

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 shield with a blue background. Inside the shield, there is a figure of a person in a red and white robe, possibly a saint or a scholar, holding a book. Above the figure is a golden crown. The shield is flanked by two golden lions. The entire shield is set against a light blue background. The outer ring of the seal contains the Latin text "UNIVERSITAS SAN CAROLIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERAS" in a circular arrangement.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS NEMATICIDAS EN EL CULTIVO DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN DE BAYER S. A.,
GUATEMALA C.A.

HARLEY SERGY FRANCISCO TICHOC TICHOC

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS NEMATICIDAS EN EL CULTIVO DE
PAPA (*Solanum tuberosum* L.), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN DE BAYER S. A.,
GUATEMALA C.A.

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

POR

HARLEY SERGY FRANCISCO TICHOC TICHOC

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR EN FUNCIONES
M. A. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	Br. Carmen Aracely García Pirique
VOCAL V	P. Agr. Mynor Fernando Almengor Orenos
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021

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 CUATRO TRATAMIENTOS NEMATICIDAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN DE BAYER S. A., 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”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Harley Serghy Francisco Tichoc Tichoc', with a large, stylized flourish at the end.

HARLEY SERGHY FRANCISCO TICHOC TICHOC

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Quien siempre ha sido la guía para lograr cada objetivo que me he propuesto y ser la fuente de sabiduría y entendimiento en este largo trayecto.

MI MAMÁ Juana Vianney Tichoc Martín por ser la principal inspiración durante toda mi vida, quién siempre me demostró cariño, amor, apoyo emocional y siempre me motivó para seguir adelante para que este acto llegase a ser una realidad.

MI PAPÁ Erdmann Menndelsshon Tichoc Ruyán por toda la vida ser un ejemplo de trabajo y perseverancia, por ser la persona que me demostró que para alcanzar las metas y objetivos hay que esforzarse y dar siempre lo mejor.

MIS HERMANOS Por esos momentos de alegría y felicidad vividos durante tantos años y por los que estamos por vivir, también por esos momentos de enojos ya que todos ellos forman parte de nuestra vida.

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS PADRES

Porque siempre han sido el mejor ejemplo de cómo velar por el bienestar de sus hijos, anteponiendo el suyo propio, por el mío y de mis hermanos. Por todas esas noches de desvelo, por esos años de salidas al trabajo durante la madrugada, por esos días de trabajo sin descanso bajo el sol intenso y la lluvia incesante, por siempre estar ahí presentes en cada acto importante, por todo el esfuerzo realizado durante años, les estaré eternamente agradecido.

MIS AMIGOS

Josué Archila (Loba), Abi Andrade, Marco Pérez (Pit), Nury Martínez, Ana Chaclán, Astrid Fuentes, Jonatán Cruz, Dídlan Lylygan, Billy Cuculista, Erick, Dug, Coco, por todos esos momentos vividos juntos, y por los que aún nos quedan por vivir.

PASTORES

Hno. Arnoldo y hna. Letty por todas las oraciones que han hecho por mí desde que era un niño, también por todos los consejos que he recibido de ustedes, siempre les estaré agradecido.

MI SUPERVISOR

Ing. Agr. Ernesto Yac por el apoyo y seguimiento a todas las inquietudes durante la etapa del EPS y la realización de este documento.

MI ASESOR

Ing. Agr. M. Sc. Filadelfo Guevara por todo el apoyo recibido durante la realización de mi trabajo de investigación final, por la buena disposición que siempre mostró para ayudarme durante los años que fue mi catedrático en la universidad.

BAYER S. A.

Por darme la oportunidad de trabajar en una empresa de alto prestigio y de igual manera permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado en este tiempo, así como la de darme total libertad en la realización de mi investigación.

ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
RESUMEN	xiii
 CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA	
PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) EN LA ALDEA	
PANIMACOC, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	1
1. PRESENTACIÓN	2
2. MARCO REFERENCIAL	3
2.1 Datos generales	3
2.2 Ubicación.....	3
2.3 Vías de acceso.....	3
2.4 Coordenadas geográficas	3
2.5 Clima	3
2.6 Precipitación	4
2.7 Suelos	4
2.8 Zona de vida.....	4
2.9 Extensión de la aldea	4
3. OBJETIVOS	5
3.1 Objetivo general	5
3.2 Objetivos específicos	5
4. METODOLOGÍA.....	6
4.1 Fase de campo.....	6
4.1.1 Recolección de información primaria	6
4.1.2 Observación	6
4.2 Fase de gabinete.....	7
4.2.1 Recolección de información secundaria.....	7
4.3 Análisis de la Información.....	7
4.3.1 Identificación de problemas.....	7
4.3.2 Priorización de los problemas	7
5. RESULTADOS	8

5.1 El cultivo de papa en la aldea Panimacoc, Tecpán Guatemala	8
5.2 Proceso de producción	10
5.2.1 Establecimiento del cultivo	10
5.2.2 Fertilización del cultivo	10
5.2.3 Riego del cultivo	10
5.2.4 Manejo de plagas y enfermedades	11
5.2.5 Cosecha y comercialización	11
5.3 Problemas identificados	12
5.3.1 Problemas de plagas y enfermedades	12
5.3.2 Otros problemas agronómicos	13
5.4 Matriz de priorización de problemas	13
5.4.1 Problemas priorizados de acuerdo con la matriz de priorización	14
5.5 Árbol de problemas	14
5.6 Descripción de los principales problemas	15
5.6.1 Tizón tardío	16
5.6.2 Nematodos	16
5.6.3 Virosis	17
6. CONCLUSIONES	18
7. RECOMENDACIONES	19
8. BIBLIOGRAFÍA	20
9. ANEXOS	21
9.1 Boleta No. 1. Encuesta para productores de papa en la aldea Panimacoc, municipio de Tecpán Guatemala, Chimaltenango	21
9.2 Fotografías de las áreas productivas del cultivo de papa en la aldea Panimacoc	22
CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS NEMATICIDAS EN EL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) EN LA ALDEA PANIMACOC, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	23
1. PRESENTACIÓN	24
2. MARCO TEÓRICO	26
2.1. Marco conceptual	26
2.1.1. El cultivo de papa	26

2.1.2 Importancia del cultivo	27
2.1.3 Clasificación taxonómica	27
2.1.4 Ciclo del cultivo	29
2.1.5 Condiciones edafoclimáticas	30
A. Temperatura	30
B. Luz	30
C. Humedad	30
D. Suelo	31
2.1.6 Variedad del cultivo	31
A. Variedad Loman.....	31
2.1.7 Fertilización	32
2.1.8 Plagas	33
A. Virus.....	33
B. Enfermedades.....	33
a. Tizón tardío	33
b. Marchitez bacteriana	34
C. Plagas insectiles	34
a. Chicharritas (<i>Empoasca</i> spp)	34
b. Mosca minadora (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)	35
c. El psílido de la papa (<i>Bactericera cockerelli</i>)	35
D. Nematodos	35
a. <i>Globodera</i> sp.....	36
i. Ciclo de vida del nematodo del quiste	36
ii. Síntomas del nematodo del quiste.....	38
b. <i>Meloidogyne</i> sp	38
i. Ciclo de vida del nematodo agallador de la raíz	39
c. Control de nematodos	40
i. Control físico.....	41
ii. Vapor	41
iii. Solarización	42
iv. Inundación	42

	PÁGINA
v. Control cultural	42
vi. Rotación de cultivos	42
vii. Barbecho	43
viii. Cultivos trampa.....	43
ix. Cultivos de cobertura.....	43
x. Enmiendas de suelo.....	43
xi. Biofumigación.....	44
xii. Cultivares resistentes	44
xiii. Injertos	44
xiv. Control químico	44
- Oxamyl.....	45
- Etoprofos	45
- Thiamethoxam + Abamectin	46
- Fluopyram.....	46
xv. Control biológico.....	46
d. Umbrales económicos de nematodos en el cultivo de papa	47
2.1.10 Análisis económico	48
A. Tasa marginal de retorno.....	48
B. Análisis de dominancia	48
2.2 Marco referencial	48
2.2.1 Ubicación	48
2.2.2 Datos generales	49
2.2.3 Vías de acceso	50
2.2.4 Coordenadas geográficas	50
2.2.5 Clima.....	50
2.2.6 Precipitación	50
2.2.7 Suelos	51
2.2.8 Zona de vida	51
2.2.9 Extensión	51
2.3 Antecedentes	51
3. OBJETIVOS.....	53

3.1 Objetivo general	53
3.2 Objetivos específicos	53
4. HIPÓTESIS	53
5. METODOLOGÍA.....	54
5.1 Determinar presencia de nematodos en el lugar	54
5.2 Material vegetal	54
5.3 Descripción de los tratamientos y métodos de aplicación	54
5.4 Diseño experimental.....	56
5.5 Modelo estadístico	56
5.6 Hipótesis estadística	57
5.7 Unidad experimental	57
5.8 Aleatorización y distribución en campo	58
5.9 Análisis de la información.....	59
5.9.1 Incidencia	59
5.9.2 Severidad	59
5.9.3 Densidad poblacional para determinar la efectividad del tratamiento	61
5.9.4 Rendimiento del cultivo de papa (kg/ha)	62
5.9.5 Análisis económico.....	62
A. Determinación de la tasa marginal de retorno	62
a. Realización de presupuestos parciales	62
b. Análisis de dominancia.....	63
c. Tasa marginal de retorno (TMR)	63
5.10 Análisis estadístico	63
5.10.1 Análisis de varianza.....	63
5.11 Muestreos.....	64
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
6.1 Incidencia	66
6.2 Severidad	67
6.2.1 Análisis estadístico de la severidad.....	67
6.3 Efectividad.....	72
6.3.1 Comportamiento de las poblaciones en el tiempo.....	72

	PÁGINA
6.3.2 Análisis estadístico de la efectividad	74
6.4 Rendimiento	78
6.4.1 Análisis estadístico del rendimiento	79
6.5 Análisis económico	83
6.5.1 Presupuestos parciales	83
6.5.2 Análisis de dominancia	83
6.5.3 Tasa marginal de retorno	85
7. CONCLUSIONES	86
8. RECOMENDACIONES	87
9. BIBLIOGRAFÍA	88
10. ANEXOS	91
10.1 Esquema de la unidad experimental	91
10.2 Aleatorización y distribución de las unidades experimentales	91
10.3 Resultados de análisis nematológicos obtenidas en laboratorio	92
CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA BAYER S. A., A TRAVÉS DEL MANEJO Y EJECUCIÓN DE CAMPO DE ENSAYOS PARA LA EVALUACIÓN DE PRODUCTOS COMERCIALES.	100
3.1 PRESENTACIÓN	101
3.2 SERVICIO I	103
MANEJO Y EJECUCIÓN DE CAMPO DEL ENSAYO PARA LA EVALUACIÓN DEL PRODUCTO COMERCIAL REQUIEM 25 SC (<i>Chenopodium ambrosioides</i>) A TRAVÉS DE NUEVE PROGRAMAS PARA EL CONTROL DE TRIPS (<i>Frankliniella occidentalis</i>) EN EL CULTIVO DE ARVEJA (<i>Pisum sativum</i>)	103
3.2.1 OBJETIVOS	103
A. Objetivo general	103
B. Objetivos específicos	103
3.2.2 METODOLOGÍA	104
A. Establecimiento del ensayo	104
a. Programas evaluados	104
b. Diseño experimental	105
c. Modelo estadístico	105

d. Croquis de campo	105
e. Muestreos.....	106
i. Ápice	106
ii. Vaina	107
f. Aplicación de los programas para el control de trips	108
i. Calibración del equipo	108
ii. Dosis utilizada.....	108
B. Análisis de la información	109
3.2.3 RESULTADOS	110
A. Comportamiento de las poblaciones de trips en el tiempo.....	110
B. Porcentaje de daño en cosecha provocado por las poblaciones de trips.	111
3.2.4 CONCLUSIONES.....	113
3.2.5 RECOMENDACIONES	113
3.2 SERVICIO II	114
MANEJO Y EJECUCIÓN DE CAMPO DEL ENSAYO PARA LA EVALUACIÓN DEL PRODUCTO COMERCIAL VERANGO 50 SC (Fluopyram) A TRAVÉS DE SIETE PROGRAMAS PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (<i>Daucus carota</i>).....	114
3.2.1 OBJETIVOS	114
A. Objetivo general.....	114
B. Objetivos específicos	114
3.2.2 METODOLOGÍA.....	115
A. Programas evaluados	115
B. Diseño experimental	116
C. Modelo estadístico.....	116
D. Croquis de campo.....	116
E. Muestreos	117
i. Calibración del equipo	117
ii. Dosis utilizada.....	118
F. Análisis de la información.....	118
2.3 RESULTADOS	119

	PÁGINA
A. Análisis de la incidencia de las poblaciones de nematodos	119
B. Análisis de la severidad ocasionada por las poblaciones de nematodos.	120
3.2.5 CONCLUSIONES	122
3.2.6 RECOMENDACIONES	122
3.3 SERVICIO III	123
MANEJO Y EJECUCIÓN DE CAMPO DEL ENSAYO PARA LA EVALUACIÓN DEL PRODUCTO COMERCIAL VERANGO 50 SC (<i>Fluopyram, benzamida</i>) A TRAVÉS DE CINCO PROGRAMAS PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	123
3.3.1 OBJETIVOS	123
A. Objetivo general	123
B. Objetivos específicos	123
3.3.2 METODOLOGÍA	124
A. Programas evaluados	124
B. Diseño experimental	124
C. Modelo estadístico	125
D. Croquis de campo	125
E. Muestreos	126
a. Raíces	126
F. Dosis utilizada	127
G. Análisis de la información	128
3.3.3 RESULTADOS	129
A. Análisis de la severidad de las poblaciones de nematodos	129
B. Análisis del rendimiento del cultivo de papa según programas evaluados	130
3.3.4 CONCLUSIONES	131
3.3.5 RECOMENDACIONES	131
3.3.5 BIBLIOGRAFÍA	132
3.3.6 ANEXOS	133
A. Muestreos en el cultivo de zanahoria.	133

ÍNDICE DE FIGURAS	PÁGINA
Figura 1. Porcentaje de producción del cultivo de papa en el departamento de Chimaltenango.	9
Figura 2. Porcentaje de producción del cultivo de papa en la aldea Panimacoc.....	9
Figura 3. Árbol de problemas para plagas y enfermedades.....	15
Figura 4A. Áreas productivas preparadas para el establecimiento de cultivos de papa.....	22
Figura 5A. Fotografía frente a la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Panimacoc, Tecpán Guatemala.....	22
Figura 6. Morfología de la planta de papa.....	26
Figura 7. Distribución de las áreas de papa por departamento.....	27
Figura 8. Características de la variedad Loman.....	32
Figura 9. Ciclo de vida del nematodo del quiste.....	37
Figura 10. Ciclo de vida de <i>Meloidogyne</i> spp.....	40
Figura 11. Mapa departamento de Chimaltenango, * municipio de Tecpán Guatemala	49
Figura 12. Mapa aproximado de la aldea Panimacoc, Tecpán Guatemala.....	49
Figura 13A. Unidad experimental, surcos de borde y parcela neta.....	91
Figura 14. Distanciamiento entre plantas y entre surcos del cultivo de papa.....	58
Figura 15A. Croquis de campo y aleatorización de los tratamientos.....	91
Figura 16. Unidades experimentales, identificadas según tratamiento y bloque.....	58
Figura 17. Presencia de daños en las raíces.....	59
Figura 18. Ejemplo escala de severidad propuesta por Taylor y Sasser.....	60
Figura 19. Raíces del cultivo de papa con distintos niveles de daño.....	61
Figura 20. Toma de muestras de suelo y raíces.....	61
Figura 21. Pesado y clasificación de los tubérculos, según su calidad.....	62
Figura 22. Muestreo surcos centrales, 110 días después de la siembra.....	64

