

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

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red and white dress, possibly a saint or a historical figure, seated on a white horse. Above her is a golden crown with a cross on top. The background of the seal is blue and green, with a castle on the left and a lion on the right. The Latin motto "CAROLINA ACADÉMIA COACTEMALENSIS INTER CÆTERA BIS CONSPICUA" is inscribed around the perimeter of the seal.

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE DOS FUNGICIDAS BIOLÓGICOS (*Reynoutria sachalinensis*,  
*Lactobacillus* Y METABOLITOS DE *Trichoderma harzianum* EN LA ETAPA DE  
CRECIMIENTO VEGETATIVO DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) PARA EL  
CONTROL DE *Fusarium* spp. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN TIQUISATE,  
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

**ATADEO ORDOÑEZ RODRIGUEZ**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018**



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

**EVALUACIÓN DE DOS FUNGICIDAS BIOLÓGICOS (*Reynoutria sachalinensis*,  
*Lactobacillus* Y METABOLITOS DE *Trichoderma harzianum* EN LA ETAPA DE  
CRECIMIENTO VEGETATIVO DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) PARA EL  
CONTROL DE *Fusarium* spp. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN TIQUISATE,  
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

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

**POR**

**ATADEO ORDOÑEZ RODRIGUEZ**

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

**EN**

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

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018**



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

**RECTOR**

Ing. M.Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
<b>VOCAL I</b>	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
<b>VOCAL II</b>	Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras
<b>VOCAL III</b>	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
<b>VOCAL IV</b>	P. en Electronica Carlos Waldemar de León Samayoa
<b>VOCAL V</b>	P. Agr. Marvin Orlando Sicajaú Pec
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018



Guatemala, noviembre de 2018

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **“Evaluación de dos fungicidas biológicos (*Reynoutria sachalinensis*, *Lactobacillus* y metabolitos de *Trichoderma harzianum* en la etapa de crecimiento vegetativo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) para el control de *Fusarium spp.* diagnóstico y servicios en Tiquisate, Escuintla, Guatemala, C.A.”** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

**ATADEO ORDOÑEZ RODRIGUEZ**





## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

- DIOS** Por su infinita misericordia y por estar siempre a mi lado brindándome las fuerzas para salir adelante a pesar de las dificultades que se me presentan en el camino que he decidido tomar. A si como por ayudarme a iniciar esta nueva etapa de mi vida, debido a que el final de una etapa es el inicio de otra.
- MI MADRE, ALICIA RODRIGUEZ** Porque gracias a todos sus esfuerzos y sacrificios puedo estar donde estoy. Y por ser esa fuente de amor y consejo a la cual aboco siempre que lo necesito.
- MI PADRE, ATADEO ORDOÑEZ PEREZ** Por estar siempre a mi lado en todas las circunstancias que he enfrentado, aunque no físicamente pero si espiritualmente. Porque sé que aunque no lo pueda ver, su espíritu siempre está con migo.
- MIS HERMANOS, JONATHANAN Y OSLER** Porque a pesar de las diferencias que hemos tenido, siempre han velado por mi bienestar.
- LA FAUSAC** Por recibirme con las puertas abiertas y contribuir en mi formación profesional y personal.



## **AGRADECIMIENTOS**

A:

**Ing. Cesar Linneo García**

Por su asesoría en la elaboración del documento

**Ing. Álvaro Hernández**

Por su apoyo en la elaboración del documento

**DISAGRO DE GUATEMALA S.A.**

Por brindarme la oportunidad de realizar el EPS

**Ing, Francisco Vásquez**

Por su asesoría y recomendaciones para elaborar el documento

**Ing. Manuel Sosa**

Por su apoyo en la realización del EPS



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
CAPÍTULO I .....	1
1.1    INTRODUCCIÓN.....	3
1.2    DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3    OBJETIVOS.....	5
1.3.1    General.....	5
1.3.2    Específicos .....	5
1.4    MARCO REFERENCIAL.....	6
1.4.1    Ubicación geográfica del municipio de Tiquisate .....	6
1.4.2    Actividades productivas del municipio de Tiquisate.....	7
1.4.3    Clima del municipio de Tiquisate .....	7
1.4.4    Orografía del municipio de Tiquisate .....	8
1.4.5    Ubicación geográfica del municipio de Nueva Concepción .....	8
1.4.6    Orografía del municipio de Nueva Concepción .....	9
1.4.7    Clima del municipio de Nueva Concepción .....	9
1.4.8    Actividades productivas del municipio de Nueva Concepción .....	9
1.4.9    Antecedentes de DISAGRO DE GUATEMALA S.A.....	9
1.4.10    Productos DISAGRO.....	10
A.    Fertilizantes aplicados al suelo (PELICANO).....	10
B.    Fertilizantes foliares (NutriFeed).....	10
C.    Fertilizantes foliares específicos (FERTICROP) .....	11
D.    Productos agroquímicos .....	11
1.5    METODOLOGÍA.....	12
1.5.1    Fase de gabinete .....	12
1.5.2    Fase de campo.....	12
A.    Visita Directa.....	12
B.    Entrevistas Personales (encuestas).....	12
1.6    RESULTADOS.....	13
1.6.1    Encuesta.....	13
A.    Conocimiento de la marca DISAGRO en el mercado .....	13
B.    Compra de productos DISAGRO .....	14
C.    Frecuencia de compra de productos DISAGRO .....	14
D.    Conocimiento de la línea de productos biológicos de DISAGRO.....	15

	<b>Página</b>
E. Compra productos biológicos de otras casas comerciales .....	16
F. Conocimiento de la línea de productos PELICANO .....	17
G. Conocimiento de la línea de productos NutriFeed.....	18
H. Conoce la línea de productos FertiCrop .....	18
I. Utilización de líneas de productos DISAGRO.....	19
J. Utilización de agroquímicos DISAGRO .....	20
1.6.2 Análisis de la problemática.....	21
A. Descripción de la problemática.....	23
a. Falta de promoción y publicidad de productos.....	23
1.7 CONCLUSIONES.....	25
1.8 RECOMENDACIONES.....	26
1.9 BIBLIOGRAFÍA.....	27
1.10 ANEXOS.....	28
1.11 CRÉDITOS.....	29
CAPÍTULO II .....	31
2.1 INTRODUCCIÓN.....	33
2.2 MARCO TEÓRICO.....	35
2.2.1 Marco Conceptual .....	35
A. Origen del tabaco .....	35
B. Identificación.....	35
C. Clasificación taxonómica .....	35
D. Morfología del tabaco .....	36
a. Tallos .....	36
b. Hojas.....	36
c. Flor.....	36
d. Fruto.....	36
e. Raíz .....	37
E. Tipos de tabaco .....	37
a. Curado al aire (Air cured): Burley, Maryland y tabacos negros.....	37
b. Curado al fuego (Fire cured): Kentucky, tabaco de pipa, tabaco de mascar ..	37
c. Curado al sol (Sun cured): Orientales y semi-orientales.....	38

	<b>Página</b>
d. Curado en atmósfera artificial, con aire caliente (Flue cured): Virginia .....	38
F. Plagas que afectan el tabaco.....	38
a. Los áfidos (pulgones o piojillos) .....	38
b. Cogollero del tabaco .....	38
G. Enfermedades producidas por hongos .....	39
a. Moho azul.....	39
b. Pata prieta .....	39
c. Pudrición del tallo ( <i>Fusarium oxysporum</i> ) .....	40
H. Enfermedades producidas por virus .....	40
a. Virus del mosaico del tabaco (VMT).....	40
b. Virus del grabado del tabaco (TEV) .....	41
c. Virus del encrespamiento foliar .....	41
I. Descripción de productos aplicados .....	41
a. Reynoutria sachalinensis .....	41
b. <i>Trichoderma</i> .....	43
c. Bacterias ácido lácticas.....	50
d. Lactobacillus.....	51
J. Datos económicos de la producción de tabaco en Guatemala. ....	52
a. Situación actual de la producción de tabaco en Guatemala.....	52
K. Proceso de producción del tabaco tipo burley en Guatemala. ....	53
a. Semilleros.....	53
b. Técnica de producción de plantas en bandejas flotantes.....	54
L. <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>nicotianae</i> .....	55
a. Marchitamientos .....	56
b. Descripción.....	56
c. Control.....	57
d. Síntomas .....	59
M. Defensa de las plantas contra hongos fitopatógenos .....	59
a. Defensa constitutiva .....	59
b. Defensa inducida.....	60

N.	Plantas con propiedades anti fúngicas en el control de <i>Fusarium spp</i> .....	60
a.	Extractos vegetales y fungicidas sintéticos .....	61
b.	Análisis de laboratorio para determinar la presencia de <i>Fusarium spp</i> .....	64
2.2.2	Marco referencial.....	65
A.	Ubicación geográfica de la aldea Almolonga.....	65
B.	Población.....	66
C.	Clima .....	67
D.	Orografía .....	67
2.3	OBJETIVOS.....	68
2.3.1	General .....	68
2.3.2	Específicos .....	68
2.4	HIPÓTESIS.....	68
2.5	METODOLOGÍA.....	69
2.5.1	Tratamientos .....	69
2.5.2	Material experimental .....	69
2.5.3	Unidad experimental .....	70
2.5.4	Número de repeticiones .....	70
2.5.5	Variables o indicadores de respuesta .....	70
A.	Presencia de <i>Fusarium spp</i> .....	70
B.	Mortalidad después del trasplante.....	70
C.	Sobrevivencia al momento de la poda (deshije).....	71
D.	Rendimiento en kg/ha.....	71
2.5.6	Diseño experimental.....	71
A.	Croquis de campo y aleatorización.....	72
2.5.7	Análisis de la información.....	72
2.5.8	Manejo del experimento .....	73
A.	Preparación de semilleros (sistema flotante).....	73
B.	Manejo en semillero.....	74
C.	Preparación del terreno .....	74
D.	Trasplante de plántulas .....	75
E.	Delimitación y rotulación de las parcelas.....	75



	<b>Página</b>
F. Poda o capa (deshije y eliminación de inflorescencias) .....	76
G. Cosecha de plántulas .....	76
H. Secado.....	76
I. Despique y toma de pesos.....	77
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	78
2.6.1 Identificación del agente causal.....	78
A. Detección en laboratorio .....	78
B. Detección de síntomas en campo.....	78
2.6.2 Mortalidad y sobrevivencia (días después del trasplante –DDT–).....	80
A. Muestreo a los 15 DDT .....	80
B. Muestreo a los 23 DDT .....	82
C. Muestreo a los 30 DDT .....	84
D. Muestreo a los 38 DDT .....	86
E. Muestreo a los 45 DDT .....	88
F. Muestreo a los 50 DDT .....	90
G. Resumen de los seis (6) muestreos realizados en la sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L). .....	93
H. Resumen de los seis (6) muestreos realizados del porcentaje de mortalidad de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L).....	97
a. Análisis de regresión lineal simple del porcentaje de mortalidad de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L). .....	98
2.7 CONCLUSIONES.....	111
2.8 RECOMENDACIONES.....	112
2.9 BIBLIOGRAFÍA.....	113
2.10 ANEXOS.....	116
CAPÍTULO III: .....	121
3.1 INTRODUCCIÓN.....	123
3.2 OBJETIVO.....	124
3.2.1 Objetivo General .....	124
3.2.2 Objetivos Específicos .....	124

	<b>Página</b>	
3.3	SERVICIO 1: EVALUACIÓN DE PRODUCTOS PARA CONTROL DE HONGOS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE TABACO ( <i>Nicotiana tabacum</i> L). ALDEA ALMOLONGA, MUNICIPIO DE TIQUISATE.....	125
3.3.1	Presentación .....	125
3.3.2	Objetivos .....	126
	A. General.....	126
	B. Específicos .....	126
3.3.3	Metodología .....	126
	A. Material Experimental .....	126
	B. Unidad Experimental .....	126
	C. Tratamientos.....	127
	D. Variable respuesta.....	128
	E. Croquis .....	128
3.3.4	Material y equipo.....	128
3.3.5	Resultados .....	129
	A. Resultado de sobrevivencia a los 80 DDT.....	129
3.3.6	Conclusiones .....	131
3.3.7	Recomendaciones .....	131
3.4	SERVICIO 2: EVALUACIÓN DEL FUNGICIDA BIOLÓGICO BIOCLEAN® PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COMPLEJO FUNGOSO EN SEMILLEROS DE TABACO BURLEY ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) EN EL PARCELAMIENTO LA NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA, GUATEMALA.....	132
3.4.1	Presentación .....	132
3.4.2	Objetivos .....	132
	A. General.....	132
	B. Específicos .....	133
3.4.3	Metodología .....	133
	A. Unidad Experimental .....	133
	B. Repeticiones.....	133
	C. Material Experimental.....	133
	D. Tratamientos.....	133

	<b>Página</b>
E. Variable respuesta .....	135
F. Croquis.....	135
G. Preparación de piletas .....	136
H. Lavado y desinfección de bandejas .....	136
I. Preparación de sustrato y llenado de bandejas .....	136
J. Determinación de la calidad de agua y colocación de bandejas en la pileta ...	136
3.4.4 Material y equipo .....	136
3.4.5 Resultados .....	137
A. Muestreo a los 10 DDS .....	137
B. Muestreo a los 20 DDS .....	138
C. Muestreo a los 40 DDS .....	140
3.4.6 Conclusiones.....	141
3.4.7 Recomendaciones.....	142

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del municipio de Tiquisate .....	6
Figura 2. Ubicación del municipio de Nueva Concepción .....	8
Figura 3. Gráfica del conocimiento de la marca DISAGRO en el mercado .....	13
Figura 4. Gráfica de consumo de la marca DISAGRO en el mercado .....	14
Figura 5. Frecuencia de compra de productos DISAGRO .....	15
Figura 6. Compra productos de otras casas comerciales .....	16
Figura 7. Conocimiento de la línea de productos PELICANO .....	17
Figura 8. Conoce la línea de productos NutriFeed .....	18
Figura 9. Conocimiento de la línea de productos FertiCrop .....	19
Figura 10. Utilización de línea de productos DISAGRO .....	20
Figura 11. Utilización de agroquímicos DISAGRO .....	21
Figura 12. Árbol de problemas de la falta de promoción y publicidad de productos.....	24
Figura 13A. Encuesta Diagnóstica de la participación de DISAGRO DE GUATEMALA S.A. ....	28
Figura 14. Ciclo patológico de Fusarium oxysporum.....	57
Figura 15. Ubicación geográfica de la investigación, Aldea Almolonga, Tiquisate, Escuintla.....	65
Figura 16. Mapa político del Municipio de Tiquisate.....	66
Figura 17. Croquis y aleatorización de los tratamientos a evaluar .....	72
Figura 18. Diseño de una pileta.....	73

	<b>Página</b>
Figura 19. Colocación de plástico en las piletas .....	74
Figura 20. Siembra de pilones .....	75
Figura 21. Rotulación de parcelas .....	76
Figura 22. Galeras de secado.....	77
Figura 23. Medio de cultivo con <i>Fusarium oxisporum</i> .....	78
Figura 24. Síntomas de <i>Fusarium sp.</i> en el cultivo de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum L</i> ) en campo. ....	79
Figura 25. Gráfica del porcentaje de sobrevivencia promedio a los 50 DDT .....	92
Figura 26. Comportamiento del porcentaje (%) de mortalidad durante la evaluación. ....	98
Figura 27. Gráfica del porcentaje de mortalidad (%) del testigo comercial (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl) en relación al tiempo en días de toma de datos y la línea de tendencia de regresión lineal simple. ...	100
Figura 28. Gráfica del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento 1 (Regalia Maxx 5 cm <sup>3</sup> /L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) en relación al tiempo en días de toma de datos y la línea de tendencia de regresión lineal simple. ....	103
Figura 29. Gráfica del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento 2 (Bioclean 5 cm <sup>3</sup> /L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) en relación al tiempo en días de toma de datos y la línea de tendencia de regresión lineal simple. ....	105
Figura 30. Gráfica del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento 3 (Regalia + Bioclean 2.5 cc/l (2 aplicaciones: 8 y 24 DDT)) en relación al tiempo en días de toma de datos y la línea de tendencia de regresión lineal simple. ...	107
Figura 31A. Datos económicos de Guatemala, ingresos divisas por exportación, periodo 2007-2014 en millones de US dólares .....	116
Figura 32A. Aporte de la actividad agrícola al empleo año 2013. ....	117
Figura 33. Croquis de campo de la investigación .....	128
Figura 34. Porcentaje de sobrevivencia obtenida a los 80 días después del trasplante en plantas de tabaco de nueve tratamientos. ....	130
Figura 35. Croquis de campo de la investigación .....	135

### ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Problemática de los productos de DISAGRO DE GUATEMALA S.A. ....	22
Cuadro 2. Matriz de priorización de problemas.....	22
Cuadro 3. Tratamientos a evaluar.....	69
Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum L</i> ) a los 15 DDT .....	80
Cuadro 5. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum L</i> ) a los 15 DDT .....	80

**Página**

Cuadro 6. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 15 DDT.....	81
Cuadro 7. Resultado de la prueba múltiple de medias al 1 % TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 15 DDT...	81
Cuadro 8. Porcentaje de mortalidad de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 23 DDT .....	82
Cuadro 9. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 23 DDT .....	82
Cuadro 10. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 15 DDT a los 23 DDT .....	83
Cuadro 11. Resultado de la prueba múltiple de medias al 1 % TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 23 DDT .....	83
Cuadro 12. Porcentaje de mortalidad de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 30 DDT .....	84
Cuadro 13. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 30 DDT .....	84
Cuadro 14. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 30 DDT...	85
Cuadro 15. Resultado de la prueba múltiple de medias al 1 % TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 30 DDT .....	85
Cuadro 16. Porcentaje de mortalidad de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 38 DDT .....	86
Cuadro 17. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 38 DDT .....	86
Cuadro 18. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 38 DDT.....	87
Cuadro 19. Resultado de la prueba múltiple de medias al 1 % TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 38 DDT.....	87
Cuadro 20. Porcentaje de mortalidad de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 45 DDT .....	88
Cuadro 21. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 45 DDT .....	88

	<b>Página</b>
Cuadro 22. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 45 DDT ...	89
Cuadro 23. Resultado de la prueba múltiple de medias al 1 % TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 45 DDT .....	89
Cuadro 24. Porcentaje de mortalidad de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 50 DDT.....	90
Cuadro 25. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 50 DDT .....	90
Cuadro 26. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 50 DDT .....	91
Cuadro 27. Resultado de la prueba múltiple de medias al 1 % TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 50 DDT .....	91
Cuadro 28. Resumen de los resultados de la prueba múltiple de medias TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L).....	93
Cuadro 29. Resumen del porcentaje (%) de mortalidad de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) durante la evaluación.....	97
Cuadro 30 Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad (%) del testigo comercial (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante. ....	99
Cuadro 31 Estadísticas de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) del testigo comercial (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante. ....	99
Cuadro 32 Coeficiente de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) del testigo comercial (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl)) en relación al tiempo en días de toma de datos.....	100
Cuadro 33 Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento uno (1) (Regalia Maxx 5 cm <sup>3</sup> /L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.....	101
Cuadro 34 Estadísticas de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento uno (1) (Regalia Maxx 5 cm <sup>3</sup> /L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.....	102
Cuadro 35 Coeficiente de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) tratamiento uno (1) (Regalia Maxx 5 cm <sup>3</sup> /L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) en relación al tiempo en días de toma de datos.....	102

	<b>Página</b>
Cuadro 36 Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento dos (2) (Bioclean 5 cm <sup>3</sup> /L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante. ....	104
Cuadro 37 Estadísticas de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento dos (2) (Bioclean 5 cm <sup>3</sup> /L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante. ....	104
Cuadro 38 Coeficiente de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) tratamiento dos (2) (Bioclean 5 cm <sup>3</sup> /L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) en relación al tiempo en días de toma de datos. ....	105
Cuadro 39 Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento tres (3) (Regalia + Bioclean 2.5 cm <sup>3</sup> /L (dos aplicaciones: 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante. ....	106
Cuadro 40 Estadísticas de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento tres (3) (Regalia + Bioclean 2.5 cm <sup>3</sup> /L (dos aplicaciones: 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante. ....	106
Cuadro 41 Coeficiente de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) tratamiento tres (3) (Regalia + Bioclean 2.5 cm <sup>3</sup> /L (dos aplicaciones: 8 y 24 DDT)) en relación al tiempo en días de toma de datos. ....	107
Cuadro 42. Rendimiento del cultivo de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) en kg/ha de los tratamientos evaluados .....	109
Cuadro 43. Comparación de rendimientos del cultivo de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) en kg/ha de los tratamientos evaluados.....	109
Cuadro 44A. Programa de manejo de plántulas de tabaco en semillero.....	118
Cuadro 45A. Programa de fertilización de tabaco en la etapa de campo definitivo.....	119
Cuadro 46. Tratamientos evaluados para el control de hongos del suelo en el cultivo de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L). ....	127
Cuadro 47. Porcentaje de sobrevivencia obtenida a los 80 días después del trasplante en plantas de tabaco de nueve tratamientos. ....	129
Cuadro 48. Momentos de aplicación de BIOCLEAR® para la prevención y control del complejo fungoso en semillero del suelo en el cultivo de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) .....	134
Cuadro 49. Resultados de germinación de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L.) a los 10 DDS.....	137
Cuadro 50. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de germinación de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 10 DDS .....	138
Cuadro 51. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 20 DDS. ....	139
Cuadro 52. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 20 DDS	139

	<b>Página</b>
Cuadro 53. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 40 DDS.....	140
Cuadro 54. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L) a los 40 DDT	141



**EVALUACIÓN DE DOS FUNGICIDAS BIOLÓGICOS (*Reynoutria sachalinensis*, *Lactobacillus* Y METABOLITOS DE *Trichoderma harzianum* EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO VEGETATIVO DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) PARA EL CONTROL DE *Fusarium* spp. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN TIQUISATE, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

**RESUMEN**

El presente documento es la integración de tres fases realizadas durante el Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía –EPS–. Consta del diagnóstico, investigación y servicios los cuales fueron ejecutados en el periodo de febre a noviembre del 2017 en os municipios de La Nueva Concepción y Tiquisate del departamento de, Escuintla, en la empresa DISAGRO de Guatemala S.A.

Se diagnosticó la situación actual de la empresa en la distribución de productos para los cultivos de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y maíz (*Zea mays* L.) en el los municipios de Nueva Concepción y Tiquisate, Escuintla, se recopiló información por fuentes primarias, secundarias y observadas, utilizando como herramienta principal la encuesta. Como resultados se determinó que la participación de DISAGRO en la producción estos cultivos se centra principalmente en las líneas Pelicano con (Urea, Sulfato de amonio, etc) y FertiCrop (FertiMaíz y FertiTabaco). Los principales problemas que se detectaron en la comercialización de productos para dichos cultivos por orden jerárquico son: falta de promoción y publicidad de productos, falta de asistencia técnica, altos costos de productos y disponibilidad de productos.

La investigación contó con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones para un total de 16 unidades experimentales, las cuales fueron monitoreadas para determinar la eficacia en cuanto al control de *Fusarium* spp. en el cultivo de tabaco, este hongo puede causar hasta un 90 % de pérdidas en la producción que equivale a 49 qq/ha. Los resultados que se obtuvieron fueron: *Reynoutria sachalinensis* y la mezcla de *Lactobacillus* + metabolitos de *Trichoderma harzianum* influyen en la prevención y control de *Fusarium* spp. en la etapa

de crecimiento vegetativo de cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L), demostrando en la presente investigación en cuanto a la mortalidad de las plántulas después del trasplante fue mayor en el tratamiento uno que corresponde a *Reynoutria sachalinensis* 5 cm<sup>3</sup>/L (8 y 24 ddt) con 56.50 %, y la menor fue observada en el tratamiento 9 de 2.5 % correspondiente al T3: *Lactobacillus* + metabolitos de *Trichoderma harzianum* 2.5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones ddt, 8 y 24 ddt) también en este tratamiento se observó el mayor porcentaje de sobrevivencia registrada al momento de la poda o capa a los 50 ddt y fue de 97.5 %. Mientras que el tratamiento donde se obtuvo un mayor rendimiento de cosecha y empacado con 2077.92 kg/ha de materia seca de hoja de tabaco fue el tratamiento dos que corresponde al *Lactobacillus* + metabolitos de *Trichoderma harzianum* 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones ddt, 8 y 24 ddt).

La parte medular de los servicios consistió en encontrar alternativas de control biológico de los hongos del suelo y a su vez generar demanda por parte de las empresas que se dedican a la producción de tabaco en Guatemala y Centro América.

En el servicio uno, sobre la evaluación de productos para control de hongos del suelo en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) el tratamiento que presentó mejores resultados de sobrevivencia a los 80 DDT fue el tratamiento cuatro *Trichoderma harzianum* más Azoxystrobin (TECAPP + Amistar 50 WG) con 74 % de sobrevivencia.

En el servicio dos, evaluación del fungicida biológico BIOCLEAN® para la prevención y control del complejo fungoso en semilleros de tabaco burley (*Nicotiana tabacum* L.), la aplicación de BIOCLEAN no presentó fitotoxicidad durante la etapa de semillero y el tratamiento que presentó mejores resultados en porcentaje de sobrevivencia durante la evaluación para la prevención y control del complejo fungoso en semilleros de tabaco fue el T3C. (BIOCLEAN A 75 cm<sup>3</sup>/pileta, aplicado a los 15 Y 35 DDS Sin lavado).



## CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LAS PRINCIPALES LÍNEAS DE PRODUCTO DE DISAGRO DE GUATEMALA S.A. UTILIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) Y MAÍZ (*Zea mays* L.), EN LOS MUNICIPIOS DE NUEVA CONCEPCIÓN Y TIQUISATE, ESCUINTLA, GUATEMALA.**



## 1.1 INTRODUCCIÓN

DISAGRO DE GUATEMALA S.A distribuye un amplio portafolio de productos con marcas propias y marcas con distribución exclusiva en Guatemala y Centro América. En el sector agrícola DISAGRO posee cuatro líneas principales de comercialización, las cuales son: Pelicano, NutriFeed, Biológicos y FertiCrop. Aunque en los últimos años le ha apostado a la fabricación y comercialización de agroquímicos con su empresa hermana Quilubrisa en la cual se fabrican insecticidas, fungicidas y herbicidas para los distintos requerimientos de la industria agrícola.

DISAGRO DE GUATEMALA S.A. es una empresa multinacional, de origen guatemalteco, líder en el suministro de insumos agrícolas de primera calidad internacional, a precios altamente competitivos en: Centroamérica, México y Colombia, enfocados en: nutrición de cultivos / fertilizantes, protección de cultivos, maquinaria, sacos, envases, soluciones industriales y logísticas (DISAGRO, 2017).

La industria de los insumos agrícolas es altamente competitiva, en la cual existe un sin número de empresas que ofertan sus productos para los distintos cultivos. En la actualidad DISAGRO posee un lugar de privilegio ante las demás empresas por su trayectoria en el agro nacional debido a que fue una de las primeras empresas en distribuir insumos agrícolas en Guatemala, lo que permite que sea más factible acceder a los nuevos mercados.

Con el presente diagnóstico se pretendió conocer la situación actual en que se encuentra la empresa DISAGRO DE GUATEMALA S.A., en el suministro de insumos para la producción de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y maíz (*Zea mays* L.), lo cual aportaría mejoras en el manejo y servicios a los clientes.

## 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el área de Nueva Concepción y Tiquisate, los principales cultivos anuales o bianuales son el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y el maíz (*Zea mays* L.) los cuales se producen en áreas significativamente grandes y que demanda gran cantidad de insumos. En dicha demanda DISAGRO ha perdido presencia debido a la incursión de diversas empresas nuevas que han ido acaparando el mercado, como: FORAGRO, YARA, ARYSTA, TIGSA, PROMOAGRO, AGROCENTRO entre otras.

Los cultivos de tabaco y maíz representan para DISAGRO un volumen considerable de ventas por lo cual tienen que mantener la demanda y la fidelidad a la marca, por lo cual se debe realizar constantemente un análisis del entorno de la producción, principalmente obteniendo información de primera mano, la cual proviene de agricultores y personal de agroservicios, debido a que son las personas que más en contacto están con las necesidades de los cultivos y de las alternativas que ofrece el mercado.

La competencia entre empresas de insumos agrícolas es cada día mayor, debido a que cada año incursionan nuevas empresas al mercado agrícola por lo que es necesario realizar un constante monitoreo de las necesidades de los productores y de las alternativas de manejo nutricional, fitosanitario y de mecanización que ofrecen las distintas empresas de insumos para la producción agrícola, para poder ofrecer alternativas novedosas y competitivas en el mercado.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 General

Conocer la situación actual de la empresa DISAGRO de Guatemala S.A. en la distribución de productos para los cultivos de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y maíz (*Zea mays* L.) en los municipios de Nueva Concepción y Tiquisate, Escuintla.

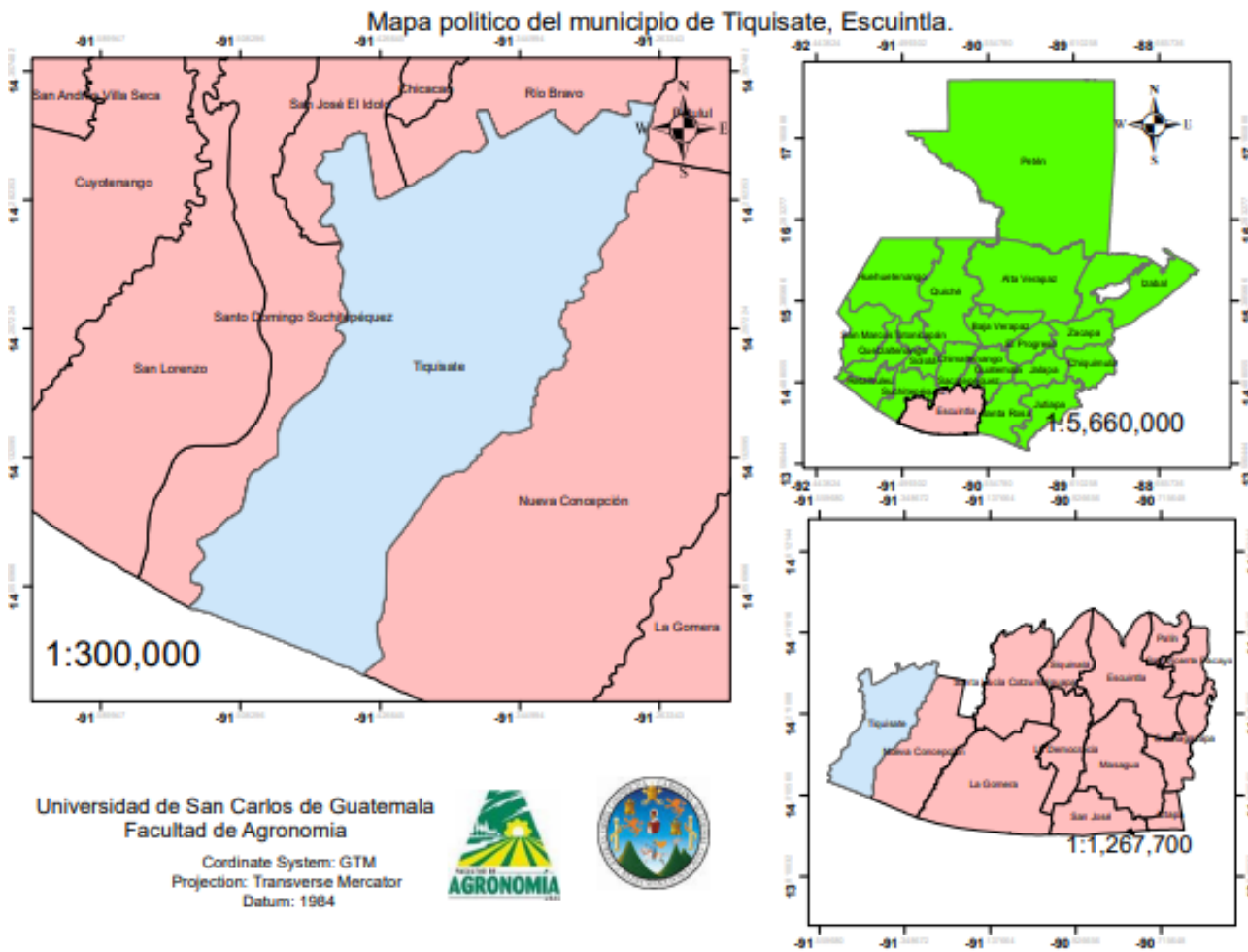
### 1.3.2 Específicos

1. Analizar la participación de DISAGRO y sus líneas de productos en la producción de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y maíz (*Zea mays* L.) en los municipios de Nueva concepción y Tiquisate.
2. Determinar los principales problemas que se tienen con la comercialización de productos de DISAGRO DE GUATEMALA S.A. para los cultivos de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y maíz (*Zea mays* L.) en los municipios de Nueva Concepción y Tiquisate.

