala*. Obtenido de AGREQUIMA: www.agrequima.com.gt
8. Cámara del Agro. (8 de Octubre de 1992). *Elementos de propuesta de política agrícola para Guatemala*. Obtenido de AGREQUIMA: www.agrequima.com.gt
9. Chung Guin-Po, P. (2005). *Hongos micorrízicos comestibles: opción productiva aplicada a las plantaciones forestales; aspectos generales*. Chile: Instituto Forestal.
10. Cruz, H. L. (2010). El mercado de el ejote. *AgroNegocios*, Mayo / Junio 16.
11. Figueroa, L. (2006). *Manual del manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de frijol ejotero*. Guatemala: Cooperativa Cuatro Pinos.
12. Hernández, M. I. (2000.). *Las micorrizas arbusculares y las bacterias rizosfericas como complemento de la nutrición mineral de tomate(Lycopersicon esculentum Mill.) (Tesis*

- MSc.). *INCA: La Habana, Cuba*. Obtenido de DIALNET Universidad de la Rioja: <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/5018155.pdf>
13. IGN. (1957). *Diccionario geografico de Guatemala*. Guatemala: Instituto Geografico Nacional.
 14. INE. (2002). *Censo nacional agropecuario*. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística.
 15. Morton, J., & Redecker, D. (2001). Two new families glomales, archaeosporaceae and paraglomaceae, with two new genera archaeospora and Paraglomus, based on concordant molecular and morphological characters. *Mycologia*, 93(1)181-195.
 16. MycoCosm. (2015). *The fungal genomics resource*. Obtenido de Genome: <http://genome.jgi.doe.gov/Triat2/Triat2.home.html>
 17. Nogales Garcia, A. (2006). *Estudio de la interaccion entre el hongo formador de micorrizas arbusculares Glomus intraradices y el hongo patogeno Armillaria mellea (Vahl:fr) P. Kuhn en vid. (Tesis PhD. Biol Veg.)*. *Biología Vegetal, Facultat de Biología, Univerrsitat de Barcelona*. Obtenido de Universitat de Barcelona, Tesis Doctorales en Red: http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/953/AMNG_TESIS.pdf
 18. Pueyo Figueroa, M., Hernández F, R., & Reyes Rondón, T. (2007). *Efectividad del biopreparado de Trichoderma harzianum Rifai en el control de damping off en ajo puerro*. Obtenido de Bibliociencias Cuba: : <http://www.bibliociencias.cu/gsd/>
 19. Read, D. (1999). *The estate of the art; in: Mycorrhiza. 2 ed. Eds. A. Varma y B. Hock*. Springer-Verlag, Berlin: Heidelberg. p. 3-34.
 20. SEGEPLAN. (2010). *Plan de desarrollo Santiago Sacatepéquez*. Obtenido de Secretaría General de Planificación de la Presidencia: http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=254:santiago-sacatepequez&Itemid=333&&opc=2&opc=1
 21. Sivasithamparam, G. (1991). Antifungal antibiotics produced by Trichoderma spp. *Soil Biol. Biochem.*, 23(11), 1011-1020.
 22. Sivila, N., & Alvarez, S. (2003). *Producción artesanal del Trichoderma*. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Argentina: http://www.minagri.gob.ar/site/desarrollo_rural/forobioinsumos/publicaciones/Manual_de_Trichoderma_2013_CEDAF_Jujuy.pdf
 23. Smith, S., & Read, D. (1997). The symbiosis forming VA mycorrhizas. En S. Smith, & D. Read, *Mycorrhizal symbiosis. 2 ed.* (págs. p. 9-11.). San Diego, CA, US: Academic Press.