Figura 23. Distribución de los datos del supuesto de normalidad de la severidad.....	68
Figura 24. Diagrama de dispersión supuesto homoscedasticidad de la severidad.....	69
Figura 25. Severidad promedio expresada en porcentaje según tratamiento evaluado. ...	71
Figura 26. Niveles poblacionales durante el ciclo del cultivo.	73
Figura 27. Distribución de los datos para el supuesto de normalidad de la efectividad.	74
Figura 28. Diagrama de dispersión supuesto homoscedasticidad de la efectividad.	75
Figura 29. Representación gráfica del rendimiento promedio obtenido.	79
Figura 30. Distribución de los datos para el supuesto de normalidad del rendimiento.	80
Figura 31. Diagrama de dispersión supuesto homoscedasticidad del rendimiento.....	81
Figura 32. Numero de trips en ápices del cultivo de arveja.	110
Figura 33. Porcentaje de daño causado por trips en vainas del cultivo de arveja.....	112
Figura 34. Incidencia de las poblaciones de nematodos según el tratamiento aplicado.....	119
Figura 35. Severidad causada por las poblaciones de nematodos en el cultivo de zanahoria expresada en porcentaje.....	120
Figura 36. Croquis de campo para el ensayo realizado en el cultivo de papa	126
Figura 37. Severidad promedio expresada en %.	129
Figura 38. Aumento en el rendimiento respecto al testigo expresado en %.	130
Figura 39A. Toma de datos en campo en el cultivo de Arveja.	133
Figura 40A. Toma de datos en campo para el cultivo de zanahoria.	133
Figura 41A. Toma de datos en el cultivo de papa.	134

ÍNDICE DE CUADROS	PÁGINA
Cuadro 1. Precios obtenidos de la cosecha en el mercado La Terminal.....	12
Cuadro 2. Matriz de priorización de problemas del cultivo de papa	13
Cuadro 3. Umbral económico de especies de nematodos en el cultivo de papa.	47
Cuadro 4. Tratamientos aplicados, dosis y código de aplicación.	54
Cuadro 5A. Nivel de población inicial para determinar la presencia de la plaga.	92
Cuadro 6A. Niveles de población a los 45 días después de la siembra	93
Cuadro 7A. Niveles de población a los 110 días después de la siembra.	95
Cuadro 8. Valores de incidencia por parcela expresada en porcentaje.	66
Cuadro 9. Valores promedio de daño en la raíz por parcela expresado en porcentaje.....	67
Cuadro 10. Supuesto de normalidad de la severidad.....	67
Cuadro 11. Supuesto de homoscedasticidad de la severidad.....	68
Cuadro 12. Análisis de varianza de la severidad.....	69
Cuadro 13. Prueba múltiple de medias LSD de Fisher para la severidad.	70
Cuadro 14. Lecturas de poblaciones a los 0, 45 y 110 días después de la siembra.	72
Cuadro 15. Supuesto de normalidad de la efectividad.	74
Cuadro 16. Supuesto de homoscedasticidad de la efectividad.	75
Cuadro 17. Análisis de la varianza de la efectividad según los niveles de poblaciones....	75
Cuadro 18. Prueba múltiple de medias LSD de Fisher para la efectividad.	76
Cuadro 19. Valores de rendimiento obtenidos del cultivo de papa.....	78
Cuadro 20. Supuesto de normalidad del rendimiento.	79
Cuadro 21. Supuesto de homoscedasticidad del rendimiento.	80
Cuadro 22. Análisis de la varianza del rendimiento.....	81
Cuadro 23. Prueba múltiple de medias LSD de Fisher para el rendimiento.....	82

	PÁGINA
Cuadro 24. Presupuestos parciales de los tratamientos evaluados.....	83
Cuadro 25. Cálculo de beneficio neto expresado en quetzales.	84
Cuadro 26. Análisis de dominancia de todos los tratamientos evaluados.	85
Cuadro 27. Tasa marginal de retorno.	85
Cuadro 28. Programas aplicados para el control de trips.	104
Cuadro 29. Aleatorización de los distintos programas evaluados.	106
Cuadro 30. Muestreos realizados en los distintos órganos de la planta.	107
Cuadro 31. Programas evaluados durante la realización del ensayo.	115
Cuadro 32. Croquis de campo utilizado en el ensayo del cultivo de zanahoria.	117
Cuadro 33. Programas aplicados durante el ensayo.	124

TITULO

EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS NEMATICIDAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN DE BAYER S. A., GUATEMALA C.A.

RESUMEN

En el presente documento, se muestra el trabajo realizado en el Departamento de Desarrollo e Investigación de Bayer S. A., durante el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-, el cual está dividido en tres capítulos, el primero conformado por el diagnóstico de la situación actual de la producción de papa en el cultivo de papa.

Este se enfocó específicamente en los problemas que se presentan con más frecuencia en la producción de papa en la aldea, por lo que se recabó información primaria a través de una encuesta directa con los pobladores de dicha aldea, conociendo los problemas que se presentaban con más frecuencia se realizó una matriz de priorización de problemas en el cual se determinó que los problemas con plagas y enfermedades eran los que más problemas daban en dicho cultivo.

Con la finalidad de apoyar a los agricultores con el problema de plagas y presentar alternativas para el control, se estableció la investigación: EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS NEMATICIDAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA ALDEA PANIMACOC, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A. En dicha investigación se evaluaron las siguientes variables: incidencia, severidad, rendimiento, efectividad de los tratamientos, acompañado de un análisis económico para complementar dicha investigación.

La investigación tuvo una duración de 120 días dando inicio el día de la siembra, la cual se estableció con un diseño experimental de bloques completos al azar, en el cual se realizó un análisis estadístico para las variables anteriormente mencionadas. La variable de respuesta incidencia presentó los mismos valores en todos los tratamientos por lo que no fue necesaria la realización de dicho análisis, sin embargo, las variables de respuesta severidad, efectividad y rendimiento mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

El tratamiento que presentó la mejor efectividad para el control de nematodos en el cultivo de papa fue la aplicación de Fluopyram a una dosis de 0.50 L/ha a los 0 días después de la siembra, es decir, en el momento del establecimiento del cultivo. Derivado de esto, dicho tratamiento también mostró el mayor rendimiento mostrando diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos obteniendo un rendimiento promedio de 18,203.13 kg/ha, así mismo en el análisis económico de los tratamientos, el mismo tratamiento fue el único en superar la prueba de dominancia obteniendo una tasa marginal de retorno de Q. 16.53.

Como tercer y último capítulo de este documento se presentan los servicios ofrecidos, los cuales consistieron en el manejo y ejecución de campo de tres ensayos para la evaluación de los productos comerciales Requiem 25 SC y Verango 50 SC, el primero en cultivo de arveja para el control de trips y el segundo en el cultivo de zanahoria y papa para el control de nematodos. Estos consistieron en ejecutar en campo los diferentes programas evaluados que la empresa Bayer S. A. tuvo para evaluar así como la toma de datos, para que fueran procesados posteriormente, el análisis estadístico de dicha información no estuvo contemplada dentro de las actividades a ejecutar.

**CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN
DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA ALDEA PANIMACOC,
TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

1. PRESENTACIÓN

La aldea Panimacoc se encuentra ubicada en el municipio de Tecpán Guatemala, del departamento de Chimaltenango a una distancia de 85 km de la ciudad de Guatemala, dicha aldea se caracteriza por la producción de hortalizas, sin embargo destaca la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), donde únicamente se produce con la variedad Loman, que puede alcanzar según datos del ICTA un rendimiento de 20 t/ha a 30 t/ha, sembrándose alrededor de 55 ha según los campesinos del lugar, sin embargo dicha variedad es susceptible a enfermedades.

Se realizó un recorrido de campo para verificar la existencia de problemas en el cultivo de papa, también se realizó preguntas individuales a productores del lugar, para poder identificar la existencia de problemas que estuvieran afectando la producción del cultivo en dicho lugar. Las preguntas se basaron en una boleta la cual se encuentra en el área de anexos, anotándose también los datos de interés que los agricultores mencionaron.

La identificación del problema principal general se realizó a través de un árbol de problemas en el que están representados las causas y efectos que trae consigo, en este caso fueron las plagas y enfermedades los que mayor problemas provocan en el cultivo, sin embargo, también se utilizó una matriz de priorización para establecer cuál de las plagas y enfermedades afectaba más a la producción de papa, dando como resultado que: El tizón tardío (*Phytophthora infestans*), nematodos y virosis, son problemas que principalmente afectaban a dicho cultivo.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Datos generales

- Localizada a 85 km de la Ciudad de Guatemala se encuentra la Aldea Panimacoc, del municipio de Tecpán Guatemala, del departamento de Chimaltenango.
- A una altitud de 2,300 m s.n.m.
- Extensión de 2.57 km².
- Diversidad de producción de hortalizas.

2.2 Ubicación

La aldea Panimacoc se encuentra ubicada en el Municipio de Tecpán Guatemala, del departamento de Chimaltenango, en la región llama como altiplano central, a una distancia de 85 km de la Ciudad de Guatemala, a través de la carretera interamericana CA-1 y a 34 km de la cabecera de Chimaltenango.

2.3 Vías de acceso

La entrada principal a la aldea está sobre el kilómetro 82 de la ruta interamericana CA-1, hacia la derecha, el poblado se encuentra a 3 km de la principal ruta de acceso, tiene otra vía de acceso por el municipio de Santa Apolonia, Chimaltenango a 90 km de la Ciudad de Guatemala, por la CA-1.

2.4 Coordenadas geográficas

Latitud norte: 14° 46' 21" y Longitud oeste 90° 57' 53"

2.5 Clima

La estación de invierno va desde abril a noviembre, la temperatura máxima promedio es de 22 °C y una mínima de 6.3 °C; la temperatura anual promedio es de 16 °C (Montufar, 2011)

2.6 Precipitación

La precipitación promedio anual varía entre 724 mm a 1145 mm, lo cual favorece el cauce de los ríos durante la época invernal, dichas aguas son utilizadas por los agricultores para el riego de sus cultivos. (Montufar, 2011)

2.7 Suelos

No se encuentra definido el tipo de suelo específico de esta aldea sin embargo la predominancia en el municipio por las series Totonicapán, Cauque, Patzicía, Tecpán y Tolimán, con un 65% del área total. (Montufar, 2011)

El casco de la aldea se encuentra en una planicie por lo que la mayoría de los suelos son utilizados para cultivos, sin embargo, muchas de las áreas productivas están en laderas que estarían mejor con bosques, sin embargo, la necesidad de los pobladores para desarrollar actividades agrícolas ha requerido dichos cambios en el uso de los suelos. (Montufar, 2011)

2.8 Zona de vida

Según Holdridge y las características presentes, la región en la cual se encuentra la aldea Panimacoc pertenece a la zona de vida bosque húmedo montano bajo sub-tropical.

2.9 Extensión de la aldea

La aldea Panimacoc cuenta con un área aproximada de 2.57 km², el cual equivalente a 25,700 ha, en la que predominan áreas para hortalizas, destacando entre ellas la papa y el cultivo de fresa.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Conocer la situación actual de la producción del cultivo de papa en la aldea Panimacoc, Tecpán Guatemala.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar el estado de las áreas de producción del cultivo de papa en la aldea Panimacoc, Tecpán Guatemala.
- Identificar problemas que afectan el cultivo de papa en la aldea Panimacoc, Tecpán Guatemala.
- Determinar si existen deficiencias en la comercialización de las cosechas del cultivo de papa.

4. METODOLOGÍA

Para la realización del diagnóstico se trabajó con el fin de identificar los problemas que de afectarían el cultivo de papa en la aldea Panimacoc del municipio de Tecpán Guatemala, a continuación, se describe la forma en que se obtuvo la información:

4.1 Fase de campo

Esta fase del diagnóstico se realizó en el área de estudio a través de los siguientes métodos:

4.1.1 Recolección de información primaria

Se realizó un recorrido por la aldea con la finalidad de observar las áreas que son dedicadas a la producción de papa, así como la realización de entrevistas a algunos productores que estuvieron dispuestos a compartir sus experiencias con la producción de dicho cultivo.

Las preguntas que se realizaron a los productores están establecidas en la boleta No. 1, de la sección de anexos, este estuvo enfocado a la obtención de información directamente de quienes se dedican a la producción del cultivo para poder conocer los problemas que suelen enfrentar durante la producción del cultivo.

4.1.2 Observación

Se ejecutó en las áreas visitadas durante el recorrido, esta ayudó a recopilar información visual sobre las áreas de producción, incluso para poder identificar la existencia de algunos problemas que pudieran identificarse a simple vista durante la visita al lugar.

4.2 Fase de gabinete

4.2.1 Recolección de información secundaria

Se realizó una revisión bibliográfica, y consulta de información general del área de estudio, tales como: manejo agronómico realizado convencionalmente, información sobre la comercialización de la cosecha.

4.3 Análisis de la Información

4.3.1 Identificación de problemas

Considerando la información recabada, se determinaron los problemas que afectan en mayor grado a la producción de papa en la aldea Panimacoc, Tecpán Guatemala, esta información se sintetizó a través de la técnica “árbol de problemas”.

4.3.2 Priorización de los problemas

Esta se hizo a través de la técnica “matriz de priorización” esto con el fin de identificar el problema que más afecta a la producción de papa en dicha comunidad, dando más énfasis a los que obtengan una mayor ponderación.

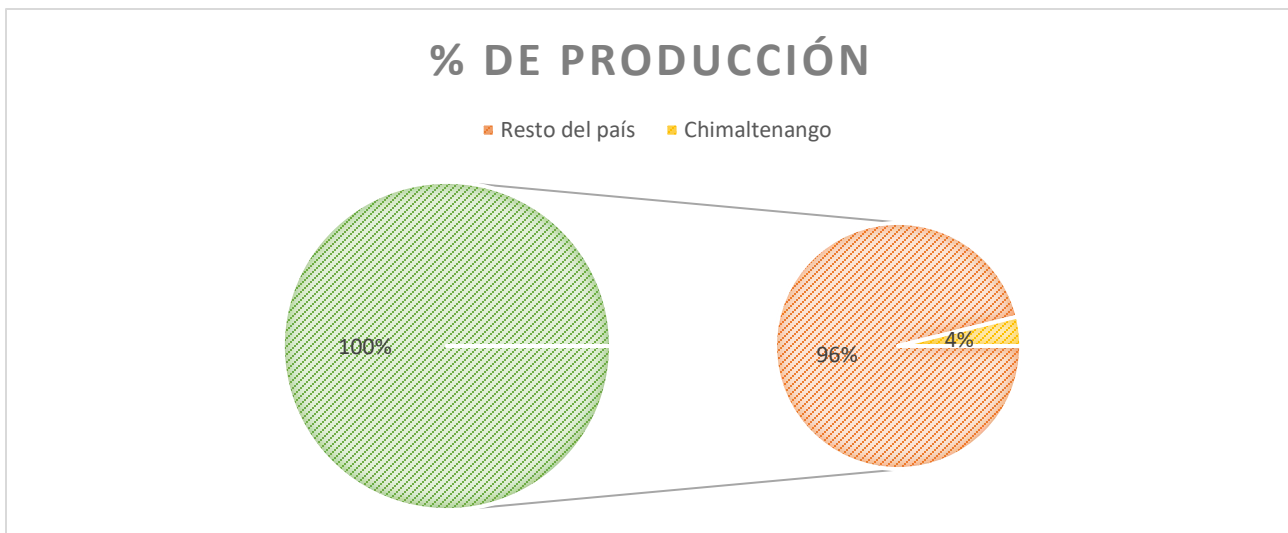
5. RESULTADOS

5.1 El cultivo de papa en la aldea Panimacoc, Tecpán Guatemala

La producción del cultivo de papa se da durante los meses de mayo a diciembre durante los cuales se pueden obtener dos ciclos del cultivo. En el caso de la aldea Panimacoc se obtienen dos cosechas al año, la primera empieza durante el mes de abril hasta el mes de agosto y la segunda comienza a finales de septiembre hasta el mes de diciembre.