## 1.4 MARCO REFERENCIAL

### 1.4.1 Ubicación geográfica del municipio de Tiquisate

El diagnóstico se realizó en los municipios de Nueva concepción y Tiquisate, del departamento de Escuintla. Se encuentran a una distancia de 90 km de la cabecera departamental.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Figura 1. Ubicación del municipio de Tiquisate



### **1.4.2 Actividades productivas del municipio de Tiquisate**

Las familias del municipio de Tiquisate dependen en un alto porcentaje de la actividad agrícola como principal medio de subsistencia, seguida del sector comercio y servicios, así mismo, pero en menor escala, de las actividades pecuarias y artesanales (Santizo, 2013).

### **1.4.3 Clima del municipio de Tiquisate**

El municipio de Tiquisate posee un clima cálido, aunque por las noches las temperaturas tienden a descender, donde oscila entre los 17 y 31°C y con promedio anual de 24°C en la Cabecera Municipal y entre 23 y 35°C en regiones más cercanas al mar con promedio anual de 29°C. (Santizo, 2013).

La temporada cálida dura desde mediados de febrero hasta septiembre. El período más caluroso del año es desde marzo hasta la segunda semana de mayo. La temporada fresca dura desde mediados de noviembre hasta inicios de febrero. El período menos caluroso del año son los meses de diciembre y enero cuando la temperatura puede llegar a descender hasta los 12°C, debido a los frentes fríos que alcanzan la ciudad de Guatemala, se caracterizan principalmente por vientos ligeros y lluvias que pueden hacer descender la temperatura considerablemente (Santizo, 2013).

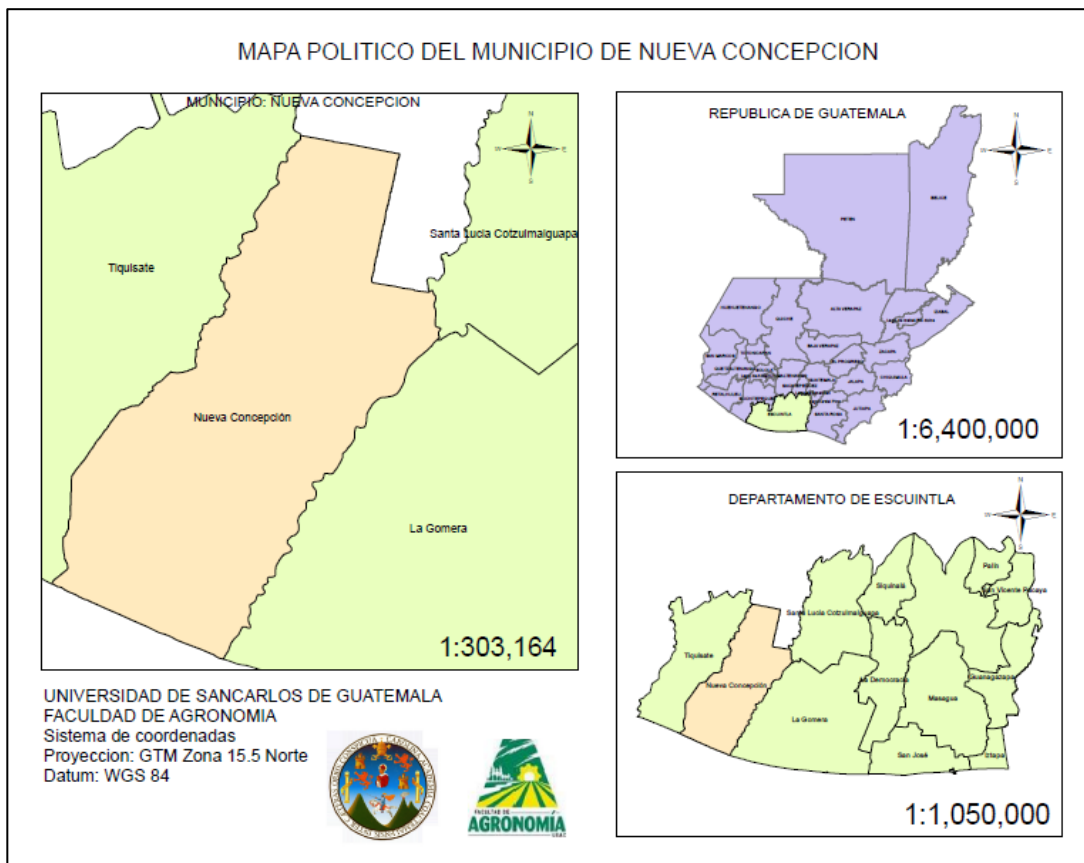
En enero del 2010 la temperatura bajó a cifras récord, en el área de la Cabecera Municipal alcanzó los 10°C y en las aldeas aledañas 12°C<sup>14</sup>. La precipitación pluvial oscila según las áreas municipales de los 1,500 hasta 3,200 mm y la Cabecera Municipal en promedio 2,700 mm anuales. La temporada normal de lluvias abarca desde mayo hasta noviembre. Normalmente los meses más lluviosos son junio, agosto y septiembre, también se registran lluvias ocasionales por la tarde en los meses de verano, lo que permite un clima más fresco por la noche. “La humedad relativa es del 79%, la velocidad media del viento es de 2.1 kilómetros por hora y con orientación hacia el sur (Santizo, 2013).

### 1.4.4 Orografía del municipio de Tiquisate

Se encuentra a una altura entre 0 y 984 pies sobre el nivel del mar, no cuenta con elevaciones importantes como montañas o cerros, debido a que se encuentra en una planicie que termina al borde del océano Pacífico (Santizo, 2013).

### 1.4.5 Ubicación geográfica del municipio de Nueva Concepción

Se encuentra a una distancia de 90 Km de la cabecera departamental Escuintla. El Municipio de Nueva Concepción está localizado en el departamento de Escuintla, el cual forma parte de la Región Centro o Región V del País. Tiene una extensión total de 554.52 Km, lo que constituye el 6.27% del territorio nacional.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Figura 2. Ubicación del municipio de Nueva Concepción

#### **1.4.6 Orografía del municipio de Nueva Concepción**

Según el diccionario geográfico, la cabecera municipal del departamento de Nueva Concepción se localiza a 147 Km de la ciudad Capital de Guatemala por la Carretera RN 11, la cual es una carretera pavimentada y en buen estado que de la ciudad de Guatemala rumbo AL Sureste tiene 147 km al enlace con la carterera que va directo al municipio, la cual tiene 34 km asfaltados hasta la cabecera municipal. De conformidad con el Diccionario Geográfico Nacional, la cabecera municipal de Nueva Concepción está ubicada en una altitud de 55.3 msnm.

#### **1.4.7 Clima del municipio de Nueva Concepción**

Nueva Concepción tiene un clima cálido tropical, con temperatura promedio anual de 33°C, con un máximo de 41°C y mínimo de 22°C, humedad relativa media de 80%. Lo riegan nueve ríos, siendo los principales el Coyolate y el Madre Vieja.

#### **1.4.8 Actividades productivas del municipio de Nueva Concepción**

La población se dedica principalmente a actividades agrícolas como cosecha de maíz, cacao, achiote, caña de azúcar, legumbres, café, tabaco, frutas de toda clase propias de clima las cuales se pueden mencionar yuca, plátano, mango, naranja, etc.

#### **1.4.9 Antecedentes de DISAGRO DE GUATEMALA S.A.**

Es una empresa multinacional, de origen guatemalteco, líder en el suministro de insumos agrícolas de primera calidad internacional, a precios altamente competitivos, en Centroamérica, México y Colombia, enfocados en: nutrición de cultivos / fertilizantes, protección de cultivos, maquinaria, sacos y envases, soluciones industriales y logísticas. Esta empresa se encarga de innovar, elaborar y comercializar diferentes tipos de fertilizantes, enfocados en desarrollar una nueva agricultura de altos rendimientos en las

cosechas de todos los agricultores a los que sirven. Formulan y distribuyen productos de clase mundial, tanto de marcas propias como de otras compañías multinacionales, para la adecuada protección de los cultivos, contra plagas y enfermedades

#### **1.4.10 Productos DISAGRO**

Los productos que maneja DISAGRO DE CUATEMALA S.A. están:

##### **A. Fertilizantes aplicados al suelo (PELICANO)**

Es la línea de fertilizantes que se ha desarrollado para cubrir las necesidades convencionales de aquellos agricultores que quieren nutrir y hacer que sus cultivos fructifiquen adecuadamente. Los fertilizantes PELÍCANO destacan por su excelente calidad, siendo un referente importante en el mercado de fertilizantes. Los mismos son ideales para aplicaciones directas o para la elaboración de mezclas. Se cuenta con todo el conocimiento y experiencia que ha desarrollado DISAGRO para la formulación, producción y empaque de esta línea de fertilizantes.

##### **B. Fertilizantes foliares (NutriFeed)**

A través de la avanzada línea de fertilizantes NutriFeed, se tiene a los agricultores progresistas productos con la más alta tecnología existente en el mercado internacional, estando preparados para resolver todo tipo de situaciones que puedan generarse en la nutrición de los cultivos. Por su especialidad, esta línea de fertilizantes brinda ventajas técnicas y tecnológicas para mejorar la eficiencia de los nutrientes en campo. Los fertilizantes NutriFeed reflejan la innovación y compromiso de DISAGRO de brindar a los agricultores soluciones agronómicas de avanzada con el objetivo constante de mejorar sus rendimientos en los cultivos.

### **C. Fertilizantes foliares específicos (FERTICROP)**

Para facilitar la elección de fertilizante a los agricultores, sin importar su tamaño, se tiene desarrollado una completa línea de fertilizantes especializados en un cultivo específico. Esta línea de fertilizantes potencia el crecimiento, salud de las plantas e incrementa los rendimientos de los cultivos.

Los fertilizantes que forman parte de FertiCROP han sido desarrollados con base en programas de nutrición diseñados a partir de los requerimientos específicos de los cultivos, y al conocimiento de las características de los suelos de las distintas zonas en donde la empresa tiene presencia, y la misma cuenta con una gran cantidad de análisis de suelos y foliares.

Para cultivos específicos se encuentran:

- FertiCAFÉ: foliar
- FertiMAÍZ: foliar
- FertiFRIJOL: foliar
- FertiMANÍ: foliar

### **D. Productos agroquímicos**

Se ofrece a los clientes una amplia gama de productos agroquímicos de alta calidad internacional a precios altamente competitivos, basando las operaciones en la excelencia operativa e innovación tecnológica.

La planta de producción está ubicada estratégicamente en Guatemala para abastecer el mercado local y regional. Constantemente se implementan nuevos estándares de calidad y procedimientos eficientes, lo cual ha llevado a posicionar DISAGRO como una de las empresas más importantes para la formulación de las moléculas en el mercado centroamericano en los productos: fungicidas, insecticidas y herbicidas.

## **1.5 METODOLOGÍA**

Para la realización del diagnóstico se utilizó la siguiente metodología:

### **1.5.1 Fase de gabinete**

En esta fase, se recolectó la información básica de los productores de tabaco y maíz en el área, tales como; clima, suelos, vegetación, zona de vida, conocimiento de los productos DISAGRO y manejo del cultivo principalmente. Así como información del catálogo de productos que ofrece DISAGRO y los mercados en los que compete.

### **1.5.2 Fase de campo**

Esta fase fue realizada de la siguiente manera:

#### **A. Visita Directa**

Se realizó una gira de campo para determinar las diferentes áreas productoras de tabaco y maíz en los municipios de Nueva concepción y Tiquisate.

#### **B. Entrevistas Personales (encuestas)**

Se aplicó a los técnicos de DISAGRO S.A. y productores relacionados con los cultivos de tabaco y maíz en los municipios de Nueva concepción y Tiquisate, para obtener una panorámica del uso de los productos de DISAGRO S.A.

## 1.6 RESULTADOS

### 1.6.1 Encuesta

Se realizaron 50 encuestas para determinar la participación de DISAGRO DE GUATEMALA S.A y sus líneas de productos con productores de tabaco y maíz de Nueva Concepción y Tiquisate, Escuintla.

Los resultados obtenidos en las encuestas realizadas se presentan a continuación:

#### A. Conocimiento de la marca DISAGRO en el mercado

De las 50 personas encuestadas el 86% conoce la marca DISAGRO lo que corresponde a 43 personas y el 14% restante que corresponde a 7 personas no conoce esta marca (ver figura 3).

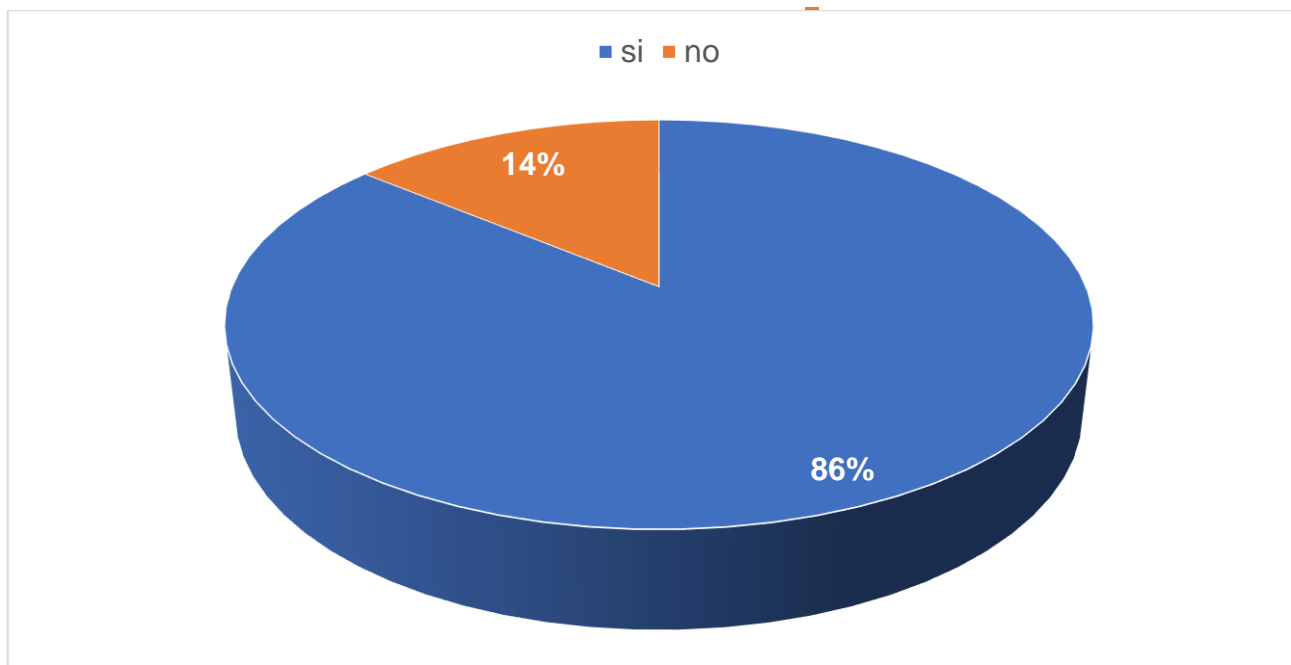


Figura 3. Gráfica del conocimiento de la marca DISAGRO en el mercado

## B. Compra de productos DISAGRO

De las 50 personas encuestadas el 44% utiliza la marca DISAGRO en el proceso productivo, lo que corresponde a 22 personas y el 56% restante que corresponde a 28 personas no utiliza esta marca (ver figura 4).

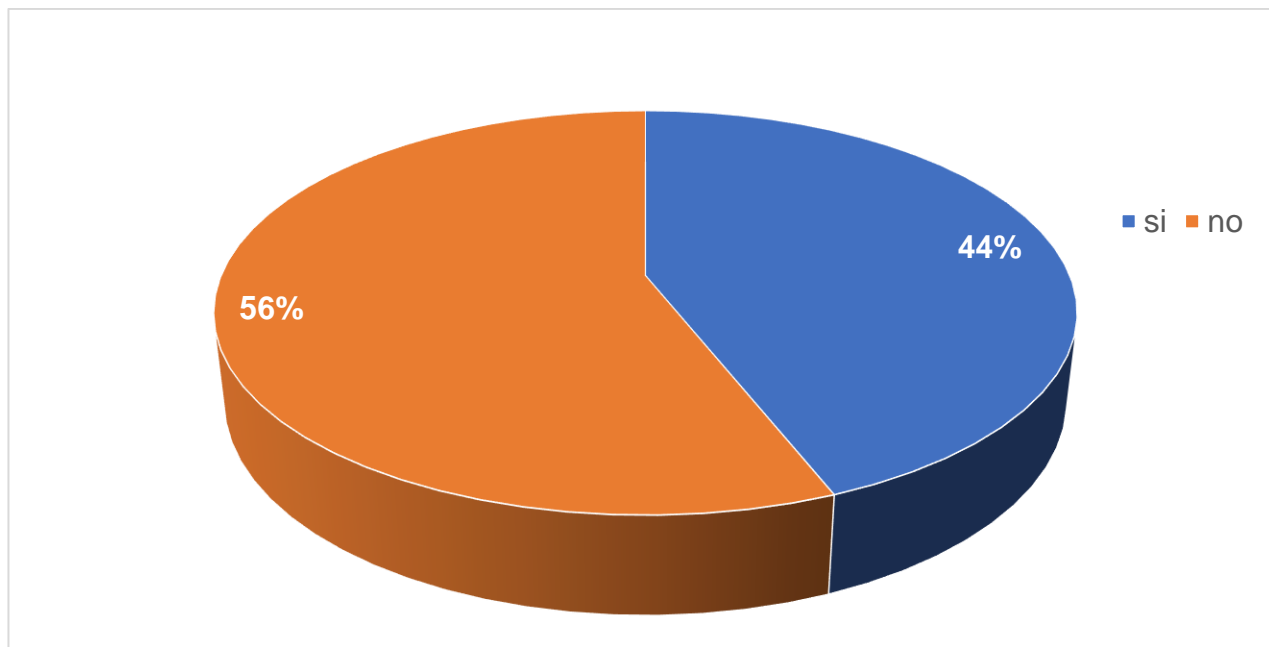


Figura 4. Gráfica de consumo de la marca DISAGRO en el mercado

A pesar de que la mayoría de encuestados (86%) conoce la marca DISAGRO solo el 44% compra productos de esta marca, la causa principal es que existen muchas empresas que distribuyen productos genéricos o sustitutos a un menor valor que los productos distribuidos por DISAGRO DE GUATEMALA S.A.

## C. Frecuencia de compra de productos DISAGRO

De 22 personas que utilizan los productos de la marca DISAGRO, el 36.36% (8 personas) compran productos de la marca DISAGRO dos veces al año; 31.82% (7 personas) tres



veces al año, 21.73% (5 personas) una vez al año y 9.09% (2 personas) restante compra productos de esta marca cuatro o más veces al año (ver figura 5)

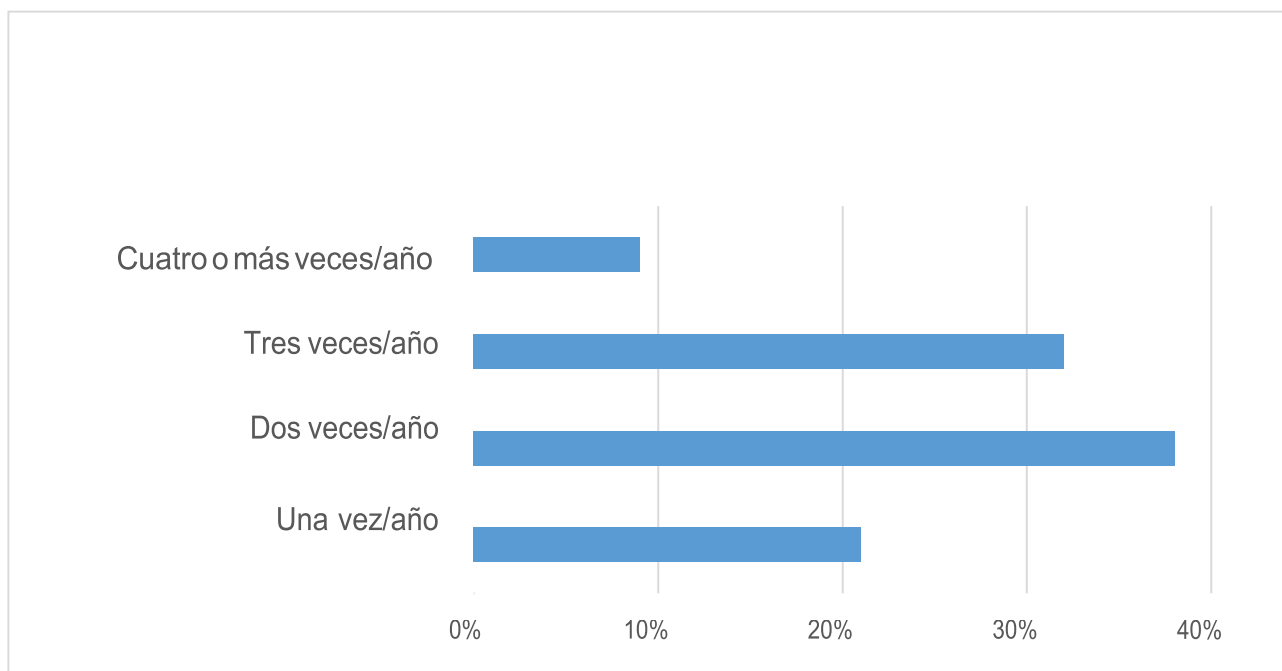


Figura 5. Frecuencia de compra de productos DISAGRO

La mayoría de personas compra dos o tres veces por año debido a que sacan dos cosechas al año en promedio una de tabaco de 8 meses y la otra de maíz de 4 meses, por lo cual deciden comprar al inicio de cada cosecha todos los productos que van a necesitar y al ser más volumen de compra pueden negociar precio.

#### **D. Conocimiento de la línea de productos biológicos de DISAGRO**

En Base a la encuesta realizada de las 50 personas, ninguna conoce sobre los productos biológicos de DISAGRO.

El total de personas encuestadas evidenciaron el desconocimiento de la línea de Biológicos de DISAGRO DE GUATEMALA, a pesar de que iniciaron su desarrollo en el año 2015.

### E. Compra productos biológicos de otras casas comerciales

De las 50 personas encuestadas el 36% utiliza y compra productos biológicos en el proceso productivo, lo que corresponde a 18 personas y el 64% restante que corresponde a 32 personas no compra (ver figura 6).

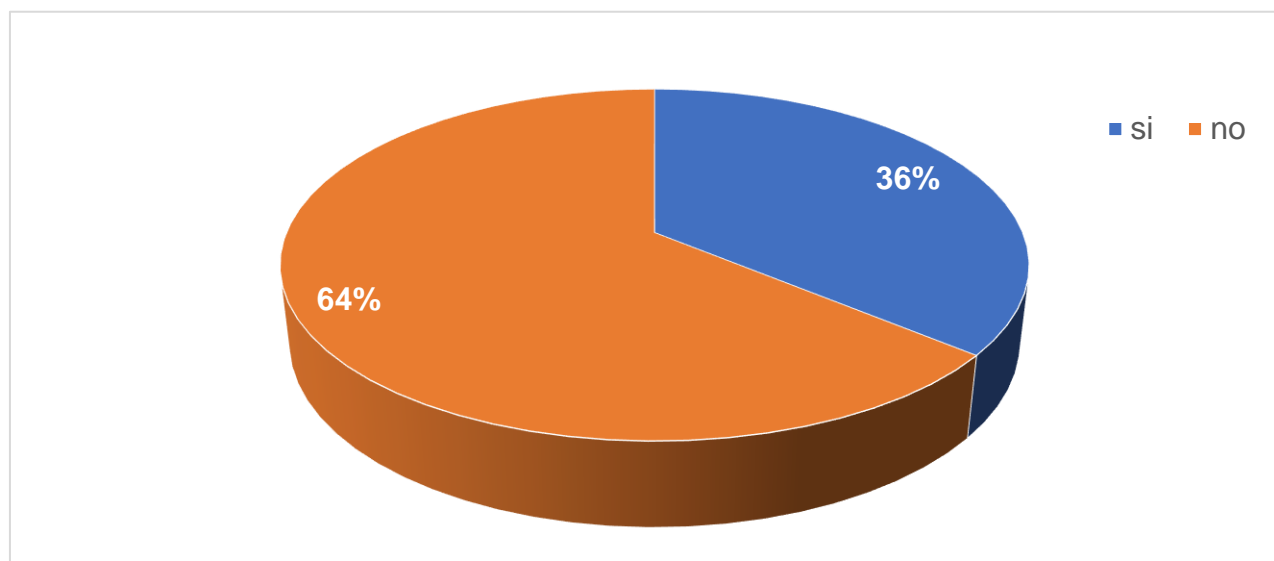


Figura 6. Compra productos de otras casas comerciales

El uso de productos biológicos en tabaco y maíz ha crecido exponencialmente en los últimos años, por lo cual otras empresas de agroquímicos han promocionado y desarrollado productos para este mercado, debido a esa razón, muchos de los encuestados (36%) utilizan productos biológicos, entre estos productos se utiliza principalmente insecticidas y fungicidas.

## F. Conocimiento de la línea de productos PELICANO

De las 50 personas encuestadas el 86% conoce la marca PELICANO lo que corresponde a 43 personas y el 14% restante que corresponde a 7 personas no conoce esta marca (ver figura 7).

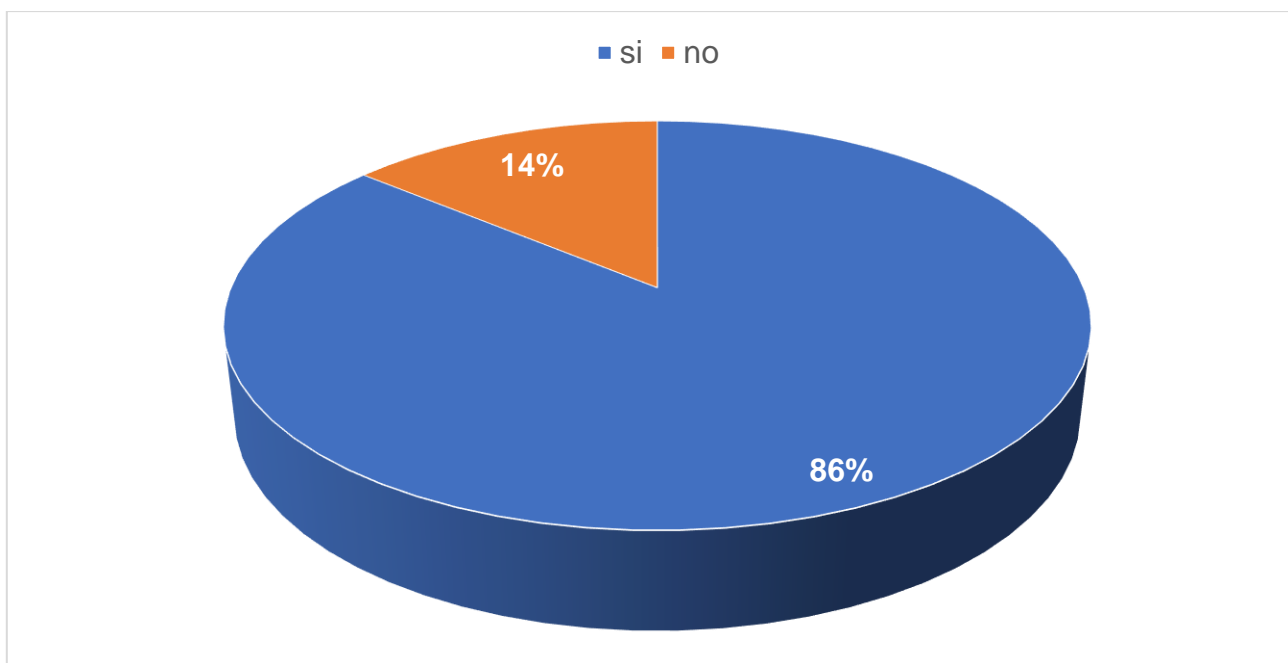


Figura 7. Conocimiento de la línea de productos PELICANO

Al comparar el porcentaje de personas que conoce la marca DISAGRO (86%) con las personas que conocen la línea de productos PELICANO podemos observar que existe una similitud, lo cual se debió a que las personas compran productos de esta línea principalmente urea (46-0-0) que fue una de las primeras en estar en el mercado y que DISAGRO se posiciono en un buen segmento.

### G. Conocimiento de la línea de productos NutriFeed

De las 50 personas encuestadas únicamente el 2% conoce los productos NutriFeed lo que corresponde a 1 persona y el 98% restante que corresponde a 49 personas no (ver figura 8).

Los encuestados casi en su totalidad desconocían la línea de productos NutriFeed la cual consiste en producto de nutrición foliar como complementos de macro y micronutrientes.

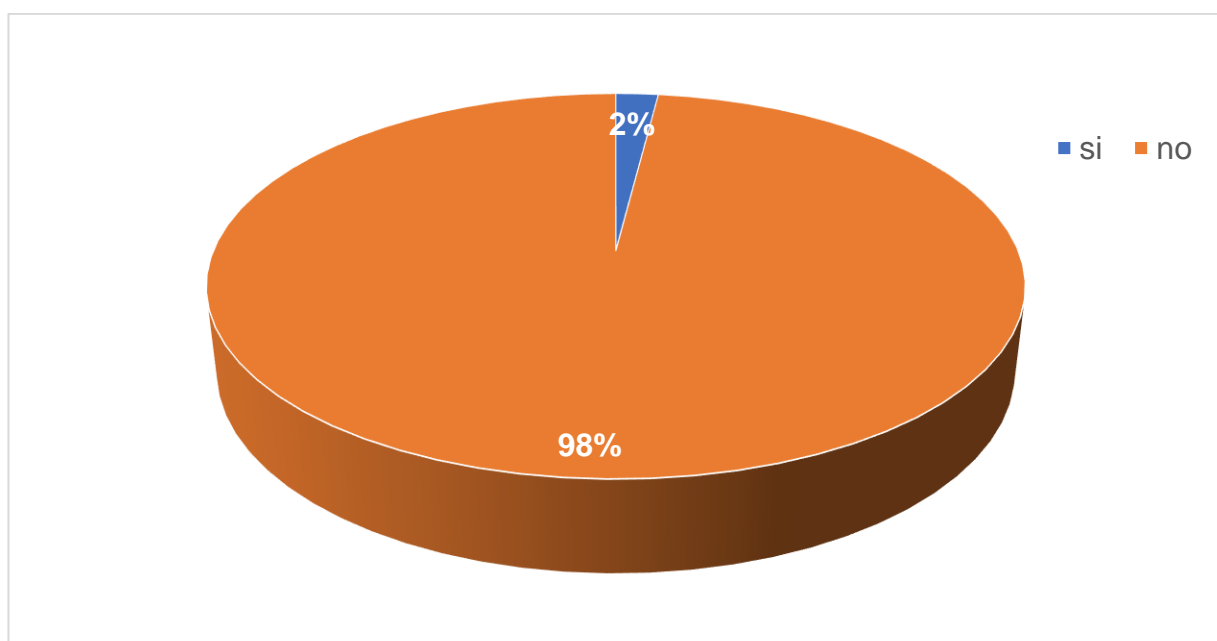


Figura 8. Conoce la línea de productos NutriFeed

### H. Conoce la línea de productos FertiCrop

La otra línea que la gente asocia a la marca DISAGRO es la de FertiCrop, debido a que muchos utilizan formulas especializadas granulares como FertiMaíz y FertiTabaco, que son diseñadas directamente para los requerimientos de la región.

De las 50 personas encuestadas el 36% conoce la línea de productos FertiCrop, lo que corresponde a 18 personas y el 64% restante que corresponde a 32 personas no lo conoce (ver figura 9).