24. Syngenta. (2015). Amistar 50WG. Obtenido de Syngenta. http://www3.syngenta.com/country/co/sp/Soluciones/Proteccion_Cultivos/Ornamentales/Fungicidas/Paginas/Amistar50WG.aspx
25. Syngenta. (2015). Syngenta. Folio Gold. Obtenido de Syngenta. <http://www3.syngenta.com/country/cl/cl/soluciones/proteccioncultivos/Paginas/FolioGold.aspx>
26. USDA. (07 de Marzo de 2016). *Phaseolus vulgaris L.; kidney bean*. Obtenido de United States Department of Agriculture: <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=PHVU>
27. Vacacela Quizhpe, V. M. ((2009)). *Tipos de micorriza. (Tesis MSc.) Universidad de Pinar del Río "Hnos Saíz Montes de Oca", Cuba*. Obtenido de Universidad de Pinar del Río "Hnos Saíz Montes de Oca": <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/tipos-micorrizas/tipos-micorrizas.pdf>
28. Villegas Arenas, M. (28 de abril de 2005). *Trichoderma pers. características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible*. Obtenido de ORBIOTEC, Orius Biotecnología, Colombia: [http://www.oriusbiotecnologia.com/site/index.php?id=20,66.0.0.1,](http://www.oriusbiotecnologia.com/site/index.php?id=20,66.0.0.1)
29. Villela Ramirez, J. D. (1992). *El cultivo del ejote francés*. Obtenido de ICTA: <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/ejote/EJOTE%20FRANCES.pdf>
30. Villela, R. (1992). *El cultivo del ejote francés (Phaseolus vulgaris L.)*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, PDA.
31. Voysest Voysets, O. (2000). *Mejoramiento genético del frijol (Phaseolus vulgaris L.): legado de variedades de América Latina*. Cali, Colombia: CIAT.
32. Williams, K. P., Sobral, B. W., & Dickerman, A. W. (2007). *A robust species tree for the alphaproteobacteria*. Obtenido de Journal of Bacteriology 189(13), 4578-4586 : <http://j.b.asm.org/content/189/13/4578.full>

Yo. Bo.  

CAPÍTULO III

SERVICIOS PROFESIONALES Y ASISTENCIA TÉCNICA PRESTADO A LA EMPRESA ESPORANGIO S.A.

18 INTRODUCCIÓN

Durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se realizó un diagnóstico con el cual se determinaron alguno de los problemas principales que afectan a los agricultores del área de Santiago Sacatepéquez, en baso a dicho análisis se determinaron servicios para solucionar parte de la problemática.

Los servicios realizados fueron los siguientes:

El primer servicio consiste en el análisis por medio de parcelas demostrativas del programa estándar de nutrición vegetal, para control de plagas y enfermedades, versus programa Nutrypro (programa que maneja la empresa, en combinación con productos Syngenta e Italpolina).

El segundo servicio fue Capacitación a agricultores de la zona central de Guatemala.

Los servicios fueron realizados con la intención de mejorar las actividades agrícolas y tener una buena calidad en el producto de exportación, para tener clientes más satisfechos con el producto de la empresa.

18.1 Análisis por medio de parcelas demostrativas del programa estándar de nutrición vegetal, para control de plagas y enfermedades, versus programa Nutrypro (programa que maneja la empresa, en combinación con productos Syngenta e Italpolina)

18.1.1 Introducción

A continuación se presenta los servicios prestados para el fortalecimiento técnico de la empresa Esporangio S.A.

Para la empresa Esporangio S. A. es importante que se den a conocer sus productos, por tal motivo se realizaron capacitaciones, días de campo y parcelas demostrativas en lo que es la región central de Guatemala, dándole énfasis a la promoción de sus productos para el control de plagas y enfermedades exclusivos de Syngenta y para nutrición productos exclusivos de Itaipolina, para la producción de hortalizas en el segmento de exportación, con productores del área.

18.1.2 OBJETIVOS

18.1.2.1 Objetivo general

Evaluar la efectividad de los productos de Syngenta e Itaipollina en los cultivos de exportación

18.1.2.2 Objetivos específicos

1. Crear conciencia en las personas del uso adecuado de agroquímicos
2. Crear conciencia del cuidado del medioambiente utilizando productos biológicos

18.1.3 Actividades

18.1.3.1 Seguimiento de diferentes parcelas demostrativas en la región central de Guatemala.

Se contactó con diferentes representantes, técnicos, jefes de fincas y agricultores para la realización de parcelas demostrativas, con el objetivo de dar a conocer los productos de dicha empresa.