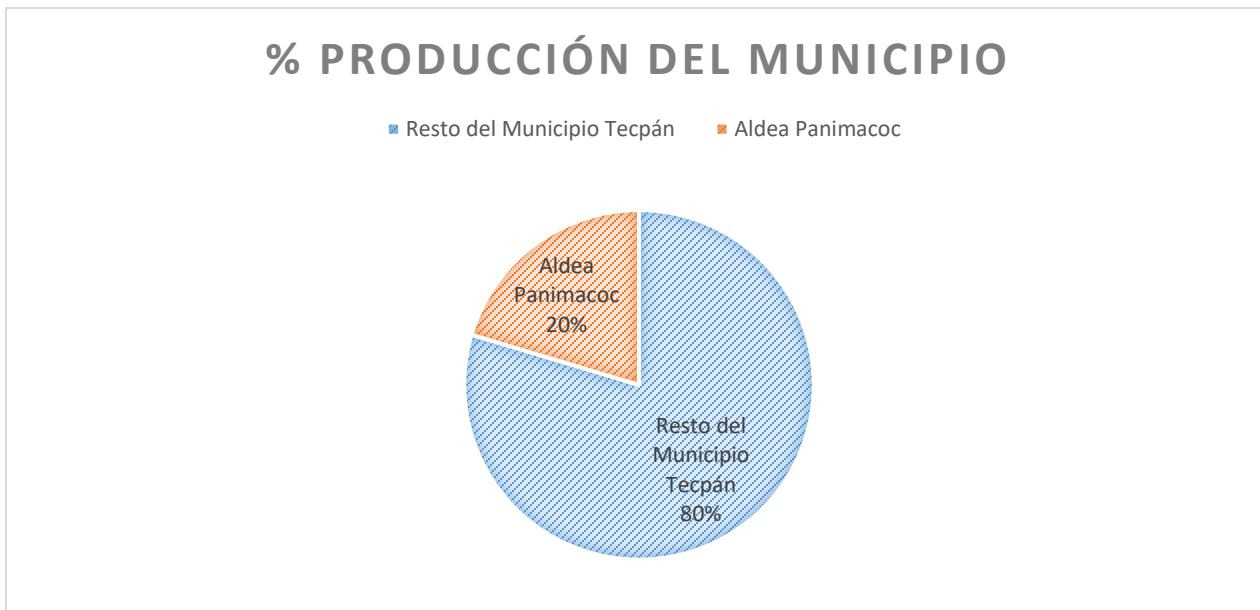
Según la información de los agricultores en una buena cosecha obtienen rendimientos de 50 quintales por cuerda, lo que es equivalente a 20.45 t/ha de papa, aunque el ICTA reporta que la variedad loman puede dar un rendimiento de 20 t/ha hasta 30 t/ha, sin embargo dicho rendimiento se ve disminuido por muchos factores entre los más mencionados por los productores están: mala fertilización, problemas con plagas y enfermedades, mala calidad de los terrenos, falta de lluvia para los cultivos, mala calidad de las semillas (tubérculos), o incluso la combinación de varios de los factores anteriormente mencionados. (ICTA, 2002)

Así mismo se logró obtener la información de las áreas de producción, según el ICTA (2010), se producen 15,000 ha de papa a nivel nacional (100 %), y la producción del departamento de Chimaltenango representa el 4 % con una producción de 600 ha aproximadamente, de la misma manera se estima que el municipio de Tecpán representa el 45 % de la producción del departamento de Chimaltenango con 270 ha, y según la información proporcionada por los productores de la aldea, se estima que en la aldea Panimacoc se producen alrededor de 50 ha - 55 ha del cultivo de papa variedad loman, durante los meses de producción, representando el 20.37 % de la producción de dicho municipio.



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 1. Porcentaje de producción del cultivo de papa en el departamento de Chimaltenango.



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 2. Porcentaje de producción del cultivo de papa en la aldea Panimacoc.

5.2 Proceso de producción

5.2.1 Establecimiento del cultivo

El proceso de producción del cultivo comienza con el establecimiento del cultivo, las semillas o tubérculos que se siembran son traídas desde el altiplano, del municipio de Concepción, Sololá, o San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango. La variedad que se establece es la Loman ya que según los productores es la variedad mejor aceptada en el mercado adónde van dirigidas las cosechas.

El distanciamiento entre surco va desde 0.60 m hasta 0.80 m, y el distanciamiento entre plantas va desde los 15 cm a los 25 cm, dependiendo de la cantidad de semilla que tenga a disposición el agricultor o el área de terreno que tenga para cultivar.

5.2.2 Fertilización del cultivo

Los productores no llevan un plan de fertilización establecido, únicamente siguen las practicas convencionales realizando una aplicación de 1200 kg/ha de 15-15-15 en el momento del establecimiento del cultivo, y una segunda aplicación de 800 kg/ha de 15-15-15 a los 30 días después de la siembra.

5.2.3 Riego del cultivo

Debido a falta de recursos los productores no poseen ningún tipo de sistema de riego, únicamente esperan la época de lluvia para poder establecer el cultivo y con ello ayudar al desarrollo de las plantas, sin embargo, si la época lluviosa resulta irregular, se pueden producir pérdidas con dicho cultivo ya que el rendimiento puede bajar un 20 % de la producción.

5.2.4 Manejo de plagas y enfermedades

Para el manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de papa, ya existe una rutina establecida si bien no en su totalidad, los productores se sienten confiados con las aplicaciones que realizan, esta comienza con:

- Aplicación de fungicidas al momento de la siembra para los hongos del suelo.
- Aplicación de Insecticida para el control de mosca blanca y paratrioza durante el ciclo del cultivo hasta los 60 días después de la siembra, realizando la rotación de al menos dos insecticidas.
- Aplicación de fungicidas para el control de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), con aplicaciones de al menos 1 vez por semana hasta 60 días después de la siembra.

5.2.5 Cosecha y comercialización

El proceso de cosecha comienza con la extracción de los tubérculos de la superficie del suelo, a este proceso se le conoce como “escarbar papa”, luego los tubérculos se recogen en cubetas, siendo seleccionadas en las siguientes calidades comerciales:

- Primera: tubérculos con diámetro de 8 cm a 9 cm y una longitud de 10 cm, 14.31 T/ha.
- Segunda: tubérculos de 5 cm a 6 cm de diámetro y longitud de 7 cm, 2.45 T/ha.
- Tercera: tubérculo de 4 cm de diámetro y longitud de 5 cm de largo, 1.63 T/ha.
- Chichuda: tubérculos con deformaciones. 2.45 T/ha.
- Verde: tubérculos de coloración verde en al menos uno de los lados. 0.81 T/ha.

El proceso de lavado de los tubérculos es sencillo, se preparan dos baños con agua hasta la mitad de su capacidad, entonces se depositan los tubérculos en el primer baño, estos son movidos dentro del recipiente para hacer que caiga de ellos el exceso de suelo que traigan consigo, luego son transferidos al segundo deposito con agua, ahí son nuevamente movidos para retirar suciedad que aún pudiera existir, y luego se empacan en sacos que soportan hasta 45.45 kg de tubérculos.

Toda la papa de la aldea es comercializada en los mercados nacionales, en su mayoría es enviado a los mercados de La Terminal y el CENMA, Antigua y Chimaltenango, sin embargo, al menos el 20 % de las cosechas se queda en el mercado del municipio de Tecpán Guatemala los jueves.

Se detallan los precios a los que se comercializan las cosechas de papa variedad loman, en el mercado La Terminal, incluye tanto los precios de la primera como de la segunda cosecha de papa anual (cuadro 1).

Cuadro 1. Precios obtenidos de la cosecha en el mercado La Terminal.

Calidad	Producción	1ra. Cosecha	2da. Cosecha
Primera	14.31 T/ha	100.00	150.00
Segunda	2.45 T/ha	90.00	95.00
Tercera	1.63 T/ha	60.00	75.00
Chichuda	2.45 T/ha	75.00	60.00
Verde	0.81 T/ha	25.00	40.00

Fuente: elaboración propia (2019).

5.3 Problemas identificados

Los problemas identificados sobre la producción del cultivo de papa en la Aldea Panimacoc, municipio de Tecpán Guatemala fueron los siguientes:

5.3.1 Problemas de plagas y enfermedades

- Gallina ciega (*Phyllophaga* spp).
- Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).
- Tizón temprano (*Alternaria solani*).
- Problemas por virus.
- Nematodos (*Meloidogyne* spp; *Globodera rostochiensis*).

5.3.2 Otros problemas agronómicos

- Falta de lluvia o sistemas de riego.
- Mala fertilización.
- Áreas de cultivo con mucha pendiente.
- Mala calidad de la semilla (tubérculos).

5.4 Matriz de priorización de problemas

Para el análisis de la importancia de los problemas identificados se empleó la matriz de priorización de problemas, en la se enlistan los problemas en la primera columna, en las siguientes se colocaron criterios de acuerdo a los problemas con una escala que va de 1 – 10, donde el valor 1 representa una baja importancia del problema y 10 una alta importancia del problema, en la última columna se muestra la sumatoria de los valores obtenidos en las columnas anteriores.

En la matriz de priorización de problemas, únicamente se incluyeron los problemas fitosanitarios y relacionados con el manejo agronómico que pueden ser sometidos a proyectos de investigación para solventar dichos problemas (cuadro 2).

Cuadro 2. Matriz de priorización de problemas del cultivo de papa.

Problema	Magnitud	Gravedad	Incapacidad	Beneficio	Total
Gallina ciega	3	2	4	4	13
Tizón tardío	6	7	7	8	28
Tizón temprano	3	4	4	5	16
Virus	5	5	7	6	23
Nematodos	6	6	7	7	26
Mala fertilización	7	6	2	5	20
Mala semilla	3	3	2	4	12

Fuente: elaboración propia (2019).

Donde:

Magnitud: Tiene que ver con la cantidad de área/plantas afectadas por el problema.

Gravedad: Registra la intensidad del daño que ocasiona el problema.

Incapacidad: Indica la imposibilidad de dar la solución al problema.

Beneficio: Indica el nivel de utilidad que aporta la solución del problema.

Total: Sumatoria total de los puntos obtenidos y el nivel de importancia.

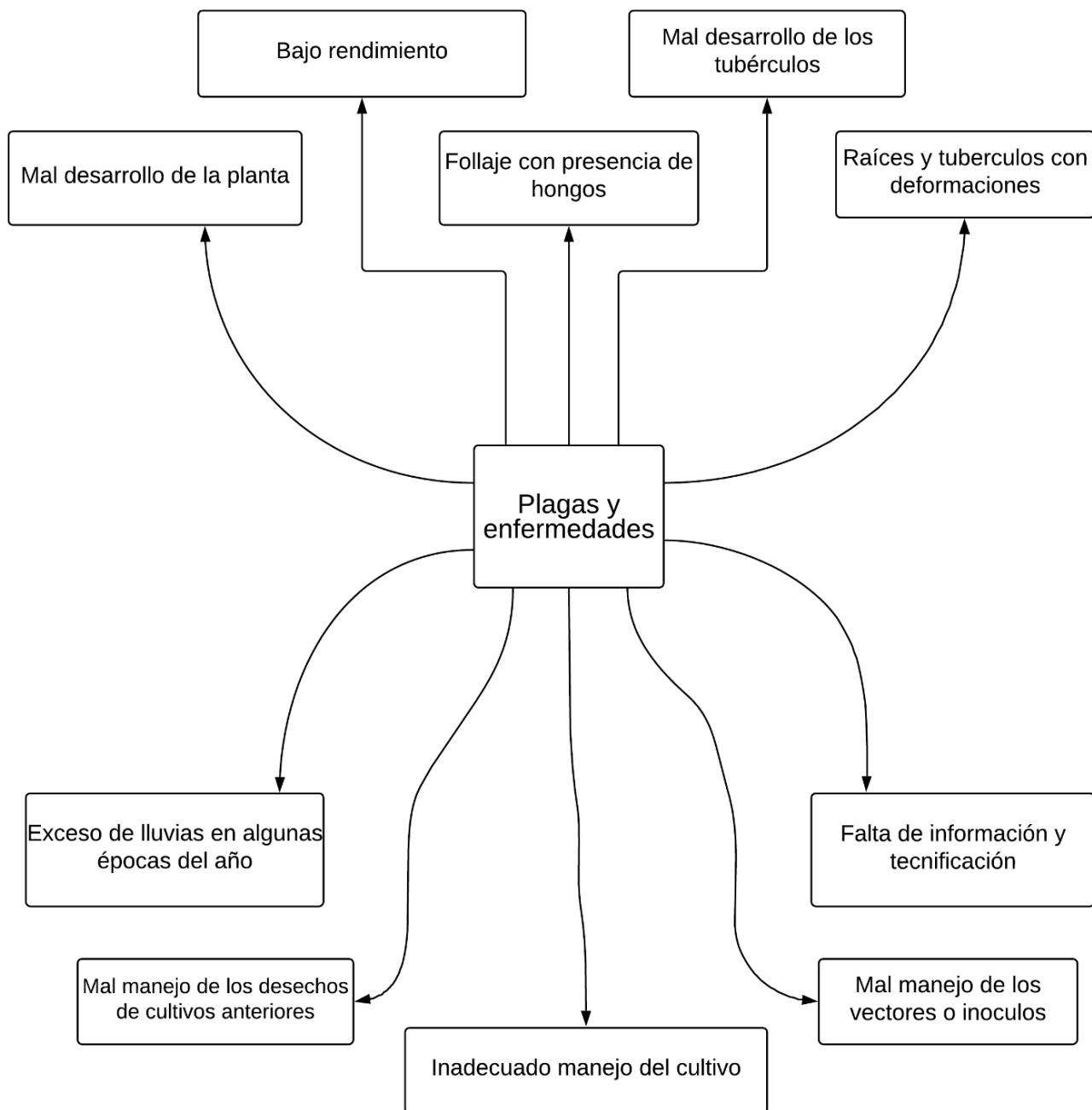
Fuente: (SINNAPS, s.f.)

5.4.1 Problemas priorizados de acuerdo con la matriz de priorización

1. Tizón Tardío.
2. Nematodos.
3. Problemas por virus.
4. Mala fertilización.
5. Tizón temprano.
6. Gallina ciega.
7. Mala calidad de la semilla.

5.5 Árbol de problemas

Árbol de problemas mostrando causas y efectos del problema principal que afecta al cultivo de papa (figura 3).



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 3. Árbol de problemas para plagas y enfermedades.

5.6 Descripción de los principales problemas

Se detallan los tres problemas que obtuvieron un mayor puntaje en la matriz de priorización:

5.6.1 Tizón tardío

En la aldea Panimacoc, del municipio de Tecpán Guatemala, se presenta esta enfermedad en épocas lluviosas, en casos extremos puede acabar una plantación entera según experiencias de los agricultores del lugar, ellos conocen esta enfermedad con el nombre de argeño, actualmente los productores realizan aplicaciones de fungicidas para el control de esta enfermedad, realizando hasta 2 aplicaciones por semana en las épocas más críticas de lluvia. Ha sido un problema recurrente en las plantaciones de la aldea.