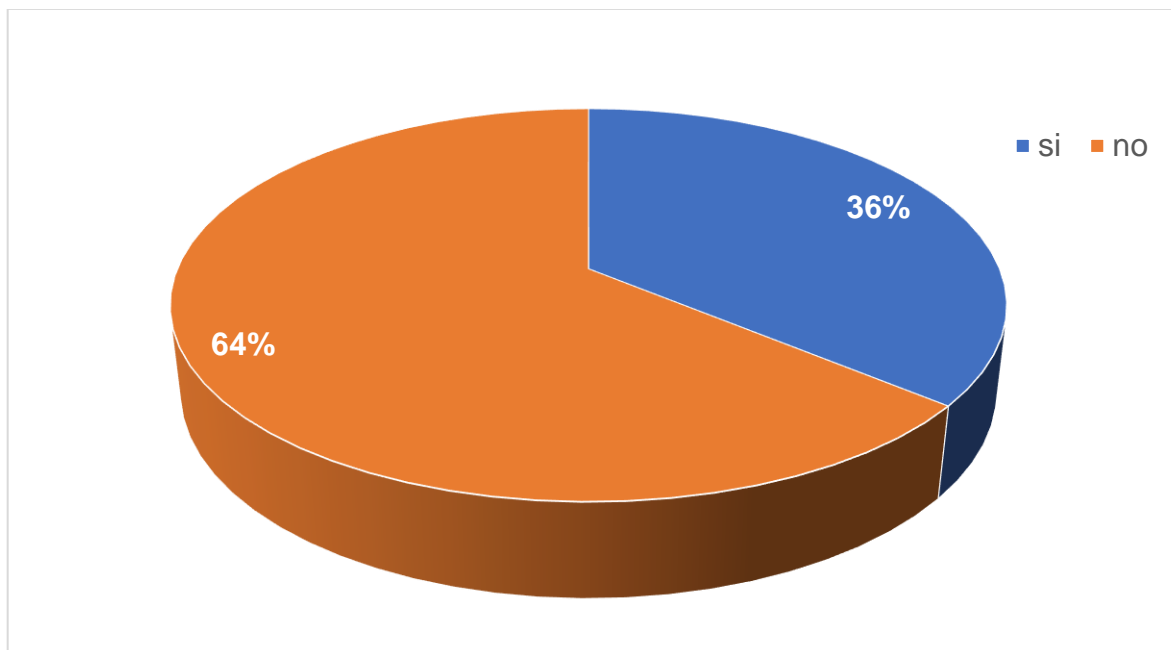


Figura 9. Conocimiento de la línea de productos FertiCrop

### I. Utilización de líneas de productos DISAGRO

En la figura 10 se observa que de 22 personas que utilizan productos de DISAGRO, 73% utilizan (16 personas) la línea de productos PELICANO, 27% (6 personas) utiliza la línea de productos FertiCrop y ninguno utiliza los productos biológicos y NutriFeed.

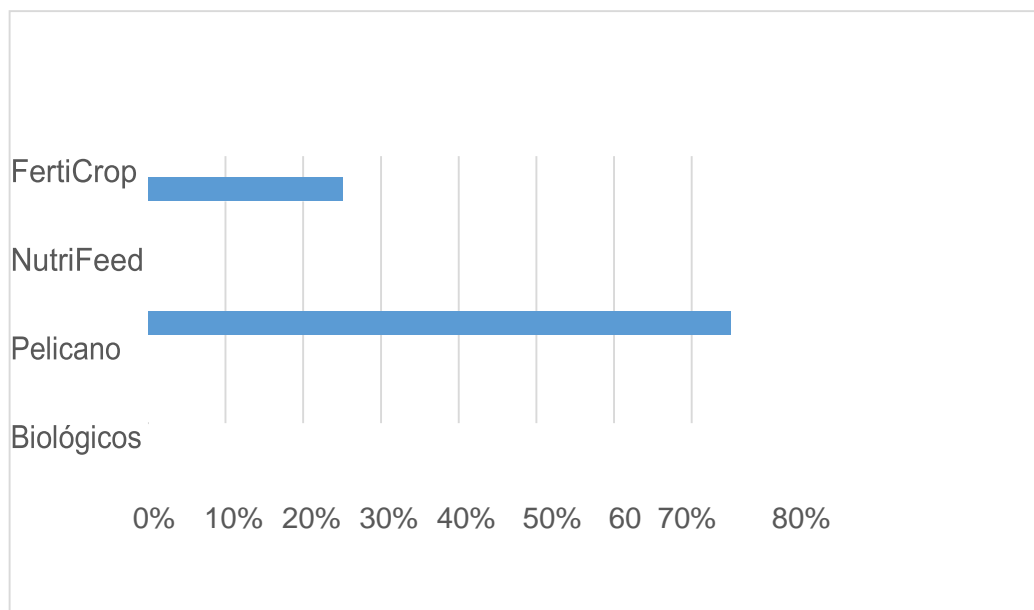


Figura 10. Utilización de línea de productos DISAGRO

La mayoría de los encuestados utiliza con mayor frecuencia la línea PELICANO principalmente por la Urea (46-0-0) debido a que la utilizan en grandes cantidades y en varias aplicaciones, mientras que la línea FertiCrop la utilizan con menor frecuencia debido a que las aplicaciones son una o dos por ciclo de cultivo.

#### **J. Utilización de agroquímicos DISAGRO**

De las 22 personas que utilizan productos DISAGRO, el 77% (17 personas) usan agroquímicos de esta casa comercial y 23% (5 personas) no utilizan estos agroquímicos (ver figura 11).

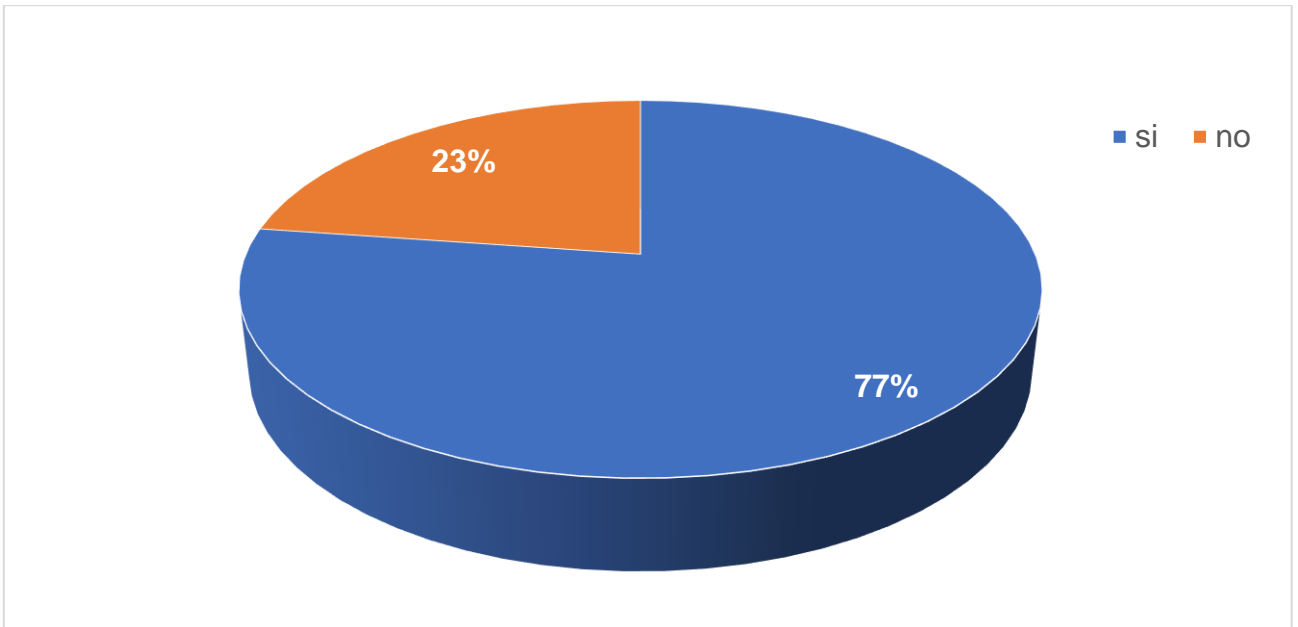


Figura 11. Utilización de agroquímicos DISAGRO

El uso de agroquímicos de la marca DISAGRO es muy poco y se centra principalmente en herbicidas, debido a que existen muchas casas comerciales que ofrecen las mismas moléculas a menor precio y con mayor acompañamiento técnico.

### 1.6.2 Análisis de la problemática

En base a las encuestas realizadas se identificaron los siguientes problemas en el mercado de productos de DISAGRO (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Problemática de los productos de DISAGRO DE GUATEMALA S.A.

<b>No.</b>	<b>PROBLEMAS IDENTIFICADOS</b>
1	Falta de asistencia técnica
2	Falta de promoción y publicidad de productos
3	Altos costos de productos
4	Disponibilidad de productos

En el cuadro 2 se observa una matriz de priorización de los problemas observados de los productos DISAGRO.

Cuadro 2. Matriz de priorización de problemas

<b>Problema/Interesado</b>	<b>Productor</b>	<b>Ing. de DISAGRO</b>	<b>Epesista</b>	<b>Sumatoria (Prioridad)</b>
Falta de asistencia técnica	10	8	10	28 B
Falta de promoción y publicidad de productos	10	10	10	30 A
Altos costos de productos	8	5	7	20 D
Disponibilidad de productos	10	7	9	26 C

En el cuadro 2 se observa la ponderación de 3 puntos de vista: a nivel de productores, de técnicos de la empresa y del epesista, de 4 problemas identificados en la problemática de los productos de DISAGRO, en el cuadro se observó que con un valor de 30 puntos la falta de promoción y publicidad de productos es el mayor problema, seguido de la falta de asistencia técnica con 28 puntos, luego la disponibilidad de productos (26 puntos) y por último los altos costos de los productos (20 puntos).



## **A. Descripción de la problemática**

### **a. Falta de promoción y publicidad de productos**

De acuerdo al diagnóstico realizado el problema más grande que existe con los productos de DISAGRO de Guatemala es la falta de promoción y publicidad de los productos. Lo cual provoca que los productores de tabaco y maíz desconozcan el catálogo de productos de las diferentes líneas que ofrece la empresa, lo que se ve influenciado en la reducción de ventas y presencia dentro de la región de la marca, permitiendo que otras empresas de agroquímicos acaparen el mercado de insumos en los cultivos de tabaco y maíz.

- Árbol de problemas de la falta de promoción y publicidad de productos

En la siguiente figura (12) se observa el árbol de problemas que corresponde a la falta de promoción y publicidad de productos, las causas se encuentran en la parte inferior y los efectos en la parte superior.



Figura 12. Árbol de problemas de la falta de promoción y publicidad de productos

## 1.7 CONCLUSIONES

1. Se conoció la situación actual de la empresa DISAGRO de Guatemala S.A. en la distribución de productos para los cultivos de tabaco y maíz en el los municipios de Nueva Concepción y Tiquisate, Escuintla.
2. La participación de DISAGRO en la producción tabaco y maíz en Nueva Concepción y Tiquisate se centra principalmente en las líneas Pelicano con (Urea, Sulfato de amonio, etc) y FertiCrop (FertiMaíz y FertiTabaco).
3. Los principales problemas que tiene DISAGRO DE GUATEMALA S.A. en la comercialización de productos para los cultivos de tabaco y maíz en los municipios de Nueva Concepción y Tiquisate por orden jerárquico son: falta de promoción y publicidad de productos, falta de asistencia técnica, altos costos de productos y disponibilidad de productos.

## 1.8 RECOMENDACIONES

1. Aumentar la presencia del personal de DISAGRO DE GUATEMALA S.A. en el área de Nueva concepción y Tiquisate para brindar asesoría a los productores y dependientes de agroservicios.
2. Dar seguimiento post-venta a los productos distribuidos por DISAGRO DE GUATEMALA S.A. con el fin de que el consumidor se sienta respaldado por la marca y aumente su fidelidad a la misma.
3. Aumentar la promoción de productos biológicos y su desarrollo en maíz y principalmente en tabaco debido a que las empresas que se dedican a su producción se están tomando la tarea de disminuir la carga química de aplicaciones de insecticidas y fungicidas por lo cual DISAGRO podría incursionar en este mercado.
4. Realizar un constante monitoreo de los agroservicios para que siempre exista disponibilidad de productos distribuidos por DISAGRO DE GUATEMALA S.A. de las líneas conocidas y de las que están en desarrollo para dar conocer los nuevos productos y que se puedan comercializar.

## 1.9 BIBLIOGRAFÍA

1. DISAGRO. (28 de Marzo de 2017). *Portal de DISAGRO DE GUATEMALA S.A. Quiennessomos, presencia y productos*. Obtenido de <http://www.disagro.com/es>
2. IICA, (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2016. Redacción de Referencias Bibliográficas: Normas técnicas para ciencias agroalimentarias. 5ta ed. San José, Costa Rica, Biblioteca Conmemorativa Orton. 71p. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B4013e/B4013e.pdf>
3. Santizo, S. D. (2013). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*. Guatemala: facultad de ciencias económicas.
4. Sosa, M. (2017). Distribución y área de la producción de tabaco en Guatemala. [Guatemala, DISAGRO, Coordinador Regional de Productos] (A. O. Rodríguez, Entrevistador).

## 1.10 ANEXOS

## Encuesta Diagnostica de la participación de DISAGRO DE GUATEMALA S.A.

1. Conoce la marca DISAGRO  
Si\_            No\_
2. Compra productos DISAGRO  
Sí\_            No\_
3. Con que frecuencia compra productos DISAGRO  
Una vez/año\_ Dos Veces/año\_ Tres veces/año\_ Más de Cuatro veces/año\_
4. Conoce la línea de productos Biológicos de DISAGRO  
Si\_            No\_
5. Conoce productos biológicos de otras casas comerciales  
Si\_            No\_
6. Conoce la línea de productos pelicano  
Si\_            No\_
7. Conoce la línea de productos NutriFeed  
Si\_            No\_
8. Conoce la línea de productos FertiCrop  
Si\_            No\_
9. Que línea de productos utiliza con mayor frecuencia?  
Pelicano\_            NutriFeed\_            FertiCrop\_
10. Utiliza agroquímicos DISAGRO  
Si\_            No\_

Fuente: Elaboración propia

Figura 13A. Encuesta Diagnóstica de la participación de DISAGRO DE GUATEMALA S.A.

## 1.11 CRÉDITOS

El diagnóstico pudo ser elaborado gracias a la información brindada por personal y clientes de DISAGRO DE GUATEMALA S.A. y a la información disponible en:

DISAGRO. (28 de Marzo de 2017). *Portal de DISAGRO DE GUATEMALA S.A. Quienes somos, presencia y productos*. Obtenido de <http://www.disagro.com/es>





The seal of the Universidad de Guatemala is a large, circular emblem in the background. It features a central shield with a crown on top, flanked by two lions. The shield is surrounded by a blue border with the text 'UNIVERSIDAD DE GUATEMALA' at the top and 'ACADEMIA DE CIENCIAS Y LETRAS' at the bottom. The seal is semi-transparent and serves as a watermark for the document.

## CAPÍTULO II

**EVALUACIÓN DE DOS FUNGICIDAS BIOLÓGICOS (*Reynoutria sachalinensis*, *Lactobacillus* y METABOLITOS DE *Trichoderma harzianum* EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO VEGETATIVO DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) PARA EL CONTROL DE *Fusarium spp.* TIQUISATE, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

**EVALUATION OF TWO BIOLOGICAL FUNGICIDES (*Reynoutria sachalinensis*, *Lactobacillus* AND METABOLITES OF *Trichoderma harzianum* IN THE STAGE OF VEGETATIVE GROWTH OF TOBACCO (*Nicotiana tabacum* L.) FOR THE CONTROL OF *Fusarium spp.* TIQUISATE, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**



## 2.1 INTRODUCCIÓN

Como parte de la etapa final de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, se realizó el Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía EPSA, el cual fue ejecutado en la empresa DISAGRO de Guatemala S.A., en el área de los municipios de Nueva Concepción y Tiquisate del departamento de Escuintla, en los meses de febrero a noviembre de 2017. Para ello se evaluó el efecto de dos productos Regalia Maxx y Bioclean sobre la prevención y control de *Fusarium spp.* en las etapas fenológicas de semillero y crecimiento vegetativo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L).

La evaluación contó con 4 tratamientos y 4 repeticiones para un total de 16 unidades experimentales, las cuales fueron monitoreadas para determinar la eficacia en cuanto al control de *Fusarium spp.* en el cultivo de tabaco, este hongo puede causar hasta un 90 % de pérdidas en la producción que equivale a 49 qq/ha.

El rendimiento del cultivo de tabaco ha disminuido de 60 qq/ha a 54 qq/ha en los últimos 10 años debido a la incidencia de enfermedades de origen fungoso principalmente por el patógeno *Fusarium spp.*, por lo cual las empresas que se dedican a la producción y comercialización de tabaco han buscado alternativas de control, pero por las restricciones que posee los productos a utilizar son muy limitados, por lo que han buscado alternativas con casas comerciales que sean de origen biológico o botánico para el control de esta enfermedad.

*Reynoutria sachalinensis* y la mezcla de *Lactobacillus* + metabolitos de *Trichoderma harzianum* influyen en la prevención y control de *Fusarium spp.* en la etapa de crecimiento vegetativo de cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L), demostrando en la presente investigación en cuanto a la mortalidad de las plántulas después del trasplante fue mayor en el tratamiento uno que corresponde a *Reynoutria sachalinensis* 5 cm<sup>3</sup>/L (8 y 24 ddt) con 56.50 %, y la menor fue observada en el tratamiento 9 de 2.5 % correspondiente al T3: *Lactobacillus* + metabolitos de *Trichoderma harzianum* 2.5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones ddt, 8 y 24 ddt) también en este tratamiento se observó el mayor porcentaje de sobrevivencia registrada al momento de la poda o capa a los 50 ddt y fue de 97.5 %. Mientras que el

tratamiento donde se obtuvo un mayor rendimiento de cosecha y empacado con 2077.92 kg/ha de materia seca de hoja de tabaco fue el tratamiento dos que corresponde al *Lactobacillus* + metabolitos de *Trichoderma harzianum* 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones ddt, 8 y 24 ddt).

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco Conceptual

#### A. Origen del tabaco

El tabaco es originario del continente americano, según observó Cristóbal Colon, los indígenas del Caribe fumaban el tabaco valiéndose de una caña en forma de pipa llamada Tobago, de donde deriva el nombre de la planta. Al parecer le atribuían propiedades medicinales y lo usaban en sus ceremonias. En 1510, Francisco Hernández de Toledo llevó la semilla a España, 50 años después la introdujo en Francia el diplomático Jean Nicot, al que la planta debe el nombre genérico Nicotiana. (Pérez, 2016).

#### B. Identificación

El tabaco (*Nicotiana tabacum* L), comprende aproximadamente unas 60 especies, de las cuales 45 se consideran de origen americano y unas 15 de origen australiano. Pertenece a la importante familia de las Solanaceae, es una planta que se cultiva preferentemente en las regiones tropicales y se caracteriza por su alto contenido de alcaloides, los que se encuentran en forma de Nicotina, se dice que surgió como una hibridación natural debido a que nunca se ha encontrado en estado silvestre. (Lémus, 2002)

#### C. Clasificación taxonómica

Reino:	Vegetal
División:	Tracheophyta
Clase:	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase:	Asteridae (gamopétalas)
Orden:	Solanales (tubifloras)
Familia:	Solanaceae
Género:	Nicotiana

Especie: N. tabacum  
(Pérez, 2016).

## **D. Morfología del tabaco**

### **a. Tallos**

Es una planta dicotiledónea, de tamaño entre 50 y 200 cm. Tiene los tallos erguidos y cubiertos de pelos glandulares y con médula blanca (Alfaro, 1989).

### **b. Hojas**

La hoja del tabaco en general es grande, de más de 50 cm de longitud en algunas variedades, la mayoría de las especies presentan hojas sentadas (sésiles), si bien hay también especies con peciolo. Bordes enteros y pubescentes, de filotaxia alterna, ovales y lanceoladas generalmente (hay especies con las hojas acorazonadas o cordadas), con nervios centrales gruesos y algo glutinosos, de color verde (Alfaro, 1989).

### **c. Flor**

La flor de tabaco, es de estructura simétrica. Nacen en la parte más alta de los tallos, reunidas en racimo. Sus 5 pétalos están fusionados formando una trompeta. Dependiendo de la variedad presentan una coloración desde el blanco verdoso al rosa. La polinización la llevan a cabo abejas y mariposas principalmente (Alfaro, 1989).

### **d. Fruto**

El fruto del tabaco, dispuesto en cápsula cónica, a modo de cajita oval de dos celdillas que se abren por la parte superior, con muchas semillas diminutas, puede haber más de mil

por fruto, y unas 10.000 unidades pesan un gramo, germinan entre 10 y 20 días (Alfaro, 1989).

#### **e. Raíz**

La raíz tabaco es ramosa, fibrosa y blanca, poco profunda que unida a sus hojas grandes de tabaco provoca que se tumben las plantas de tabaco con vientos fuertes. Es precisamente en las raíces, particularmente en las raicillas en crecimiento, donde se produce la nicotina que se acumula en las hojas (Alfaro, 1989).

### **E. Tipos de tabaco**

#### **a. Curado al aire (Air cured): Burley, Maryland y tabacos negros**

Son los curados al aire, las hojas son expuestas para secarse durante unas semanas al aire exterior en secaderos abiertos. Son de color marrón y se consumen relativamente rápido. Se caracterizan por un aroma típico de chocolate. Muchas veces, el productor acentúa esta característica “tostando” el Burley, un proceso durante el cual se somete al tabaco a cierta temperatura elevada. Los tabacos Burley suelen ser muy sabrosos (Ibertabac, 2017).

#### **b. Curado al fuego (Fire cured): Kentucky, tabaco de pipa, tabaco de mascar**

Las hojas son tratadas encima de fuego lento, a las cuales oficialmente se han identificado como tabacos curados al fuego. Tienen un color que varía de marrón a marrón oscuro. Muy característico es su olor a ahumado. Su combustión es lenta y tienen un sabor aromático y completo. En general, los tabacos Kentucky son algo más fuertes (Ibertabac, 2017).

### **c. Curado al sol (Sun cured): Orientales y semi-orientales.**

También llamados tabacos curados al sol, las hojas se secan al aire libre. Tienen un carácter marcadamente exótico. Son muy aromáticos, calidad que se observa en su sabor, dándole un sorprendente y delicioso efecto, al mezclarlo en pequeñas cantidades. En general, los tabacos orientales son de color amarillo verdoso y su combustión es de una rapidez moderada, puesto que la hoja es un tanto gruesa (Ibertabac, 2017).

### **d. Curado en atmósfera artificial, con aire caliente (Flue cured): Virginia**

Llamados oficialmente por los especialistas tabacos “flue cured”, las hojas son colgados en grandes secaderos en los que por medio de aire caliente se obtiene el punto deseado. En general, estos tabacos presentan un buen aspecto y su color es principalmente amarillo. No tienen un aroma muy acusado y son de lenta combustión (Ibertabac, 2017).

## **F. Plagas que afectan el tabaco**

### **a. Los áfidos (pulgonos o piojillos)**

En particular el *Myzus nicotianae* y el *Myzus persicae*, afectan al tabaco directamente, ya que favorecen el desarrollo de la fumagina, e invalidan la hoja para uso comercial. Sin embargo, su efecto más negativo es como vector de virus, los cuales sí pueden provocar pérdidas económicamente importantes de plantas de tabaco. Para evitar la propagación de este insecto, se debe asperjar con el insecticida adecuado inmediatamente después de su aparición (Marrero, 2015).

### **b. Cogollero del tabaco**

*Heliothis virescens* Fabricio, o cogollero del tabaco, es un lepidóptero que puede provocar cuantiosos daños en el tabaco, si no se controla de forma adecuada. Desafortunadamente



no se cuenta con variedades resistentes y su control se tiene que hacer con medios químicos y biológicos, tal como lo orienta la dirección nacional de sanidad vegetal. Por tanto, se tiene que ser exigente en extremo en el cumplimiento del programa fitosanitario, debe atenderse al momento, tipo de producto y dosis a aplicar en cada caso, para que no ocurran daños importantes económicamente (Marrero, 2015).

## **G. Enfermedades producidas por hongos**

### **a. Moho azul**

Es causado por un hongo aéreo *Peronospora tabacina*, cuyos esporangios pueden viajar hasta 5000 km por el aire, lo que implica que esta enfermedad se pueda diseminar rápidamente por todo el territorio nacional, si las condiciones ambientales le son favorables: bajas temperaturas en días nublados y con lluvias poco intensas. Para su control se debe combinar el uso de variedades resistentes, con el estricto cumplimiento del programa fitosanitario establecido. Otra medida práctica muy efectiva es el saneamiento, o sea, la eliminación lo más rápido posible de las hojas infectadas (Marrero, 2015).

### **b. Pata prieta**

Esta es una enfermedad causada por un hongo de suelo *Phytophthora nicotianae*, que se transmite fundamentalmente por el agua de riego o de lluvia y que cuando el potencial de inóculo en el suelo es elevado y se presentan temperaturas por encima de los 30 °C, con abundantes lluvias, puede llegar a provocar pérdidas del 80% o más de la plantación. La principal medida para su control es el uso de variedades resistentes, pero en suelos fuertemente contaminados con este hongo, además de la variedad de más alto grado de resistencia, se tiene que aplicar productos fitosanitarios y plantar en épocas con altas temperaturas que impidan el rápido desarrollo de este patógeno. También se debe evitar por todos los medios el encharcamiento del agua (Marrero, 2015).

### **c. Pudrición del tallo (*Fusarium oxysporum*)**

Este es un hongo de suelo causa cuantiosos daños en las variedades de tabaco susceptibles. El tabaco Burley ha sido siempre el más afectado, pero actualmente la variedad de tabaco Negro 'Sancti Spíritus-96' ha resultado seriamente dañada por este hongo, particularmente en el estadio de semillero. La sintomatología que este hongo provoca en la planta de tabaco, tiende a confundirse con la que produce el *Phytophthora* (pata prieta), pero se puede diferenciar en que el *Phytophthora* causa anillamiento de la médula y el *Fusarium* no, además, el ataque del *Fusarium* provoca marchitez y amarillamiento en un lateral de la planta y no en la planta entera como ocurre con el *Phytophthora*; el *Fusarium* produce necrosis total de la parte apical de la planta, sintomatología que no es característica de la pata prieta. La medida de control más efectiva actualmente contra este patógeno, es el uso de variedades resistentes (Marrero, 2015).

## **H. Enfermedades producidas por virus**

### **a. Virus del mosaico del tabaco (VMT)**

Como se puede observar, este virus se caracteriza por provocar en las hojas un tipo de ampollas de color verde oscuro, que se alternan con manchas de color verde claro en forma de mosaico. Este virus no tiene un vector que lo transmita, su transmisión se produce de forma mecánica, por el roce de una planta enferma que después haga contacto con una sana. Por tanto, una medida muy efectiva para evitar la propagación de la enfermedad en plantaciones con variedades susceptibles, es la eliminación rápida de las plantas enfermas (selección negativa), sin rozar con ellas las plantas sanas y teniendo la precaución de lavarse bien las manos y de no entrar en la vega con ropa que haya tenido contacto con plantas enfermas, si no ha sido lavada. Sin embargo, la medida más efectiva para zonas donde el virus del mosaico sea un problema, es el uso de variedades resistentes (Marrero, 2015).

### **b. Virus del grabado del tabaco (TEV)**

Sus síntomas fundamentales es la formación de gravados en las hojas superiores de la planta (donde se alterna el color verde con el amarillo) y las venas secundarias se muestran más claras, con deformaciones de los bordes de las hojas. Este virus es transmitido por el áfido rojo *Myzus nicotianae*. La medida más importante para su control es precisamente la eliminación rápida del vector y de las plantas hospedadoras como son el chamisco (*Datura stramoniu*, el platanillo *Cassia tora* y el tomatillo *Solanum nigrum*, por citar solo las más importantes (Marrero, 2015).

### **c. Virus del encrespamiento foliar**

Este virus es transmitido por la mosca blanca *Bemisia tabasi* y todas las variedades comerciales cultivadas pueden ser en menor o mayor grado afectadas, en dependencia de la población de este insecto que esté presente en la plantación. No existen variedades resistentes disponibles para su cultivo y el control sólo es posible si se elimina el vector y se aplica la selección negativa. (Marrero, 2015).

## **I. Descripción de productos aplicados**

### **a. Reynoutria sachalinensis**

*Fallopia sachalinensis* es el nombre botánico de esta especie perteneciente a la familia Polygonaceae y es conocida de forma común como: maleza enlazada gigante, maleza enlazada sakhalin y maleza enlazada sakhalin japonesa. Sus sinonimias son las siguientes: *Polygonum sachalinense*, *Reynoutria sachalinensis* y *Tiniaria sachalinensis*.

### 1. Descripción general

Esta planta perenne original de Asia del este (Japón) puede llegar a alcanzar tres metros con sesenta centímetros de altura y tres metros de anchura. *Fallopia sachalinensis* posee flores dotadas de unidades reproductivas dioicas. (Pérez, 2013)

### 2. Propiedades medicinales

Se conoce el empleo del rizoma de *Reynoutria sachalinensis* Nakai (= *Polygonum sachalinense*) de la familia de las poligonáceas en calidad de purgante, diurético y para el tratamiento de enfermedades de la piel purulentas, gonorrea, así como pie de atleta y el aislamiento a partir del rizoma seco de esta planta de derivados de estilbeno con efecto antibacteriano y fungicida. Se sabe además que la *Reynoutria sachalinensis* encuentra buenas condiciones de crecimiento en las zonas de clima moderado de manera que la producción en masa de este producto natural es posible sin dificultades.

### 3. Uso en la agricultura

Se ha encontrado ahora que la planta *Reynoutria sachalinensis* es perfectamente adecuada para la lucha contra los hongos en la agricultura. Por planta deberá entenderse tanto la propia planta como parte de la planta por ejemplo rizoma, tallos u hojas o sus mezclas. Preferentemente se empleara la planta muerta, especialmente la planta secada. Es especialmente ventajoso el empleo de la planta seca en forma finamente dividida, por ejemplo como granulado, polvo o polvo fino. Especialmente será preferente el empleo de las hojas secas en forma finamente dividida.

La planta *Reynoutria sachalinensis* tiene un buen efecto fungicida sobre los hongos, que provocan daños en la agricultura. Es particularmente interesante el empleo de *Reynoutria sachalinensis* para la lucha contra los hongos del mildéu real, por ejemplo en el

crecimiento de los pepinos, plantas ornamentales y cultivos de legumbres, de *Botrytis cinérea* en cultivos de invernadero, tales como geranios, ciclámenes, pepinos y pimientos así como contra los hongos de la roya en las plantas ornamentales. (España Patente nº 87116137.8, 1991).

### **b. *Trichoderma***

Es un hongo Deuteromycete cuyo estado sexual es *Hypocrea*. El hongo *Trichoderma* fue identificado por Persoon en el año 1794, aislado de un material recolectado en Alemania, fecha desde la cual el hongo ha sido ampliamente estudiado. *Trichoderma* es un hongo aerobio facultativo, que se encuentra de manera natural en diferentes suelos agrícolas y en otras condiciones, especialmente en aquellas que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición.

#### 1. Características morfológicas y físico-químicas

El hongo presenta un micelio blanco algodonoso macroscópicamente, que se torna de color verde, debido a la rápida y abundante esporulación. Es un hongo que posee conidias hialinas, uniceluladas y ovoides, que tienden a agregarse formando masas; presenta un conidióforo hialino, largo y no verticilado. Tiene la capacidad de producir clamidosporas que son globosas o subglobosas, ubicadas en la parte terminal o intermedia de las hifas y miden menos de 15  $\mu\text{m}$  de diámetro; éstas son estructuras de resistencia, vitales e importantes para la sobrevivencia del hongo bajo condiciones adversas.

El rango de temperatura para el crecimiento de *Trichoderma* oscila entre 15 y 30o C, con un óptimo de 25o C, temperaturas mayores a 30o C limitan el crecimiento y desarrollo del hongo, e inicia la formación de clamidosporas. Las condiciones adecuadas de humedad están en el 70%, sin embargo, tiene la capacidad de crecer en una rango entre 20% y 80%. La condición de pH fluctúa entre 5,5 y 7,5, con un óptimo de 6,6. Si se encuentra en

medios con pH alcalinos (por encima de 7,0) tiene la capacidad de acidificar el medio mediante la liberación de ácidos orgánicos.

## 2. Mecanismos de acción de *Trichoderma spp.*

Son tres los mecanismos involucrados en la biorregulación de organismos patógenos por parte de *Trichoderma* (Castro-Toro, 2012).

- Micoparasitismo.

Es considerado el mecanismo de acción más importante, ya que, es un proceso complejo donde está involucrada la producción de enzimas líticas tales como: quitinasas, glucanasas, celulasas, xylanases, laminarinasas, esterases, glucosidasas, lipasas y proteasas. En el micoparasitismo la hifa de *Trichoderma* entra en contacto con la hifa del hongo patógeno e inicia un crecimiento alrededor de la hifa, y por acción enzimática comienza la degradación de la hifa del patógeno; posteriormente, ocurre penetración por parte del hongo antagonista, causando degradación celular, rompimiento hifal y destrucción total de la hifa del patógeno.