Una vez ya definido el área y la fecha de siembra se realizó el montaje de dichas parcelas, brindándole los productos necesarios sin ningún costo, en diferentes áreas del país como lo son Chimaltenango, Sacatepéquez y Ciudad de Guatemala.



Foto: elaboración propia, 2015.

Figura 26. Montaje parcela demostrativa

Ya realizado el montaje se les brindó el debido seguimiento lo cual consiste en realizar las aplicaciones necesarias para los diferentes cultivos de exportación como lo es la arveja china y ejote francés entre otros; toma de datos y análisis estadístico para cada una de las variables estudiadas.



Foto: elaboración propia, 2015.

Figura 27. Seguimiento parcelas demostrativas, tomada de datos y tabulación de datos.

Una vez ya establecidas las parcelas demostrativas, en las cuales se llevó y trabajó con el representante, jefe de finca o agricultor, para lograr observar las diferencias en campo utilizando los productos de la empresa versus lo que ellos aplican, en donde se les brindo soluciones con productos certificados para problemas de hongos de suelo, follaje como también de nutrición para así poder obtener mejor rendimiento en su cultivo y por consiguiente obtener mayores beneficios económicos.

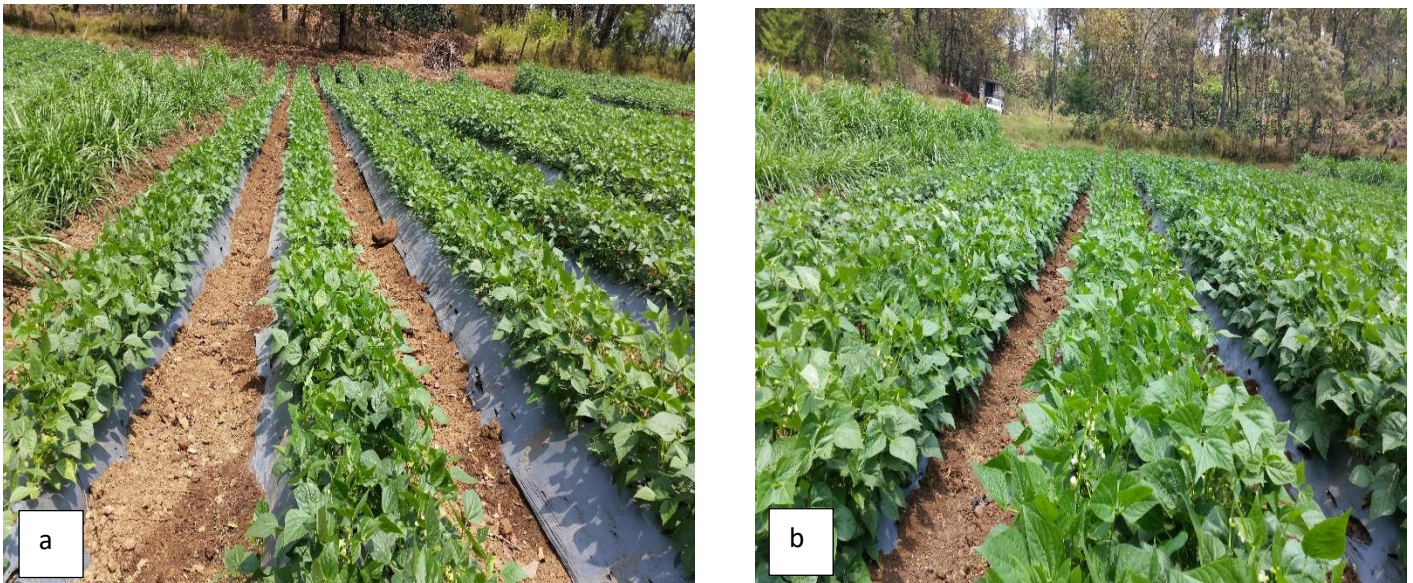


Foto: elaboración propia, 2015.