Generalmente se utilizan productos con los siguientes ingredientes activos para controlar dicho problema:

- Mandipropamid y Chlorotalonil: Revus Opti 44 SC.
- Propamocarb, Fluopicolide: Infinito 68, 75 SC.
- Cymoxamil, Mancozeb: Curzate M 72 WP.
- Propineb: Antracol 70 WP.
- Clorotalonil: Bravo 720 SC.
- Mancozeb: Manzate 80 WP.

5.6.2 Nematodos

En la aldea Panimacoc únicamente se ha registrado daños realizados por nematodos, sin embargo según la información proporcionada por los agricultores este problema es difícil de controlar ya que ellos muchas veces no aplican productos para el control de estos patógenos, con lo cual los nematodos logran realizar daños importantes al cultivo antes de que esta pueda presentar algún síntoma, sin embargo después aplican grandes dosis para corregir el problema cuando la planta ya se ha visto afectada.

Para el control de nematodos generalmente se utiliza:

- Ethoprophos: Mocap 10 GR.
- Oxamyl: Vydate 24 SL.
- Forato: Thimet 10 GR.

5.6.3 Virosis

En el caso de los problemas causados por virus, los síntomas mencionados por los productores incluyen, arrosetamiento, pérdida de la vigorosidad, plantas enanas, necrosis. Los agricultores realizan aplicaciones de insecticidas para el control de áfidos o pulgones, incluso para mosca blanca, estas enfermedades impiden el correcto crecimiento de la planta con lo cual la formación de tubérculos se ve afectada.

En este caso, únicamente se pueden controlar los insectos que transmiten dichos virus (vectores), los cuales se utilizan comúnmente:

- Thiacloprid, Beta-Ciflutrina: Monarca 11,25 SE.
- Profenofos, Cipermetrina: Tambo 44 EC.
- Imidacloprid, Deltametrina: Muralla Delta 19 OD.

6. CONCLUSIONES

El cultivo de papa en la aldea Panimacoc es un cultivo de importancia ya que en el período de abril a diciembre, es cuando se lleva a cabo las actividades productivas de este cultivo, actualmente las áreas productivas se encuentran preparadas para la nueva temporada de siembra del cultivo, a través del diagnóstico se pudo determinar las problemáticas que afectan a los productores de papa, priorizando aquellos que se dan con más frecuencia o que generan una mayor pérdida en el cultivo.

Se determinó la presencia de problemas que afectan los cultivos de papa en la aldea Panimacoc, siendo estos:

- Tizón Tardío.
- Nematodos.
- Problemas por virus.
- Mala fertilización.
- Tizón temprano.
- Gallina ciega.
- Mala calidad de la semilla.

De los cuales se enfatizó a los problemas que obtuvieron una mayor ponderación en la matriz de priorización de problemas, de los cuales todos están dentro de la categoría plagas y enfermedades, por lo cual se realizó un árbol de problemas analizando las causas y efectos que generan la proliferación de plagas y enfermedades.

A través de la información proporcionada por los productores de la aldea, se pudo determinar que no existen problemas en la comercialización de sus productos, ya que tienen mercados establecidos a los cuales envían sus cosechas, siendo estos el mercado La Terminal y CENMA, y el caso de los jueves, envían sus cosechas al mercado del municipio de Tecpán.

7. RECOMENDACIONES

Debido a que la mayor problemática en el cultivo de papa es la proliferación de plagas y enfermedades, se recomienda la tecnificación de los productores en el área de estudio, para que puedan realizar un mejor manejo del cultivo.

Se recomienda la realización de estudios que permitan mejorar el control de plagas y enfermedades que afectan el cultivo de papa variedad Loman, para garantizar los rendimientos ofrecidos por dicha variedad y con lo cual generar mejores resultados para la producción del cultivo.

Se recomienda la búsqueda de diversificar el control de plagas y enfermedades, para evitar que las aplicaciones continuas de productos generen resistencias en las plagas de importancia que afectan el cultivo de papa.

Debido a la falta de alternativas en el control de nematodos se recomienda la evaluación de productos que permitan un mejor control sobre dicha plaga.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Chávez, G. A. (2013). *Manual para la Producción de Papa*. Recuperado el 27 de Marzo de 2019, de ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas), Guatemala. [Archivo PDF]. <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Papa/produccionDePapa.pdf>

2. De Leon, J., Chavez G. & Matsumoto T. (2002). *Catálogo de Variedades de Papa*. Recuperado el 27 de Marzo de 2019 de ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas), Guatemala. [Archivo PDF]. <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Papa/Catalogo%20de%20variedades%20de%20Papa.pdf>

3. Montufar, L. (Marzo de 2011). *Costos y Rentabilidad de unidades Agrícolas (Producción de Brócoli)*. Diagnóstico Socioeconómico, Potencialidades Productivas y Propuestas de Inversión. Recuperado el 22 de Marzo de 2019, de USAC (Universidad de San Carlos de Guatemala), Guatemala. [Archivo PDF]. http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0744_v16.pdf

4. SINNAPS. (s.f.). *Matriz de Priorización de Problemas*. Recuperado el 22 de Marzo de 2019, de ¿Cómo Hacer Una Matriz de Priorización de Problemas? <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/matriz-de-priorizacion>



9. ANEXOS

9.1 Boleta No. 1. Encuesta para productores de papa en la aldea Panimacoc, municipio de Tecpán Guatemala, Chimaltenango

1. ¿Es usted productor de papa?
2. ¿Qué variedad de papa siembra?
3. ¿Ha tenido problemas con el cultivo?
4. ¿Ha tenido problemas con respecto al manejo agronómico del cultivo?
5. ¿Ha tenido problemas con la comercialización de las cosechas?
6. ¿Ha tenido usted problemas de plagas o enfermedades?
7. ¿Qué cree usted que incrementa el costo para producir papa?
8. ¿Conoce o ha tenido problemas con los nematodos en el cultivo de papa?

9.2 Fotografías de las áreas productivas del cultivo de papa en la aldea Panimacoc



Fuente: Elaboración propia (2019).

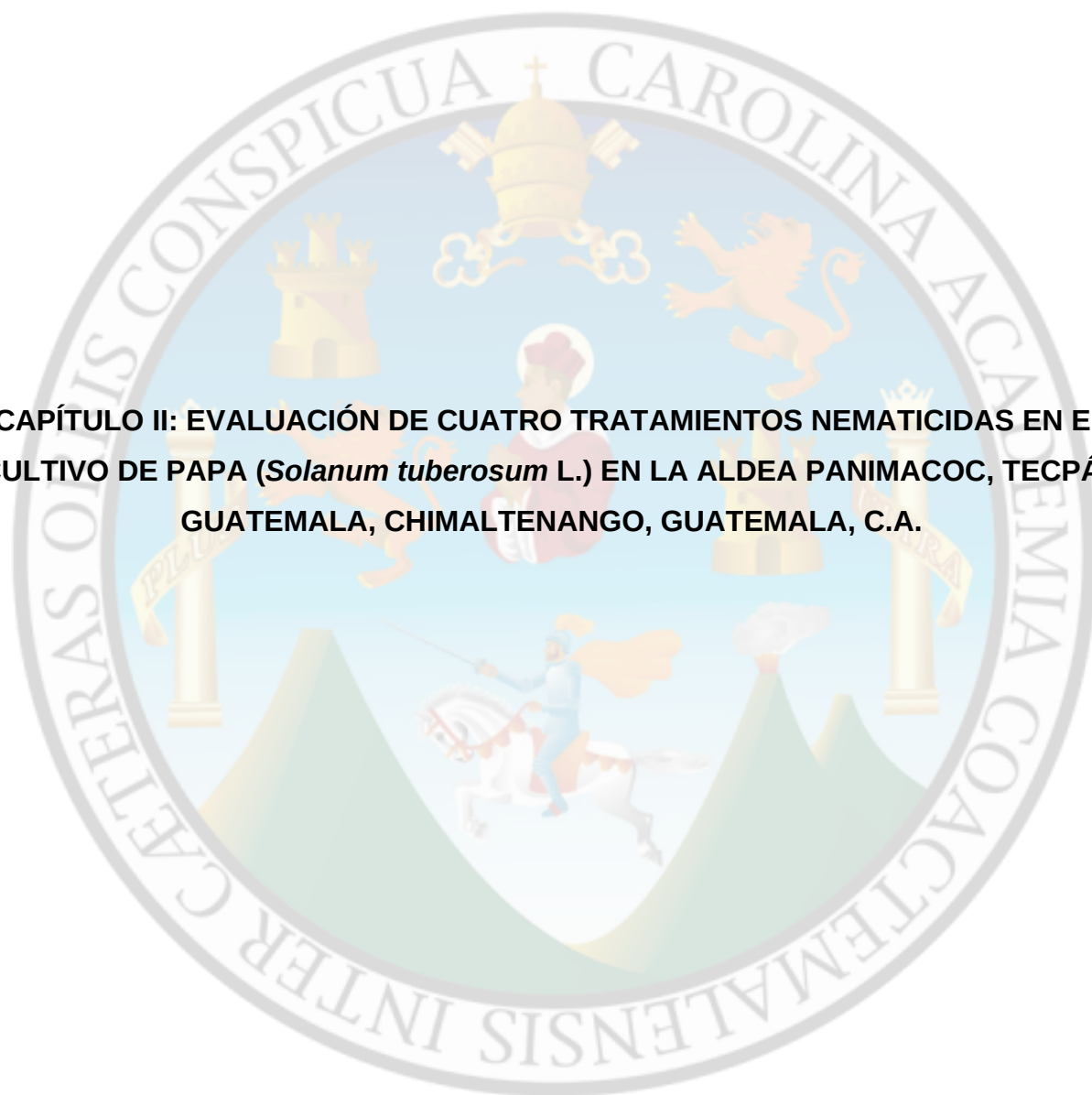
Figura 4A. Áreas productivas preparadas para el establecimiento de cultivos de papa.



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 5A. Fotografía frente a la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Panimacoc, Tecpán Guatemala.

CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS NEMATICIDAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA ALDEA PANIMACOC, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.



1. PRESENTACIÓN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) en Guatemala es considerado el tercero más importante después del maíz y frijol, actualmente se produce en ocho de los veintidós departamentos, los cuales son: Guatemala, Chimaltenango, Sololá, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango, Alta Verapaz y Jalapa. A nivel nacional se cultivan entre 10,000 ha a 15,000 ha, con rendimientos que van desde las 15 T/ha hasta las 30 T/ha (ICTA, 2010).

La papa es afectada por varias plagas insectiles y enfermedades además de nematodos generando pérdidas de entre el 30 % al 40 % reduciendo la calidad de las cosechas, en el departamento de Chimaltenango, incluyendo el municipio de Tecpán, cada agricultor cultiva alrededor de 0.36 ha de papa de la variedad Loman, a través de esto se permitió estimar que cada agricultor ofrece 960 kg equivalente a 0.96 T de tubérculos con una calidad no comercial, lo que en promedio representa un 13.20 % de la producción de cada agricultor (ICTA, 2002; INE, 2015).

Para el departamento de Chimaltenango se producen alrededor de 1,000 ha de las cuales el 45 % de la producción departamental se concentra en el municipio de Tecpán Guatemala, dicho estudio se realizó en la aldea Panimacoc de ese municipio ya que esta cuenta con una amplia distribución del cultivo (ICTA, 2010).

En la investigación se evaluaron diferentes nematicidas químicos en el cual se midió la efectividad de los distintos tratamientos para controlar las poblaciones de nematodos que afectan al cultivo, y se estimó la tasa marginal de retorno correspondiente.

La aplicación de los productos se hizo mediante drench, además se realizaron muestreos de poblaciones a los 45 días y 110 días después de la siembra, y para obtener la severidad, incidencia y rendimiento se realizó un único muestreo a los 110 días después de la siembra, es decir, durante la cosecha.

Se determinó que los tratamientos con aplicación de Fluopyram a 0.50 L/ha y Etoprofos 40 kg/ha más Oxamyl 4 L/ha mostraron mejor efectividad en el control de las poblaciones con una efectividad promedio de 57.90 % para ambos, la aplicación de Fluopyram a 0.25 L/ha en dos aplicaciones mostró una efectividad de 16.60 %, sin embargo el tratamiento con la aplicación de Abamectina – Thiamethoxam no mostró ninguna efectividad a los 110 días después de la siembra.

De la misma manera se determinó que la aplicación de Fluopyram con la dosis de 0.50 L/ha en una sola aplicación mostró un rendimiento promedio de 18,203.13 kg/ha, mostrando diferencias significativas respecto a los demás tratamientos evaluados. El tratamiento Testigo con rendimiento de 11,093.75 kg/ha, Etoprofos 40 kg/ha + Oxamyl 4 L/ha con 13,437.50 kg/ha, Abamectina – Thiamethoxam 15,273.44 kg/ha y Fluopyram 0.25 L/ha en dos aplicaciones 14,101.56 kg/ha.

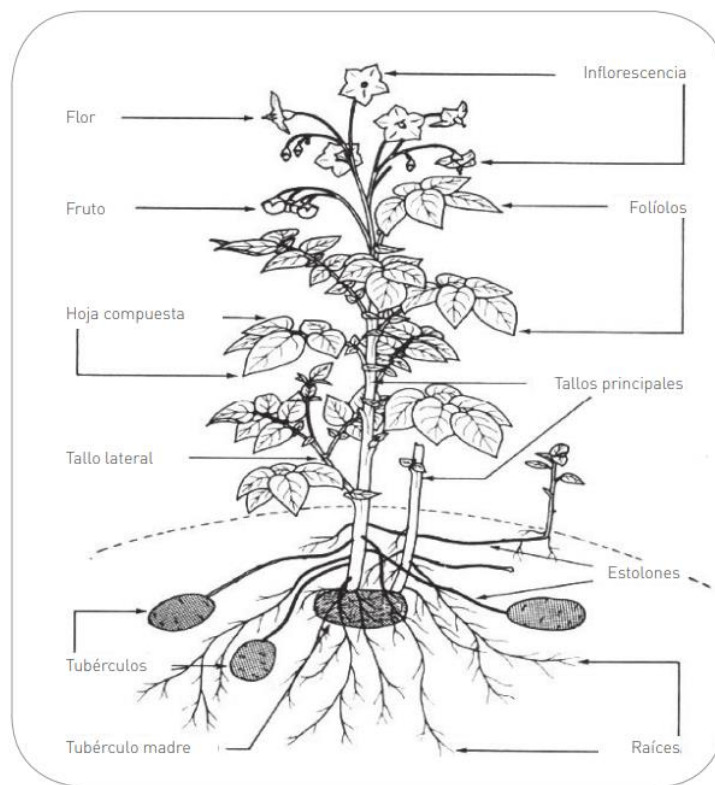
Se determinó que la aplicación de Fluopyram a una dosis de 0.50 L/ha mostró un mayor beneficio económico obteniendo una tasa marginal de retorno de 16.53, es decir que, por cada quetzal invertido, se recupera la inversión más Q. 16.53, por lo que se recomienda la aplicación de dicho nematocida bajo las condiciones dadas durante esta investigación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. El cultivo de papa

El cultivo de papa es una planta anual herbácea, con hojas alternas, simples, sin estípulas. La inflorescencia es una cima terminal, algunas veces se reduce en ciertas variedades a inflorescencias en forma de umbelas y en otras a unas pocas flores al extremo de un eje sencillo (figura 6) (Avilés, 2017).