- Antibiosis

*Trichoderma* tiene la capacidad de producir compuestos orgánicos volátiles, como 2-propanona, 2-metil-1-butanol, heptanal, octanal, nonanal y decanal. La actividad antibiótica como tal, se refiere a los compuestos no volátiles, dentro de los cuales existe un gran número de compuestos de importancia en la actividad biorreguladora de patógenos, algunos de ellos son: harzianolida, alameticina, tricolina, viridina, gliovirina, gliotoxina, 6-pentil- $\alpha$ -pirona, isonitrina, trichodermina, suzucacilina y trichorzianina. Estos compuestos juegan un papel importante inhibiendo el crecimiento y desarrollo de

microorganismos patógenos. La combinación de enzimas líticas y antibióticos resulta con un alto nivel de antagonismo frente a organismos patógenos.

- Competencia

La competencia por espacio o por nutrientes ha sido considerada uno de los mecanismos clásicos de biocontrol de *Trichoderma*. Este hongo tiene una rápida tasa de desarrollo, lo que hace que sea un fuerte competidor por espacio, a la hora de colonizar la rizosfera. Por otra parte, *Trichoderma* tiene una capacidad superior de movilizarse y tomar los nutrientes del suelo, siendo muy versátil para utilizar sustratos como fuente de carbono y nitrógeno, lo que le permite colonizar un medio rápidamente, evitando la proliferación de otros microorganismos en el mismo hábitat

### 3. Otros mecanismos de acción de *Trichoderma spp.*

- Promotor del desarrollo vegetativo

Raíces colonizadas por *Trichoderma spp.* frecuentemente aumentan el crecimiento, desarrollo, productividad del cultivo, resistencia a estrés abiótico e incremento en la toma y uso de nutrientes. Se ha demostrado que la productividad de un cultivo en el campo puede incrementarse en más del 300% después de la aplicación de *T. hamatum* o *T. koningii* (Castro-Toro, 2012).

Diferentes especies del género *Trichoderma* producen factores de crecimiento, los cuales han sido detectados e identificados en el laboratorio, como son las auxinas, citoquininas y etileno. También se ha descrito la producción de fitohormonas, tales como indol, ácido acético y etileno. Por otra parte, *Trichoderma spp.* Produce moléculas de citoquininas y giberelinas GA3, involucradas en eventos de estimulación de crecimiento y desarrollo de las plantas. En adición a las características anteriormente mencionadas, *Trichoderma* tiene la capacidad de acidificar el entorno en que se encuentra por la secreción de ácidos

orgánicos como ácido glucánico, cítrico y fumárico. Estos ácidos orgánicos resultan del metabolismo de otras fuentes de carbono, principalmente glucosa, trayendo consigo la solubilización de fosfatos, micronutrientes y minerales incluyendo el hierro, magnesio y manganeso (Castro-Toro, 2012).

- Estimulador de los mecanismos de defensa de las plantas

La habilidad de diferentes especies de *Trichoderma* de proteger las plantas contra patógenos radicales ha sido atribuida a un efecto antagónico contra la invasión del patógeno. Sin embargo, las asociaciones hongo-raíz también estimulan los mecanismos de defensa de las plantas. *Trichoderma* ejerce una protección a las plantas frente a patógenos que producen daños radicales y aéreos, inclusive infecciones virales. Estos mecanismos de inducción de resistencia son similares a la respuesta hipersensitiva, resistencia sistémica adquirida y resistencia sistémica inducida “RSI” en plantas (Castro-Toro, 2012).

A nivel molecular, la resistencia resulta en un incremento de la concentración de metabolitos y enzimas relacionadas con los mecanismos de defensa, como la enzima Fenil-alanina amonio-liasa involucrada en la biosíntesis de fitoalexinas, quitinasas y glucanasas. Los genes de las plantas responden a patógenos o elicitores, por esta razón, los mecanismos de defensa de las plantas no necesariamente requieren de la estimulación de un agente vivo. La adición de metabolitos de *Trichoderma* que actúan como elicitores a la resistencia de la planta (Castro-Toro, 2012).

- Facilitador de la solubilización y absorción de nutrientes

Para desarrollar su metabolismo *Trichoderma spp.* Necesita de fuentes de carbono difícilmente biodegradables, como ligninas y celulosas. Por ello, es capaz de movilizar nutrientes del suelo mediante excreción de enzimas extracelulares que transforman



compuestos nitrogenados orgánicos en nitrógeno inorgánico, fundamentalmente amonio, y compuestos fosforados orgánicos en fósforo inorgánico, entre otros (Castro-Toro, 2012).

- Biorremediador de suelos

*Trichoderma spp.* tiene la capacidad de degradar compuestos organoclorados, cloro fenoles, insecticidas como el DDT, endosulfán, pentacloronitrobenzeno y herbicidas como trifluralin y glifosato. Este hongo posee enzimas, que ayudan a la degradación inicial de material vegetal, y enzimas de mayor especialización que contribuyen a la simplificación de moléculas complejas, como pesticidas. Los compuestos sintéticos organofosforados, los cuales son empleados como insecticidas, plastificantes y como armas químicas, se caracterizan por tener alta toxicidad hacia mamíferos, contaminando tanto ambientes acuáticos como terrestres. *Trichoderma harzianum* es capaz de utilizar el insecticida organofosforado clorpirifos como fuente de azufre y de fósforo, y de degradar glifosato y ácido aminometil fosfórico (Castro-Toro, 2012).

#### 4. Uso en la industria

Diferentes especies del género *Trichoderma* producen eficientemente enzimas extracelulares que se emplean comercialmente para la producción de celulasas y otras enzimas que degradan polisacáridos complejos. Frecuentemente, son usadas en la industria textil y alimenticia para estos propósitos, por ejemplo, las celulasas se utilizan en el proceso de pre lavado de las telas de jean, para conferir con mayor facilidad la textura de desteñido. También forman parte de alimento para aves, con el fin de incrementar la digestión de las hemicelulosas de la cebada y otros cereales. En la industria panificadora se utiliza para potencializar el uso de las levaduras. *T. reesei* es el hongo más utilizado industrialmente, por su potencial para producir celulasa y hemicelulasa (Castro-Toro, 2012).

## 5. *Trichoderma* como endófito de plantas

Los hongos endofíticos viven en forma asintomática en las plantas, y son considerados mutualistas, porque reciben nutrición y protección del hospedero, mientras la planta aumenta su habilidad competitiva por la presencia de los microorganismos. La asociación endófito - planta es en gran parte desconocida por su complejidad, por lo tanto, se encuentra denominada algunas veces como parasitismo avirulento o simbiosis verdadera. Algunas de las actividades o efectos que tiene el endófito en la planta hospedera es el aumento de las defensas de la planta. Algunos pastos en interacción con un endófito poseen capacidades competitivas como el incremento en la tasa de germinación y resistencia a la sequía. La regulación del crecimiento y desarrollo es otro de los beneficios ofrecidos por estos hongos (Castro-Toro, 2012).

## 6. Formulaciones del hongo *Trichoderma*

En el mercado existen diferentes formulaciones de *Trichoderma* spp., cuya presentación es granular y en polvo mojable, a base de conidias y clamidosporas; y presentación líquida a base de blastosporas (reproducción vegetativa del hongo). Estas formulaciones son realizadas con aislamientos competitivos, que han pasado por ciertos requerimientos y requisitos exigidos por el ICA. Las pruebas preliminares realizadas al antagonista incluyen la evaluación de su viabilidad, patogenicidad, estabilidad, eficacia, persistencia, cepa y referencia (Castro-Toro, 2012).

## 7. Limitaciones con el uso de *Trichoderma* en la agricultura

- Eficacia

Ésta depende sensiblemente de los factores ambientales y de su nicho ecológico. Los factores físicos del suelo, tales como humedad, temperatura y pH, influyen en la actividad biorreguladora de *Trichoderma* (Castro-Toro, 2012).

- Tiempo.

Requiere de mayor tiempo para mostrar los resultados en el campo, debido a que en el manejo de enfermedades la respuesta biológica difiere de la química; en el primer caso, se trabaja con un organismo vivo que afecta al organismo patogénico, dañando lentamente sus estructuras, lo cual hace que el manejo biológico sea catalogado como preventivo y no curativo. En el segundo caso, son sustancias químicas que actúan en forma curativa, alterando rápidamente funciones vitales de los organismos patógenos, como son los procesos fisiológicos relacionados con la división celular, la respiración y la formación y permeabilidad de las membranas (Castro-Toro, 2012).

- Escaso conocimiento de su existencia y de su manejo.

Los agricultores tradicionalmente han utilizado los productos químicos para el manejo de las enfermedades, con dificultades para cambiar su mentalidad a la hora de emplear los productos biológicos para la biorregulación de patógenos en las plantas (Castro-Toro, 2012).

#### 8. Características del hongo *Trichoderma spp.*

*Trichoderma spp.*, tiene diversas ventajas como agente de control biológico, pues posee un rápido crecimiento y desarrollo. Aparte de esto 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 a hábitats donde los hongos causan enfermedades, le permiten ser un eficiente bio-agente de control. De igual forma, puede sobrevivir en medios con contenidos significativos de agrodefensivos y otros químicos. Aparte, su gran variabilidad se constituye en un reservorio de posibilidades de control biológico, bajo diferentes sistemas de producción y cultivo (Castro-Toro, 2012).

Se ha demostrado que el *Trichoderma spp.* actúa contra un amplio rango de hongos fitopatógenos transmitidos por suelo y aire. Ha sido usado contra pudriciones en un amplio rango de generos, causadas por *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*; y patógenos formadores de esclerocios como *Sclerotinia* y *Sclerotium*. (IICA, 2015).

### **c. Bacterias ácido lácticas**

Producen ácido láctico a partir de azúcares. Este puede suprimir otros microorganismos patogénicos como *Fusarium* y además ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca fosfórica. *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*. (Acuña, 2016).

Las bacterias lácticas o bacterias del ácido láctico (BAL) tienen en común la producción de dicho ácido como producto mayoritario del catabolismo de los azúcares. Son microorganismos Gram positivos, generalmente inmóviles, no esporulados, no pigmentados y no reductores de nitrato. Tampoco licuan la gelatina, no producen indol ni ácido sulfhídrico a partir de aminoácidos. Debido a su limitada capacidad biosintética, son muy exigentes nutricionalmente y requieren factores de crecimiento complejos que incluyen aminoácidos, vitaminas, purinas y pirimidinas.

Este grupo comprende bacterias de los géneros *Lactococcus*, *Vagococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Aerococcus*, *Tetragenococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Weissella* y *Carnobacterium*. Aunque filogenéticamente alejados de las BAL, otros tipos bacterianos como son los géneros *Micrococcus*, *Brevibacterium*, *Propionibacterium* y *Bifidobacterium* también participan en la elaboración de alimentos fermentados. Las BAL están incluidas dentro del grupo de microorganismos “seguros” o GRAS (generally recognized as safe), lo que implica que pueden utilizarse para la elaboración de productos alimentarios.

En función de los enzimas utilizados y de los productos resultantes de la fermentación se distinguen dos vías principales:

## 1. Vía homofermentativa

Propia de los géneros *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus* y de especies de *Lactobacillus* de los grupos I y II. Metabolizan la glucosa a piruvato por la ruta glicolítica o de Embden-Meyerhof-Parnas, obteniéndose ácido láctico como producto mayoritario de la fermentación. La producción de este ácido como único producto metabólico tiene lugar solamente en condiciones de exceso de fuente de carbono (glucosa o lactosa). Cuando ésta se encuentra en condiciones limitantes y en anaerobiosis, o cuando el azúcar fermentado es la galactosa, tiene lugar la fermentación heteroláctica o ácido mixta disminuyendo la producción de láctico y produciéndose un aumento en los niveles de fórmico, acético y etanol. En condiciones de aerobiosis los productos acumulados son principalmente láctico, acético y pirúvico debido a la inhibición por el oxígeno del enzima piruvato-formato-liasa (Abee et al., 1982).

## 2. Vía heterofermentativa

Propia del género *Leuconostoc* y de especies del género *Lactobacillus*. La fermentación de la glucosa tiene lugar por la ruta de la fosfoacetolasa, siendo éste el enzima clave de la misma. Los productos originados por esta vía son ácido láctico, CO<sub>2</sub> y cantidades variables de acético y etanol. El crecimiento de las bacterias con este tipo de metabolismo se ve favorecido en condiciones de aerobiosis ya que la regeneración de NAD<sup>+</sup> consumido en la oxidación de la glucosa se realiza utilizando el oxígeno del medio como aceptor de electrones, lo que permite desviar el acetyl-CoA hacia la síntesis de acético y generar una molécula extra de ATP (Abee et al., 1982).

### d. *Lactobacillus*

Los *lactobacillus* son bacterias que traen muchos beneficios. Ayudan a descomponer la materia orgánica en el suelo. Esto les permite a las plantas absorber los nutrimentos, como el calcio, el fósforo y el potasio, que se encuentran en esa materia. También ayudan

a eliminar los malos olores de materiales en descomposición. Además, se usan para prevenir enfermedades causadas por hongos, como por ejemplo *el Fusarium* en los semilleros de tomate, y la *Rhizoctonia* o Mal del Talluelo. Una buena práctica es agregarle *Lactobacillus* al compost para que este se descomponga de forma más rápida y sin olores desagradables. (Quirós P., Albertin B., & Blázquez S., 2004).

## **J. Datos económicos de la producción de tabaco en Guatemala.**

De acuerdo con los datos presentados por el MAGA en el año 2015 sobre los ingresos de las divisas provenientes de las exportaciones en el periodo del año 2007-2014 se observa que el cultivo de tabaco presenta una fluctuación irregular de aumento y descenso presentando el menor ingreso en el año 2014 con 14.44 millones de dólares mientras que el mayor ingreso lo registra en el año 2013 con 51 millones dólares cifras importantes para la economía de Guatemala debido al volumen de ingresos.

Así mismo para el año 2013 el BANGUAT reporta que el cultivo de tabaco genera 5,488,000 jornales por año equivalente a 19,600 empleos permanentes (Cuadro 2A) los cuales aportan al movimiento de la economía en el país (MAGA, 2015).

### **a. Situación actual de la producción de tabaco en Guatemala**

Según los datos proporcionados por el funcionario de una de las principales empresas de insumos agrícolas en el país la producción de tabaco se sitúa en los departamentos de San Marcos, Escuintla, Suchitepéquez, Zacapa y Retalhuleu registrando una producción promedio por hectárea de 50 a 60 quintales. Siendo la producción acaparada por dos empresas las cuales son Allience One y Casa export, contando cada una con 4 mil y 7 mil hectáreas aproximadamente de producción. (Sosa, 2017). Superando lo reportado por el Instituto Nacional de Estadística en el año 2004, que fue de 2,454 hectáreas (Pérez, 2016).

## **K. Proceso de producción del tabaco tipo burley en Guatemala.**

### **a. Semilleros**

La producción de plantas en almácigos flotantes se basa fundamentalmente en el uso de bandejas de poliestireno expandido, que por sus características físicas flotan en el agua desde la siembra hasta el trasplante. Según Gálvez (2005), la producción de plantas bajo sistema flotante, es un sistema que permite un adecuado control de fertilización y humedad en un medio artificial para el buen manejo y desarrollo de las plántulas.

La producción de plántulas (semilleros) de tabaco en sistema flotante se lleva a cabo en bandejas de poliestireno (duroport) que poseen 240 celdas. Las bandejas tienen una dimensión de 0.67 m de largo, 0.34 m de ancho y 0.05 m de altura. Estas bandejas se colocan en dos filas paralelas de cuarenta y cinco unidades cada una dentro de piletas construidas sobre la superficie del suelo delimitadas con block tabique (0.4 m, x 0.15 m x 0.01 m) con las siguientes dimensiones; 15.50 metros de largo, 1.4 metros de ancho y 0.1 m de altura, con orientación de Este a Oeste para aprovechar la radiación solar durante la mayor parte del día (Martínez, 2008).

En el espacio interno de la pileta se coloca un nylon de color negro de 6 milésimas de espesor, el cual permite mantener el agua dentro de la misma. La lámina de agua para el llenado de la pileta es de 0.07 m. Para la protección de la pileta se construye un techo de nylon plástico con tratamiento ultravioleta de color lechoso de 3.4 milésimas de espesor, el cual tiene como soporte una estructura de acero (varillas de  $\frac{1}{4}$  "de diámetro) en forma de arco dando apariencia de un micro túnel con suficiente espacio para brindarle aireación a las plántulas. Una pileta con las dimensiones mencionadas, proporciona suficiente cantidad de plántulas para sembrar 0.70 hectáreas en campo definitivo (Martínez, 2008).

Ventajas de la producción de plántulas de tabaco con bandejas flotantes:

- Se obtienen plantas de buena calidad.

- Tamaño uniforme y sistema radicular fuerte.
- Reduce el periodo de producción de almacigo.
- No requiere riego.
- Ahorro de fertilizantes y funguicidas y otros plaguicidas.
- Más del 98 % de supervivencia en el campo.
- Alto rendimiento de plantas por metro cuadrado.
- Disminuye el uso de mano de obra

#### **b. Técnica de producción de plantas en bandejas flotantes.**

La técnica de producción de plantas en bandejas flotantes es un método fácil, cómodo y seguro de obtener plantas uniformes, con cepellón, sanas y de calidad, en el momento adecuado para realizar el trasplante al terreno de asiento y en cantidad suficiente, con eliminación del estrés pos trasplante e inmediato arraigue; todo ello conlleva evidentes ventajas, tanto en el proceso de cultivo, como en la calidad del producto obtenido (Mapama, 2007).

Si la planta se produce en la parcela habrá que tener en cuenta (Mapama, 2007):

- Programar adecuadamente las fechas de siembra (50-55 días antes del trasplante) y el número de plantas necesarias de cada variedad elegida.
- Utilizar agua, sustrato, bandejas, fertilizantes y fitosanitarios de calidad, para evitar problemas posteriores.
- Limpiar y desinfectar correctamente todo el material utilizado en el semillero, manteniéndolo además libre de malas hierbas y restos de tabaco, para asegurar la eliminación de los focos de patógenos, cuidando también la higiene de los operarios.
- Mantener las condiciones idóneas de temperatura y humedad relativa en función de la fenología, ventilando si la temperatura es superior a 30°C o la humedad relativa es alta.



- Vigilar diariamente el semillero y realizar tratamientos preventivos contra hongos, alternando materias activas, respetando las dosis para evitar fitotoxicidad y evitando tratar con viento o en las horas de máximo calor.
- Fertilizar equilibradamente, sin abusar del nitrógeno.
- Empezar a podar cuando las plantas alcancen los 5 cm de altura, desinfectar podadora y eliminar los restos de poda para evitar contaminación.
- Eliminar los materiales desechables (plásticos, envases, bandejas, caldos con fertilizantes y fitosanitarios) mediante las vías autorizadas.

#### L. *Fusarium oxysporum* f.sp. *nicotianae*

Nombre Científico: *Fusarium* spp.

Reino: Fungi

División: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Nectriaceae

Género: *Fusarium*

Especie: *Fusarium oxysporum*

Forma especial: *nicotianae*

Fuente: Pinto, 2012.

Según Agrios (2005), *Fusarium* produce marchitamientos vasculares principalmente en flores y hortalizas anuales, plantas herbáceas perennes de ornato, plantas de cultivo, malezas y en la mimosa (árbol de seda). La mayoría de los hongos de este género que producen marchitamientos vasculares pertenecen a la especie *Fusarium oxysporum*. Diferentes plantas hospedantes son atacadas por formas especiales o razas del hongo. Así, el hongo que ataca al tomate se designa como *F. oxysporum* fs. *lycopersici*; el de las cucurbitáceas, *F. o. fs. Niveumi*; el de la col., *F. o. fs. conglutinans*; el del plátano *F. o. fs. Cúbense*; el del algodón, *F. o. fs. vasinfectum*; el del clavel, *F. o. fs. dianthii*; el del crisantemo, *F. o.fs. chrysanthemi*, etc.

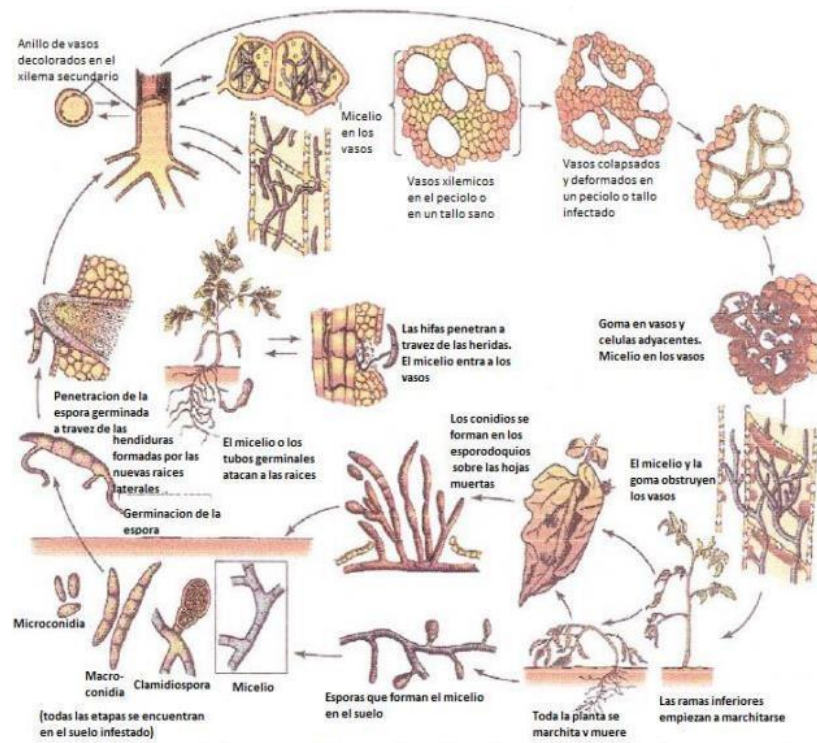
### **a. Marchitamientos**

Como se mencionó anteriormente, estas enfermedades afectan y ocasionan pérdidas considerables en la mayoría de las flores y hortalizas, muchas plantas del campo como el algodón y el tabaco, plantaciones tales como el plátano, llantén, café y caña de azúcar, así como en algunos árboles de sombra. Los marchitamientos causados por *Fusarium* se ven favorecidos ampliamente por las condiciones ambientales y del suelo de los invernaderos.

### **b. Descripción**

*Fusarium oxysporum*, el micelio es incoloro al principio, pero conforme madura adquiere un color crema o amarillo pálido y bajo ciertas condiciones adquiere una tonalidad rosa pálido o algo púrpura. Este patógeno produce tres tipos de esporas asexuales Microconidios, que tienen de una a dos células y son las esporas que el hongo produce con una mayor frecuencia y en mayor abundancia en todas las condiciones. Son las esporas que el hongo forma con más frecuencia en el interior de los vasos de las plantas hospedantes que ha infectado. Macroconidios, que son las esporas típicas de "*Fusarium*", están constituidos de 3 a 5 células, se adelgazan gradualmente y se encorvan hacia ambos extremos. Aparecen con gran frecuencia sobre la superficie de plantas que han sido destruidas por el patógeno y por lo común se forman en grupos similares a los esporodoquios.

El último tipo de espora son las clamidosporas, que están constituidas por una o dos células, son de pared gruesa y son esporas redondas que se forman terminal o intercaladamente en el micelio más viejo o en los macronidios del hongo. Estos tres tipos de esporas se forman en los cultivos del hongo y quizá también en el suelo, aunque cabe decir que sólo las clamidosporas sobreviven en este último sustrato durante más tiempo. (Agrios, 2005)



Fuente: Agrios, 2005

Figura 14. Ciclo patológico de *Fusarium oxysporum*

### c. Control

El benomyl es un fungicida sistémico que presenta un gran efecto inhibitor de las infecciones ocasionadas por *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis*, *Ceratocystis*, *Fusarium* y *Verticillium*. Sin embargo, no tiene ningún efecto sobre los oomicetes, algunos hongos imperfectos que producen esporas oscuras, como *Helminthosporium* y *Alternaria*, algunos basidiomicetes e incluso bacterias. El ethazol, es un fungicida de semillas, suelos y céspedes es eficaz para combatir el ahogamiento de plántulas y pudriciones de la raíz y del tallo ocasionados por los hongos *Pythium* y *Phytophthora*. Con frecuencia el fungicida con metil tiofanato para obtener un espectro de acción más amplio, sobre todo contra *Fusarium* y *Rhizoctonia* (Agrios, 2005).

## 1. Uso de benzimidazoles para el control

El control de los organismos fitopatógenos del suelo es de los más difíciles de lograr; para ello se han desarrollado prácticas culturales, control biológico y control químico, siendo este último el más utilizado por ser económico y eficaz, en comparación con otras medidas. Las enfermedades en el suelo son causadas por este tipo de hongos se hallan entre los factores más importantes que aumentan las pérdidas y afectan los rendimientos de los cultivos (Martínez, 2014).

En el tratamiento de enfermedades causadas por *Fusarium spp.* y otros hongos se utilizan fungicidas sistémicos como los benzimidazoles, en este grupo se incluyen el benomil, carbendazim, tiabendazol, y tiofanato. (Agrios, 2005). Sin embargo, es probable que estos fungicidas sean agentes mutagénicos de las plantas, así como que pudieran incrementar el grado de resistencia de los patógenos ante su efecto (Agrios, 2005).

Desde hace varios años se sabe que las cepas de *Erwinia amylovora*, la bacteria del tizón de fuego, son resistentes al antibiótico sistémico estreptomicina. Sin embargo, fue la introducción y el amplio uso de los fungicidas sistémicos, en particular el benomyl, lo que realmente propició la aparición de cepas de numerosos hongos resistentes a uno o más de esos fungicidas (Agrios, 2005).

En algunos casos aparecieron cepas resistentes al benomyl, las cuales se diseminaron sólo después de dos años de haber utilizado ese fungicida, por lo que tuvo que suprimirse su uso. Hasta la fecha, se sabe que varios de los hongos patógenos importantes, por ejemplo: *Colletotrichum*, *Botrytis*, *Cercospora*, *Fusarium*, *Verticillium*, *Sphaerotheca*, *Aspergillus*, *Penicillium* y *Ustilago*, han producido cepas resistentes a uno o varios de los fungicidas sistémico (Agrios, 2005).

#### **d. Síntomas**

La enfermedad generalmente aparece en rodales en el campo. Las plantas enfermas presentan una o varias hojas con zonas cloróticas que se desecan progresiva y unilateralmente. Las hojas jóvenes y el ápice de las plantas en ocasiones se deforman.

Los síntomas suelen ser más pronunciados en una parte de la planta. Las hojas pueden no marchitarse al principio pero esas partes afectadas de la planta son generalmente enanas. El nervio central de las hojas dañadas a menudo se curva hacia un lado con la mitad de la hoja amarilla y la otra mitad verde. Las hojas superiores tienen un aspecto de bronce. En corte longitudinal se observa oscurecimiento de vasos. (Santiago Merino & Colino Nevado, 2017)

#### **M. Defensa de las plantas contra hongos fitopatógenos**

Como parte de los mecanismos bioquímicos de defensa, las plantas responden al ataque de patógenos a través de una gran cantidad de mecanismos para resistir la colonización. Estos mecanismos físicos y bioquímicos se clasifican en defensas constitutivas o preformadas, e inducibles. (Durrant, 2004)

##### **a. Defensa constitutiva**

Incluye barreras físicas, procesos de lignificación, suberización y formación de calosas formadas antes de la presencia de algún patógeno. Las primeras pueden estar presentes en determinadas etapas o en todo el ciclo biológico de la planta, o bien formarse en respuesta al inicio del proceso infectivo (R., 2009). Una capa cerosa en la cutícula de las hojas de algunas especies de plantas, impide la formación de películas de agua en la superficie foliar después de las lluvias, lo que desfavorece la germinación de las esporas de hongos fitopatógenos (Agrios, 2005). Así también, las defensas químicas de las plantas son de diversa índole y poseen una elevada actividad biológica tóxica o inhibidora, algunas de ellas se presentan previas al reconocimiento del patógeno, como fenoles,

lignina, taninos, saponinas, antocianinas, flavonoides, glucocinatos, lectinas, glucanasas y quitinasas, entre otros. (Kliebenstein, 2004). Estos compuestos se pueden encontrar siempre en concentraciones suficientes para inhibir el desarrollo de los hongos como el ácido protocatéquico y catecol que se hallan en cebollas moradas resistentes a antracnosis, y que pueden estar en concentraciones bajas normalmente, pero también pueden incrementarse con la infección, como ocurre con la cumarina escopolina y el ácido clorogénico en papas infectadas con *Phytophthora infestans* (R., 2009).

### **b. Defensa inducida**

Por otro lado, la defensa inducida es activada únicamente como respuesta al ataque de patógenos durante el proceso infectivo. Las plantas emplean una gran cantidad de señales, originadas por los patógenos o por el medio circundante que les permiten reconocer al agresor y activar sus mecanismos de defensa (Durrant, 2004). Son los llamados elicitores las sustancias químicas o factores bióticos que desencadenan un cambio en el metabolismo de la planta. La primera manifestación es la hipersensibilidad (HR) y consiste en una muerte celular localizada en el sitio de infección (Laloi & Apel, 2004). ésta se desencadena gracias a la presencia del ácido salicílico (AS) y a la explosión oxidativa por las especies reactivas de oxígeno (ROS), como el peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) y al radical súper óxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>). Inicialmente se consideró que la HR era una respuesta característica de plantas resistentes y que se activaba únicamente en aquellas situaciones en las que existía una relación gen a gen. Por otro lado, se asumía que el producto del gen de avirulencia (avr), que actúa como elicitador específico de raza, interaccionaba con el producto del gen de resistencia (R) correspondiente; esto es, que únicamente se presentaba en interacciones de tipo incompatible.

### **N. Plantas con propiedades anti fúngicas en el control de *Fusarium* spp**

En la agricultura los primeros agroquímicos que se usaron fueron polvos o extractos de plantas, que se utilizaron antes del surgimiento de los compuestos orgánicos sintéticos en

la primera mitad del siglo XX; entre estas plantas estuvieron el tabaco, el crisantemo y la rotenona que fueron usadas contra distintos insectos plaga. (Montes, 2009). Por todas las implicaciones negativas acerca del uso inadecuado de plaguicidas y sus efectos secundarios indeseables, tanto en el costo de estos y de la resistencia de patógenos, como en el desgaste ambiental y peligro a la salud pública, se vuelve cada vez más necesario desarrollar nuevos sistemas de gestión para reducir la dependencia de los plaguicidas sintéticos

Los métodos alternativos para el control de enfermedades se han estudiado con énfasis en nuevos compuestos derivados de fuentes vegetales, como aceites esenciales y extractos vegetales, como en el principio de los tiempos, ya que son más seguros para los consumidores y el medioambiente, su uso eficaz es contra patógenos resistentes a los plaguicidas y enfermedades de poscosecha. Numerosos estudios alrededor del mundo han contado sobre la eficacia de las plantas en el control de enfermedades causadas por los hongos del género *Fusarium*, que son incidentes en diversos cultivos.

#### **a. Extractos vegetales y fungicidas sintéticos**

Las mezclas de compuestos con propiedad antifúngica encontrados en las plantas pueden afectar a patógenos diferencialmente, ya sea de manera individual o por las mezclas en determinadas concentraciones y proporciones. Así mismo, diversos métodos de extracción son estudiados para salvaguardar las propiedades extraídas de la mejor y más viable manera posible. En el 2006, Jasso y *et al.*, estudiaron las propiedades fungicidas de extractos etanólicos de tres especies de la llamada maravilla de campo (*Flourensia* spp.), contra *F. oxysporum*, donde el desarrollo micelial fue inhibido más del 90% con el uso de los tres extractos.

Así también, otros estudios han sido buenos para la comparación contra fungicidas sintéticos y otros más, como (Alkhail, 2005), que probó extractos acuosos, por arrastre de vapor y etanólicos de ajo (*Allium sativum*), semilla de neem (*Azardiachta indica*), hierba de limón (*Cymogopogon proxims*), comino (*Carum carvi*) y clavo (*Eugenia caryophyllus*), así

como el uso de benomilo, y cepas de *Trichoderma* spp., contra *Fusarium oxysporum*, donde los extractos acuosos de todas las especies vegetales se destacaron con una eficacia mayor del 60%, pero fue el extracto acuoso de ajo el mejor con casi 95% de actividad fungicida resultados iguales que los obtenidos con el benomilo y superó al control biológico. (Villa Martínez, 2014)

Reguladores del crecimiento Se ha demostrado que algunas fitohormonas disminuyen la infección que producen algunos patógenos sobre las plantas, como la infección que ocasiona *Fusarium* sobre el tomate y *Phytophthora* sobre la papa, al incrementar el grado de resistencia de esas plantas contra la enfermedad. En plantas del tabaco que han sido tratadas con *hidrazida maleica*, un retardante del crecimiento, el nematodo del nudo de las raíces, *Meloidogyne*, es incapaz de inducir la formación de células gigantes y, por lo tanto, de concluir su ciclo de vida y de ocasionar enfermedad.