Figura 28. a) testigo. b) con producto de la empresa

18.2 Capacitación a agricultores de la zona central de Guatemala

18.2.1 OBJETIVOS

18.2.1.1 Objetivo general

Capacitar en manejo y uso de productos fitosanitarios, nutricionales y BPA a los agricultores de diferentes comunidades

18.2.1.2 Objetivos específicos

1. Crear conciencia en las personas de las Buenas Prácticas Agrícolas
2. Crear conciencia del cuidado del medioambiente

18.2.2 Actividades

18.2.2.1 Capacitaciones a agricultores del área central de Guatemala

Se contactó con diferentes representantes, técnicos, jefes de fincas y agricultores para darle a conocer el objetivo principal de la realización de capacitaciones para los agricultores de la región, para darles a conocer información sobre el uso adecuado de productos agroquímicos y buenas prácticas agrícolas.

Se contó con la participación de los agricultores quienes asistieron a las capacitaciones para así obtener conocimientos de los temas impartidos

Con la ayuda de utensilios básicos se les brindó mecanismos de ayuda los cuales fueron interactivos para el beneficio de cada uno de ellos.

Fue una capacitación participativa, en donde se les dejó claro el uso adecuado de los productos además de las buenas prácticas agrícolas y la forma correcta de ponerlas en práctica.

Observaciones: para lograr que los agricultores hayan captado lo explicado se realizaron preguntas al azar donde la persona de sus experiencias, conocimientos, dudas y valores tanto en el campo de su trabajo como en lo personal estas preguntas se hicieron de forma dinámica.



Figura 29. Capacitación agricultores de Tecpán, Chimaltenango.



Figura 30. Capacitación Agricultores en Santiago Sacatepéquez, Aldea Pachali.

19 ANEXOS

Cuadro 21A. Tratamientos al follaje, tratamientos (1-8)

FECHA	PRODUCTO	QUE ES	MÉTODO DE APLICACIÓN	DOSIS/ BOMBA
20/08/2015	Myr Cu9	Aminoácidos origen vegetal, Cobre 9% complejado con Ac. Glucónico	Foliar	50 cm ³
20/08/2015	Trainer	Aminoácidos origen vegetal, Ac. Glucónico	Foliar	50 cm ³
20/08/2015	Folio Gold	Fungicida	Suelo	75 cm ³
28/08/2015	Karate	Insecticida	Foliar	12.5 cm ³
28/08/2015	Amistar Opti	Fungicida	Foliar	37.5 cm ³
28/08/2015	Trainer	Aminoácidos origen vegetal, Ac. Glucónico	Foliar	75 cm ³
28/08/2015	Myr Ca	Nutrición	Foliar	50 cm ³
03/09/2015	Karate	Insecticida	Foliar	12.5 cm ³
03/09/2015	Trainer	Aminoácidos origen vegetal, Ac. Glucónico	Foliar	75 cm ³
03/09/2015	Amistar Opti	Fungicida	Foliar	37.5 cm ³
11/09/2015	Amistar Opti	Fungicida	Foliar	12.5 cm ³
11/09/2015	Trainer	Aminoácidos origen vegetal, Ac. Glucónico	Foliar	75 cm ³
11/09/2015	Engeo	Insecticida	Foliar	8 cm ³
18/09/2015	Amistar Opti	Fungicida	Foliar	37.5 cm ³
18/09/2015	Karate	Insecticida	Foliar	12.5 cm ³
18/09/2015	Trainer	Aminoácidos origen vegetal, Ac. Glucónico	Foliar	75 cm ³
25/09/2015	Auxym	Nutrición	Foliar	25 cm ³
25/09/2015	Trainer	Aminoácidos origen vegetal, Ac. Glucónico	Foliar	75 cm ³
25/09/2015	Amistar Opti	Fungicida	Foliar	37.5 v
25/09/2015	Engeo	Insecticida	Foliar	8 cm ³
02/10/2015	Amistar 50WG	Fungicida	Foliar	10 g
02/10/2015	Trainer	Aminoácidos origen vegetal, Ac. Glucónico	Foliar	75 cm ³
02/10/2015	Karate	Insecticida	Foliar	12.5 cm ³
07/10/2015	Amistar 50WG	Fungicida	Foliar	10 g
07/10/2015	Trainer	Aminoácidos origen vegetal, Ac. Glucónico	Foliar	75 cm ³
07/10/2015	Karate	Insecticida	Foliar	12.5 cm ³