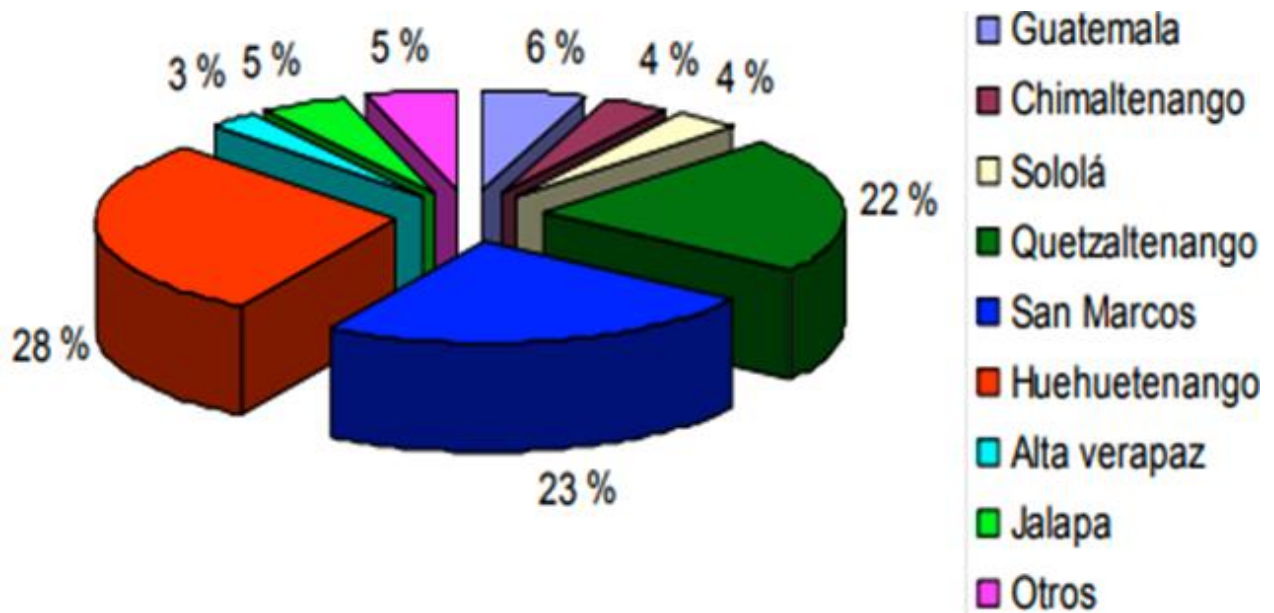


Fuente: Avilés (2017).

Figura 6. Morfología de la planta de papa.

2.1.2 Importancia del cultivo

Según Chávez (2010) quien cita al INE (2003), el área cultivada según diferentes fuentes oscila entre 10,000 ha a 15,000 ha, el rendimiento promedio es de 15 T a 20 T por hectárea. Otro de los aspectos importantes del cultivo para el país, lo constituye que es fundamental para pobladores de áreas marginales (figura 7).



Fuente: INE (2003) citado por Chávez (2010).

Figura 7. Distribución de las áreas de papa por departamento.

2.1.3 Clasificación taxonómica

Jones (1994) citado por Avilés (2017) señala que la clasificación taxonómica de la papa es la siguiente:

Reino: Vegetal.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Subclase: Asteridae.

Orden: Solanales.

Familia: Solanaceas.

Género: *Solanum*.

Subgénero: potatoe.

Especie: *Solanum (potatoe) tuberosum*.

Debajo del suelo, a partir del extremo de un estolón se forman los tubérculos cargados de almidón. El tubérculo es un tejido somático, un tallo modificado, que ha sido diferenciado para constituirse en un órgano de reserva de almidón y proteína. La diferenciación normalmente ocurre cuando las plantas fisiológicamente maduras son expuestas a un fotoperíodo adecuado y reciben la influencia de otros factores como la temperatura, fertilización nitrogenada, nivel de CO₂ en el suelo, edad fisiológica de la planta madre, una variedad de fitohormonas e intensidad luminosa (Avilés, 2017).

La planta de la papa es dicotiledónea, herbácea, anual, potencialmente perenne, debido a su capacidad de reproducción por tubérculos. Los tallos son angulares, generalmente verdes, aunque pueden ser de color purpúreo, son herbáceos aun cuando en etapas avanzadas de desarrollo la parte inferior puede ser relativamente leñosa. Las hojas son pinnado compuestas pero las hojas primarias de plántulas, así como las primeras hojas provenientes de tubérculos, pueden ser simples (Chávez, 2010).

Las flores, son pentámeras de varios colores, el polen es dispersado por el viento, la autopolinización se realiza en forma natural, siendo relativamente rara la polinización cruzada. Los frutos, maduros son de forma redonda a oval, de color verde amarillento o castaño rojizo a violeta, tienen dos lóculos, con 200 a 300 semillas. Los tubérculos se forman en el extremo del estolón (rizoma), como consecuencia de la proliferación del tejido de reserva (Chávez, 2010).

2.1.4 Ciclo del cultivo

Fase de emergencia: referida a la aparición de las primeras hojas sobre la superficie del suelo (Egúsquiza, 2000).

Fase de formación de estolones: empieza cuando las yemas de la parte subterránea de los tallos inician su crecimiento horizontal en forma de ramificación lateral (Egúsquiza, 2000).

Fase de inicio de floración: durante esta fase aparecen los primeros botones. El pedúnculo floral y la inflorescencia crecen cuando el tallo principal ha finalizado su crecimiento e inicia la floración. En algunas variedades el inicio de la floración coincide con el inicio de la tuberización (Egúsquiza, 2000).

Fase de plena floración: se inicia con la apertura de los primeros botones florales emitiendo flores. Existen variedades con abundante floración, así como también existen variedades que no florecen (Egúsquiza, 2000).

Fase de tuberización: esta fase se inicia a partir del engrosamiento de los tubérculos ubicados en los estolones. Se da debido a la asimilación de los azúcares en forma de almidón (Egúsquiza, 2000).

Fase de maduración: la planta está naturalmente madura cuando la mayor parte de las hojas muestran color amarillento, cuando ha perdido la totalidad de hojas o cuando no muestra follaje verde. La maduración podría estar asociada con el final de la floración (Egúsquiza, 2000).

2.1.5 Condiciones edafoclimáticas

A. Temperatura

El cultivo de la papa requiere para su crecimiento, una variación de temperatura ambiental, de la siguiente manera: después de la siembra, la temperatura debe subir hasta 20 °C para que la planta se desarrolle bien. Luego, necesita una temperatura más alta para un buen crecimiento del follaje, aunque no debe pasar los 27 °C. Durante el desarrollo de los tubérculos, es importante que la temperatura se encuentre entre 16 °C y 20 °C. En Guatemala en los lugares donde se cultiva papa, la altitud está comprendida entre los 1,600 m y 3,600 m s.n.m. (Chávez, 2010).

B. Luz

El tubérculo no requiere luz para brotar. Sin embargo, cuando la planta ha emergido, necesita bastante luz para su desarrollo. Un sol fuerte durante mucho tiempo (canícula) reduce la producción (Chávez, 2010).

C. Humedad

La planta de papa necesita agua continua durante la etapa de crecimiento. Durante la primera etapa de su desarrollo, la planta requiere un poco menos de agua, pero después hasta la cosecha, el consumo de agua es alto. Cuando existe deficiencia de agua durante la época de crecimiento de la planta, el rendimiento disminuye y puede deformar los tubérculos. En cambio, cuando existe mucha agua y una humedad alta, esta situación provoca el rápido desarrollo de las enfermedades. Así también cuando se dan fuertes lluvias después de un periodo de sequía, esto provoca cambios en el crecimiento y el desarrollo del tubérculo, lo cual disminuye su calidad (Chávez, 2010).

Para satisfacer la necesidad de agua, la papa necesita entre 400 cm³ y 800 cm³ de agua, de acuerdo con las condiciones climáticas y la duración del cultivo (Chávez, 2013).

D. Suelo

La papa puede crecer en casi todos los tipos de suelo, el suelo debe proveer de agua, nutrientes a las raíces, además la estructura del suelo debe facilitar las labores de preparación de la tierra, el manejo del cultivo y la cosecha (Chávez, 2010).

Las condiciones de suelo que se prefieren para el cultivo de la papa son las siguientes. Profundidad: debe ser por lo menos de 35 cm para que los tubérculos puedan desarrollarse bien. Textura: de preferencia arenosa para ayudar a la filtración del agua hacia las raíces. pH: la acidez del suelo debe estar entre 5.50 y 7. Materia Orgánica: el suelo debe contener por lo menos un 2 % (Chávez, 2010).

2.1.6 Variedad del cultivo

Otro de los elementos que hay que conocer, cuando se va a explotar el cultivo, es la variedad; actualmente en Guatemala, las que más se siembran son: Loman, Tollocan e Ictafrit (Chávez, 2010).

A. Variedad Loman

Se adapta bien a altitudes entre 1,700 m a 2,500 m s.n.m. La planta alcanza alturas entre 0.60 m a 0.70 m, con tallos erectos, follaje verde oscuro y por lo regular no florea. Los tubérculos son alargados y ligeramente planos, de color amarillo crema en su exterior y crema en su interior. El ciclo de cultivo es de 90 días a 100 días. Es susceptible al ataque de tizón tardío y rinde de 20 T/ha a 30 T/ha (figura 3) (de León, 2002).

El 76 % de los agricultores y en el 62 % del área total del cultivo de papa del país se cultiva esta variedad (figura 8) (Azurdia, 2014).



Fuente: de León (2002).

Figura 8. Características de la variedad Loman.

2.1.7 Fertilización

Villagarcía (1987) citado por Chávez (2010) indica que el cultivo de papa, para producir una tonelada de tubérculo fresco extrae del suelo, de 4 kg a 6 kg de Nitrógeno; 0.70 kg a 1.10 kg de Fósforo; 6 kg a 7.50 kg de Potasio; 0.60 kg a 0.80 kg de Magnesio; 0.60 kg a 0.80 kg de Calcio; 0.60 kg a 0.80 kg de Azufre; 80 g a 120 g de Hierro; 12 g a 60 g de Manganeso; 12 g a 60 g de Zinc; 2 g a 6 g de Cobre; 12 g a 40 g de Boro y 2 g a 6 g de Molibdeno.

2.1.8 Plagas

El cultivo de la papa es afectado por un gran número de plagas desde la siembra hasta la cosecha y posterior almacenamiento, de ahí la importancia de la correcta identificación de esta, su ciclo de vida y prácticas de manejo para un control eficiente y sostenible (Avilés, 2017).

A. Virus

Los virus se diseminan en los tubérculos y pueden reducir los rendimientos hasta en 50 %. Se conocen más de 20 virus que pueden afectar al cultivo de papa, destacándose por su importancia económica: PVY (Virus Y de la papa, Potyvirus), PLRV (Virus del enrollamiento de la hoja, Luteovirus), PVX (Virus X de la papa, Potexvirus) y PVS (Virus S de la papa, Carlavirus) (INIA, 2017).

Los virus son parásitos obligados que se multiplican en el interior de las células de la planta, utilizando su energía y estructura biosintética. Para poder diseminarse con éxito requieren de agentes que los transfieran desde células infectadas a células de plantas sanas reconociéndose tres formas de transmisión: transmisión vegetativa, transmisión mecánica y transmisión propagativa (INIA, 2017).

B. Enfermedades

a. Tizón tardío

La más severa enfermedad de la papa en todo el mundo es causada por *Phytophthora infestans*, un hongo de agua que destruye las hojas, tallos y tubérculos, en las hojas las manchas son de color marrón claro a oscuro, de apariencia húmeda, de forma irregular, algunas veces rodeadas por un halo amarillento. Bajo condiciones de alta humedad, se

forman en la cara inferior (envés) de las hojas unas vellosidades blanquecinas que constituyen las estructuras del patógeno (esporangióforos y esporangio) (Pérez, 2008).

Las lesiones se expanden rápidamente, se tornan marrón oscuro, se necrosan y causan la muerte del tejido. En el campo, las plantas severamente afectadas emiten un olor característico, debido a la rápida descomposición del tejido foliar (Pérez, 2008).

b. Marchitez bacteriana

Es causada por *Ralstonia solanacearum* es un patógeno bacterial que acarrea pérdidas severas en regiones tropicales, subtropicales y templadas, infecta las raíces de papas, a través de heridas y puntos de emergencia de raíces laterales. La propagación entre plantas se produce por contacto entre raíces infectadas y raíces sanas cercanas. La infección también puede partir desde tubérculos infectados usados como semilla. El patógeno ingresa por las raíces, se propaga y coloniza la planta por los haces vasculares (Acuña, 2017).

C. Plagas insectiles

a. Chicharritas (*Empoasca spp*)

Estos insectos son de color verde y causan daño de dos formas: una es mediante la succión de la savia de las plantas, lo cual debilita a las mismas y reduce su rendimiento comercial. La otra consiste en la transmisión de toxinas y de la enfermedad conocida como punta morada. Para detectar su presencia hay que inspeccionar los campos de cultivo por lo menos una vez a la semana (Franco, 2002).

b. Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*)

Su daño es al follaje de las plantas y el mismo puede llegar a reducir la producción en aproximadamente un 80 % si no se toman las medidas adecuadas para su control (Franco, 2002).

c. El psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*)

También conocida con los nombres de “pulgón saltador” o “psílido del tomate”, es un insecto que actualmente pertenece a la familia Triozidae. Se le conoce también con el nombre de psílido, por su anterior clasificación dentro de la familia Psyllidae. Recientemente el género de esta especie se ha revisado y se le ha denominado con el nombre de *Bactericera cockerelli* (Avilés, 2017).

El insecto divide su desarrollo en tres etapas: huevo, ninfa y adulto. Es en la etapa de ninfa que el insecto causa el daño. El mismo es causado por una toxina que las ninfas inyectan en las plantas cuando se están alimentando. Esta toxina causa trastornos fisiológicos en las plantas que afectan su desarrollo, rendimiento y la calidad de la producción (Franco, 2002).

D. Nematodos

Los nematodos son organismos muy pequeños que viven en el suelo y que solamente se pueden detectar mediante un análisis de suelo y luego de su observación bajo el microscopio para determinar el género y/o especie. Los síntomas generales que presentan las plantas atacadas por nematodos en el follaje son similares o iguales a los producidos por otras enfermedades, falta de riego o, deficiencias nutricionales; esto es, poco desarrollo y vigor, marchitamiento general, amarillez y enrollamiento de las hojas (Guiñez, 1984).