#### 1. *Reynoutria sachalinensis*

El extracto de *Reynoutria sachalinensis* es el ingrediente activo de Regalia Maxx®, su modo de acción es estimular la producción de fitoalexinas dentro de la planta, las cuales controlan a los hongos naturalmente por ser antibióticos naturales, su forma de aplicación es vía foliar y según estudios realizados por su fabricante, controla *Botrytis*, *cenicillas*, manchas foliares y *Fusarium spp.* (Disagro, 2017)

#### 2. *Lactobacillus* y metabolitos de *Trichoderma harzianum*

Los *Lactobacillus* y los metabolitos de *Trichoderma harzianum* son los ingredientes de Bio Clean®, un fungicida que ataca a los Oomicetos y no Oomicetos, su modo de acción es estimular las defensas de la planta, y la acción fungicida directa sobre el hongo patógeno. La forma de aplicación puede ser en la base de las plantas cerca de las raíces o bien aplicado en aspersión al follaje. Tiene efecto directo sobre el control de *Botrytis*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*. (Disagro, 2017)



### 3. Thiophanate-methyl

El Thiophanate-methyl es el ingrediente activo de CYCOSIN® 50 SC el cual es un fungicida sistémico de elevada acción preventiva y curativa que se absorbe por hojas y raíces. Es distribuido por toda la planta vía floema. Inhibe la respiración celular e impide la culminación de la mitosis en las células del hongo, la forma de aplicación es por aspersión foliar. Esta recomendado para controlar Mal de hilachas . *Chasparria Chasparria negra sp. Mvcosphaerella musicola Mycosphaerella fijiensis Colletotrichum Colletotrichum Colletotrichum Cercospora Elsinoe fawcettii Cercospora Cercospora Fusarium sola Rhizoctonia solani Verticillium alboatrum Sphaerotheca panosa Phomopsis gardenia Botrytis Colletotrichum.* (BASF, 2017)

### 4. Metalaxil (Methyl N-(2,6-dimethylphenyl)-N-(methoxyacetyl)-DLAlaninate)

El Metalaxil es el ingrediente activo del FORAXIL® 24 EC y RIDOMIL® el cual es un fungicida acilalanina con acción sistémica, es absorbido por vía foliar y vía radicular. La forma de aplicación es por aspersión foliar, es recomendado para controlar Tizón tardío *Phytophthora spp. Mal del talluelo Pythium spp. Pudrición Phytophthora spp. Pythium spp, y Fusarium spp.* (Foragro, 2017)

### 5. Azoxystrobin

El Azoxystrobin es el ingrediente activo de AMISTAR 50 WG el cual es un fungicida que inhibe la respiración mitocondrial de los hongos, evitando el transporte de electrones entre el citocromo impidiendo también la formación de ATP, la forma de aplicación es por aspersión foliar. Esta recomendado para afectar hongos pertenecientes a los cuatro grupos patogénicos con acción preventiva, curativa erradicante y antiesporulante en forma sistémica. (Syngenta, 2017).

**b. Análisis de laboratorio para determinar la presencia de *Fusarium spp.*****1. Medio de cultivo de papa dextrosa agar (PDA)**

PDA es un medio rico en carbohidratos que contiene 20 g de dextrosa, 20 g de agar, y el caldo de 250 g de patatas blancas hechas hasta 1 L con agua del grifo. Las papas son sin pelar, se lavan, se cortan en cubos y se hierven hasta que estén blandas (el tiempo real varía con el tamaño de la papa). Se filtran las papas cocidas a través de una sola capa de gasa, lo que deja un sedimento en el caldo

La morfología de las colonias, la pigmentación y las tasas de crecimiento de los cultivos de la mayoría de especies de *Fusarium* en el PDA son razonablemente consistentes si el medio se prepara de una manera consistente, y si los cultivos se iniciaron a partir de inóculos estándar y se incubaron en condiciones normales. Estas características de las colonias a menudo son útiles para criterios de identificación.

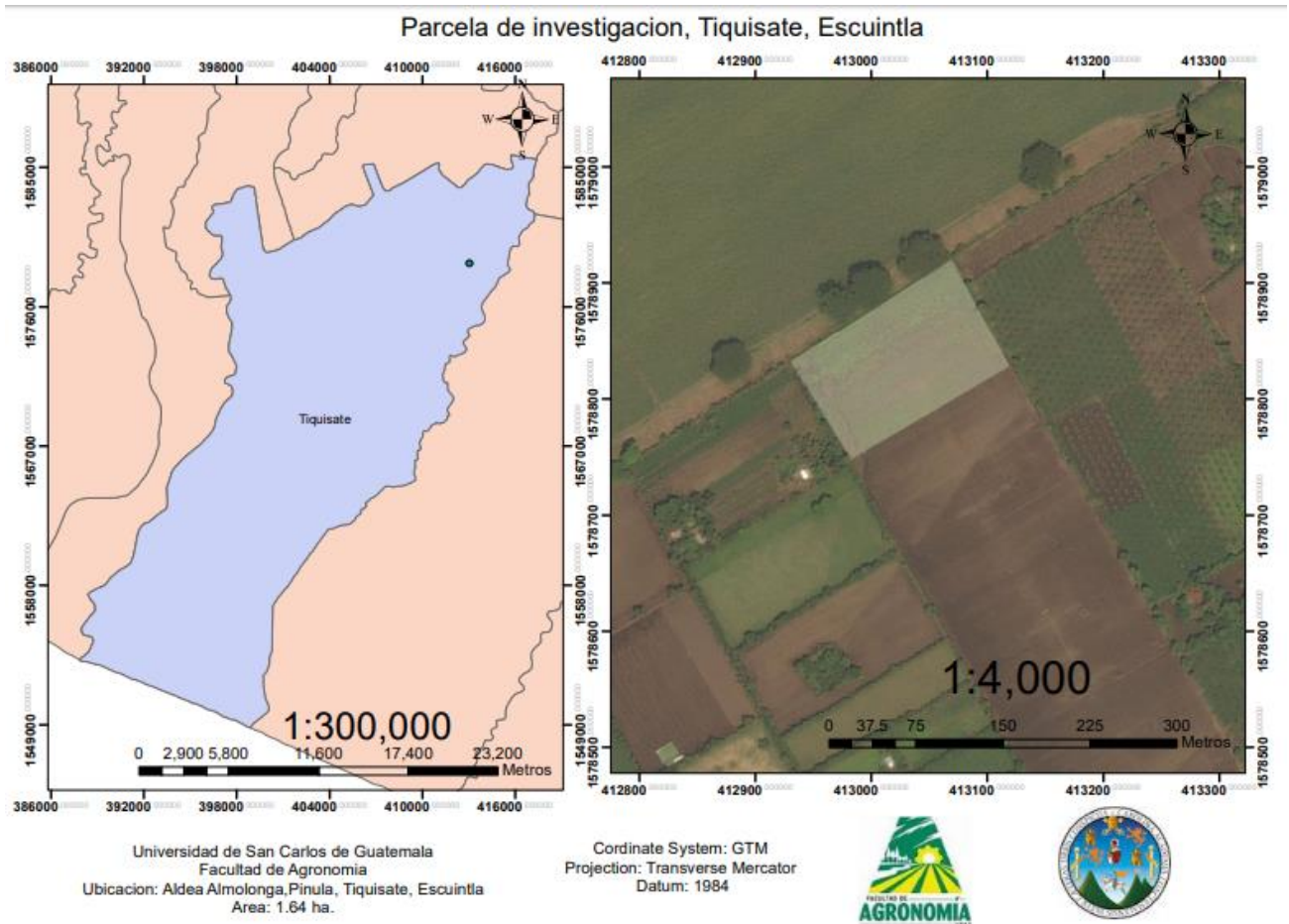
Para obtener aislamiento puro utilizando PDA se utiliza la siguiente metodología (Barillas, 2012):

- Obtener plantas infectadas con los patógenos.
- Se realizan diagnósticos en el laboratorio para estar seguros que es el hongo de interés.
- Se aísla en medio de cultivo PDA (Papa-Dextrosa-Agar)
- Para este aislamiento se cortan pedazos pequeños de la planta infectada, se colocan en Cloro al 10% por dos minutos, se transfieren a Agua (Autoclaveada) y luego se transfieren al medio de cultivo.
- En medio de cultivo se deja durante 3 días y se procede a re aislar a partir de las colonias que crecieron de los pedazos en el medio.
- Se continúa el reaislamiento hasta estar seguros que se habían obtenido cultivo puro de los patógenos

## 2.2.2 Marco referencial

### A. Ubicación geográfica de la aldea Almolonga

La investigación se implementó en la aldea Almolonga, del municipio de Tiquisate, departamento de Escuintla. Se encuentra a una distancia de 90 km de la cabecera departamental Escuintla. Colinda al norte con el municipio de Patulul (Suchitepequez), al este con los municipios de Santa Lucía Cotzumalguapa y la Gomera (Escuintla), al sur con el Océano pacifico, al oeste con Tiquisate (Escuintla), la parcela está ubicada en las coordenadas latitud 14.277664 y longitud - 91.305732 (figura 15 y 16).



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Figura 15. Ubicación geográfica de la investigación, Aldea Almolonga, Tiquisate, Escuintla.

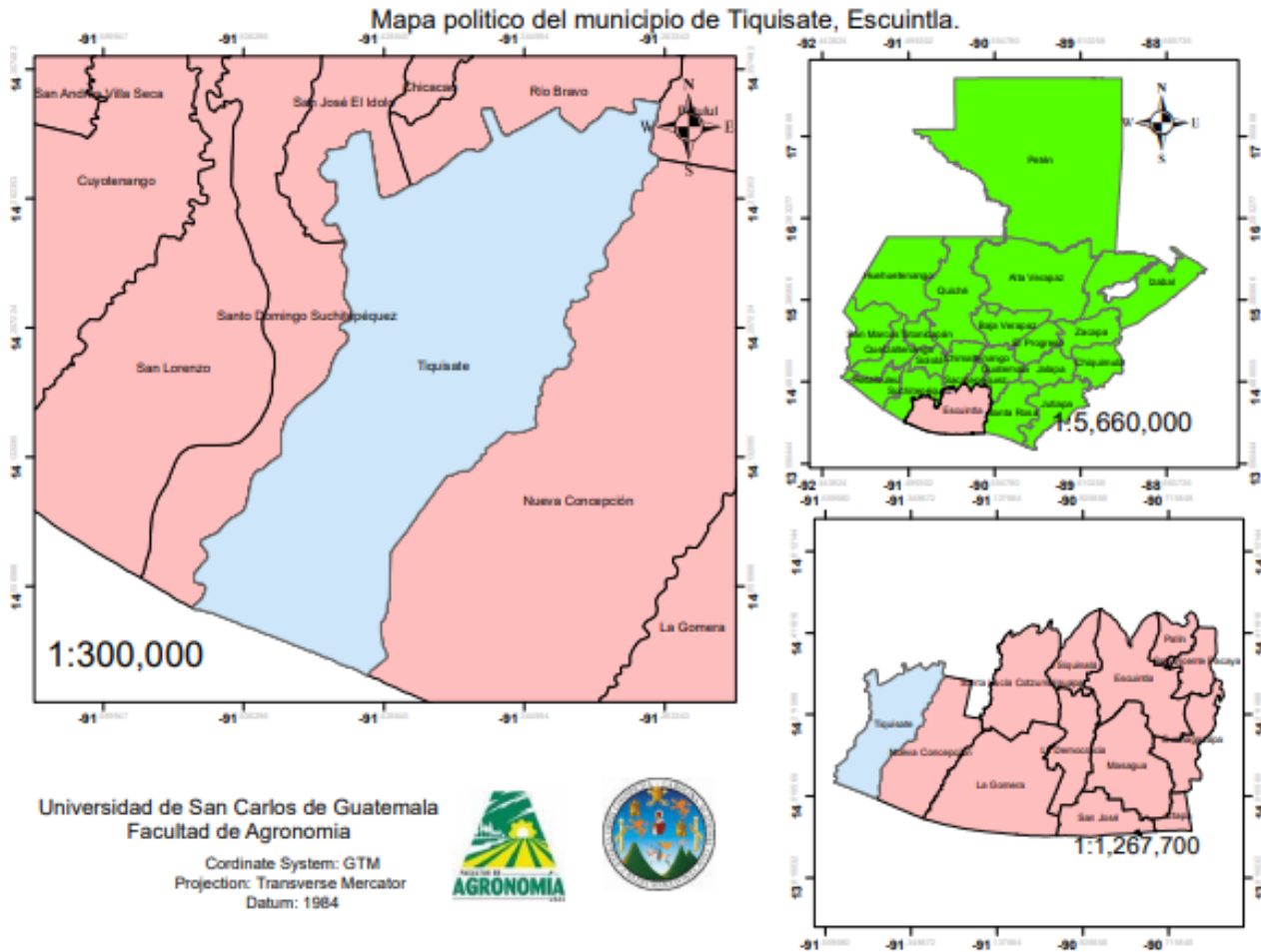


Figura 16. Mapa político del Municipio de Tiquisate

## B. Población

Las familias del municipio de Tiquisate dependen en un alto porcentaje de la actividad agrícola como principal medio de subsistencia, seguida del sector comercio y servicios, asimismo, pero en menor escala, de las actividades pecuarias y artesanales.

### **C. Clima**

Clima El municipio de Tiquisate posee un clima cálido, aunque por las noches las temperaturas tienden a descender, donde oscila entre los 17 y 31°C en la Cabecera Municipal y entre 23 y 35°C en regiones más cercanas al mar

La temporada cálida dura desde mediados de febrero hasta septiembre. El período más caluroso del año es desde marzo hasta la segunda semana de mayo. La temporada fresca dura desde mediados de noviembre hasta inicios de febrero. El período menos caluroso del año son los meses de diciembre y enero cuando la temperatura puede llegar a descender hasta los 12°C, debido a los frentes fríos que alcanzan la ciudad de Guatemala.

La temporada normal de lluvias abarca desde mayo hasta noviembre. Normalmente los meses más lluviosos son junio, agosto y septiembre, también se registran lluvias ocasionales por la tarde en los meses de verano, lo que permite un clima más fresco por la noche. “La humedad relativa es del 79%, la velocidad media del viento es de 2.1 km/h y con orientación hacia el sur”. (Santizo, 2013)

### **D. Orografía**

Se encuentra a una altura entre 0 y 984 m s. n. m., no cuenta con elevaciones importantes como montañas o cerros, debido a que se encuentra en una planicie que termina al borde del océano Pacífico. (Santizo, 2013).

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 General

Evaluar el efecto de *Reynoutria sachalinensis* y *Lactobacillus* + *Trichoderma* sobre la prevención y control de *Fusarium spp.* en la etapa de crecimiento vegetativo de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*).

### 2.3.2 Específicos

1. Establecer la mortalidad de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) después del trasplante ocasionada por la enfermedad de pudrición del tallo (*Fusarium oxysporum f.sp. nicotianae*).
2. Determinar el nivel de sobrevivencia de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) al momento de la capa (desflore).
3. Determinar la producción de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) en kg/ha según los tratamientos.

## 2.4 HIPÓTESIS

Ha: Los tratamientos evaluados tendrán un desempeño diferente en cuanto a la mortalidad, nivel de sobrevivencia y la producción de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*).

Ho: Los tratamientos evaluados tendrán un desempeño similar en cuanto a la mortalidad, nivel de sobrevivencia y la producción de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*).

## 2.5 METODOLOGÍA

### 2.5.1 Tratamientos

La investigación estará conformada por 4 tratamientos que incluye un testigo comercial (Tc) los cuales se detallan en el cuadro 3:

Cuadro 3. Tratamientos a evaluar

Trat.	Producto	Ingrediente activo	Dosis cm <sup>3</sup> /L	Aplicaciones	Forma de Aplicación
TC	AMYSTAR, FORAXIL 24 EC, CYCOSIN 50 SC	Azoxystrobin 50 WG, Metalaxil 50 SC + Thiophanate-methyl 50 SC	0.5, 5 + 5	8 y 24 DDT	Foliar
T1	Regalia Maxx	Reynoutria sachalinensis	5	8 y 24 DDT	Foliar
T2	Bio Clean	Lactobacilus y metabolitos de Trichoderma harzianum	5	8 y 24 DDT	En la base de las plantas
T3	Regalia Maxx + Bio Clean	Lactobacilus y metabolitos de Trichoderma harzianum	2.5 + 2.5	8 y 24 DDT	Foliar

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### 2.5.2 Material experimental

El material genético utilizado para la evaluación es la variedad de tabaco NC-7 del tipo Burley utilizada para cigarrillo y que es distribuida por la empresa tabacalera Alliance One

### **2.5.3 Unidad experimental**

Cada unidad experimental en campo definitivo estuvo compuesta por una parcela de 5 m \* 40 m, encontrándose en cada parcela un total de 571 plantas, debido a que el distanciamiento de siembra del tabaco en el área es de 1 m entre surco \* 0.35 m entre plantas.

### **2.5.4 Número de repeticiones**

Cada tratamiento evaluado en campo tuvo un total de 4 repeticiones haciendo un total de 16 unidades experimentales (4 tratamientos \* 4 repeticiones=16)

### **2.5.5 Variables o indicadores de respuesta**

#### **A. Presencia de *Fusarium spp***

Se enviaron muestras al laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Las muestras fueron las siguientes:

1. Muestra de suelo del campo donde se trasplantaron las plántulas.
2. Muestra de plantas infectadas en campo definitivo, las muestras fueron de planta completa y del suelo que se encontraba cerca de las raíces.

#### **B. Mortalidad después del trasplante.**

Se realizaron muestreos cada semana y se registró la mortalidad acumulada, para realizar este muestreo se tomaron 3 puntos de muestreo de 10 m lineales c/u por tratamiento donde se contó el número de plantas muertas por síntomas de enfermedades, después del conteo se procedió a marcar las posturas con cal agrícola para no volver a tomarlas en cuenta en el siguiente muestreo.



### C. Supervivencia al momento de la poda (deshije).

A los 50 días después de la siembra se realizó la poda o capa que consiste en eliminar los nuevos brotes e inflorescencias, en este momento termina la etapa crítica del tabaco por lo que se tomaron 3 puntos de muestreo de 10 m lineales c/u por tratamiento donde se contó el número de plantas muertas por síntomas de enfermedades.

### D. Rendimiento en kg/ha.

Para determinar el rendimiento se procedió a pesar cada uno de los tratamientos después del despique que es el momento en que bajan el tabaco de las galeras 30 días después de que se cortó y que lo dejan colgado en galeras recubiertas por nylon.

#### 2.5.6 Diseño experimental

El diseño utilizado fue Bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y con 4 repeticiones, para un total de 16 unidades experimentales.

El modelo matemático para dicho diseño experimental es el siguiente:

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

Dónde:

*Y<sub>ij</sub>* = variable respuesta de la *ij*-ésima unidad experimental

*μ* = Media general de la variable respuesta

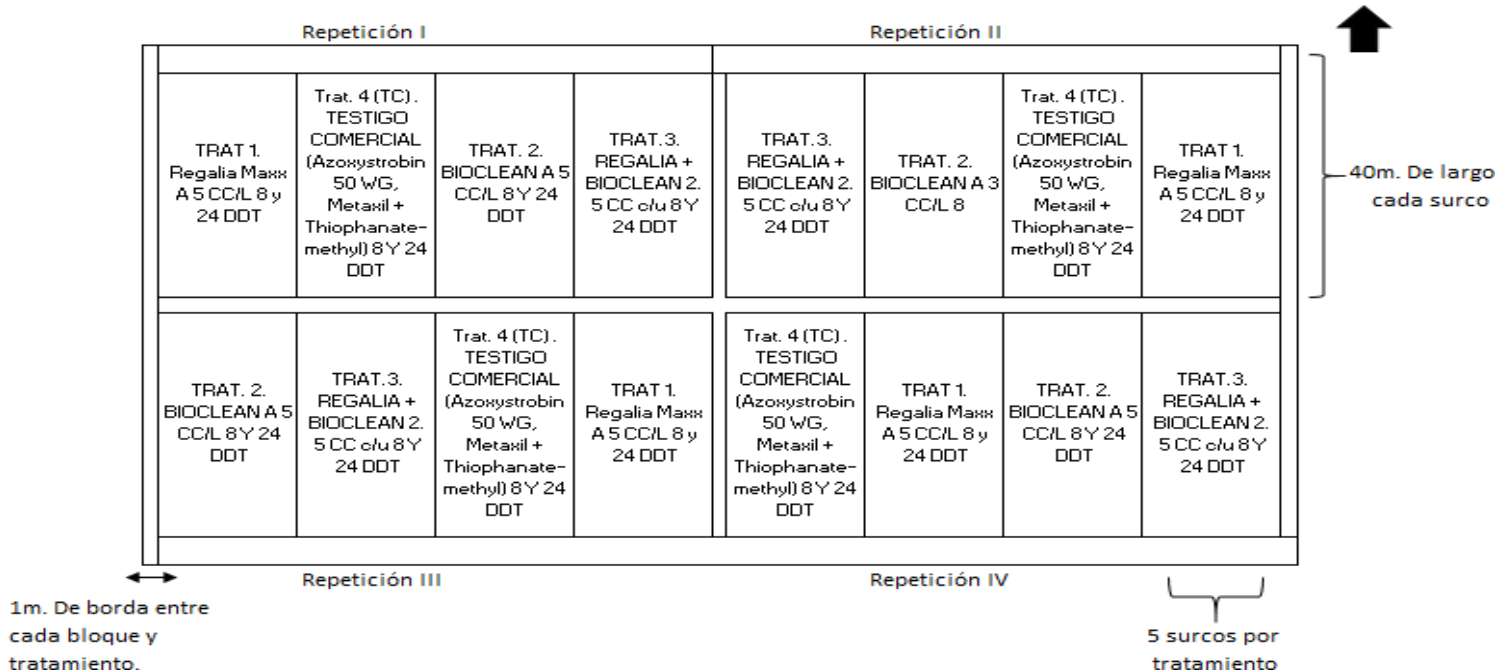
*T<sub>i</sub>* = efecto del *i*-ésimo tratamiento en la variable respuesta

*B<sub>j</sub>* = efecto del *j*-ésimo bloque en la variable respuesta

*E<sub>ij</sub>* = error experimental asociado a la *ij*-ésima unidad experimental

## A. Croquis de campo y aleatorización

El croquis de campo se especifica en la figura 17.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 17. Croquis y aleatorización de los tratamientos a evaluar

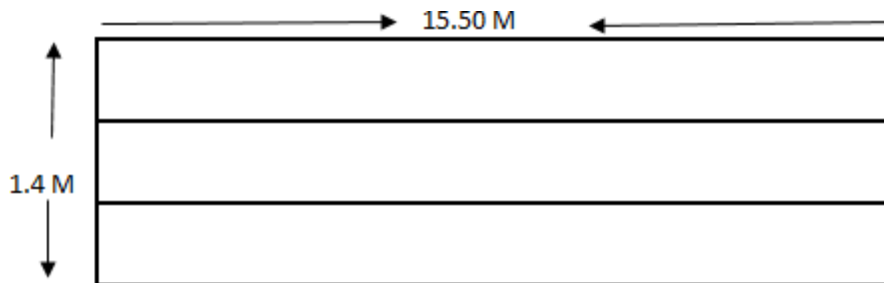
### 2.5.7 Análisis de la información

Los datos a obtenido de sobrevivencia se analizaron con el programa InfoStat realizando análisis de varianza (ANDEVA), al 95%, por muestreo y al detectar diferencias significativas entre tratamientos, se realizó un análisis múltiple de medias TUKEY (1%).

## 2.5.8 Manejo del experimento

### A. Preparación de semilleros (sistema flotante)

Se delimito la pileta con block tabique de dimensiones 0.4 m, x 0.15 m x 0.01 m, la separación será 15.50 m de longitud, 1.4 m de ancho y 0.1 m de altura dispuestas de Este a Oeste (figura 18).



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 18. Diseño de una pileta

En el espacio interno de la pileta se colocó un nylon de color negro de 6 mm de grosor, el cual permite mantener el agua dentro de la misma (figura 19). La lámina de agua para el llenado de la pileta es de 0.07 m. Para la protección de la pileta se construye un techo de nylon plástico con tratamiento ultravioleta de color lechoso, el cual tiene como soporte una estructura de acero (varillas de  $\frac{1}{4}$  in de diámetro) en forma de arco dando apariencia de un micro túnel con suficiente espacio para brindarle aireación a las plántulas. Una pileta con las dimensiones mencionadas, proporciona suficiente cantidad de plántulas para sembrar 0.70 ha en campo definitivo.



Fuente: Propia, 2017

Figura 19. Colocación de plástico en las piletas

## **B. Manejo en semillero**

Las semillas de tabaco fueron sembradas en las bandejas el 14 de Julio del 2017, germinaron 6 días después de la siembra y estuvieron en el sistema flotante por 45 días hasta ser trasplantadas el 31 de agosto del 2017.

## **C. Preparación del terreno**

Antes de sembrar se procedió a pasar arado y rastra con el fin de mullir el suelo y permitir que se mejore la estructura del suelo para que las plántulas puedan desarrollar más rápidamente la raíz que le permita anclarse y alimentarse del suelo. Así mismo se procedió a realizar surcos separados a 1 m de distancia entre sí para facilitar el riego, debido a que la plantación se maneja con riego por gravedad

#### D. Trasplante de plántulas

El 31 de agosto del año 2017 se realizó el trasplante de las plántulas producidas en el sistema flotante. El manejo de fertilización, riego, manejo de malezas y aireación fue el mismo para todos los tratamientos.

Las plantas estaban dispuestas a cada 0.35 m entre si y a cada 1 m entre surco. Los pilones se introducían aproximadamente a 2 in de profundidad en un agujero realizado con estacas (figura 20).



Fuente: Propia, 2017

Figura 20. Siembra de pilones

#### E. Delimitación y rotulación de las parcelas

Cada parcela estuvo limitada por una calle de 1 m para evitar sesgos en la información, para ello se colocaron estacas identificadas y en cada parcela se colocó un rotulo con la fecha de siembra, producto, dosis y número de tratamiento (figura 21).





Fuente: Propia, 2017

Figura 21. Rotulación de parcelas

#### **F. Poda o capa (deshije y eliminación de inflorescencias)**

A los 50 días des pues del trasplante se procedió a eliminar los primordios flores y vegetativos que estaban apareciendo con el fin de aprovechar los nutrientes de la planta para aumentar el tamaño y hojas presentes que en promedio son de 18 a 20 hojas.

#### **G. Cosecha de plántulas**

A los 30 días después de la poda (80-85 DDS) se procedió a cortar los tratamientos. El corte se realizó en las horas más calurosas (de 11:00 am a 2 pm) para que el tabaco perdiera rigidez y no se rompiera durante el transporte a las galeras de secado.

#### **H. Secado**

Después de que fueron cortados los tratamientos se procedió a trasladarlos a las galeras de secado (figura 22) las cuales consisten en redes de alambres dispuestos a cada 0.2 m

entre si y donde se colocan las plantas cortadas a cada 0.05 m a 0.1 m para evitar que se peguen entre ellas. Cuando la galera ya esté llena se procederá a taparla con nylon de 3 mm de espesor.



Fue  
nte: Propia, 2017

Figura 22. Galeras de secado

### I. Despique y toma de pesos

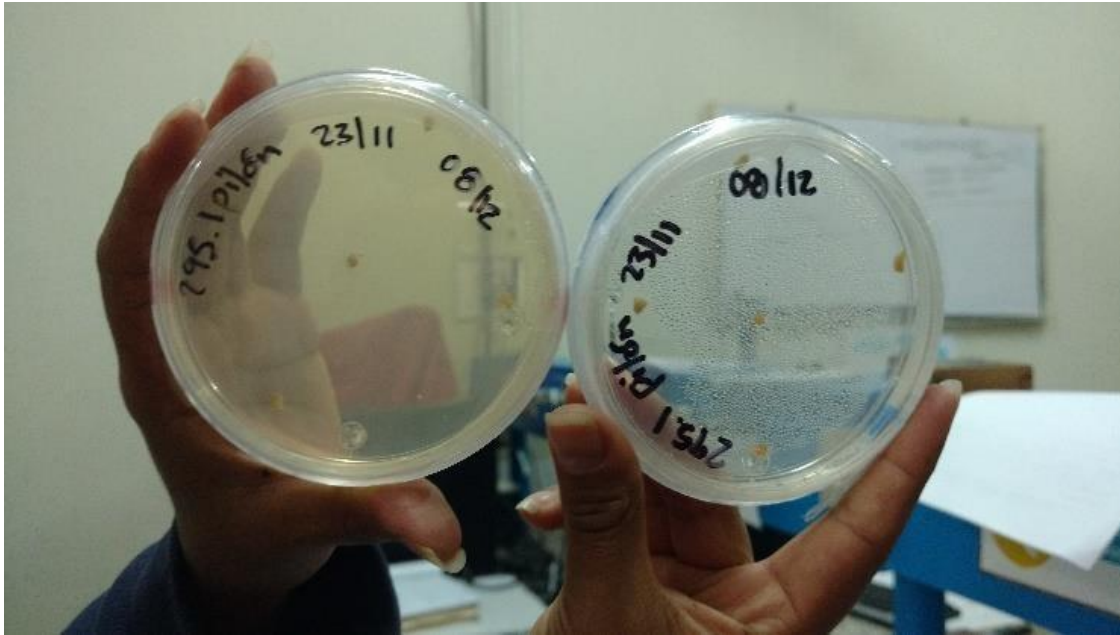
A los 30 días después del corte se destaparon las galeras y se comenzaron a bajar los tratamientos para eliminar el tallo y desprender las hojas que es la parte aprovechable (despique), luego se formaron pacas y se tomó el peso de cada uno de los tratamientos.

## 2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.6.1 Identificación del agente causal

#### A. Detección en laboratorio

Se tomó como muestra una planta completa (follaje, Raíz y suelo) con síntomas de enfermedad y se envió al laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala para ser analizados donde se determinó que el agente causal era *Fusarium oxysporum* (figura 23).



Fuente: FAUSAC, 2017

Figura 23. Medio de cultivo con *Fusarium oxysporum*

#### B. Detección de síntomas en campo

La enfermedad generalmente aparece en focos en el campo. Las plantas enfermas presentan una o varias hojas con amarillos que se desecan progresiva y unilateralmente. Las hojas jóvenes y el ápice de las plantas en ocasiones se deforman.



Los síntomas suelen ser más pronunciados en la parte de la raíz. Las hojas pueden no marchitarse al principio pero esas partes afectadas de la planta son generalmente enanas.

El nervio central de las hojas dañadas se curva hacia un lado con la mitad de la hoja amarilla y la otra mitad verde. Las hojas superiores tienen un aspecto de bronce. En corte longitudinal se observa oscurecimiento de conductos. (Santiago Merino & Colino Nevado, 2017). Estos síntomas se identificaron en campo como se observa en la figura 24.



Figura 24. Síntomas de *Fusarium sp.* en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) en campo.

Principalmente se observó pudrición de raíces y necrosis de hojas como se observa en la planta de la fotografía. Esta sintomatología apareció de forma focalizada en el campo como se señala en la parte superior de la fotografía.

## 2.6.2 Mortalidad y sobrevivencia (días después del trasplante –DDT–)

### A. Muestreo a los 15 DDT

A los 15 días después del trasplante se determinó el número de plantas de tabaco se murieron para calcular el porcentaje de mortalidad (cuadro 4) además en base a este dato se determinó el porcentaje de sobrevivencia (cuadro 5) de cada uno de los tratamientos por bloque. Además, se realizó un ANDEVA a los datos obtenidos (cuadro 6).

Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 15 DDT

	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL
TC	0.11	0.15	0.1	0.11	0.47 %
T1	0.24	0.28	0.26	0.29	1.07 %
T2	0.01	0.03	0.02	0.01	0.07 %
T3	0	0	0	0	0.00 %

Cuadro 5. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 15 DDT

	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4
TC	99.89	99.85	99.9	99.89
T1	99.76	99.72	99.74	99.71
T2	99.99	99.97	99.98	99.99
T3	100	100	100	100

Cuadro 6. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 15 DDT

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
% DE SOBREVIVENCIA	16	0.98	0.98	0.02	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	0.18	3	0.06	224.09	<0.0001**
TRATAMIENTO	0.18	3	0.06	224.09	<0.0001**
Error	3.20E-03	12	2.70E-04		
Total	357.33	15			

De acuerdo a los resultados obtenidos y al ANDEVA (cuadro 6) realizado podemos decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados durante el primer muestreo realizado a los 15 días después de siembra y 8 días después de la primera aplicación de los tratamientos.

Al encontrar diferencias significativas se realizó una prueba de Tukey con una significancia del 1 % para ponderar los mejores tratamientos (cuadro 7).

Cuadro 7. Resultado de la prueba múltiple de medias al 1 % TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 15 DDT.