Fuente: elaboración propia, 2015

Cuadro 22A. Tratamientos al follaje (testigo)

Fecha	Producto	Que es	Método de aplicación	Dosis/ bomba
12/08/2015	Lorsban	Insecticida	Suelo	50 cm ³
22/08/2015	Captan	Fungicida	Suelo	60 g
22/08/2015	Benomil	Fungicida	Suelo	
28/08/2015	Lorsban	Insecticida	Suelo	50 cm ³
30/08/2015	Bravo	Fungicida	Foliar	50 cm ³
30/08/2015	Amistar 50WG	Fungicida	Foliar	10 g
30/08/2015	Elevador	Nutrición	Foliar	50 cm ³
30/08/2015	Karate Zeon 5 CS	Insecticida	Foliar	12.5 cm ³
04/09/2015	Amistar 50WG	Fungicida	Foliar	10 g
04/09/2015	Bravo	Fungicida	Foliar	50 cm ³
14/09/2015	Phyton	Fungicida	Foliar	50 cm ³
24/09/2015	Exalt	Insecticida	Foliar	10 cm ³
24/09/2015	Amistar 50WG	Fungicida	Foliar	10 g
24/09/2015	Bravo	Fungicida	Foliar	50 cm ³
24/09/2015	Elevador	Nutrición	Foliar	50 cm ³
02/10/2015	Engeo	Insecticida	Foliar	8 cm ³
02/10/2015	Amistar 50 WG	Fungicida	Foliar	10 g
02/10/2015	Bravo	Fungicida	Foliar	50 cm ³
07/10/2015	Karate Zeon 5 CS	Insecticida	Foliar	12.5 cm ³
07/10/2015	Amistar 50WG	Fungicida	Foliar	10 gr

Fuente: Elaboración Propia, 2015

Cuadro 23A. Datos mortalidad de plantas de ejote francés

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV	Yi .	Media	Yi. ²
Tratamiento 1	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento 2	0	0	10	10	20	5	400
Tratamiento 3	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento 4	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento 5	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento 6	20	20	40	20	100	25	10000
Tratamiento 7	0	0	20	10	30	7.5	400
Tratamiento 8	0	10	20	20	50	12.5	2500
Tratamiento 9	40	60	40	60	200	50	40000
Y.j	60	90	130	120		11	53300
Y.j ²	3600	8100	16900	14400			

$$Y_{..} = 400$$

$$Y_{ij}^2 = 14800$$

$$(\sum y_{i.}^2) = 53800$$

$$(\sum y_{.j}^2) = 43000$$

$$gl \text{ tratamientos} = 9 - 1 = 8$$

$$gl \text{ total} = 36 - 1 = 35$$

$$gl \text{ Bloques} = 4 - 1 = 3$$

$$Sc \text{ tratamientos} = 53800/4 - 4444.44 = 9005.56$$

$$Sc \text{ total} = 14800 - 4444.44 = 10355.56$$

$$Sc \text{ Bloques} = 43000/9 - 4444.44 = 333.33$$

Cuadro 24A. Datos de alturas de plantas de ejote francés

Tratamientos	Repeticiones				Yi .	Media	Yi. ²
	I	II	III	IV			
tratamiento 1	50.3	49.4	48.9	46.6	195.2	48.8	38103.04
tratamiento 2	46.2	46.3	45.7	45.3	183.5	45.875	33672.25
tratamiento 3	44	47.3	46.8	44	182.1	45.525	33160.41
tratamiento 4	48.1	46.5	45.3	51.1	191	47.75	36481
Tratamiento 5	49.1	45.9	44.7	47.3	187	46.75	34969
Tratamiento 6	45.7	43.8	43.1	36	168.6	42.15	28425.96
Tratamiento 7	48.1	47	43.6	37.8	176.5	44.125	31152.25
Tratamiento 8	42	45	43.2	45.7	175.9	43.975	30940.81
Tratamiento 9	32.1	40.7	33.2	21.3	127.3	31.825	16205.29
Y.j	405.6	411.9	394.5	375.1		44.086111	
Y.j2	164511.4	169661.6	155630.3	140700			