De todos ellos, lo más importantes por su incidencia en la producción y calidad del tubérculo, son: el nematodo del quiste o nematodo dorado (*Globodera* spp.), el nematodo del nudo de la raíz (*Meloidogyne* spp) (Guiñez, 1984).

a. *Globodera* sp

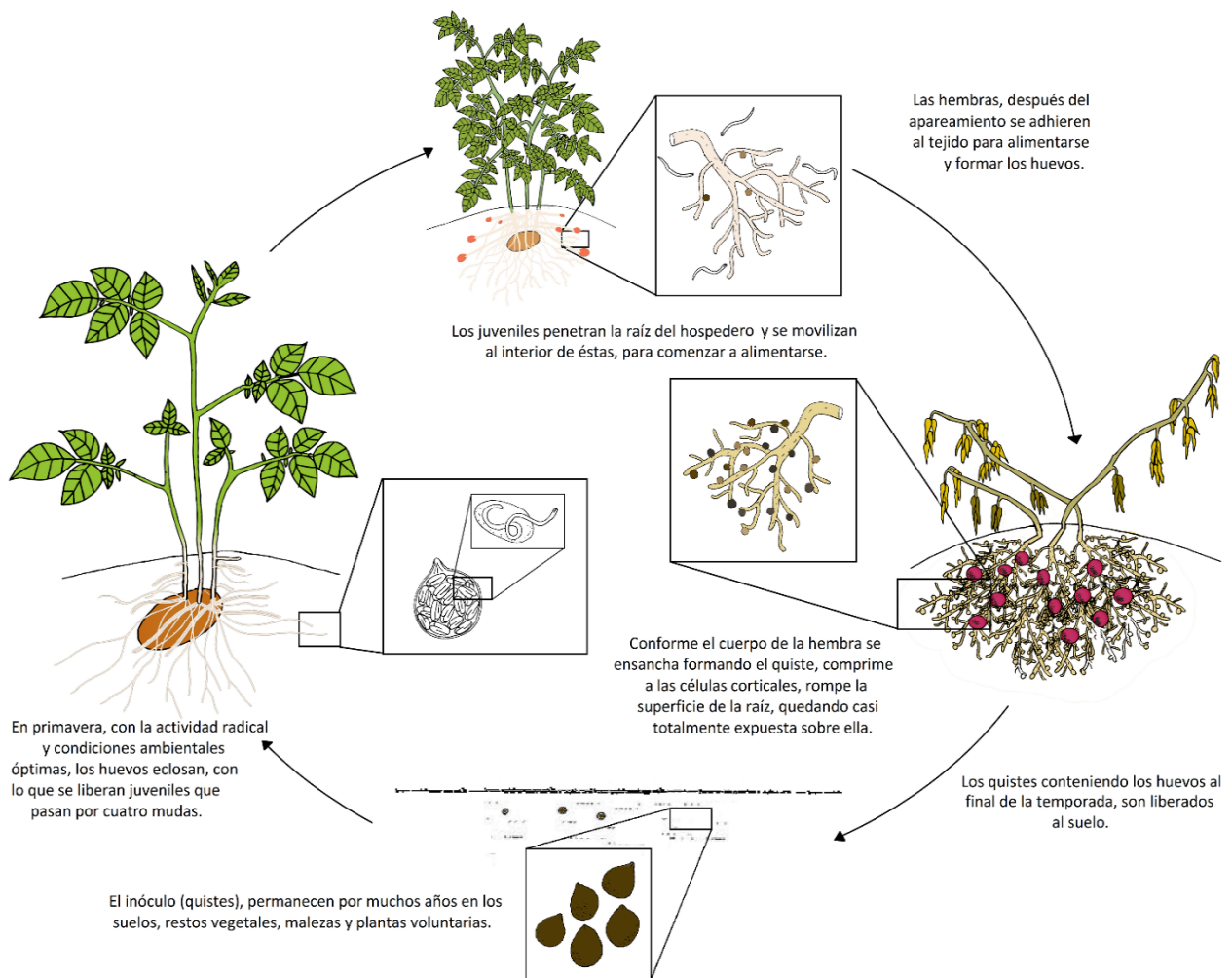
El nematodo dorado de la papa (*Globodera rostochiensis* y *G. pallida*) están ampliamente distribuidos en muchas áreas donde se cultiva la papa, principalmente en las regiones templadas y en las zonas altas de los trópicos. Las raíces y a veces los tubérculos presentan la única característica típica de la enfermedad entre ocho y diez semanas después de la siembra: hembras diminutas esféricas (0.50 mm de diámetro), blancas o amarillas. Estas hembras se vuelven café y representan la fase de enquistamiento, que contiene en su interior de 200 - 500 huevos viables, que dan origen a larvas infestivas y pueden permanecer en el suelo por muchos años (Guiñez, 1984).

La eliminación del nematodo dorado del suelo es muy difícil, por no decir imposible, por su persistencia y su alto grado de reproducción cuando las poblaciones son bajas. Las poblaciones moderadas pueden tener un pequeño efecto sobre el crecimiento del follaje o en el número de tubérculos, sin embargo, pueden reducir los rendimientos. La diseminación de este parásito se puede efectuar por medio del agua de riego, tubérculos, maquinaria y herramientas de trabajo, vehículo, zapatos de personas que entran a parcelas infestadas. Es normal que haya una sola generación en el año, pero en suelos más cálidos puede haber una segunda o parcial segunda generación (Guiñez, 1984).

i. Ciclo de vida del nematodo del quiste

El ciclo comienza con la eclosión del juvenil II (JII), que sale del huevo que se encuentra al interior del quiste que está en el suelo. Cada quiste puede tener entre 200 - 500 huevos. (Acuña, 2017).

La infestación se inicia por estímulo del hospedero, el cual a través de los pelos radiculares libera sustancias químicas que orientan al JII hacia las raíces, las que punzan y penetran para moverse a través de la corteza, endodermis y periciclo, hasta establecerse en un sitio de alimentación permanente llamado sincitio. En el tercer estado juvenil se define el sexo, en función de la cantidad de alimento disponible. Si hay pocos nematodos y abundante alimento, la población estará predominantemente constituida por hembras. En caso contrario predominan los machos (figura 9) (Acuña, 2017).



Fuente: Acuña (2017).

Figura 9. Ciclo de vida del nematodo del quiste.

ii. Síntomas del nematodo del quiste

En el cultivo se observan manchones de poco crecimiento con amarillamiento del follaje, presentándose bajo condiciones de sequía una severa marchitez de este. Una alta población de nematodos detiene el desarrollo de la planta y causa su muerte prematura, presentándose además una proliferación de raíces laterales. Los síntomas de la raíz aparecen en forma de nudos, agallas o lesiones. Sin embargo, estos síntomas no son específicos para este patógeno, ya que se pueden confundir con suficiencias de nutrientes o agua (Acuña, 2017).

b. *Meloidogyne* sp

Los nematodos del nudo de la raíz se encuentran distribuidos por todo el mundo, tanto en climas tropicales como templados y fríos. Para su reproducción prefieren suelos livianos o arenosos a suelos pesados o arcillosos, siempre que tengan una humedad suficiente para su actividad. En suelos secos los huevos y las larvas mueren; en cambio, pueden sobrevivir en suelos bastante húmedos. Las plantas infestadas se desarrollan poco, son débiles y con tendencia a marchitarse en los días calurosos. Disminuye la producción de hojas y estas se presentan pequeñas y cloróticas (Guiñez, 1984).

En las raíces infestadas se forman nudosidades o agallas de tamaño y forma variable y en los tubérculos atacados, protuberancias como verrugas y deformaciones. Al cortar un tubérculo infestado se pueden ver, debajo de la piel, unos puntitos blancos como cabeza de alfiler que son las hembras. Un ataque intenso provoca una disminución severa en los rendimientos, reduce la calidad del tubérculo y aumenta la susceptibilidad a enfermedades foliares. El tubérculo atacado y almacenado se deshidrata rápidamente (Guiñez, 1984).

La infección del nematodo de la raíz prepara a la planta al ataque de hongos (*Fusarium* sp, *Phytophthora* sp, *Verticillium* sp, *Rhizoctonia* sp.) y bacterias (*Pseudomonas* sp, *Agrobacterium* sp), produciendo interacciones que causan un daño mayor y muerte de plantas (Guiñez, 1984).

La diseminación de este nematodo se puede efectuar de las siguientes maneras:

- Por el uso de tubérculo infestado como semilla.
- Por raíces infestadas que hayan quedado en el suelo después de la cosecha.
- Por el agua de riego o derrames que pasen por suelos infestados.
- Por maquinaria agrícola y equipos de labranza.

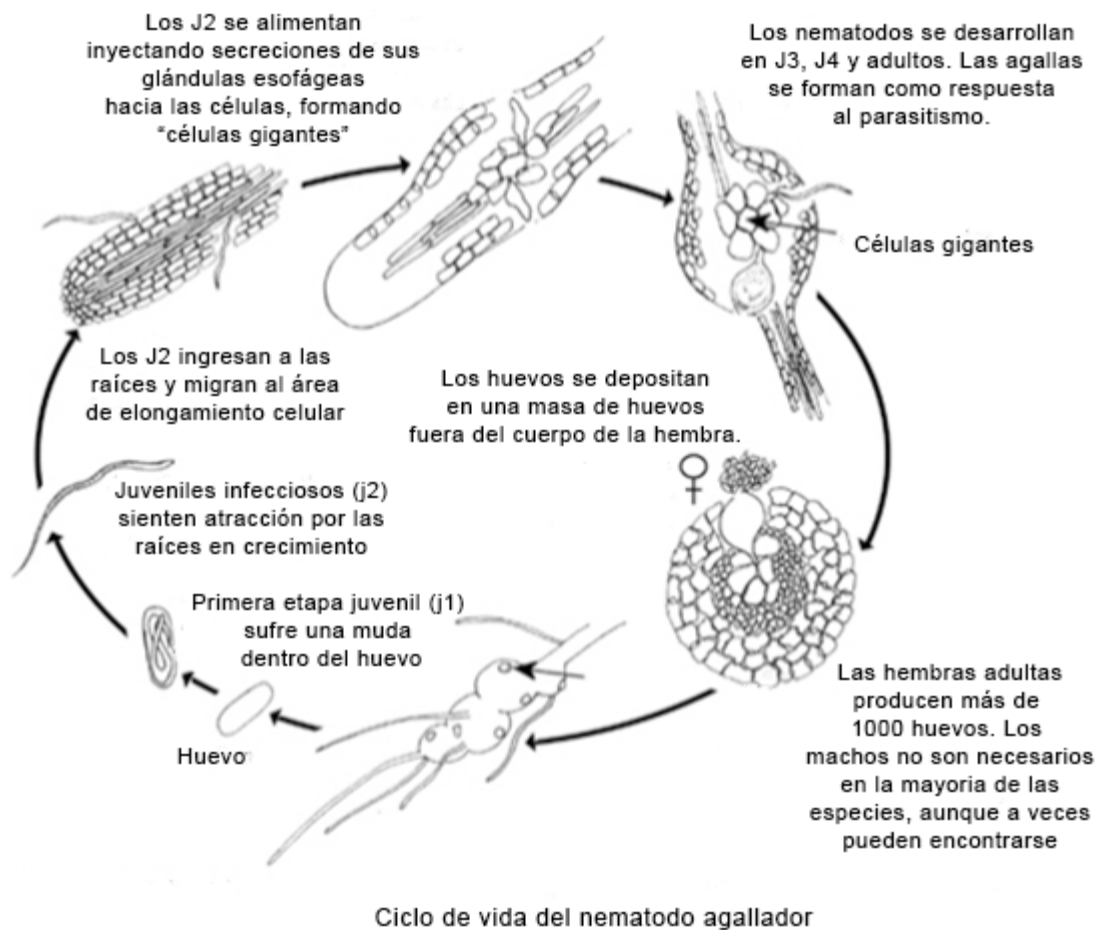
i. Ciclo de vida del nematodo agallador de la raíz

La primera muda o cambio de cutícula se produce en el interior del huevo (CropLife, s. f).

En la segunda etapa juvenil se produce la eclosión del huevo y se va al suelo o penetra directamente en una raíz. En esta etapa miden aproximadamente 0.30 mm a 0.50 mm y pueden variar con la especie de *Meloidogyne*, en esta etapa se vuelve infectivo el nematodo de las agallas que se mueve a través de las partículas del suelo y va a las raíces de las plantas huéspedes. Por lo general la penetra la punta de la raíz y migra entre las células para establecer un sitio de alimentación. En este momento se convierte en un endoparásito sedentario. Las secreciones producidas por nematodos en la glándula esofágica estimulan la formación de células gigantes en la raíz, que proporcionan nutrientes para los nematodos (CropLife, s. f).

Los nematodos se incrementan rápidamente en tamaño y pasan por la muda convirtiéndose en j3, j4 y adultos. Una hembra produce durante el ciclo de vida cientos de huevos que pueden alcanzar más de 1,000. Estos son depositados en masa fuera de las raíces en la superficie de las agallas que están atrapados y protegidos por un mucílago contra la desecación y otras condiciones adversas (CropLife, s. f).

La duración del ciclo varía según el hospedero, especie de nematodo y condiciones ambientales. En hospederos favorables y suelos cálidos 25 °C a 30 °C el ciclo de vida dura 3 a 4 semanas (figura 10) (Parilla, s. f.).



Fuente: CropLife (s. f.).

Figura 10. Ciclo de vida de *Meloidogyne* spp.

c. Control de nematodos

Es conveniente evitar la contaminación de lotes mediante la limpieza de máquinas e implementos con partículas de suelo adheridas a los neumáticos, herramientas y zapatos,

y el uso de semillas procesadas sin partículas del suelo ya que se pueden propagar nematodos a zonas limpias (CropLife, s.f.).

Talavera (2003) citado en CropLife (s.f.) señala que, con respecto a los métodos de control, tienen como objetivo principal reducir o mantener las densidades de población de nematodos en niveles bajos que no causen pérdidas económicas. El límite de tolerancia y el umbral económico dependen de las condiciones agronómicas y ambientales locales, por lo que el éxito de un sistema predictivo estará supeditado a la existencia de datos locales sobre las pérdidas causadas por estos patógenos.

Las alternativas de manejo abarcan herramientas de control físico, control químico, control biológico y control cultural a través de rotación de cultivo, haciendo un manejo del suelo con nivel adecuado de materia orgánica, la cal y la fertilización equilibrada, evitando la compactación y el uso de cultivares resistentes (CropLife, s.f.).

i. Control físico

Consiste en la utilización de algún agente físico como la temperatura, humedad, radiación solar, que resulten letales para los nematodos. El fundamento es que los nematodos sólo pueden desarrollarse y sobrevivir dentro de ciertos límites de intensidad de los factores físicos ambientales; más allá de los límites las condiciones resultan letales (CropLife, s.f.).

ii. Vapor

Es una tecnología muy cara, por lo que es usualmente aplicada a pequeñas áreas como invernaderos. (CropLife, s.f.)

iii. Solarización

Consiste en cubrir el suelo húmedo con plástico transparente y dejarlo expuesto al sol por varias semanas. La temperatura del suelo se eleva a niveles de 40 °C a 500 °C, letales para los fitonematodos. Ha mostrado resultados variables. En países con clima cálido, su combinación con otras tácticas de control ha sido exitosa (CropLife, s.f.).

iv. Inundación

Un alto contenido de agua limita las disponibilidades de oxígeno y reduce la actividad de los nematodos. En los campos inundados la materia orgánica sufre descomposición, desarrollándose sustancias letales, tales como el ácido butírico, propiónico y el sulfuro de hidrógeno, que actúan como verdaderos nematicidas. Se considera alternativa poco práctica. Su combinación con la aplicación de compost ha demostrado ser efectiva en el control de poblaciones de *Meloidogyne* sp. (CropLife, s.f.).

v. Control cultural

Entre las principales prácticas culturales para el manejo de nematodos fitoparásitos se encuentran: rotación de cultivos, barbecho, cultivos trampa, cultivos de cobertura, enmiendas orgánicas, biofumigación, cultivares resistentes e injertos (CropLife, s.f.).

vi. Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es una de las prácticas más importantes, eficiente y constituye la práctica más usada en la reducción de poblaciones de nematodos, la cual consiste en la plantación de cultivos sucesivos que son no-hospederos, pobres hospederos o cultivos trampa, para las plagas dianas. La rotación de cultivos con cultivos que no alojan un

patógeno particular tiene por objeto eliminar la totalidad o parte de estos organismos al restar su comida (CropLife, s.f.).

vii. Barbecho

Consiste en dejar el suelo sin cultivar por un cierto período, principalmente durante los meses de primavera y verano, removiéndolo en forma periódica (CropLife, s.f.).

viii. Cultivos trampa

Es una técnica muy útil para eliminar una parte de la población de nematodos endoparásitos sedentarios tales como *Meloidogyne* spp. Consiste en sembrar un hospedero susceptible, dejarlo crecer por un período de tiempo y eliminarlo antes de la formación de las masas de huevos, es importante eliminar y destruir todas las raíces antes de la siembra del siguiente cultivo (CropLife, s.f.).

ix. Cultivos de cobertura

Siembra de un cultivo no comercial, que a un nivel dado de madurez se incorpora al suelo como residuos verdes secos (CropLife, s.f.).

x. Enmiendas de suelo

Las enmiendas orgánicas como el compost y residuos de cultivos pueden controlar patógenos del suelo. Con su adición aumentan considerablemente los enemigos naturales de los nematodos parásitos, lo cual reduce los niveles de infestación en forma satisfactoria (CropLife, s.f.).

xi. Biofumigación

Se define como la acción de sustancias volátiles producidas por la degradación de la materia orgánica para el control de las plagas del suelo. Generalmente, cualquier material orgánico puede actuar como biofumigante dependiendo su actividad principalmente de la dosis y del método de aplicación. Su práctica está limitada por la adición de grandes cantidades de materia orgánica al suelo, mayor a 50 T/ha (CropLife, s.f.).

xii. Cultivares resistentes

El uso de cultivares resistentes ofrece ventajas para el manejo de nematodos en los sistemas de rotación ya que permite la inclusión de cultivos de mayor importancia económica para los productores (CropLife, s.f.).

xiii. Injertos

Consiste en usar patrones resistentes en cultivos anuales y perennes susceptibles para el control de patógenos del suelo (CropLife, s.f.).

xiv. Control químico

Se utilizan nematicidas, fumigantes y no fumigantes. Los nematicidas fumigantes son en su mayoría compuestos que actúan en la fase gaseosa del suelo, eliminando gran parte de los organismos vivos, son fitotóxicos de efectos irreversibles por lo que deben aplicarse en pre-plantación, bien como gas inyectado o como productos precursores, que al descomponerse producen gas. Son tóxicos e impactantes al ambiente (CropLife, s.f.).