Test: Tukey Alfa=0.01 DMS=0.04510					
Error: 0.0003 GL: 12					
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T3	100	4	0.01	A	
T2	99.98	4	0.01	A	
TC	99.88	4	0.01	A	B
T1	99.73	4	0.01	A	B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.01)					

Los mejores tratamientos fueron el T3 (Regalia + Bioclean Foliar (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) y el T2 (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) al estar en los primeros lugares (**A y A**) mostrando mejores resultados en la sobrevivencia que los de más tratamientos y en segundo lugar se encontró el TC (**B**) ((Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl).

## B. Muestreo a los 23 DDT

A los 23 días después del trasplante se determinó el número de plantas de tabaco se murieron para calcular el porcentaje de mortalidad (cuadro 8) además en base a este dato se determinó el porcentaje de sobrevivencia (cuadro 9) de cada uno de los tratamientos por bloque. Además, se realizó un ANDEVA a los datos obtenidos (cuadro 10).

Cuadro 8. Porcentaje de mortalidad de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 23 DDT

	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL
TC	0.42	0.46	0.44	0.41	1.73%
T1	0.38	0.35	0.3	0.36	1.39%
T2	0.05	0.051	0.049	0.05	0.20%
T3	0	0	0	0	0.00%

Cuadro 9. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 23 DDT

	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4
TC	99.58	99.54	99.56	99.59
T1	99.62	99.65	99.7	99.64
T2	99.95	99.949	99.951	99.95
T3	100	100	100	100

Cuadro 10. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 15 DDT a los 23 DDT

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
% DE SOBREVIVENCIA	16	0.99	0.99	0.02	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.55	3	0.18	446.16	<0.0001**
TRATAMIENTO	0.55	3	0.18	446.16	<0.0001**
Error	5.00E-03	12	4.10E-04		
Total	0.56	15			

De acuerdo a los resultados obtenidos y al ANDEVA (cuadro 10) realizado podemos decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados durante el segundo muestreo realizado a los 23 días después de siembra y 15 días después de la primera aplicación de los tratamientos.

Al encontrar diferencias significativas se realizó una prueba de Tukey con una significancia del 1% para ponderar los mejores tratamientos (cuadro 11).

Cuadro 11. Resultado de la prueba múltiple de medias al 1 % TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 23 DDT

Test:Tukey Alfa=0.01 DMS=0.04510						
Error: 0.0003 GL: 12						
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
T3	100	4	0.01	A		
T2	99.95	4	0.01	A		
T1	99.65	4	0.01		B	
TC	99.57	4	0.01			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.01$ )						

Los mejores tratamientos evaluados a los 23 DDT fueron el T3 (Regalia + Bioclean Foliar (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) (**A y A**) y el T2 (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) estando en los primeros lugares y mostrando mejores resultados en la sobrevivencia que los de más tratamientos y en segundo lugar se encontró el T1 (Regalia Maxx 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) (**B**)

### C. Muestreo a los 30 DDT

A los 30 días después del trasplante se determinó el número de plantas de tabaco se murieron para calcular el porcentaje de mortalidad (cuadro 12) además en base a este dato se determinó el porcentaje de sobrevivencia (cuadro 13) de cada uno de los tratamientos por bloque. Además, se realizó un ANDEVA a los datos obtenidos (cuadro 14).

Cuadro 12. Porcentaje de mortalidad de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 30 DDT

	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL
TC	0.56	0.55	0.49	0.53	2.13 %
T1	2.2	2.05	2.1	2	8.35 %
T2	0.19	0.22	0.18	0.14	0.73 %
T3	0	0	0	0	0.00 %

Cuadro 13. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 30 DDT

	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4
TC	99.44	99.45	99.51	99.47
T1	97.8	97.95	97.9	98
T2	99.81	99.78	99.82	99.86
T3	100	100	100	100

Cuadro 14. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 30 DDT

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
% DE SOBREVIVENCIA	16	1	1	0.05	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	10.84	3	3.61	1547.77	<0.0001**
TRATAMIENTO	10.84	3	3.61	1547.77	<0.0001**
Error	0.03	12	2.30E-03		
Total	10.87	15			

De acuerdo a los resultados obtenidos y al ANDEVA (cuadro 14) realizado podemos decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados durante el tercer muestreo realizado a los 30 días después de siembra y 22 días después de la primera aplicación de los tratamientos.

Al encontrar diferencias significativas se realizó una prueba de Tukey con una significancia del 1 % para ponderar los mejores tratamientos (cuadro 15).

Cuadro 15. Resultado de la prueba múltiple de medias al 1 % TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 30 DDT

Test:Tukey Alfa=0.01 DMS=0.13294							
Error: 0.0023 GL: 12							
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.				
T3	100	4	0.02	A			
T2	99.82	4	0.02		B		
TC	99.47	4	0.02			C	
T1	97.91	4	0.02				D
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.01$ )							

La prueba de TUKEY al 1 % de significancia demostró que los mejores tratamientos a los 30 DDT fueron en primer lugar el T3 (Regalia + Bioclean Foliar (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) (A), en el segundo lugar al T2 (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) (B) y en el tercer lugar el TC ((Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl) (C).

#### D. Muestreo a los 38 DDT

A los 38 días después del trasplante se determinó el número de plantas de tabaco se murieron para calcular el porcentaje de mortalidad (cuadro 16) además en base a este dato se determinó el porcentaje de sobrevivencia (cuadro 17) de cada uno de los tratamientos por bloque. Además, se realizó un ANDEVA a los datos obtenidos (cuadro 18).

Cuadro 16. Porcentaje de mortalidad de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 38 DDT

	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL
TC	0.96	0.92	0.85	0.84	3.57 %
T1	6.4	6.7	6	5.9	25.00 %
T2	0.6	0.64	0.7	0.63	2.57 %
T3	0	0	0	0	0.00 %

Cuadro 17. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 38 DDT

	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4
TC	99.04	99.08	99.15	99.16
T1	93.6	93.3	94	94.1
T2	99.4	99.36	99.3	99.37
T3	100	100	100	100



Cuadro 18. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 38 DDT

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
% DE SOBREVIVENCIA	16	1	0.99	0.19	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	100.48	3	33.49	945.37	<0.0001**
TRATAMIENTO	100.48	3	33.49	945.37	<0.0001**
Error	0.43	12	0.04		
Total	100.91	15			

De acuerdo a los resultados obtenidos y al ANDEVA (cuadro 18) realizado podemos decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados durante el cuarto muestreo realizado a los 38 días después de siembra y 5 días después de la segunda aplicación de los tratamientos.

Al encontrar diferencias significativas se realizó una prueba de Tukey con una significancia del 1 % para ponderar los mejores tratamientos (cuadro 19).

Cuadro 19. Resultado de la prueba múltiple de medias al 1 % TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 38 DDT

Test:Tukey Alfa=0.01 DMS=0.51778						
Error: 0.0354 GL: 12						
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
T3	100	4	0.09	A		
T2	99.36	4	0.09		B	
TC	99.11	4	0.09		B	
T1	93.75	4	0.09			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.01)						

De acuerdo a la prueba de TUKEY se demostró que los mejores tratamientos evaluados a los 38 DDT fue en primer lugar el T3 (Regalía + Bioclean Foliar (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) (**A**), mientras que el T2 (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)), y el TC ((Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate- methyl) (**B y B**) presentan resultados estadísticamente similares por debajo del T3 que presento mejores resultados de sobrevivencia.

### E. Muestreo a los 45 DDT

A los 45 días después del trasplante se determinó el número de plantas de tabaco se murieron para calcular el porcentaje de mortalidad (cuadro 20) además en base a este dato se determinó el porcentaje de sobrevivencia (cuadro 21) de cada uno de los tratamientos por bloque. Además, se realizó un ANDEVA a los datos obtenidos (cuadro 22).

Cuadro 20. Porcentaje de mortalidad de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 45 DDT

	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL
TC	2.96	2.74	2.8	2.5	11.00 %
T1	14	13.4	14.5	13.9	55.80 %
T2	0.8	0.85	0.95	0.8	3.40 %
T3	0	0	0	0	2.50 %

Cuadro 21. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 45 DDT

	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4
TC	97.04	97.26	97.2	97.5
T1	86	86.6	85.5	86.1
T2	99.2	99.15	99.05	99.2
T3	100	100	100	100

Cuadro 22. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 45 DDT

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
% DE SOBREVIVENCIA	16	1	1	0.26	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	503.55	3	167.85	2743.38	<0.0001**
TRATAMIENTO	503.55	3	167.85	2743.38	<0.0001**
Error	0.73	12	0.06		
Total	504.28	15			

De acuerdo a los resultados obtenidos y al ANDEVA (cuadro 22) realizado podemos decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados durante el quinto muestreo realizado a los 45 días después de siembra y 12 días después de la segunda aplicación de los tratamientos.

Al encontrar diferencias significativas se realizó una prueba de Tukey con una significancia del 1% para ponderar los mejores tratamientos (cuadro 23).

Cuadro 23. Resultado de la prueba múltiple de medias al 1 % TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 45 DDT

Test:Tukey Alfa=0.01 DMS=0.51778							
Error: 0.0354 GL: 12							
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.				
T3	100	4	0.12	A			
T2	99.15	4	0.12		B		
TC	97.25	4	0.12			C	
T1	86.05	4	0.12				D
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.01$ )							

Se determinó que a los 45 DDT los mejores tratamientos evaluados fueron en primer lugar el T3 (Regalia + Bioclean Foliar (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) (**A**) con mejores resultados de sobrevivencia, en el segundo lugar el T2 (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) (**B**), y en tercer lugar al TC ((Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl). (**C**))

## F. Muestreo a los 50 DDT

A los 50 días después del trasplante se determinó el número de plantas de tabaco se murieron para calcular el porcentaje de mortalidad (cuadro 24) además en base a este dato se determinó el porcentaje de sobrevivencia (cuadro 25) de cada uno de los tratamientos por bloque. Además, se realizó un ANDEVA a los datos obtenidos (cuadro 26).

Cuadro 24. Porcentaje de mortalidad de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 50 DDT

	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL
TC	4	3.9	3.8	3.3	15.00 %
T1	14.7	14	13.4	14.4	56.50 %
T2	1.13	0.7	0.67	0.9	3.40 %
T3	0.55	0.6	0.58	0.77	2.50 %

Cuadro 25. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 50 DDT

	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4
TC	96	96.1	96.2	96.7
T1	85.3	86	86.6	85.6
T2	98.87	99.3	99.33	99.1
T3	99.45	99.4	99.42	99.23

Cuadro 26. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 50 DDT

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
% DE SOBREVIVENCIA	16	1	1	0.36	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	484.34	3	161.45	1381.27	<0.0001**
TRATAMIENTO	484.34	3	161.45	1381.27	<0.0001**
Error	1.4	12	0.12		
Total	485.75	15			

De acuerdo a los resultados obtenidos y al ANDEVA (cuadro 26) realizado podemos decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados durante el sexto muestreo realizado a los 50 días después del trasplante 16 días después de la segunda aplicación de los tratamientos.

Al encontrar diferencias significativas se realizó una prueba de Tukey con una significancia del 1 % para ponderar los mejores tratamientos (cuadro 27).

Cuadro 27. Resultado de la prueba múltiple de medias al 1 % TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 50 DDT

Test: Tukey Alfa=0.01 DMS=0.94045					
Error: 0.1169 GL: 12					
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T3	99.38	4	0.17	A	
T2	99.15	4	0.17	A	
TC	96.25	4	0.17		B
T1	85.88	4	0.17		C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.01)					

Al encontrar diferencias altamente significativas se realizó un prueba de Tukey con una significancia del 1 % para ponderar los mejores tratamientos encontrándose que el T3 (Regalia + Bioclean Foliar (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) y el T2 (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) (A y A) presentan estadísticamente los mejores resultados de sobrevivencia entre los tratamientos evaluados seguidos por el TC (Azoxystrobin, Metalaxil+ Thiophanate-methyl) (B).

Como podemos observar en los resultados obtenidos de los muestreos realizados a lo largo de la evaluación en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) para controlar y prevenir la mortalidad de plantas en campo definitivo ocasionado por el agente causal *Fusarium spp.* que a su vez propicia la entrada de la bacteria *Ralstonia solanacearum* causando una senescencia descendente al obstruir el sistema vascular de las plantas causando mortalidad, podemos decir que el tratamiento que presento mejores resultados con una alta significancia estadística en todos los muestreos fue el tratamiento 3 (Regalia + Bioclean Foliar (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) esto se denota en la figura 25.

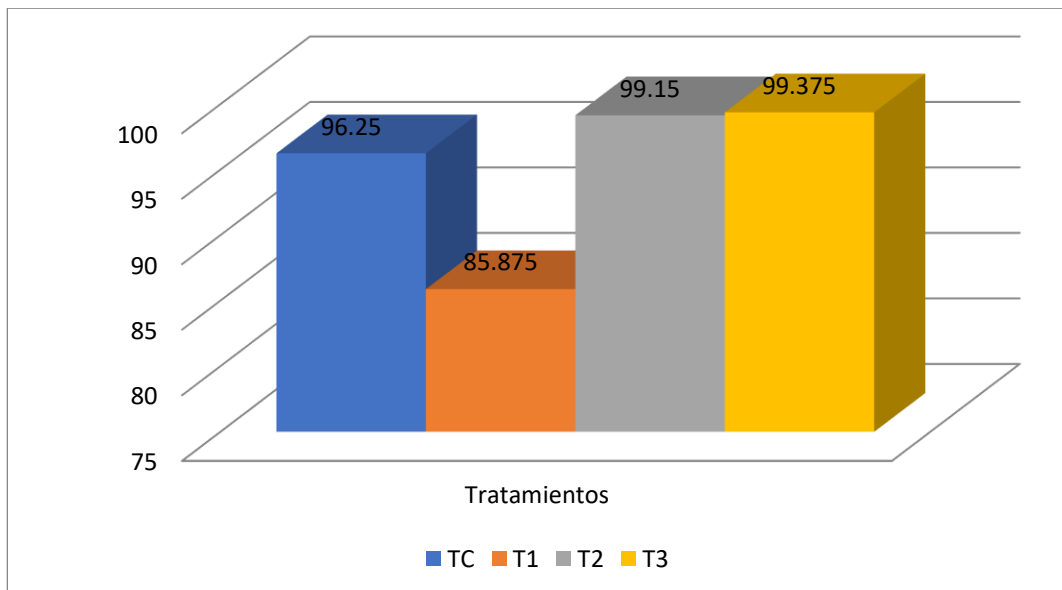


Figura 25. Gráfica del porcentaje de sobrevivencia promedio a los 50 DDT

**G. Resumen de los seis (6) muestreos realizados en la sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L).**

Se realizó un resumen del comportamiento de la ponderación de Tukey en el cuadro 28 de los 6 muestreos realizados a los 15, 23, 30,38, 45 y 50 días después del trasplante en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L).

Cuadro 28. Resumen de los resultados de la prueba múltiple de medias TUKEY del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L).

TRATAMIENTOS	COMPORTAMIENTO DE LA PONDERACIÓN DE TUKEY					
	15 DDT	23 DDT	30 DDT	38 DDT	45 DDT	50 DDT
TC (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl)	B	C	C	B	C	B
T1 Regalia Maxx 5 cm <sup>3</sup> /L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)	C	B	D	C	D	C
T2 Bioclean 5 cm <sup>3</sup> /L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)	A	A	B	B	B	A
T3 Regalia + Bioclean Foliar (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)	A	A	A	A	A	A

En cada muestreo (15, 23, 30, 38, 45 y 50 DDS) el T3 (Regalia + Bioclean Foliar (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) presento los mejores resultados seguido muy descerca por el T2 (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)), finalizando el T3 y el T2 a los 50 DDT la cual es la etapa crítica y en donde se realiza la poda para posteriormente cosechar las plantas ambos en el primer lugar estadísticamente. Estando por encima del TC (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl) que son productos elaborados a partir de síntesis químicas los cuales fueron ineficientes debido a que las moléculas de origen químico tienden a estimular a los organismos Fito patógenos para generar resistencia.

En el tratamiento de enfermedades causadas por *Fusarium spp.* y otros hongos se utilizan fungicidas sistémicos como los benzimidazoles, en este grupo se incluyen el benomil, carbendazim, tiabendazol, y tiofanato. (Agrios, 2005). Sin embargo, es probable que estos fungicidas sean agentes muta génicos de las plantas, así como que pudieran incrementar el grado de resistencia de los patógenos ante su efecto (Agrios, 2005). Los productos utilizados en el testigo comercial TC, se han utilizado consecutivamente en los campos de producción de tabaco para controlar enfermedades del suelo por lo cual los agentes causales tiende a aumentar su resistencia limitando su desempeño como fue en el caso de la evaluación realizada donde el tratamiento químico presento resultados inferiores a los productos de origen biológico como es el caso del Bioclean y la combinación de Regalia Maxx + Bioclean.

El tratamiento que presento el resultado más ineficiente fue el T1 (Regalia Maxx 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT), debido a que presento el mayor porcentaje de mortalidad el cual se redujo significativamente a partir de la segunda aplicación (23 DDT). Los resultados de este producto se debieron principalmente a su modo de acción que es el de estimular la producción de fitoalexinas dentro de la planta, las cuales controlan a los hongos naturalmente por ser antibióticos naturales, su forma de aplicación es vía foliar y según estudios realizados por su fabricante, controla Botrytis, cenicillas, manchas foliares y *fusarium spp.* (Disagro, 2017).

Debido a que fusarium es un patógeno demasiado agresivo y que requiere una acción directa sobre el hongo. Este patógeno produce tres tipos de esporas asexuales microconidios,acroconidios, y clamidosporas. Estos tres tipos de esporas se forman en los cultivos del hongo y quizá también en el suelo, aunque cabe decir que sólo las clamidosporas sobreviven en este último sustrato durante más tiempo (Agrios, 2005). De lo anterior podemos decir que el inoculo es el mismo suelo por lo cual para controlar la proliferación del fusarium se necesita una acción directa sobre el agente causal y que la planta se fortalezca generando defensas para poder hacer un control integrado del patógeno, este supuesto se sustenta con los resultados obtenidos por el T3 y el T2.



El T3 (Regalia + Bioclean Foliar (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) al estar conformado por dos productos con distintos modos de acción,( Regalia Maxx®, su modo de acción es estimular la producción de fitoalexinas dentro de la planta, las cuales controlan a los hongos naturalmente por ser antibióticos naturales, mientras que el BioClean es estimular las defensas de la planta, y la acción fungicida directa sobre el hongo patógeno), actúa ampliamente sobre el agente causal que se encuentra en el medio y fortalece a la planta generando antibióticos naturales para proteger la pared celular y evitar que las esporas del hongo entren en su interior y comience el ciclo de infestación.

El T2 (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT) , al final de la evaluación presento resultados similares al T3, lo cual se debió principalmente al modo de acción de los componentes del producto y a la dosis (5 cm<sup>3</sup>/L) que fue el doble usado en la combinación (2.5 cm<sup>3</sup>/L), por lo cual podemos deducir que los resultados obtenidos en el T3 se debieron principalmente al Bioclean debido a sus ingredientes(lactobacillus y los metabolitos de *Trichoderma harzianum*).

El Bioclean al estar compuesto por lactobacillus que son usados para prevenir enfermedades causadas por hongos, como por ejemplo el Fusarium en los semilleros de tomate, y la *Rhizoctonia* o Mal del Talluelo. Una buena práctica es agregarle Lactobacillus al compost para que este se descomponga de forma más rápida y sin olores desagradables. (Quirós P., Albertin B., & Blázquez S., 2004). Los lactobacillus producen ácido láctico a partir de azúcares que degradan la pared celular principalmente la de las clamidiosporas que tienen paredes gruesas y que se encuentran en el suelo lista para continuar el ciclo infeccioso en el tabaco.

Así mismo el Bioclean tiene como ingrediente principal metabolitos de *Trichoderma harzianum*, lo cual facilita su manejo debido a que la *Trichoderma* no tiene que colonizar en el medio y su mecanismo involucrado en la biorregulación de organismos patógenos es la antibiosis. Debido a que *Trichoderma* tiene la capacidad de producir compuestos orgánicos no volátiles como harzianolida, alameticina, tricolina, viridina, gliovirina, gliotoxina, 6-pentil- $\alpha$ -pirona, isonitrina, trichodermina, suzucacilina y trichorzianina. Estos

compuestos juegan un papel importante inhibiendo el crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos. La combinación de enzimas líticas y antibióticos resulta con un alto nivel de antagonismo frente a organismos patógenos.

Estos compuestos no volátiles también estimulan los mecanismos de defensa de las plantas atribuido a un efecto antagónico contra la invasión del patógeno. *Trichoderma* ejerce una protección a las plantas frente a patógenos que producen daños radicales y aéreos, inclusive infecciones virales. Estos mecanismos de inducción de resistencia son similares a la respuesta hipersensitiva, resistencia sistémica adquirida y resistencia sistémica inducida "RSI" en plantas.

La resistencia sistémica inducida es activada únicamente como respuesta al ataque de patógenos durante el proceso infectivo. Las plantas emplean una gran cantidad de señales, originadas por los patógenos o por el medio circundante que les permiten reconocer al agresor y activar sus mecanismos de defensa (Durrant, 2004). Son los llamados elicitores las sustancias químicas o factores bióticos que desencadenan un cambio en el metabolismo de la planta.

Se ha demostrado que el *Trichoderma spp.* Actúa contra un amplio rango de hongos fitopatógenos transmitidos por suelo y aire. Ha sido usado contra pudriciones en un amplio rango de especies, causadas por *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*; y patógenos formadores de esclerocios como *Sclerotinia* y *Sclerotium* (IICA, 2015), por lo cual el T2 controló y previno el control de *Fusarium* que fue el principal causante de la mortalidad en la evaluación

La combinación de *Lactobacillus* con metabolitos de *Trichoderma harzianum* aseguraron los resultados obtenidos por el T2 Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT) y el tratamiento T3 Regalia + Bioclean Foliar (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT), para controlar y prevenir la incidencia de *Fusarium* en el cultivo de tabaco durante la evaluación realizada.

**H. Resumen de los seis (6) muestreos realizados del porcentaje de mortalidad de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L).**

El comportamiento de la mortalidad de los tratamientos tendió a variar cuando se realizó la segunda aplicación a los 24 DDT, como se puede como se puede observar a continuación en el cuadro 29 y figura 26.

Cuadro 29. Resumen del porcentaje (%) de mortalidad de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) durante la evaluación.

TRATAMIENTOS	Porcentaje de mortalidad					
	15 DDT	23 DDT	30 DDT	38 DDT	45 DDT	50 DDT
TC (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl)	0.47 %	1.73 %	2.13 %	3.57 %	11.00 %	15.00 %
T1 Regalia Maxx 5 cm <sup>3</sup> /L (2 Aplicaciones: 8 y 24 DDT)	1.07 %	1.39 %	8.35 %	25.00 %	55.80 %	56.50 %
T2 Bioclean 5 cm <sup>3</sup> /L (2 aplicaciones: 8 y 24 DDT)	0.07 %	0.20 %	0.73 %	3.57 %	3.40 %	3.40 %
T3 Regalia + Bioclean Foliar (2 Aplicaciones: 8 y 24 DDT)	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	2.50 %	2.50 %

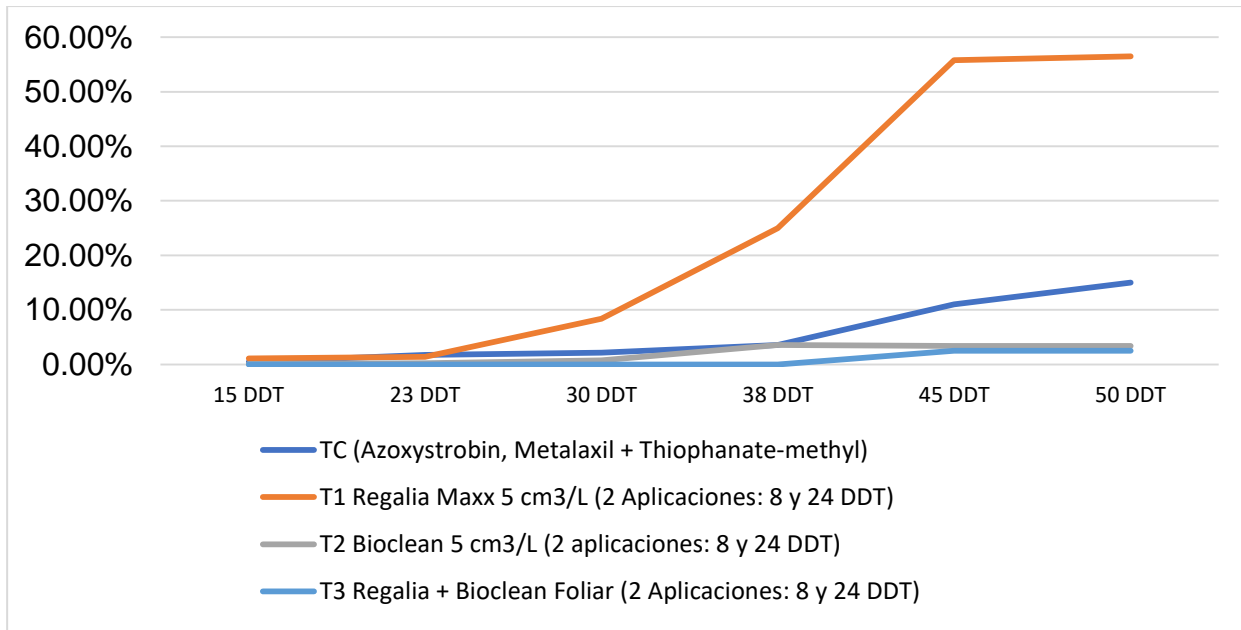


Figura 26. Comportamiento del porcentaje (%) de mortalidad durante la evaluación.

Después de 23 días de trasplante la mortalidad aumento considerablemente debido a que las condiciones climáticas (menor temperatura y mayor humedad) cambiaron drásticamente y podemos observar que cuando se realizó la segunda aplicación de los tratamientos (24 DDT) las condiciones climáticas se encontraban críticas por lo cual ayudo a controlar y evitar que la mortalidad incrementara exponencialmente, no siendo así en el tratamiento T1 (Regalia Maxx 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones 8 y 24 DDT)) el cual paso de 1.39 % a 8.35 % de mortalidad en una semana y siguió aumentando considerablemente hasta llegar a los 50 DDT con un porcentaje de mortalidad del 56.50 %.

#### a. Análisis de regresión lineal simple del porcentaje de mortalidad de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L).

Para obtener el análisis de regresión lineal simple se analizó cada tratamiento aplicado y se utilizó la hoja de cálculo de Excel al porcentaje de mortalidad y los días de recolección de datos:

1. Testigo comercial (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl)

En el cuadro 30 se observa que el análisis de varianza tiene una alta significancia por medio del valor crítico de “F”, por lo que si se ajusta para este estudio de relación entre el porcentaje de mortalidad (%) y tiempo en días de toma de datos con un nivel de significancia del 5 %.

Cuadro 30 Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad (%) del testigo comercial (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.

	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de F</b>
Regresión	1	142,280003	142,280003	17,4146148	0,01399628*
Residuos	4	32,6805972	8,1701493		
Total	5	174,9606			

En el cuadro 31 se observa que el valor de “R<sup>2</sup> de 81.32 %” indica el porcentaje de la variabilidad (%) de mortalidad que está siendo explicado por el modelo que en este caso es  $Y = a + bx$ , por lo que se asume que el porcentaje de mortalidad (%) se relaciona positivamente con el tiempo en días de toma de datos del testigo comercial (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.

Cuadro 31 Estadísticas de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) del testigo comercial (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,9017825
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,81321168
R <sup>2</sup> ajustado	0,7665146
Error típico	2,8583473
Observaciones	6

En base a los coeficientes obtenidos del análisis de regresión lineal (cuadro 32) el modelo es:  $Y = 0.3999X - 7.7481$ ; dónde: X = tiempo en días de toma de datos y Y = el porcentaje de mortalidad (%) del testigo comercial (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante (cuadro 32 y figura 27).

Cuadro 32 Coeficiente de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) del testigo comercial (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl) en relación al tiempo en días de toma de datos.

	<i>Coeficientes</i>
Intercepción	-7,74811692
X, tiempo en días	0,39994379

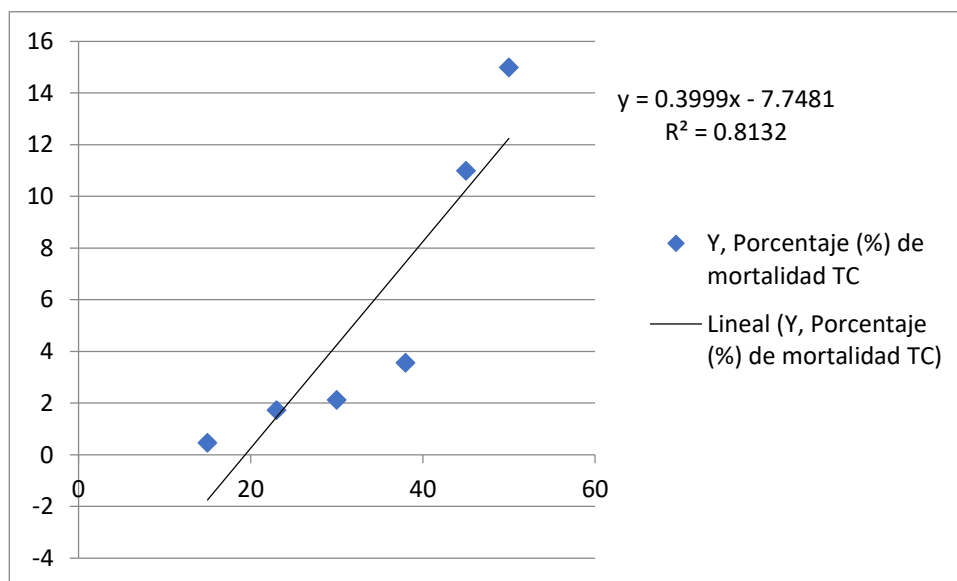


Figura 27. Gráfica del porcentaje de mortalidad (%) del testigo comercial (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl) en relación al tiempo en días de toma de datos y la línea de tendencia de regresión lineal simple.

El modelo generado con la regresión lineal simple,  $Y = 0.3999X - 7.7481$  indica que tiempo en días de toma de datos, según el  $R^2$ , representa en un 81.32 % a los valores del porcentaje de mortalidad (%) del testigo comercial (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl). Con un nivel de significancia del 5 %, se obtuvo un valor crítico de F en el análisis

de varianza menores a 0.05, los cuales indican que estos datos si se ajustan a la realidad y son representativos para el modelo. El modelo de estimación de porcentaje de mortalidad (%) del testigo comercial (Azoxystrobin, Metalaxil + Thiophanate-methyl) con el tiempo en días de toma de datos, es capaz de determinar el porcentaje de mortalidad presente en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L).

## 2. Tratamiento uno (1) (Regalia Maxx 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones: 8 y 24 DDT))

En el cuadro 33 se observa que el análisis de varianza tiene una alta significancia por medio del valor critico de “F”, por lo que si se ajusta para este estudio de relación entre el porcentaje de mortalidad (%) y tiempo en días de toma de datos con un nivel de significancia del 5 %.

Cuadro 33 Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento uno (1) (Regalia Maxx 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.

	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de F</b>
Regresión	1	2960,7571	2960,7571	30,61503	0,0052139*
Residuos	4	386,837054	96,7092634		
Total	5	3347,59415			

En el cuadro 34 se observa que el valor de “R<sup>2</sup> de 88.44 %” indica el porcentaje de la variabilidad (%) de mortalidad que está siendo explicado por el modelo que en este caso es  $Y = a + bx$ , por lo que se asume que el porcentaje de mortalidad (%) se relaciona positivamente con el tiempo en días de toma de datos del tratamiento uno (1) (Regalia Maxx 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.

Cuadro 34 Estadísticas de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento uno (1) (Regalia Maxx 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,94044844
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,88444326
R <sup>2</sup> ajustado	0,85555408
Error típico	9,83408681
Observaciones	6

En base a los coeficientes obtenidos del análisis de regresión lineal (cuadro 35) el modelo es:  $Y = 1.8244X - 36.4336$ ; dónde: X = tiempo en días de toma de datos y Y = el porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento uno (1) (Regalia Maxx 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante (cuadro 35 y figura 28).

Cuadro 35 Coeficiente de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) tratamiento uno (1) (Regalia Maxx 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) en relación al tiempo en días de toma de datos.