$$Y_{..} = 1587.1$$

$$Y_{ij}^2 = 71143.13$$

$$(\sum y_{i.})^2 = 283110.01$$

$$(\sum y_{.j})^2 = 630503.23$$

$$gl \text{ tratamientos} = (9-1) = 8$$

$$gl \text{ total} = (36-1) = 35$$

$$gl \text{ Bloques} = (4-1) = 3$$

$$Sc \text{ tratamientos} = 70777.525 - 69969.06694 = 808.458$$

$$Sc \text{ total} = 71143.13 - (1587.1^2)/36 = 1174.06$$

$$Sc \text{ Bloques} = 70055.91444 - 69969.06694 = 86.8475$$

Cuadro 25A. Datos nodulación de plantas de ejote francés

Tratamientos	Repeticiones				Yi .	Media	Yi. ²
	I	II	III	IV			
Tratamiento 1	64.4	63.8	64.8	64.4	257.4	64.35	66254.76
Tratamiento 2	88.2	93.1	92	92.8	366.1	91.525	134029.2
Tratamiento 3	85.6	78.6	86.6	83.8	334.6	83.65	111957.2
Tratamiento 4	51	53	57	73	234	58.5	54756
Tratamiento 5	82.6	85	74.3	78.9	320.8	80.2	102912.6
Tratamiento 6	63	72.2	70.1	58.2	263.5	65.875	69432.25
Tratamiento 7	49.6	51.2	47.3	49.5	197.6	49.4	39045.76
Tratamiento 8	87.4	92.5	84.6	89.3	353.8	88.45	125174.4
Tratamiento 9	31.1	30.5	33.3	35.1	130	32.5	16900
Y.j	602.9	619.9	610	625			
Y.j²	363488.4	384276.1	372100	390625			

$$Y_{..} = 2457.8$$

$$(\sum y_{ij}^2) = 180712.92$$

$$(\sum y_{i.}^2) = 679757.57$$

$$(\sum y_{.j}^2) = 1510489.42$$

$$g_l \text{ tratamientos} = (9-1) = 8$$

$$g_l \text{ total} = (36-1) = 35$$

$$g_l \text{ Bloques} = (4-1) = 3$$

$$S_c \text{ tratamientos} = 720462.22/4 - 167799.4678 = 12316.0872$$

$$S_c \text{ Total} = 180712.92 - 167799.4678 = 12913.4522$$

$$S_c \text{ Bloques} = 167832.1578 - 167799.4678 = 32.69$$

Cuadro 26A. Datos rendimiento de ejote francés

Tratamientos	Repeticiones				Yi .	Yi. ²	media
	I	II	III	IV			
Tratamiento 1	3832.81	2499.37	3990.62	2059.06	12381.88	153310952	3095.47
Tratamiento 2	4496.56	3123.43	4471.87	2910.93	15002.81	225084383	3750.7
Tratamiento 3	3564.06	2626.09	3052.65	2555.47	11798.28	139199529	2949.57
Tratamiento 4	3208.9	2130.15	2853.12	2125	10317.19	106444409	2579.29
Tratamiento 5	3181.25	2769.06	2996.25	2129.37	11075.94	122676447	2768.98
Tratamiento 6	3431.87	2414.37	3279.68	2058.9	11184.84	125100758	2796.21
Tratamiento 7	3720.31	2783.75	2996.25	1845.94	11346.25	128737446	2836.56
Tratamiento 8	3516.87	2414.06	3265.62	3006.25	12202.81	148908755	3050.7
Tratamiento 9	2342.65	2200.78	1561.72	1135.3	7240.467	52424370	1810.11
Y.j	31295.31	22961.1	28467.81	19826.25			
Y.j ²	979396741	527212228	810416633	393080387		271010599	