Los no fumigantes son, en su mayoría, organofosforados y carbamatos que afectan al sistema nervioso del nematodo, impidiendo su alimentación; no son fitotóxicos, por lo que pueden aplicarse una vez implantado el cultivo; su efecto es reversible, son menos agresivos con el ambiente, de fácil manipulación y algunos son sistémicos; no eliminan totalmente las poblaciones de nematodos, sino que las mantienen a niveles tolerables (CropLife, s.f.).

-. Oxamyl

Comercializado con el nombre de Vydate 24 SL, es un insecticida – nematicida sistémico y de contacto para uso agrícola, cuando se aplica al suelo y al follaje para el control de nematodos. El tiempo medio que permanece en el suelo es de 2 a 3 semanas, con un tiempo máximo de 60 días (INECC, s.f.). La dosis puede variar de 2 L/ha a 5 L/ha, se puede utilizar al momento del trasplante con un intervalo de 3 a 6 meses dependiendo de la presencia de la plaga, no utilizar más de 4 veces por año (Duwest, s.f.).

-. Etoprofos

Comercializado con el nombre de Mocap 10 G, es un insecticida con acción nematicida, es un producto granulado para incorporar al suelo en pre-siembra, efectivo en el control de gusano alambre y nematodos, actúa por contacto, interfiriendo en la transmisión de impulsos nerviosos de los insectos (Certis, s.f.).

La actividad residual de etoprofos, en el suelo, puede durar hasta dos meses, observándose que su biodegradación es más rápida en suelos que ya han sido tratados antes con Mocap® que en los tratados por primera vez. El método de aplicación es en bandas en el surco donde va depositada la semilla, la dosis recomendada es de 20 kg/ha a 40 kg/ha, a una profundidad de 10 cm a 15 cm. Realizar una sola aplicación al año (Certis, s.f.).

-. Thiamethoxam + Abamectin

Comercializado con el nombre de Solvigo 250 sc, es un insecticida nematicida que cuando es aplicado puede controlar diferentes especies de nematodos en diferentes cultivos, actúa de forma sistémica sobre el sistema nervioso central, el método de aplicación es en drench a la base de la planta, para nematodos se recomienda una dosis de 1.50 L/ha a 1.80 L/ha de producto, con un intervalo de aplicación de 20 días (Syngenta, s.f).

-. Fluopyram

Comercializado con el nombre de Verango 50 SC, es un nematicida de acción sistémico/translaminar, actúa a través de la interferencia en los procesos de respiración de los nematodos, la dosis recomendada es de 0.50 L/ha a 1 L/ha de producto cuando se aplica en drench además se recomienda no superar la dosis máxima al año, el intervalo de aplicación va de 90 a 120 días (Bayer, s.f.).

xv. Control biológico

Abarca el fortalecimiento del control natural, la introducción de especies no nativas y el uso de plaguicidas derivados de animales, plantas, hongos, bacterias y virus para prevenir, repeler, eliminar o bien reducir el daño causado por las plagas. Entre los principales grupos microbianos con potencialidades como agentes de control biológico de nematodos formadores de agallas se encuentran las bacterias y los hongos (CropLife, s.f.).

Existen productos para tratamiento de semillas que contienen la bacteria *Bacillus firmus* porque crea una barrera viva de protección de la raíz joven y limita la capacidad que el nematodo la alcance y le cause daños (CropLife, s.f.).

Además, *Pasteuria penetrans* (Thorne) Sayre y Starr, *Tsukamurella paurometabola* (Steinhaus) cepa C924, el hongo *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson controlan un amplio rango de nematodos parásitos en una gran gama de cultivos. En este caso los nematodos son afectados en los estados juveniles y huevos (CropLife, s.f.).

d. Umbrales económicos de nematodos en el cultivo de papa

La presencia de nematodos en el cultivo va a ocasionar pérdidas económicas las que pueden ser parciales o totales dependiendo de su virulencia. En cuanto a las densidades de población que son dañinas se tienen algunas referencias para el cultivo de papa, así como las especies que lo afectan (cuadro 3).

Cuadro 3. Umbral económico de especies de nematodos en el cultivo de papa.

Cultivo	Especie de nematodo	Forma de parasitismo	Umbral relacionado a 100 cm ³ de suelo o 1 g de raíz
Papa	<i>Meloidogyne hapla</i>	Endoparásito	66
	<i>Pratylenchus penetrans</i>	Endoparásito	100 - 200
	<i>Globodera rostochiensis</i>	Endoparásito	150 - 1000
	<i>Heterodera rostochiensis</i>	Endoparásito	31 quistes
	<i>Ditylenchus dipsasi</i>	Endoparásito	1 - 2
	<i>Trichodorus spp.</i>	Ectoparásito	30

Fuente: Solís (2014).

El umbral económico no solo es aplicable a la población de un nematodo en particular ya que los mismos interactúan con otros microorganismos fitopatógenos causando un mayor nivel de daño, así que no debe de tomar en cuenta la densidad de población, sino que además el riesgo potencial que implica el asocio con una bacteria, hongo o virus (Solís, 2014).

2.1.10 Análisis económico

A. Tasa marginal de retorno

Actualmente cuando se realizan investigaciones se incluyen análisis económicos para la ayudar con la toma de decisiones que se realizan para recomendar a los productores, en este caso la tasa de retorno marginal indica lo que el agricultor puede esperar ganar en promedio con su inversión cuando decide cambiar una práctica (o conjunto de prácticas) por otra (CIMMYT, 1988).

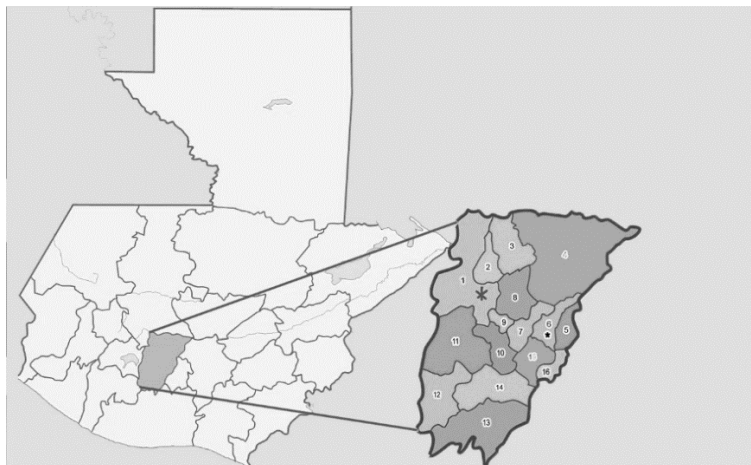
B. Análisis de dominancia

Un análisis de dominancia se efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT, 1988).

2.2 Marco referencial

2.2.1 Ubicación

La aldea Panimacoc se encuentra ubicada en el municipio de Tecpán Guatemala, del departamento de Chimaltenango, en la región llamada como altiplano central, a una distancia de 85 km de la Ciudad de Guatemala, a través de la carretera interamericana CA-1 y a 34 km de la cabecera de Chimaltenango (figuras 11 y 12).



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 11. Mapa departamento de Chimaltenango, * municipio de Tecpán Guatemala.



Casco de la aldea

Fuente: Google Earth (2019).

Figura 12. Mapa aproximado de la aldea Panimacoc, Tecpán Guatemala.

2.2.2 Datos generales

A continuación, se presentan los datos más importantes del municipio de Tecpán:

- Localizada a 85 km de la Ciudad de Guatemala se encuentra la aldea Panimacoc, del municipio de Tecpán Guatemala, del departamento de Chimaltenango.
- A una altitud de 2,300 m s.n.m.
- Extensión de 2.57 km².
- Diversidad de producción de hortalizas.

2.2.3 Vías de acceso

La entrada principal a la aldea está sobre el kilómetro 82 de la ruta interamericana CA-1, hacia la derecha, el poblado se encuentra a 3 km de la principal ruta de acceso, tiene otra vía de acceso por el municipio de Santa Apolonia, Chimaltenango a 90 km de la Ciudad de Guatemala, por la CA-1.

2.2.4 Coordenadas geográficas

Las coordenadas del área de estudio son: latitud norte: 14° 46' 21" y longitud oeste 90° 57' 53".

2.2.5 Clima

La estación de invierno va desde abril a noviembre, la temperatura máxima promedio es de 22 °C y una mínima de 6 °C; la temperatura anual promedio es de 16 °C (Montufar, 2011).

2.2.6 Precipitación

La precipitación promedio anual varía entre 724 mm a 1,145 mm, lo cual favorece el cauce de los ríos durante la época invernal, dichas aguas son utilizadas por los agricultores para el riego de sus cultivos (Montufar, 2011).

2.2.7 Suelos

No se encuentra definido el tipo de suelo específico de esta aldea sin embargo la predominancia en el municipio por las series Totonicapán, Cauqué, Patzicía, Tecpán y Tolimán, con un 65 % del área total (Montufar, 2011).

El casco de la aldea se encuentra en una planicie por lo que la mayoría de los suelos son utilizados para cultivos, sin embargo, muchas de las áreas productivas están en laderas que estarían mejor con bosques, sin embargo, la necesidad de los pobladores para desarrollar actividades agrícolas ha requerido dichos cambios en el uso de los suelos (Montufar, 2011).

2.2.8 Zona de vida

Según Holdridge y las características presentes, la región en la cual se encuentra la aldea Panimacoc pertenece a la zona de vida bosque húmedo montano bajo subtropical.

2.2.9 Extensión

La aldea Panimacoc cuenta con un área aproximada de 2.57 km², el cual equivalente a 25,700 ha, en la que predominan áreas para hortalizas, destacando entre ellas la papa y el cultivo de fresa.

2.3 Antecedentes

Salazar (2011) evaluó el efecto de controladores biológicos sobre *Meloidogyne* spp. los hongos evaluados fueron *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus* en diferentes concentraciones, las variables evaluadas fueron incidencia, severidad y rendimiento, utilizando un diseño de bloques al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones.

El análisis de varianza y prueba de comparación indicaron que los tratamientos *Paecilomyces* spp a una concentración de 1×10^6 y una dosis de 30 cm³ y el producto químico carbofuran, presentaron los niveles más bajos de severidad, y los más altos promedios de rendimiento por hectárea.

Vaca & Abuslin (2017) evaluaron el control de nematodo nodulador de la raíz (*Meloidogyne incognita*) en el cultivo de tomate utilizando los hongos *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces lilacinus*, el extracto botánico *Tagetes patula* y el nematicida oxamil, el estudio se realizó con plantas de tomate sembradas en bolsas plásticas las cuales fueron infestadas con *M. incognita*. Se utilizó un diseño completo al azar (DCA) con tres repeticiones realizando un análisis de varianza y una separación de medias utilizando la prueba Duncan al 5 %. Los tratamientos oxamil y *Paecilomyces lilacinus* redujeron la población inicial de nematodos en 100 %, los tratamientos de *Pochonia chlamydosporia* y *Tagetes patula*, redujeron la población inicial en 84 % y 88 %, respectivamente. El mayor desarrollo radicular se obtuvo con *Paecilomyces lilacinus*.

Saire (2017) evaluó productos químicos alternativos e ingredientes activos comercialmente nuevos para el control de *Meloidogyne incognita* en tomate en invernadero con los tratamientos abamectina (Vertimec 18 EC), abamectina + thiamethoxam (Solvigo), fluopyram (Verango 500 SC), fosthiazate (Nemathorin 150 EC) , oxamil (Vydate 240 SL), carbendazim (Protexin 500 FW), azoxystrobin (Stronsil 500 WG), tebuconazole (Folicur 250 EW) , aceite de geraniol (Nematode Control 3 %) y Hunter (extracto de plantas). Las abamectinas a 3.40 mg/maceta/aplicación y 6.80 mg/maceta/aplicación para el Vertimec y Solvigo obtuvieron tasas de reproducción (tr) nulas y parámetros de crecimiento similares al testigo absoluto.

El fluopyram a 23.80 mg y 47.50 mg y el fosthiazate a 2.10 mg y 10.50 mg alcanzaron tasas de reproducción iguales a cero, aunque con un marcado efecto fitotóxico siendo el azoxystrobin a 57.10 mg, el de mayor daño por fitotoxicidad. El carbendazim a 71.40 mg obtuvo una tasa de reproducción de 0.85 con la presencia de gran número de nódulos. El tebuconazole a 35.70 mg causó muerte de plántulas. El aceite de geraniol y Hunter no inhibieron eficientemente la reproducción del nematodo ni la nodulación. El testigo con nematodos obtuvo una Tasa de reproducción de 14.35.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de cuatro tratamientos nematicidas: Mocap 10G - Vydate 24 SL, Solvigo SC, Verango 50 SC en el control de nematodos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la aldea Panimacoc, Tecpán Guatemala.

3.2 Objetivos específicos

1. Determinar el tratamiento que presente la menor incidencia o número de plantas dañadas por nematodos en el cultivo de papa.
2. Determinar el tratamiento con el que se obtenga menor severidad o daño por nematodos en la raíz en el cultivo de papa.
3. Determinar el tratamiento que muestre mayor efectividad para controlar las poblaciones de nematodos.
4. Determinar el tratamiento que presente el mayor rendimiento.
5. Determinar el tratamiento que presente la mayor tasa marginal de retorno.

4. HIPÓTESIS

El nematicida con ingrediente activo Fluopyram mostrará una mayor eficacia para el control de nematodos en el cultivo de papa comparado a los demás nematicidas.

5. METODOLOGÍA

5.1 Determinar presencia de nematodos en el lugar

Para determinar la presencia de la plaga en el lugar, se realizó el muestreo de suelo en el área donde se llevó a cabo la investigación, se tomó 1 kg de suelo a una profundidad de 20 cm a 30 cm, dicha muestra fue llevada a laboratorio de UVIGER de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala para su análisis y de esta forma determinar su presencia.

5.2 Material vegetal

El ensayo se realizó en el cultivo de papa para la variedad Loman, el tamaño de la planta fue de 20 cm a 60 cm de altura produce pocas flores, la forma de los tubérculos pueden cambiar desde oblongo – alargado o únicamente alargado. El color del tubérculo es de color crema en su interior. Su ciclo vegetativo puede variar entre 90 días a 120 días, rendimientos entre 15 T/ha a 30 T/ha (Franco, 2002).