	<i>Coefficientes</i>
Intercepción	-36,433575
X, tiempo en días	1,82443508



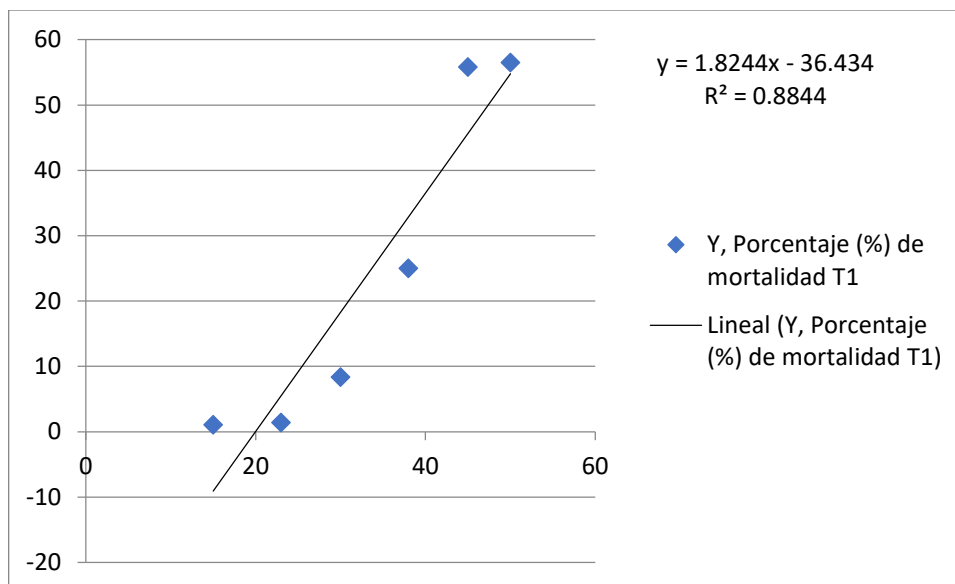


Figura 28. Gráfica del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento uno (1) (Regalia Maxx 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) en relación al tiempo en días de toma de datos y la línea de tendencia de regresión lineal simple.

El modelo generado con la regresión lineal simple,  $Y = 1.8244X - 36.4336$  indica que tiempo en días de toma de datos, según el  $R^2$ , representa en un 88.44 % a los valores del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento uno (1) (Regalia Maxx cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)). Con un nivel de significancia del 5 %, se obtuvo un valor crítico de F en el análisis de varianza menores a 0.05, los cuales indican que estos datos si se ajustan a la realidad y son representativos para el modelo. El modelo de estimación de porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento uno (1) (Regalia Maxx 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) con el tiempo en días de toma de datos, es capaz de determinar el porcentaje de mortalidad presente en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L).

### 3. Tratamiento dos (2) (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones: 8 y 24 DDT))

En el cuadro 36 se observa que el análisis de varianza tiene una alta significancia por medio del valor crítico de "F", por lo que si se ajusta para este estudio de relación entre el

porcentaje de mortalidad (%) y tiempo en días de toma de datos con un nivel de significancia del 5 %.

Cuadro 36 Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento dos (2) (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.

	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de F</b>
Regresión	1	12,4690829	12,4690829	20,5466559	0,01055447*
Residuos	4	2,42746712	0,60686678		
Total	5	14,89655			

En el cuadro 37 se observa que el valor de “R<sup>2</sup> de 83.70 %” indica el porcentaje de la variabilidad (%) de mortalidad que está siendo explicado por el modelo que en este caso es  $Y = a + bx$ , por lo que se asume que el porcentaje de mortalidad (%) se relaciona positivamente con el tiempo en días de toma de datos del tratamiento dos (2) (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.

Cuadro 37 Estadísticas de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento dos (2) (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.

<b>Estadísticas de la regresión</b>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,91490164
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,83704501
R <sup>2</sup> ajustado	0,79630627
Error típico	0,77901655
Observaciones	6

En base a los coeficientes obtenidos del análisis de regresión lineal (cuadro 38) el modelo es:  $Y = 0.1184X - 2.0713$ ; dónde: X = tiempo en días de toma de datos y Y = el porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento dos (2) (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante (cuadro 38 y figura 29).

Cuadro 38 Coeficiente de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) tratamiento dos (2) (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) en relación al tiempo en días de toma de datos.

	<b>Coeficientes</b>
Intercepción	-2,07133221
X, tiempo en días	0,11839798

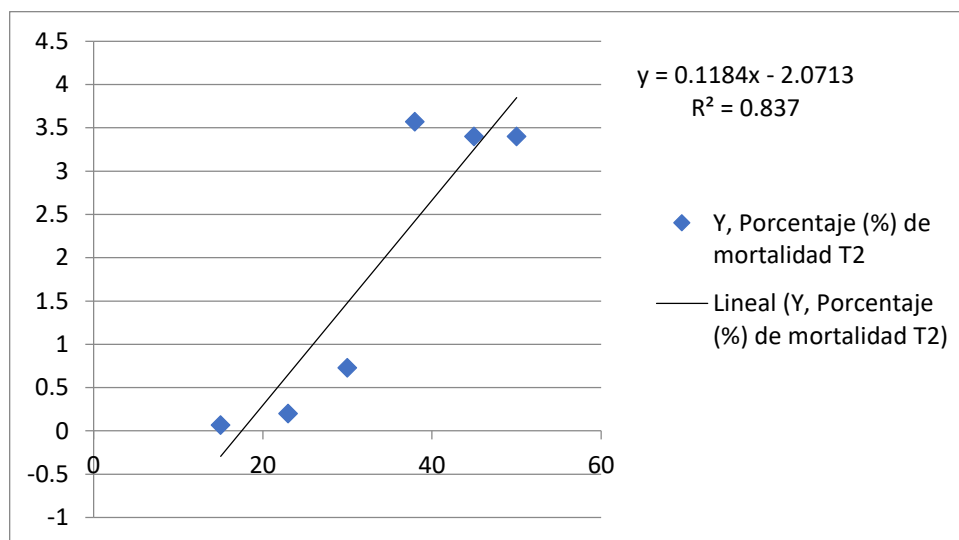


Figura 29. Gráfica del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento dos (2) (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) en relación al tiempo en días de toma de datos y la línea de tendencia de regresión lineal simple.

El modelo generado con la regresión lineal simple,  $Y = 0.1184X - 2.0713$  indica que tiempo en días de toma de datos, según el  $R^2$ , representa en un 83.70% a los valores del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento 2 (dos) (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)). Con un nivel de significancia del 5 %, se obtuvo un valor crítico de F en el análisis de varianza menores a 0.05, los cuales indican que estos datos si se ajustan a la realidad y son representativos para el modelo. El modelo de estimación de porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento dos (2) (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) con el tiempo en días de toma de datos, es capaz de determinar el porcentaje de mortalidad presente en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L).

4. Tratamiento tres (Regalia+Bioclean Foliar 2.5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones: 8 y 24 DDT))

En el cuadro 39 se observa que el análisis de varianza tiene una alta significancia por medio del valor crítico de “F”, por lo que si se ajusta para este estudio de relación entre el porcentaje de mortalidad (%) y tiempo en días de toma de datos con un nivel de significancia del 5 %.

Cuadro 39 Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento tres (3) (Regalia + Bioclean 2.5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones: 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.

	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de F</b>
Regresión	1	5,50871276	5,50871276	7,80099502	0,04915997*
Residuos	4	2,82462057	0,70615514		
Total	5	8,33333333			

En el cuadro 40 se observa que el valor de “R<sup>2</sup> de 66.10 %” indica el porcentaje de la variabilidad (%) de mortalidad que está siendo explicado por el modelo que en este caso es  $Y = a + bx$ , por lo que se asume que el porcentaje de mortalidad (%) se relaciona positivamente con el tiempo en días de toma de datos del tratamiento tres (3) (Regalia + Bioclean Foliar 2.5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones: 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.

Cuadro 40 Estadísticas de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento tres (3) (Regalia + Bioclean 2.5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones: 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante.

<b>Estadísticas de la regresión</b>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,81304707
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,66104553
R <sup>2</sup> ajustado	0,57630691
Error típico	0,84033038
Observaciones	6

En base a los coeficientes obtenidos del análisis de regresión lineal (cuadro 41) el modelo es:  $Y = 0.0787X - 1.8030$ ; dónde:  $X$  = tiempo en días de toma de datos y  $Y$  = el porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento tres (3) (Regalia + Bioclean Foliar 2.5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones: 8 y 24 DDT)) a los 15, 23, 30, 38, 45 y 50 días después del trasplante (cuadro 41 y figura 30).

Cuadro 41 Coeficiente de regresión lineal del porcentaje de mortalidad (%) tratamiento tres (3) (Regalia + Bioclean 2.5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones: 8 y 24 DDT)) en relación al tiempo en días de toma de datos.

	<b>Coeficientes</b>
Intercepción	-1,8029792
X, tiempo en días	0,0786959

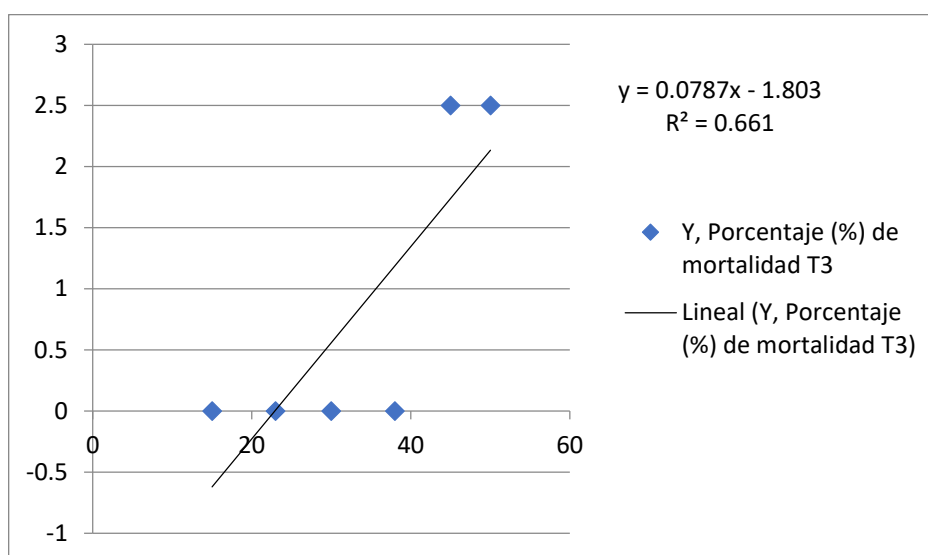


Figura 30. Gráfica del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento tres (3) (Regalia + Bioclean 2.5 cc/l (dos aplicaciones: 8 y 24 DDT)) en relación al tiempo en días de toma de datos y la línea de tendencia de regresión lineal simple.

El modelo generado con la regresión lineal simple,  $Y = 0.0787X - 1.8030$  indica que tiempo en días de toma de datos, según el  $R^2$ , representa en un 66.10 % a los valores del porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento tres (3) (Regalia + Bioclean Foliar 2.5 cm<sup>3</sup>/L

(dos aplicaciones: 8 y 24 DDT)). Con un nivel de significancia del 5 %, se obtuvo un valor crítico de F en el análisis de varianza menores a 0.05, los cuales indican que estos datos si se ajustan a la realidad y son representativos para el modelo. El modelo de estimación de porcentaje de mortalidad (%) del tratamiento tres (3) (Regalia + Bioclean Foliar 2.5 cm<sup>3</sup>/L (dos aplicaciones: 8 y 24 DDT)) con el tiempo en días de toma de datos, es capaz de determinar el porcentaje de mortalidad presente en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L).

El extracto de *Reynoutria sachalinensis* es el ingrediente activo de Regalia Maxx®, su modo de acción es estimular la producción de fitoalexinas dentro de la planta, las cuales controlan a los hongos naturalmente por ser antibióticos naturales, su forma de aplicación es vía foliar y según estudios realizados por su fabricante, controla *Botrytis*, cenicillas, manchas foliares y *Fusarium* spp. (Disagro, 2017).

*Reynoutria sachalinensis* genera lo que se conoce como defensa inducida que es activada únicamente como respuesta al ataque de patógenos durante el proceso infectivo. Las plantas emplean una gran cantidad de señales, originadas por los patógenos o por el medio circundante que les permiten reconocer al agresor y activar sus mecanismos de defensa (Durrant, 2004). Son los llamados elicitores las sustancias químicas o factores bióticos que desencadenan un cambio en el metabolismo de la planta.

Según la evaluación evidencio que Regalia Maxx®, no es eficiente en control de *Fusarium* en campos con una alta incidencia, aunque por la naturaleza de sus ingredientes que es el de estimular a la planta se puede decir que lo que influye en la eficiencia del producto es el número y momento de aplicaciones debido a que necesita refuerzos para secundar su efecto consecutivo sobre la planta y no dejar que la planta pierda el estímulo o elicitores.

En el cuadro 42 se observa el rendimiento de tabaco en kg/ha y en el 43 la comparación del rendimiento entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 42. Rendimiento del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) en kg/ha de los tratamientos evaluados

Trat.	Producto	Dosis cm <sup>3</sup> /L	Aplicaciones	Rendimiento/ tratamiento 800 m <sup>2</sup>	Rendimiento kg/ha
TC	Azoxystrobin 50 WG, Metalaxil 50 SC + Thiophanate-methyl 50 SC	0.5, 5 + 5	8 DDT Y 24 DDT	100.43	1255.41
T1	Regalia Maxx	5	8 y 24 DDT	23.93	299.07
T2	Bio Clean	5	8 y 24 DDT	166.23	2077.92
T3	Regalia Maxx + Bio Clean	2.5 + 2.5	8 y 24 DDT	158.38	1979.80

Cuadro 43. Comparación de rendimientos del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) en kg/ha de los tratamientos evaluados

Trat.	Producto	Producción media de la zona 100% sobrevivencia kg/ha	Diferencia entre el promedio de producción kg/ha	Producción kg/ha	Producción vs testigo comercial	Producción vs combinación
TC	Azoxystrobin 50 WG, Metalaxil 50 SC + Thiophanate-methyl 50 SC	2454.3	-1198.89	1255.41		
T1	Regalia Maxx	2454.3	-2155.23	299.07	-956.35	
T2	Bio Clean	2454.3	-376.38	2077.92	822.51	98.12
T3	Regalia Maxx + Bio Clean	2454.3	-474.50	1979.80	724.39	

Como se observa en el cuadro anterior el rendimiento obtenido fue por tratamiento debido a que por el manejo que con lleva el tendido, secado y empacado de las hojas secas de tabaco, no fue factible obtener el rendimiento de cada repetición debido a que por el

tamaño de las unidades experimentales el rendimiento no representaba un volumen significativo, por lo cual se unieron todas las repeticiones por tratamiento para calcular el rendimiento y hacer una comparación

En el cuadro 43 observamos que el T2 (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)), presenta 98.12 kg/ha más que el T3 (Regalia + Bioclean Foliar (2 aplicaciones DDT, 8 y 24 DDT)) y una diferencia menor que los demás comparado con el rendimiento promedio obtenido en el área cuando no hay incidencia de *fusarium spp*. El cual es de 2454.3 kg/ha, y la diferencia menor obtenida por el T2 que es de 376.38 kg. Al analizar económicamente los tratamiento observamos que con el T2 obtendríamos Q. 2159.00 de ingresos más que con el T3 debido a que existe una diferencia de 98.12 kg/ha a favor del T2 (las pacas de 45.45 kg se venden a un precio promedio de Q. 1,000.00).

Diferentes especies del género *Trichoderma* producen factores de crecimiento, los cuales han sido detectados e identificados en el laboratorio, como son las auxinas, citoquininas y etileno. (Castro-Toro, 2012). El aumento del rendimiento se le atribuye al efecto bioestimulante de los metabolitos de *Trichoderma harzianum* que contiene el BioClean debido a que los compuestos no volátiles aumentan la síntesis de sustancias elaboradas dentro de la planta, propiciando la absorción de nutrientes y principalmente a los Lactobacilus que producen fermentación de la glucosa dentro de la planta por la ruta fosfocetolasa.

Los productos originados por esta vía son ácido láctico, CO<sub>2</sub> y cantidades variables de acético y etanol. El crecimiento de las bacterias con este tipo de metabolismo se ve favorecido en condiciones de aerobiosis ya que la regeneración de NAD<sup>+</sup> consumido en la oxidación de la glucosa se realiza utilizando el oxígeno del medio como aceptor de electrones, lo que permite desviar el acetyl-CoA hacia la síntesis de acético y generar una molécula extra de ATP lo cual se atribuye en aumento de la biomasa de la planta lo cual ocurre también en el T3 pero por tener la mitad de la dosis de BioClean la síntesis es menor y por consecuencia el rendimiento.



## 2.7 CONCLUSIONES

1. Después del trasplante la mayor mortalidad registrada fue de 56.50 % correspondiente al T1 (Regalia Maxx 5 cm<sup>3</sup>/L (8 y 24 DDT)), mientras que la menor fue de 2.5 % correspondiente al T3 (Regalia + Bioclean Foliar (2 aplicaciones 8 y 24 DDT)).
2. La mayor sobrevivencia registrada al momento de la poda o capa (50 DDT) fue de 97.5 % correspondiente al T3 (Regalia + Bioclean Foliar (2 aplicaciones 8 y 24 DDT)).
3. La utilización de fungicida botánico a base de *Reynoutria sachalinensis* y y fungicidas biológicas a base de *Lactobacillus* + metabolitos de *Trichoderma harzianum* si influyen en la reducción de la insidencia así como en la supresión de *Fusarium spp.* en la etapa de crecimiento vegetativo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L).
4. Al momento de la cosecha y empacado el mayor rendimiento obtenido fue de 2077.92 kg/ha de materia seca de hoja de tabaco correspondiente al T2 (Bioclean 5 cm<sup>3</sup>/L (2 aplicaciones 8 y 24 DDT)).

## 2.8 RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda la aplicación de fungicidas biológicas a base de *Lactobacillus* + metabolitos de *Trichoderma harzianum* a 5 cm<sup>3</sup>/L en dos aplicaciones realizando la primera a los 8 días después del trasplante (DDT) y la segunda a los 24 días después del trasplante (DDT).
3. Utilizar productos biológicos para reducir la carga química en la producción de plantas de tabaco tipo Burley para aumentar la aceptación del producto en mercados internacionales.
4. Para la producción de plantas de tabaco se recomienda integrar los campos de producción como un sistema de producción agrícola integrado, con el fin de balancear todos los elementos poblacionales que interfieren en el agro-ecosistema para reducir y evitar que se induzca resistencia por parte de las poblaciones de patógenos que habitan en los campos de cultivo.

## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña, O. (2016). Insumos biológicos. Obtenido de: Universidad de Costa Rica. Obtenido de <http://cep.unep.org/repcar/capacitacion-y-concienciacion/cenat/insumos%20biologicos.pdf>.
2. Agrios, G.N. (2005). *Fitopatología*. México: Limusa.
3. Akila, R., Rajendran, L., Harish, S., Saveetha, K., & Raguchander, T. Y. (2011). Combined application of botanical formulations and biocontrol agents for the management of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* (Foc) causing fusarium wilt in banana.
4. Aktiengesellschaft, B. (1989). *Procedimiento para la lucha contra los hongos*. Obtenido de [http://www.espatentes.com/pdf/2019920\\_b3.pdf](http://www.espatentes.com/pdf/2019920_b3.pdf)
5. Alfaro, F. M. (1989). *El cultivo de tabaco 2*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
6. Alkhail, A. A. (2005). Antifungal activity of some extracts against some plant pathogenic
7. BASF. (2017). *Crop protection Centro América*. Obtenido de <http://agro.basf.co.cr/productos/productos1.php>
8. *Biological Control*, 57(3), 175–183.
9. Castro-Toro, Á. M. (2012). *Trichoderma spp. modos de acción, eficacia y uso en el cultivo de café*. Colombia: FNC / Cenicafé.
10. CONABIO, GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad, México (2017). *Tabaco; Nicotiana tabacum*. Obtenido de: Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM), [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20892\\_sg7.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20892_sg7.pdf)
11. Disagro, Guatemala (2017). *Bioclean*. Obtenido de <http://www.disagro.com/sites/default/files/downloads/biocleanhojatecnica1.pdf>
12. Durrant, W. E. (2004). Systemic acquired resistance. *Annual Review Phytopathology*, 42, 185–209.
13. Eumelio, E. M. (2015). *Guía para el cultivo del tabaco 2009 – 2010*.

14. Foragro, Guatemala. (2017). *Catálogo de productos de protección*. Obtenido de <http://www.foragro.com/producto/index/1/135>
15. Fungi. *Pak. J. Biol. Sci.*, 8(3), 413–417.
16. Ibertabac, España. (2017). Tipos de tabaco. Obtenido de Tabacopedia, [https://tabacopedia.com/es/tipos-de-tabaco/#\\_](https://tabacopedia.com/es/tipos-de-tabaco/#_)
17. IICA, Brasil. (2015). *Protocolos para formulación y aplicación del bio-insumo*. Obtenido de <http://www.iicabr.iica.org.br/wp-content/uploads/2016/05/Trichoderma-SSP2.pdf>
18. Kliebenstein, D. J. (2004). Secondary metabolites and plant/environment interactions: A view through *Arabidopsis thaliana* tinted glasses. *Plant, Cell y Environment*, 27(6), 675–684.
19. Laloi, C., & Apel, K. Y. (2004). Reactive oxygen signalling: the latest news. *Current Opinion in Plant Biology*, 7(3), 323–328.
20. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación), Guatemala. (2015). *El agro en cifras 2014*. Obtenido de <http://web.maga.gob.gt/download/1agro-cifras2014.pdf>
21. Mapama, España. (2007). *Manual de gestión de buenas prácticas*.
22. Marrero, E. E. (2015). *Guía para el cultivo del tabaco 2009 – 2010*. Obtenido de <http://agriculturers.com/plagas-y-enfermedades-del-cultivo-del-tabaco/>
23. Marrero, E. E. (2015). *Plagas y enfermedades del cultivo de tabaco*. Obtenido de <http://agriculturers.com/plagas-y-enfermedades-del-cultivo-del-tabaco/>
24. Martínez, A. V. (2014). *Situación actual en el control de Fusarium spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales*. Obtenido de *Acta Agronómica*, 64(2), 194-205, [http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/43358/500649](http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/43358/500649)
25. Montes Belmont, R. (2009). Diversidad de compuestos químicos producidos por las plantas contra hongos fitopatógenos. *Revista Mexicana de Micología*, 29, 73–82.
26. Nájera Lémus, B. N. (2002). *Costos y rentabilidad de unidades agrícolas (producción de tabaco) municipio de Monjas, departamento de Jalapa. (Tesis Ing. Agr.)*. USAC, Facultad de Agronomía: Guatemala. 133 P.

27. Palacios Rojas, N; Burtin, D; Leech, M. (2004). Biología molecular, una herramienta para la bioprospección del metabolismo secundario de plantas en Colombia; Ejemplo práctico en plantas colombianas de interés medicinal. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 6(2), 67–77.
28. Pérez, M. (2013). *Botánica y jardines*. Obtenido de <http://www.botanicayjardines.com/fallopia-sachalinensis/>
29. Pinto, E. (2012). *Fitopatología II*. Obtenido de <http://edgarpinto2100108fitopatologiaii.blogspot.com/2012/10/marchitez-vascular-en-tomate.html>
30. Quirós P., A., Albertin B., A., & Blázquez S., M. (2004). *Lactobacilos: Cómo producirlos (Costa Rica)*. Obtenido de <https://bocashi.wordpress.com/2010/09/14/lactobacilos-bacterias-beneficas-costarica/>
31. Reyes Pérez, L. A. (2016). *Evaluación de peroximonosulfato de potasio en la desinfección de bandejas de tabaco para el control de Fusarium spp. (Tesis Ing. Agr.)*. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala.
32. Santizo, S. D. (2013). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*. Guatemala: facultad de ciencias económicas.
33. Sosa, M. (2017). Distribución y área de la producción de tabaco en Guatemala. [Guatemala, Disagro, Coordinador Regional de Productos] (A. O. Rodríguez, Entrevistador)
34. Syngenta. (2017). *Amistar 50 wg*. Obtenido de <https://www.syngenta.com.gt/product/crop-protection/fungicida/amistar-50-wg>
35. Velásquez Barillas, E. A. (2012). *Evaluación del potasio peroxomonosulfato (Virkon S) en el control químico de dos patógenos del suelo (Ralstonia solanacearum y Fusarium oxysporum) en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum)*. (Tesis Ing. Agr.). Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Guatemala.

## 2.10 ANEXOS

Año	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014*
<b>TOTAL</b>	<b>4,219.40</b>	<b>5,034.55</b>	<b>4,795.31</b>	<b>5,490.75</b>	<b>6,562.59</b>	<b>6,561.02</b>	<b>6,464.74</b>	<b>4,528.40</b>
<b>PRINCIPALES PRODUCTOS</b>	<b>1,560.04</b>	<b>1,540.89</b>	<b>1,855.57</b>	<b>2,087.57</b>	<b>2,491.46</b>	<b>2,479.65</b>	<b>2,464.99</b>	<b>1,745.53</b>
Café	587.99	660.13	589.24	705.48	1,164.00	955.92	712.53	561.60
Azúcar	525.78	377.41	471.82	723.02	648.82	803.45	941.88	642.38
Banano	302.38	322.92	494.29	351.57	384.30	469.91	593.11	393.83
Cardamomo	143.89	180.44	300.21	307.50	294.34	250.37	217.47	147.72
<b>CENTROAMERICA</b>	<b>692.55</b>	<b>1,147.12</b>	<b>1,212.78</b>	<b>1,991.86</b>	<b>2,440.26</b>	<b>2,447.12</b>	<b>2,375.99</b>	<b>1,688.70</b>
<b>OTROS PRODUCTOS</b>	<b>1,966.80</b>	<b>2,346.54</b>	<b>1,726.96</b>	<b>1,411.32</b>	<b>1,630.87</b>	<b>1,634.25</b>	<b>1,623.76</b>	<b>1,094.17</b>
Artículos de vestuario	452.95	515.83	405.09	284.64	347.56	322.15	226.82	156.95
Otros	199.44	199.56	85.24	198.70	198.70	232.29	317.55	192.72
Productos alimenticios	135.50	161.92	170.25	137.04	198.06	197.32	142.37	110.47
Productos químicos	151.00	218.27	213.40	168.77	168.06	157.12	151.95	118.83
Caucho natural	72.50	137.91	117.47	123.46	163.21	103.83	82.67	32.88
Frutas y sus preparados	208.79	224.59	134.75	131.16	147.79	250.26	263.82	201.77
Verduras y legumbres	103.00	126.77	54.24	45.65	69.33	72.04	84.26	49.76
Flores, plantas, semillas y raíces	74.92	80.54	80.35	60.33	64.13	70.54	83.47	45.25
Mel de purga (melazas)	20.72	29.30	21.17	40.81	54.08	40.27	36.43	9.17
Productos metálicos	85.29	85.17	40.87	35.10	43.12	24.00	25.11	27.46
Minerales	61.01	103.81	113.86	25.51	38.98	52.14	39.25	19.76
Productos de vidrio	37.25	50.24	21.78	17.92	35.55	26.59	25.30	11.84
Tabaco en rama y manufacturas	34.77	43.97	46.19	33.51	34.45	30.48	51.00	14.44
Madera y manufacturas	36.95	41.27	38.52	17.51	19.02	15.70	16.61	11.01
Ajonjolí	27.08	32.24	27.47	24.21	17.24	15.39	41.17	33.49
Camarón, pescado y langosta	83.03	100.97	60.65	7.76	14.07	8.49	13.46	6.97
Aceites esenciales	47.56	69.57	18.51	6.20	6.89	4.61	6.90	4.77
Mel de abeja	1.05	2.03	3.07	5.94	5.26	5.50	7.72	5.74
Tejidos, hilos e hilazas	114.12	89.59	57.47	38.60	4.98	5.53	7.89	5.83
Artículos típicos	6.52	8.38	5.26	3.73	0.39	0.02	0.02	0.00
Niquel	13.36	24.59	11.34	4.77	0.00	0.00	0.00	35.06

Fuente: MAGA, 2015

Figura 31A. Datos económicos de Guatemala, ingresos divisas por exportación, periodo 2007-2014 en millones de US dólares

Cultivo	Empleo directo en el campo (jornales por año) 2013*	Equivalente en empleos permanentes 2013*	Cultivo	Empleo directo en el campo (jornales por año) 2013*	Equivalente en empleos permanentes 2013*
<b>Granos Básicos</b>			<b>Frutas</b>		
Maíz	57.554.000	205.550	Melón	4.585.900	16.378
Frijol	15.686.250	58.022	Plátano	2.336.400	8.344
Sorgo	1.170.000	4.179	Naranja	1.722.000	6.150
Ajonjolí	1.061.400	3.791	Piña	1.339.000	4.782
Arroz	502.400	1.794	Limon	1.174.200	4.194
Trigo	55.000	196	Aguacate	1.136.000	4.057
<b>Productos tradicionales de exportación</b>			Manzana	841.500	3.005
Café	26.895.000	96.054	Mora	637.800	2.278
Caña de azúcar	25.158.075	89.850	Melocotón	620.000	2.214
Banano	10.965.400	39.162	Mango	489.600	1.749
Cardamomo	6.669.000	23.818	Fresa	469.800	1.678
<b>Hortalizas</b>			Mandarina	346.800	1.239
Arveja china	3.938.000	14.064	Sandía	338.800	1.210
Papa	3.546.200	12.665	Papaya	225.700	806
Tomate	2.808.000	10.029	Pera	134.900	482
Cebolla	1.663.200	5.940	Lima	75.600	270
Brócoli	1.085.400	3.876	<b>Otros Cultivos</b>		
Ejote francés	809.600	2.891	Hule	16.720.600	59.716
Chile pimiento	790.400	2.823	Tabaco	5.488.000	19.600
Zanahoria	501.600	1.791	Palma Africana	3.127.600	11.170
Pepino	441.000	1.575	Haba	2.648.800	9.480
Guisquil	410.000	1.464	Ajo	2.279.000	8.139
Güicoy	344.100	1.229	Pacaya	407.000	1.454
Remolacha	343.200	1.226	Okra	354.000	1.264
Lechuga	316.800	1.131	Maní	342.000	1.221
Coliflor	291.000	1.039	Rosa de Jamaica	286.500	1.013
Repollo	271.700	970	Cacao	272.800	974
Rábano	266.000	950	Achote	183.200	583
Berenjena	168.000	600	Soya	156.000	557
Acelga	158.200	565	Yuca	69.600	249
Col de Bruselas	149.500	534	Garbanzo	68.000	243
Espárrago	117.000	418	Pimienta gorda	65.000	232
Apio	115.200	411	Cilantro	53.000	189
Puerro	112.000	400	Carrote	52.200	186
Nabo	84.000	300	Jícote de Marañón	32.000	114
Espinaca	60.000	214	Toronja	7.500	27

Fuente: MAGA, 2015

Figura 32A. Aporte de la actividad agrícola al empleo año 2013.

Cuadro 44A. Programa de manejo de plántulas de tabaco en semillero

Días	Trabajo a realizar	Producto a utilizar	Dosis
0	Desinfección de bandejas	Hipoclorito de calcio	50 Gr/200 L de agua
		Akbar	0.5 L/200 L de agua
		Cobre	60 Gr/200 L de agua
1	Llenado de bandejas	Sustrato	2.7 pacas/Pileta
		Jade	3 Kg/pileta en mezcla con el sustrato
1	Regar semilla en bandeja	Semilla de tabaco	5 Gr/Pileta o 25,000 unidades
		pH agro	De acuerdo al pH del agua
6	Germinación		
6	Colocación de trampas Amarillas		
10	Aspersión	Aplicación de agua para lavar sal	1 bomba por pileta
10	Aspersión	Complexato Zinc	2 copas/Bomba/4 piletas
12	Fertilización	15-0-15	454 Gr/Pileta
14	Aplicación de fungicida	Foraxil	25 cc/16L/4 piletas y lavar
15	Aspersión	Aplicación de agua para lavar sal	1 bomba por pileta
18	Raleo y resiembra	Manual	
20	Aspersión	Aplicación de agua para lavar sal	1 bomba por pileta
20	Aspersión	Complexato Zinc	2 copas/Bomba/4 piletas
21	Fertilización	17-5-24 + Cobre	454 Gr/Pileta + 50 Gr/pileta
22	Aplicación de fungicida	Foraxil	25 cc/16L/4 piletas y lavar
23	Fertilización	13-40-13	150 Gr/Pileta con regadera y lavar
24	Aspersión	Agrimycin	12.5 cc/16L/4 piletas y lavar



25	Poda		
28	Fertilización	13-40-13	150 Gr/Pileta con regadera y lavar
30	Aspersión	K-tionic	50 cc/Pileta con regadera
30	Aplicación de fungicida	Foraxil	25 cc/16L/Pileta y lavar
31	Aspersión	Aplicación de agua para lavar sal	2 regaderas por pileta
32	Aspersión	Agrimycin	25 cc/16L/Pileta y lavar
33	Poda		
34	Fertilización	13-40-13	150 Gr/Pileta con regadera y lavar
36	Aplicación de fungicida	Foraxil	25 cc/16L/Pileta y lavar
37	Aspersión	Agrimycin	25 cc/16L/Pileta y lavar
38	Poda		
43	Fertilización	13-40-13	454 Gr/Pileta al agua (Flotin)
44	Aplicación Foliar	Foraxil	50 cc/Pileta con regadera
45	Trasplante		

Fuente: Elaboración propia, 2017

Cuadro 45A. Programa de fertilización de tabaco en la etapa de campo definitivo

Formula	Dosis/Ha	Fecha de aplicación
13-40-13	10 sacos de 45.36 Kg	8 A 15 DDT
24.93-0-15.18 + EM	7 sacos de 45.36 Kg	25 A 35 DDT
24.93-0-15.18 + EM	7 sacos de 45.36 Kg	40 A 50 DDT

Fuente: Elaboración propia, 2017





**CAPÍTULO III:**

**SERVICIOS REALIZADOS EN ALDEA ALMOLONGA, MUNICIPIO DE TIQUISATE, ESCUINTLA Y NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA.**



### 3.1 INTRODUCCIÓN

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS– se realizaron servicios en el departamento de promoción y desarrollo de DISAGRO de Guatemala S.A. principalmente en evaluaciones de productos nuevos y con código en tabaco (*Nicotiana tabacum* L.).