$$Y_{..} = 102550.49$$

$$(\sum y_{ij}^2) = 312629761$$

$$(\sum y_{i.}^2) = 1190380689$$

$$(\sum y_{.j}^2) = 2662217722$$

$$g_l \text{ tratamientos} = (9-1) = 8$$

$$g_l \text{ total} = (36-1) = 35$$

$$g_l \text{ Bloques} = (4-1) = 3$$

$$S_c \text{ tratamientos} = 33375632.53$$

$$S_c \text{ Total} = 172949840.48$$

$$S_c \text{ Bloques} = 35980160.31$$

ENCUESTA

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento: _____

Municipio: _____

Aldea: _____

Sexo: _____

Cultivo: _____

Área cultivable: _____

Destino del cultivo: _____

Época del cultivo: _____

Recibe asistencia técnica: Si _____ No _____

¿De quién? _____

1. AGROQUÍMICOS (PLAGUICIDAS Y FERTILIZANTES)

1.1 Usa algún tipo de agroquímico:

Sí _____ No _____

1.2 Entre estos agroquímicos cual utiliza más:

Fungicida _____ Insecticida _____
Herbicida _____ Fertilizante _____

1.3 Cuantos y cuales agroquímicos utiliza para la siembra de su cultivo:

1.4 Cuantos y cuales agroquímicos utiliza para la etapa vegetativa de su cultivo:

1.5 Como sabe identificar un agroquímico?

¿Por el envase? _____ ¿Por el olor? _____
 ¿Por el empaque? _____ ¿Por la marca? _____

2. COMPRA DE AGROQUÍMICOS

2.1 ¿Quién le recomendó el agroquímico que usa para controlar plagas y enfermedades en los cultivos?

Vendedor _____ Vecino _____ Familiar _____
 Técnico _____ Otro _____

2.2 ¿Quién le recomendó los fertilizantes que aplica en su cultivo?

Vendedor _____ Vecino _____ Familiar _____
 Técnico _____ Otro _____

2.3 Dónde compra los agroquímicos

Agro servicio _____ Familiar _____
 Se lo trae el técnico _____ Otro _____

2.4 ¿Compra los agroquímicos en su envase original sellado?

Siempre _____ Algunas veces _____ Nunca _____

2.5 ¿Los agroquímicos que usted compra traen la etiqueta original?

Siempre _____ Algunas veces _____ Nunca _____

3. ETIQUETADO

3.1 Sabe leer: Sí _____ No _____

3.2 Sabe escribir Sí _____ No _____

3.3 Lee o pide que le lean la etiqueta antes de usar un producto

Siempre _____ Algunas veces _____ Nunca _____

3.4 ¿Se ha fijado de qué color trae la etiqueta de los agroquímicos?

Sí _____ No _____

3.5 ¿Sabe usted lo que significa el color de las etiquetas?

Sí _____ No _____

3.6 ¿Que significa cada color?

4. EQUIPO DE PROTECCIÓN

4.1 ¿Tiene ropa especial para cuando aplica algún agroquímico o es la misma que utiliza a diario?

Especial _____ La misma _____

4.2 ¿Se lava o se baña después de aplicar los agroquímicos? Sí _____ No _____

4.3 ¿A qué hora aplica los agroquímicos?

En la mañana _____ Al medio día _____

En la tarde _____ En la noche _____

5. DESECHO DE ENVASES

5.1 ¿Que hace con los envases vacíos de agroquímicos?

No los usa _____ Los tira en el campo _____
 Guarda agua o comida _____ Los tira en casa _____
 Los tira a la basura _____ Otros _____

6. EQUIPO DE APLICACIÓN

6.1 Utiliza equipo de aplicación: Si _____ No _____

Tipo	Marca	Para que lo usa	Costo

6.2 ¿Ha utilizado equipo defectuoso?