La finalidad de los servicios consistió en generar información sobre la eficiencia de los productos para el control de enfermedades de origen fungoso, para posteriormente realizar recomendaciones en cuanto a dosis y momento de aplicación.

La parte medular de los servicios consistió en encontrar alternativas de control biológico para el control de hongos del suelo y a su vez generar demanda por parte de las empresas que se dedican a la producción de tabaco en Guatemala y Centro América.

En la agroindustria la forma principal de hacer promoción de las distintas casas comerciales es evaluando y demostrando la efectividad de los productos que se intentan introducir o aumentar ventas. Este proceso puede ser a corto, mediano o largo plazo según sea el segmento y el cultivo.

En el servicio 1, sobre la evaluación de productos para control de hongos del suelo en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Los porcentajes de sobrevivencia de los tratamientos evaluados son: 37 % el tratamiento 0 (sin aplicación), 63 % el tratamiento 1 (Disagro TECAPP008), 39 % el tratamiento 2 (Disagro TECAPP009), 53 % el tratamiento 3 (TECAPP), 74 % el tratamiento 4 (TECAPP + Amistar 50 WG), 53 % el tratamiento 5 (Antagonista 20 SP), 32 % el tratamiento 6 (Carbendazín 50 SC), 35 % el tratamiento 7 (Cycosin 50 SC) y 27 % el tratamiento 8 (Amistar 50 WG). Por lo que el tratamiento que presento mejores resultados de sobrevivencia a los 80 DDT fue el tratamiento 4 *Trichoderma harzianum* más Azoxystrobin (TECAPP + Amistar 50 WG) con 74 % de sobrevivencia.

En el servicio 2, evaluación del fungicida biológico BIOCLEAN® para la prevención y control del complejo fungoso en semilleros de tabaco burley (*Nicotiana tabacum* L.), la

aplicación de BIOCLEAN de los 0 a los 25 DDS a dosis de 75 cm<sup>3</sup>/pileta no presento fitotoxicidad durante la etapa de semillero y el tratamiento que presento mejores resultados en porcentaje de sobrevivencia durante la evaluación para la prevención y control del complejo fungoso en semilleros de tabaco fue el **T3C**. (BIOCLEAN A 75 cm<sup>3</sup>/pileta, aplicado a los 15 Y 35 DDS Sin lavado).

### **3.2OBJETIVO**

#### **3.2.1 Objetivo General**

Realizar actividades dentro del departamento de Promoción y Desarrollo que sean de beneficio para DISAGRO DE GUATEMALA S.A. durante el periodo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

#### **3.2.2 Objetivos Específicos**

1. Realizar evaluaciones de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* para el control de hongos del suelo en plantaciones del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.).
2. Evaluar la efectividad del producto BIOCLEAN para el control del complejo fungoso en semilleros de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.).

### 3.3 SERVICIO 1: EVALUACIÓN DE PRODUCTOS PARA CONTROL DE HONGOS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L). ALDEA ALMOLONGA, MUNICIPIO DE TIQUISATE

#### 3.3.1 Presentación

El cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), es muy perseguido por distintas organizaciones por los problemas que ocasiona a la salud de los consumidores por lo cual las empresas productoras se han visto en la necesidad de cambiar sus tecnologías de producción y una de estas es el uso de productos biológicos para el control de enfermedades en sustitución de los productos convencionales o químicos.

El tabaco por ser de la familia Solanaceae es muy susceptible al ataque de hongos principalmente a *Fusarium spp.*, provocando enfermedades de mal de almacigo en semillero y pudrición del tallo en campo definitivo. Por lo cual es necesario encontrar una alternativa de control que sea eficiente y que no cause problemas al cultivo.

En base a la necesidad que se tiene, de buscar alternativas biológicas, la empresa Allience One junto con DISAGRO de Guatemala S.A. decidieron evaluar *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*, en distintas presentaciones y la combinación de estos con productos convencionales, para determinar su efecto en cuanto al control de hongos del suelo y las repercusiones en el cultivo

1. La aplicación de BIOCLEAN de los 0 a los 25 DDS a dosis de 75 cm<sup>3</sup>/pileta no afecta la germinación y emergencia de las plántulas de tabaco, descartando la posibilidad de que se diera fitotoxicidad durante la etapa de semillero. El tratamiento que presento mejores resultados en porcentaje de sobrevivencia durante la evaluación para la prevención y control del complejo fungoso en semilleros de tabaco fue el **T3C**. (BIOCLEAN A 75 cm<sup>3</sup>/pileta, aplicado a los 15 Y 35 DDS Sin lavado).

### 3.3.2 Objetivos

#### A. General

Evaluar el efecto de cada uno de los productos que contienen *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* sobre el control de hongos del suelo en campos de producción de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.).

#### B. Específicos

1. Identificar el producto que presente mejores resultados en cuanto a sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.).
2. Determinar el porcentaje de sobrevivencia en tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) de cada uno de los productos biológicos evaluados.

### 3.3.3 Metodología

#### A. Material Experimental

El material genético que se utilizó para la evaluación fue la variedad de tabaco NC-7 del tipo Burley utilizada para cigarrillo, es distribuida por la empresa tabacalera Alliance One.

#### B. Unidad Experimental

Cada tratamiento tuvo 2 repeticiones, la repetición consistió de 3 surcos de 10 m de longitud con un total de 86 plantas, a excepción del control absoluto que fue de 20 m de largo con 171 plantas. Cada tratamiento tiene un total de 172 plantas mientras que el testigo 342 plantas.



### C. Tratamientos

Los tratamientos que se utilizaron en esta investigación fueron 8 (incluyendo el testigo absoluto) y se describen en el cuadro 46.

Cuadro 46. Tratamientos evaluados para el control de hongos del suelo en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L).

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis y aplicación
T0	Ninguno	N/A
T1 (Disagro TECAPP008)	<i>Bacillus subtilis</i> (polvo)	10 g/15 L cada 45 bandejas, 2 aplicaciones (20 y 35 DDT)
T2 (Disagro TECAPP009)	<i>Bacillus subtilis</i> (liquido)	10 g/15 L cada 45 bandejas, 2 aplicaciones. (20 y 35 DDT)
T3 (TECAPP)	<i>Trichoderma harzianum</i>	10 g/15 L cada 45 bandejas, 2 aplicaciones (20 y 35 DDT)
T4 (TECAPP + Amistar 50 WG)	<i>Trichoderma harzianum</i> + Azoxystrobin	10 g/15 L cada 45 bandejas, 2 aplicaciones (20 y 35 DDT) + 350 g/mz Amistar en la base de las plantas (10 DDT 20 cm <sup>3</sup> /planta.
T5 (Antagonista 20 SP)	<i>Trichoderma harzianum</i>	2.5 g, al sustrato de 1 bandeja, más 1 g a los 25 días (más 2 aplicaciones a los 0 y 25 DDT de 10 g/20 L de agua en la base de las plantas)
T6 (Carbendazin 50 SC)	Carbendazim	1 L/mz
T7 (Cycosin 50 SC)	Thiophanate-methyl	1 L/mz
T8 (Amistar 50 WG)	Azoxystrobin	350 g/mz + 350 g/mz, 2 aplicaciones (0 y 20 DDT)

## D. Variable respuesta

La variable respuesta de esta investigación fue el porcentaje de sobrevivencia, el cual se determinó a los 80 días después del trasplante, con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ sobrevivencia} = \left( \frac{\text{plantas presentes en campo a los 80 días}}{\text{plantas totales trasplantadas}} \right) * 100$$

## E. Croquis

El croquis de la investigación se resume en la figura 33.

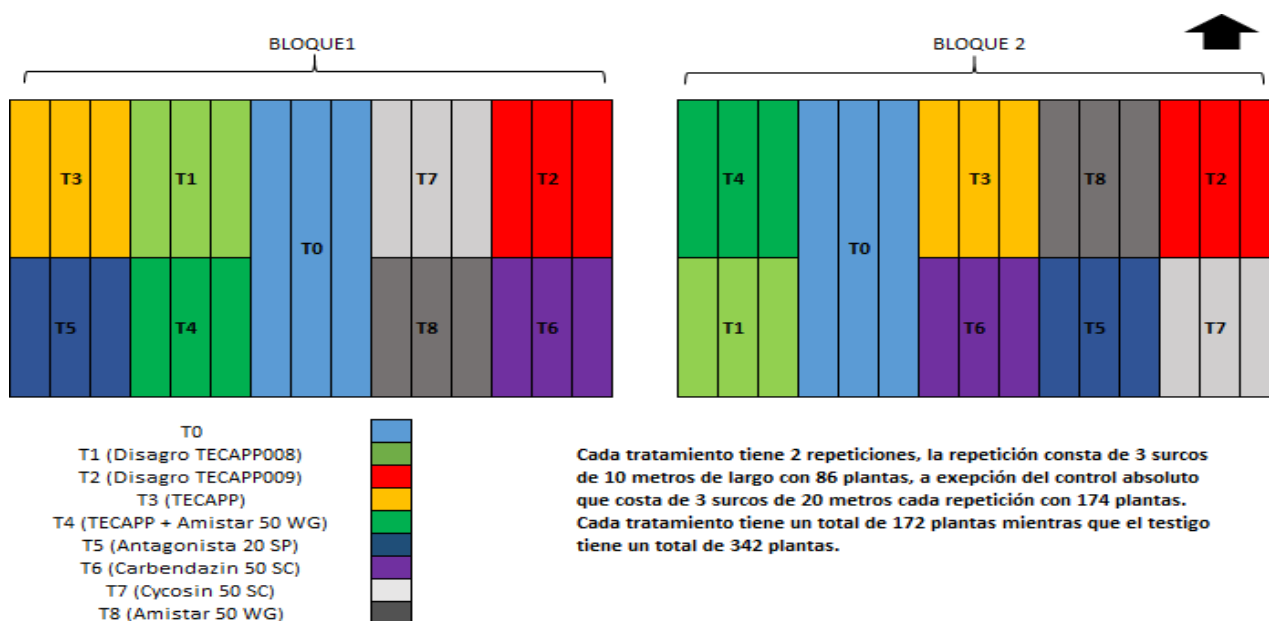


Figura 33. Croquis de campo de la investigación

### 3.3.4 Material y equipo

Los materiales y equipos utilizados en esta investigación se resumen a continuación:

- Productos de los tratamientos evaluados: Disagro TECAPP008, Disagro TECAPP009, TECAPP, Amistar 50 WG, Antagonista 20 SP, Carbendazín 50 SC, y Cycosin 50 SC.

- Bandejas
- Plantas de tabaco
- Bomba de mochila
- Boquilla de aplicación
- Libreta de campo
- Lápiz

### 3.3.5 Resultados

Los resultados de sobrevivencia se obtuvieron a 80 días después del trasplante (DDT) y se describen a continuación:

#### A. Resultado de sobrevivencia a los 80 DDT

Los resultados obtenidos de la sobrevivencia de las plantas de tabaco en campo definitivo se resumen en el cuadro 47.

Cuadro 47. Porcentaje de sobrevivencia obtenida a los 80 días después del trasplante en plantas de tabaco de nueve tratamientos.

Tratamiento	Plantas/ tratamiento	Plantas cosechadas repetición 1	Plantas cosechadas repetición 2	Plantas cosechadas	Sobrevivencia (%)
T0	344	126	0	126	37
T1 (Disagro TECAPP008)	172	60	48	108	63
T2 (Disagro TECAPP009)	172	48	19	67	39
T3 (TECAPP)	172	48	42	90	53
T4 (TECAPP + Amistar 50 WG)	172	68	58	126	74

T5 (Antagonista 20 SP)	172	62	28	90	53
T6 (Carbendazin 50 SC)	172	34	20	54	32
T7 (Cycosin 50 SC)	172	53	6	59	35
T8 (Amistar 50 WG)	172	47	0	47	27

En el cuadro 47 se observa que hay mayor porcentaje de sobrevivencia en el tratamiento 4 que corresponde a TECAPP más Amistar 50 WG con un 74 %, seguido por el tratamiento 1 que corresponde a Disagro TECAPP008, que obtuvo 63 % de sobrevivencia a los 80 DDT (figura 34).

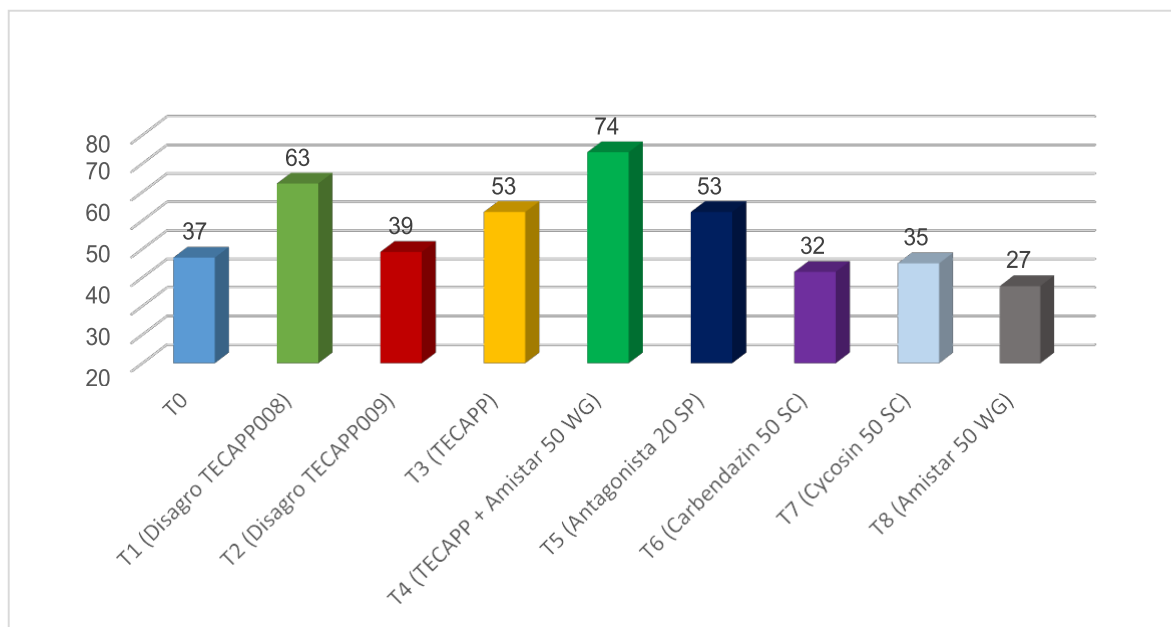


Figura 34. Porcentaje de sobrevivencia obtenida a los 80 días después del trasplante en plantas de tabaco de nueve tratamientos.

Como se observa en la figura 35, los mejores resultados corresponden al T4 (TECAPP y Amistar 50 WG) el cual tuvo un 74 % de sobrevivencia, seguido por el T1 (Disagro TECAPP008) que obtuvo 63 % de sobrevivencia a los 80 DDT momento en que fueron

cosechados los tratamientos evaluados, también el tratamiento con menor sobrevivencia fue el tratamiento 8 (Amistar 50 WG) con 27 %.

### 3.3.6 Conclusiones

1. El tratamiento que presentó mejores resultados de sobrevivencia a los 80 DDT fue el tratamiento 4 *Trichoderma harzianum* más Azoxystrobin (TECAPP + Amistar 50 WG) con 74 % de sobrevivencia.
2. Los porcentajes de sobrevivencia de los tratamientos evaluados son: 37 % el tratamiento 0 (sin aplicación), 63 % el tratamiento 1 (Disagro TECAPP008), 39 % el tratamiento 2 (Disagro TECAPP009), 53 % el tratamiento 3 (TECAPP), 74 % el tratamiento 4 (TECAPP + Amistar 50 WG), 53 % el tratamiento 5 (Antagonista 20 SP), 32 % el tratamiento 6 (Carbendazin 50 SC), 35 % el tratamiento 7 (Cycosin 50 SC) y 27 % el tratamiento 8 (Amistar 50 WG).

### 3.3.7 Recomendaciones

1. De acuerdo a la evaluación realizada se recomienda utilizar *Trichoderma harzianum* más Azoxystrobin (TECAPP + Amistar 50 WG) aplicados a los 20 y 35 días después de la siembra con dosis de 10 g/15 L cada 45 bandejas + 350 g/m<sup>2</sup> de Amistar en la base de las plantas a los 10 días después del trasplante con dosis de 20 cm<sup>3</sup> por planta.

### **3.4 SERVICIO 2: EVALUACIÓN DEL FUNGICIDA BIOLÓGICO BIOCLEAN® PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COMPLEJO FUNGOSO EN SEMILLEROS DE TABACO BURLEY (*Nicotiana tabacum* L) EN EL PARCELAMIENTO LA NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA, GUATEMALA.**

#### **3.4.1 Presentación**

El cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) es muy susceptible al ataque de hongos principalmente *Fusarium spp.*, que causa las enfermedades de mal de almacigo en semillero y pudrición del tallo en campo definitivo; pueden ocasionar pérdidas en semillero de hasta el 100% de las plántulas por bandeja lo cual equivale a 240 plantas en campo definitivo, lo que representa una disminución en el número de plantas a trasplantar y aumento del costo de producción al tener que comprar o producir más plántulas para compensar estas pérdidas.

En busca de alternativas de control que no sea de origen químico, se encentra el uso de productos de origen biológico para el manejo y control en los diferentes cultivos demostrando ser efectivo y que no produce residuos que puedan ser perjudiciales para el consumidor debido a que las empresas que demandan este producto requieren que esté libre de residuos químicos.

Según Gálvez (2005), la producción de plantas bajo sistema flotante, es un sistema que permite un adecuado control de fertilización y humedad en un medio artificial para el buen manejo y desarrollo de las plántulas, en esta investigación se usó bandejas de poliestireno expandido, donde las plantas flotan en el agua desde la siembra hasta el trasplante.

#### **3.4.2 Objetivos**

##### **A. General**

Evaluar el fungicida biológico BIOCLEAN® para la prevención y control del complejo fungoso en semilleros de tabaco Burley (*Nicotiana tabacum* L.) en el Parcelamiento La Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala.

## **B. Específicos**

1. Evaluar si existe fitotoxicidad al aplicar el fungicida biológico BIOCLEAN® en aplicaciones a diferentes edades menores de 25 días en semillero.
2. Determinar el tratamiento con mayor porcentaje de sobrevivencia para la prevención y control del complejo fungoso en semilleros de tabaco con el fungicida biológico BIOCLEAN®.

### **3.4.3 Metodología**

#### **A. Unidad Experimental**

La unidad experimental fue de una bandeja de duroport de 242 celdas.

#### **B. Repeticiones**

Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones.

#### **C. Material Experimental**

El material genético que se utilizó para la evaluación fue la variedad de Tabaco NC-7 del tipo Burley utilizada para cigarrillo y que es distribuida por la empresa tabacalera Allience One.

#### **D. Tratamientos**

Los tratamientos que se utilizaron en esta investigación fueron 11 y se describen en el cuadro 48.

Cuadro 48. Momentos de aplicación de BIOCLEAN® para la prevención y control del complejo fungoso en semillero del suelo en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L)

Tratamiento	Aplicaciones	Producto	Ingrediente activo	Dosis/bandeja	Momento de aplicación
T1	1	BIOCLEAN®	<i>Lactobacillus</i> y metabolitos de <i>Trichoderma harzianum</i>	0.8 cm <sup>3</sup> /bandeja (75 cm <sup>3</sup> /pileta de 90 bandejas)	0 DDS (Incorporado con el sustrato)
T2					10 DDS (foliar con regadera)
T3					15 DDS (foliar con regadera)
T5					10 DDS (foliar con regadera)
T6					15 DDS (foliar con regadera)
T4 (TC)	2	FORAXIL 24 EC y	Foraxil (Metalaxil)	0.3 cc/bandeja c/u	Foraxil 25 y 35 DDS (foliar con regadera)
	1	AGRIMICIN	Agrimicin (Estreptomicina y Terramicina)		Agrimicin 35 DDS (foliar con regadera)
T1.a	2	BIOCLEAN®	<i>Lactobacillus</i> y metabolitos de <i>Trichoderma harzianum</i>	0.8 cm <sup>3</sup> /bandeja (75 cm <sup>3</sup> /pileta de 90 bandejas)	0 y 25 DDS (Incorporado, con regadera)
T2.b					10 y 30 DDS (foliar con regadera)
T3.c					15 y 35 DDS (foliar con regadera)
T5.d					10 y 30 DDS (foliar con regadera)
T6.e					15 y 35 DDS (foliar con regadera)



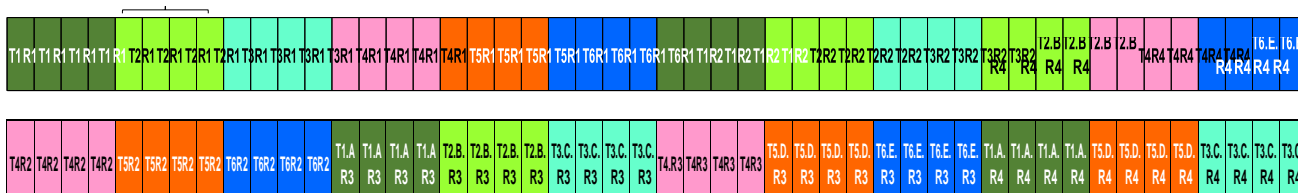
## E. Variable respuesta

La variable respuesta de esta investigación fue el porcentaje de sobrevivencia, el cual se determinó a los 10, 20 y 40 días después de la siembra, con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ sobrevivencia} = \left( \frac{\text{plantas germinadas el día del muestreo}}{\text{plantas germinadas}} \right) * 100$$

## F. Croquis

El croquis de la investigación se resume en la figura 35.



TRATAMIENTO	PRODUCTO	Momento de aplicación
T1	BIOCLEAN®	0 DDS (Incorporado con el sustrato)
T2		10 DDS (foliar con regadera)
T3		15 DDS (foliar con regadera)
T5		10 DDS (foliar con regadera)
T6		15 DDS (foliar con regadera)
T4 (TC)		FORAXIL 24 EC , AGRIMICIN
T1.a	BIOCLEAN®	0 y 25 DDS (Incorporado, Regadera)
T2.b		10 y 30 DDS (foliar con regadera)
T3.c		15 y 35 DDS (foliar con regadera)
T5.d		10 y 30 DDS (foliar con regadera)
T6.e		15 y 35 DDS (foliar con regadera)

Figura 35. Croquis de campo de la investigación

### **G. Preparación de piletas**

Se armaron dos piletas de block recubiertas con 2 capas de Nylon con capacidad para 90 bandejas cada una.

### **H. Lavado y desinfección de bandejas**

Se lavaron y se cepillaron las bandejas con agua, posteriormente se sumergieron en una solución de cloro a 2 cm<sup>3</sup>/L. Finalmente se procedió a sumergir las bandejas en una solución de Akbar a 2.5 cm<sup>3</sup>/L.

### **I. Preparación de sustrato y llenado de bandejas**

Se homogenizaron 3 pacas y media (157 kg) de sustrato a base de turba para llenar 133 bandejas, por cada paca se agregó 1 kg de insecticida (Jade 0.8 GR).

### **J. Determinación de la calidad de agua y colocación de bandejas en la pileta**

Con un potenciómetro portátil y con un medidor de dureza se midió la calidad del agua, los resultados obtenidos fueron:

- pH: 6.5
- CE: 490  $\mu$ S
- Dureza: 210 ppm de CaCO<sub>3</sub>.
- Se colocaron 90 bandejas en una pileta y 43 en otra.

#### **3.4.4 Material y equipo**

Los materiales y equipos utilizados en esta investigación se resumen a continuación:

- Producto: BIOCLEAN® (*Lactobacillus* y metabolitos de *Trichoderma harzianum*)
- Regadera (10 L)
- Bandejas
- Sustrato a base de turba

- Insecticida (Jade 0.8 GR)
- Plantas de tabaco
- Cloro
- Akbar
- Potenciómetro portátil y medidor de dureza
- Libreta de campo
- Lápiz

### 3.4.5 Resultados

Los resultados obtenidos de la germinación de las plantas de tabaco en campo definitivo se obtuvieron a los 10 días después de la siembra y sobrevivencia a los 20 y 40 días después de la siembra.

#### A. Muestreo a los 10 DDS

A los 10 días después de la siembra se determinó el porcentaje de germinación de las plantas de tabaco (cuadro 49). Además, se realizó un ANDEVA a los datos obtenidos (cuadro 50).

Cuadro 49. Resultados de germinación de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) a los 10 DDS

TRATAMIENTO	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1-BIOCLEAR 0.8 cm <sup>3</sup> /L /bandeja (0 DDS)	76	85.7	74	76.8	78.125
T2-BIOCLEAR 0.8 cm <sup>3</sup> /L / bandeja (10 DDS)	81.4	79.3	76	80	79.175
T3-BIOCLEAR 0.8 cm <sup>3</sup> /L / bandeja (15 DDS)	78	82.3	80.8	75	79.025
T4-FORAXIL, Testigo Comercial (25 DDS)	79.6	81.4	75.6	74.5	77.775
T5-BIOCLEAR 0.8 cm <sup>3</sup> /L / bandeja (10 DDS con lavado)	80	76	77.5	73	76.625
T6-BIOCLEAR 0.8 cm <sup>3</sup> /L / bandeja (15 DDS con lavado)	76.7	79	79.4	82	79.275

Cuadro 50. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de germinación de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 10 DDS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
% DE GERMINACIÓN	24	0.10	0.00	4.25	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	21.39	5	4.28	0.39	0.8516 <sup>ns</sup>
TRATAMIENTO	21.39	5	4.28	0.39	0.8516 <sup>ns</sup>
Error	199.29	18	11.04		
Total	220.67	23			

No existen diferencias significativa en el porcentaje de germinación a los 10 DDS entre los tratamientos, por lo cual la aplicación de BIOCLEAN® a las dosis, forma y momento recomendado no influye en la germinación de la semilla de tabaco NC7 y se comportó similar al convencional.

## B. Muestreo a los 20 DDS

A los 20 días después de la siembra se determinó el porcentaje de germinación de las plantas de tabaco (cuadro 51). Además, se realizó un ANDEVA a los datos obtenidos (cuadro 52).

Cuadro 51. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 20 DDS.

TRATAMIENTO	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1-BIOCLEAN 0.8 cm <sup>3</sup> /L /bandeja (0 DDS)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
T2-BIOCLEAN 0.8 cm <sup>3</sup> /L / bandeja (10 DDS)	100.00	100.00	98.68	100.00	99.99
T3-BIOCLEAN 0.8 cm <sup>3</sup> /L / bandeja (15 DDS)	100.00	100.00	97.52	98.67	99.97
T4-FORAXIL, Testigo Comercial (25 DDS)	98.75	98.68	100.00	100.00	99.98
T5-BIOCLEAN 0.8 cm <sup>3</sup> /L / bandeja (10 DDS con lavado)	97.39	98.73	97.48	100.00	99.95
T6-BIOCLEAN 0.8 cm <sup>3</sup> /L / bandeja (15 DDS con lavado)	100.00	97.54	98.68	98.66	99.96

Cuadro 52. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 20 DDS

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	7.11	5	1.42	1.73	0.1784 <sup>ns</sup>
TRATAMIENTO	7.11	5	1.42	1.73	0.1784 <sup>ns</sup>
Error	14.79	18	0.82		
Total	21.90	23			

No existen diferencia significativa en porcentaje de sobrevivencia a los 20 DDS entre los tratamientos, por lo cual la aplicación de BIOCLEAN® a las dosis, forma y momento recomendado no influye en la sobrevivencia de la semilla de tabaco NC7, y se comportó similar al convencional.

### C. Muestreo a los 40 DDS

A los 40 días después de la siembra se determinó el porcentaje de germinación de las plantas de tabaco (cuadro 53). Además, se realizó un ANDEVA a los datos obtenidos (cuadro 54).

Cuadro 53. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 40 DDS.

TRATAMIENTO	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1 BIOCLEAN 75 cm <sup>3</sup> / pileta (0 DDS)	66.11	53.72	68.18	61.36	62.34
T2 BIOCLEAN 75 cm <sup>3</sup> / pileta (10 DDS)	66.74	79.96	73.35	84.29	76.09
T3 BIOCLEAN 75 cm <sup>3</sup> / pileta (15 DDS)	90.91	54.34	78.93	75.62	74.95
T5 BIOCLEAN 75 cm <sup>3</sup> / pileta (10 DDS CON LAVADO)	85.54	79.75	86.36	76.24	81.97
T6 BIOCLEAN 75 cm <sup>3</sup> / pileta (15 DDS CON LAVADO)	86.16	74.79	89.05	85.54	83.88
T4 TESTIGO COMERCIAL, FORAXIL (25 Y 35 DDS)	95.66	80.99	91.22	94.11	90.49
T1.A BIOCLEAN 75 cm <sup>3</sup> / pileta (0, 25 DDS)	71.07	76.24	75.21	76.03	74.64
T2.B BIOCLEAN 75 cm <sup>3</sup> / pileta (10, 30 DDS)	89.05	91.53	93.8	90.91	91.32
T3.C BIOCLEAN 75 cm <sup>3</sup> / pileta (15, 35 DDS)	90.08	96.28	92.36	91.12	92.46
T5.D BIOCLEAN 75 cm <sup>3</sup> / pileta (10, 30 DDS con lavado)	74.38	59.3	36.57	71.49	60.43
T6.E BIOCLEAN 75 cm <sup>3</sup> / pileta (15,35 DDS con lavado)	47.93	91.94	95.66	63.43	74.74

Cuadro 54. Análisis de varianza al 1 % de significancia del porcentaje de sobrevivencia de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) a los 40 DDS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
% DE SOBREVIVENCIA	44	0.55	0.42	13.73	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	4716.53	10	417.65	4.06	0.0011**
TRATAMIENTO	4716.53	10	417.65	4.06	0.0011**
Error	3833.04	33	116.15		
Total	8549.57	43			

Existen diferencias altamente significativa en porcentaje de sobrevivencia a los 40 DDS entre los tratamientos, por lo cual la aplicación de BIOCLEAR® a las dosis, forma y momento recomendado influye en la sobrevivencia de la semilla de tabaco NC7.

Debido a que existe diferencia significativa en la aplicación de los tratamientos se realizó la prueba de medias de Tukey con una significancia del 1%, donde se ponderaron los lugares de los tratamientos estando el **T3C**. (BIOCLEAR A 75 cm<sup>3</sup>/pileta, 15 Y 35 DDS) en el primer lugar, el T2B. (BIOCLEAR A 75 cm<sup>3</sup>/pileta, 10 Y 30 DDS) en el segundo, y T4 (testigo comercial, FORAXIL 25 Y 35 DDS) en el tercero.

### 3.4.6 Conclusiones

2. La aplicación de BIOCLEAR de los 0 a los 25 DDS a dosis de 75 cm<sup>3</sup>/pileta no afecta la germinación y emergencia de las plántulas de tabaco, descartando la posibilidad de que se diera fitotoxicidad durante la etapa de semillero.
3. El tratamiento que presento mejores resultados en porcentaje de sobrevivencia durante la evaluación para la prevención y control del complejo fungoso en

semilleros de tabaco fue el **T3C**. (BIOCLEAN A 75 cm<sup>3</sup>/pileta, aplicado a los 15 Y 35 DDS Sin lavado).

4. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decir que el biofungicida BIOCLEAN es mejor aplicarlo sin lavar, en horas donde no se presente demasiada incidencia de la luz solar, principalmente en la madrugada o por la tarde para que el producto sea mejor aprovechado.

#### **3.4.7 Recomendaciones**

1. Al utilizar productos biológicos, realizar aplicaciones antes de las 9 am o después de las 5 de la tarde.