Sí _____ No _____
 (Si) marca _____

6.3 ¿Le importa si se derrama la solución en la espalda u otra parte del cuerpo?

Sí _____ No _____

6.4 ¿Cada cuánto lava su equipo de aplicación? (Bomba de aplicación)

Después de cada aplicación _____ Una vez al día _____
 Dos veces a la semana _____ Una vez al mes _____
 Más de una vez al mes _____ Una vez al año _____

7. PLAGAS Y ENFERMEDADES

7.1 ¿Cuáles son las principales enfermedades que tiene su cultivo?

7.2 ¿Cuáles son las principales plagas que posee su cultivo?

7.3 ¿Cuáles son los principales problemas que tiene al momento de la siembra de su cultivo?

7.4 ¿Cuáles son los principales problemas que tiene al momento de la cosecha de su cultivo?

8. PRODUCTOS

8.1 ¿Cuáles productos más utiliza en todo el proceso del cultivo?

Fungicida:
Dosis:
Para que lo usa:
Costo / por presentación:

Fungicida:
Dosis:
Para que lo usa:
Costo / por presentación:

Fungicida:
Dosis:
Para que lo usa:
Costo / por presentación:

Insecticida:
Dosis:
Para que lo usa:
Costo / por presentación:

Insecticida:
Dosis:
Para que lo usa:
Costo / por presentación:

Insecticida:
Dosis:
Para que lo usa:
Costo / por presentación:

Fertilizante Foliar:
Dosis:
Para que lo usa:
Costo / por presentación:

Fertilizante Foliar:
Dosis:
Para que lo usa:
Costo / por presentación:

Fertilizante Foliar:
Dosis:
Para que lo usa:
Costo / por presentación:



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



REF. Sem. 39/2016

LA TESIS TITULADA:

"EFECTO DE *Glomus* y *Trichoderma*
COMBINADOS CON DOS FUNGICIDAS EN
Phaseolus Vulgaris L., EN SANTIAGO
SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADA POR LA ESTUDIANTE:

MÓNICA MARIEL
QUIÑÓNEZ MEJIA

CARNE:

200817542

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Carlos Humberto González
Ing. Agr. Gustavo Álvarez Valenzuela
Dr. Adalberto B. Rodríguez García

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

Inga. Agr. Gustavo Álvarez Valenzuela
ASESOR



Dr. Adalberto B. Rodríguez García
SUPERVISOR-ASESOR

Ing. Agr. Waldemar Nufío Rojas
DIRECTOR DEL IIA



WNR/nm
c.c. Archivo



Guatemala, 17 de octubre de 2016
Ref. SAIEPSA: Trabajo de Graduación 16-2016

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

EFFECTO DE *Glomus* y *Trichoderma*
COMBINADOS CON DOS FUNGICIDAS EN
EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus Vulgaris* L.),
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS AGRÍCOLAS
REALIZADOS EN SANTIAGO
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.

ESTUDIANTE:

MÓNICA MARIEL QUIÑONEZ MEJÍA

No. CARNÉ

200817542

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


"EFFECTO DE *Glomus* y *Trichoderma*
COMBINADOS CON DOS FUNGICIDAS EN
Phaseolus Vulgaris L., EN SANTIAGO
SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA, C.A."

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Carlos Humberto González
Ing. Agr. Gustavo Álvarez Valenzuela
Dr. Adalberto B. Rodríguez García

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

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Dr. Adalberto B. Rodríguez García
Docente - Asesor de EPS




Vo.Bo. Ing. Agr. Silvel A. Elías Gramajo
Coordinador Área Integrada EPSA



c.c. Control Académico, Estudiante, Archivo,

No.66-2016

Trabajo de Graduación:	"EFECTO DE <i>Glomus</i> y <i>Trichoderma</i> COMBINADOS CON DOS FUNGICIDAS EN EJOTE FRANCÉS (<i>Phaseolus Vulgaris</i> L.), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS AGRÍCOLAS REALIZADOS EN SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A."
Estudiante:	Mónica Mariel Quiñónez Mejía
Carné:	200817542

"IMPRIMASE"



Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
DECANO