5.3 Descripción de los tratamientos y métodos de aplicación

Se evaluó 4 tratamientos nematicidas más 1 testigo sin aplicaciones (cuadro 4).

Cuadro 4. Tratamientos aplicados, dosis y código de aplicación.

No. Tratamiento	Descripción	Dosis	Código de Aplicación
Tratamiento 1	Testigo	0	-
Tratamiento 2	Etoprofos (Mocap 10 G)	40 kg/ha	A
	Oxamyl (Vydate 24 SL)	4 L/ha	B

Continuación cuadro 4.

Tratamiento 3	Abamectin + Thiamethoxam (Solvigo 250 SC)	1.50 L/ha	A
			B
Tratamiento 4	Fluopyram (Verango 50 SC)	0.50 L/ha	A
Tratamiento 5	Fluopyram (Verango 50 SC)	0.25 L/ha	A
			B

Nota: A= 0, B= 20 días después de la siembra.

Fuente: elaboración propia (2019).

Tratamiento 1: testigo absoluto sin aplicación, para evaluar el daño real que produjeron las poblaciones de nematodos al no realizar ningún tipo de control.

Tratamiento 2: aplicación de dos productos.

Etoprofos - Nombre comercial: Mocap 10G – Dosis de 40 kg/ha.

Carbamato – Oxamyl - Nombre comercial: Vydate 24 SL – Dosis 4 L/ha.

Se realizó la aplicación de ambos productos como referencia al control convencional que se realiza para nematodos, se aplicó Etoprofos 10 % el día de la siembra, realizándose directamente al suelo, debido a que es un producto granulado, a los 20 días después de la siembra, se realizó una aplicación de Oxamyl en drench directamente sobre el suelo con bomba de 16 L.

Tratamiento 3: aplicación del producto.

Abamectina y Thiamethoxam – Nombre comercial: Solvigo – Dosis de 1.50 L/ha.

Se realizaron dos aplicaciones de Abamectina + Thiamethoxam a una dosis de 1.50 L/ha en cada aplicación directamente sobre el suelo, la primera aplicación se realizó el día de la siembra y la segunda aplicación se realizó 20 días después de la siembra, se hizo la aplicación en drench directamente sobre el suelo con bomba de 16 L.

Tratamiento 4: aplicación del producto.

Fluopyram – Nombre comercial: Verango 50 SC – Dosis 0.50 L/ha.

Se realizó una aplicación de Fluopyram el día de la siembra, el producto se aplicó en drench directamente sobre el suelo con bomba de 16 L.

Tratamiento 5: aplicación del producto.

Fluopyram – Nombre comercial: Verango 50 SC – Dosis 0.25 L/ha.

Se realizaron dos aplicaciones de Fluopyram a una dosis de 0.25 L/ha cada una, la primera se realizó el día de la siembra, y la segunda 20 días después de la siembra, dicho producto se aplicó en drench directamente sobre el suelo con bomba de 16 L.

5.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones, teniendo un total de 20 unidades experimentales.

5.5 Modelo estadístico

Modelo estadístico de bloques al azar:

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

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij -ésima unidad.

μ = Media general.

τ_i = Efecto del i -ésimo nematocida.

β_j = Efecto del j -ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima parcela de papa.

5.6 Hipótesis estadística

H_0 : ninguno de los tratamientos mostrará diferencias significativas para el control de nematodos en el cultivo de papa.

H_a : al menos uno de los tratamientos mostrará diferencias significativas para el control de nematodos en el cultivo de papa.

5.7 Unidad experimental

Cada unidad experimental tuvo un área de 5 m de longitud por 3.20 m de ancho, la cual estuvo dividida en cuatro surcos con un distanciamiento de 0.80 m entre sí, y cada uno de ellos estuvo constituido por 25 plantas con un distanciamiento de 0.20 m, haciendo un total de 100 plantas por cada unidad experimental, es decir 100 plantas por cada 16 m² y debido a que se hicieron 4 repeticiones y 5 tratamientos el área total de la investigación fue de 325 m² (figura 13A).

El distanciamiento entre plantas y surcos se ha establecido a través del manejo tradicional que se le da al cultivo de papa en la localidad donde se realizó el ensayo el cual es de 0.80 m entre surcos y 0.20 m entre plantas (figura 14).



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 14. Distanciamiento entre plantas y entre surcos del cultivo de papa.

5.8 Aleatorización y distribución en campo

Se realizó la aleatorización de las unidades experimentales, distribuyendo cada uno de los bloques y tratamientos (figura 15A), de la misma manera se identificó cada unidad experimental en campo, con la información del tratamiento y el bloque (figura 16).



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 16. Unidades experimentales, identificadas según tratamiento y bloque.

5.9 Análisis de la información

5.9.1 Incidencia

Se tomó como variable de respuesta para tener un conteo del total de plantas que fueron afectadas por nematodos, se utilizó una escala de 0 a 1, donde cero significa que no se encontraron daños y uno que significa la presencia de daños causados provocados por nematodos (figura 17).

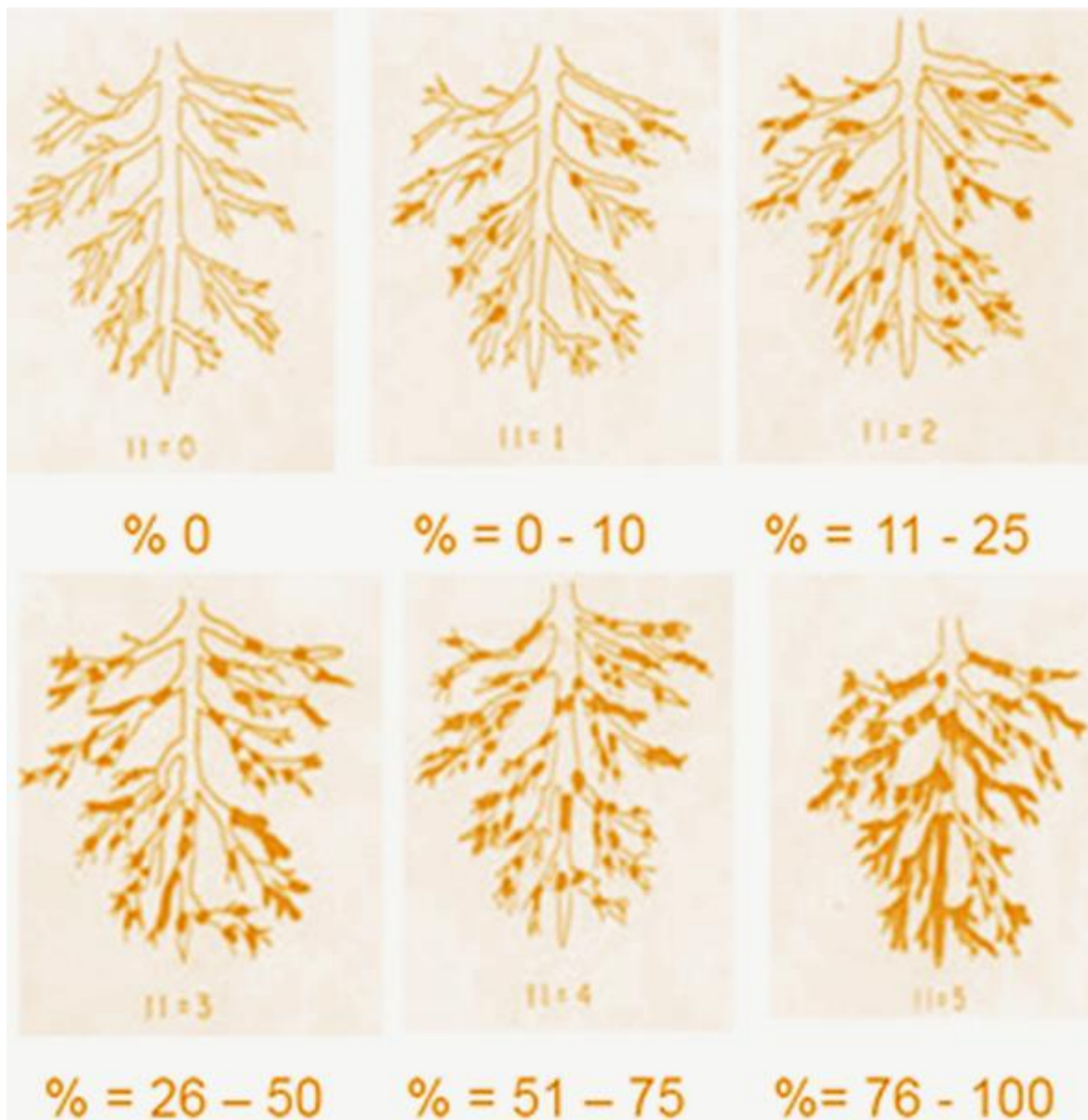


Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 17. Presencia de daños en las raíces.

5.9.2 Severidad

Se extrajo cada una de las plantas de la parcela neta tratando de no ocasionar daños mecánicos a las raíces para evaluar el porcentaje de daños realizados por nematodos a través de la escala de severidad propuesta en 1983 por Taylor y Sasser (figura 18).



Fuente: Salazar (2012).

Figura 18. Ejemplo escala de severidad propuesta por Taylor y Sasser.

Se evaluó planta por planta, obteniendo un promedio general de la unidad experimental (figura 19).



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 19. Raíces del cultivo de papa con distintos niveles de daño.

5.9.3 Densidad poblacional para determinar la efectividad del tratamiento

A través de los muestreos se recolectaron muestras de suelos y raíces del cultivo de papa, para determinar la efectividad de los tratamientos para controlar las poblaciones de nematodos presentes, para las muestras de suelos se tomó 1 kg del suelo que rodea las raíces del cultivo, para la toma de raíces estas se arrancaron de las plantas muestreadas hasta tener un mínimo de 0.10 kg. Las muestras fueron enviadas al laboratorio para determinar la población presente en ellas y así determinar la efectividad de los tratamientos (figura 20).



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 20. Toma de muestras de suelo y raíces.

5.9.4 Rendimiento del cultivo de papa (kg/ha)

Se tomó el peso de los tubérculos en kg/ha de cada tratamiento para poder determinar con cuál se obtuvo un mejor rendimiento del cultivo. Se clasificó según la calidad de los tubérculos, siendo estos: primera, segunda, tercera y chichuda, es decir, tubérculos con malformaciones (figura 21).



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 21. Pesado y clasificación de los tubérculos, según su calidad.

5.9.5 Análisis económico

A. Determinación de la tasa marginal de retorno

a. Realización de presupuestos parciales

Se realizó la determinación de los beneficios netos en donde se analizaron los costos de cada tratamiento, así como los beneficios en base al rendimiento obtenido, comparándolos entre sí, para poder determinar el tratamiento que proporcionará la mayor tasa marginal de retorno.

b. Análisis de dominancia

El análisis de dominancia consiste en el ordenamiento descendente de los tratamientos comenzando con aquel que genera mayores costos, así como su respectivo beneficio neto. Se procede a comparar el tratamiento que presenta menor costo a uno que presente uno mayor, al compararlos, aquel que presente un mayor costo y que además presente un menor beneficio neto se le considerará “dominado” y por lo tanto será excluido del análisis económico.

c. Tasa marginal de retorno (TMR)

La tasa marginal de retorno se calculó comenzando con el tratamiento de menor costo seguido del siguiente que presentó un mayor costo, la TMR se calculó expresando la diferencia entre los beneficios netos marginales y los costos variables marginales.

5.10 Análisis estadístico

5.10.1 Análisis de varianza

Se utilizó el programa Excel® para la creación de una base de datos con la información obtenida durante los muestreos y cosecha, con dicha información se realizó un análisis de varianza para las variables: incidencia, severidad, rendimiento y poblaciones (efectividad).

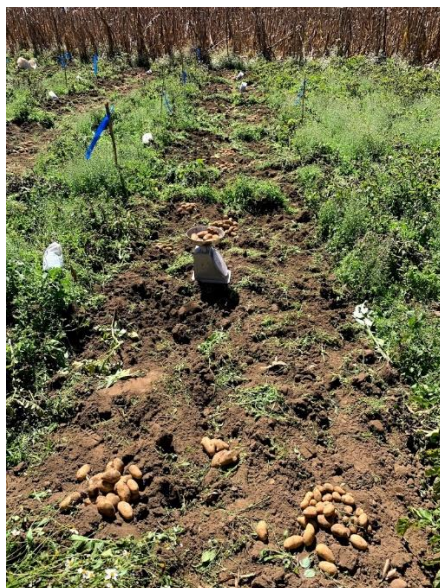
Se utilizó el programa con licencia estudiantil InfoStat, con el fin de medir la efectividad de los tratamientos, el análisis de los datos se hizo con una significancia del 5 %.

Para verificar el comportamiento de los datos, se efectuó la comprobación de supuestos de homoscedasticidad y normalidad para cada una de las variables evaluadas, antes de la realización de los análisis de varianza, de esta forma se determinó que el comportamiento de los datos fue normal, por lo que no se realizó ningún tipo de transformación.

Para las variables donde se halló diferencias significativas entre los tratamientos, se procedió a realizar una prueba múltiple de medias utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD de Fisher) para determinar el tratamiento que muestre la mayor efectividad para el control de daños ocasionados por nematodos, así como el que presente mayor rendimiento y una menor severidad.

5.11 Muestreos

Para evitar el efecto de borde se utilizaron para el muestreo las plantas de los surcos centrales que componen la parcela neta, con el fin de obtener un valor promedio por parcela, se tomaron los valores de incidencia, severidad y rendimiento (kg/ha) de dichas plantas a los 110 días después de la siembra (figura 22).



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 22. Muestreo surcos centrales, 110 días después de la siembra.

Debido a que para realizar la toma de datos se necesitó verificar la raíz de las plantas, se realizó únicamente un muestreo en las raíces (severidad e incidencia) y rendimiento, sin

embargo, para observar el comportamiento de las poblaciones en el tiempo se realizaron tres muestreos, a los 0, 45 y 110 días después de la siembra donde se obtuvieron valores de población de nematodos.

A los 0 días se realizó una muestra compuesta del área donde se efectuó la investigación, a los 45 días una muestra compuesta por cada tratamiento y a los 110 días muestras individuales para cada tratamiento y bloque, a cada una se le realizó el análisis nematológico de laboratorio para determinar los niveles poblacionales (cuadros 5A, 6A y 7A).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Incidencia

Se presentan los valores de incidencia obtenidos en campo, los cuales fueron del 100 % indicando de esta manera que todas las plantas muestreadas presentaron daños (cuadro 8).

Cuadro 8. Valores de incidencia por parcela expresada en porcentaje.

TRATAMIENTO	T1				T2				T3				T4				T5			
BLOQUE	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
INCIDENCIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
INCIDENCIA %	100				100				100				100				100			

Valor de incidencia “1” indica la presencia de daños en la raíz del cultivo.

Donde:

T1: Testigo, T2: Etoprofos + Oxamyl, T3: Abamectina – Tiametoxam, T4: Fluopyram 0.50, T5: Fluopyram 0.25.

Debido a que el número de plantas afectadas por nematodos fue el mismo en todos los tratamientos, no existen diferencias significativas entre los tratamientos, ya que todas las plantas muestreadas presentaron daños en las raíces, por lo cual no fue necesario realizar análisis estadísticos de los datos.

Al presentarse niveles de incidencia altos, indica que hubo una presencia considerable de la enfermedad, sin embargo, fue necesario establecer los niveles de daño que fueron causados en cada tratamiento, lo cual se presenta en el análisis para la variable de respuesta severidad, para determinar si existieron diferencias estadísticamente significativas en el nivel de daño causado por las poblaciones de nematodos.

6.2 Severidad

Los valores obtenidos estuvieron entre el 10 % y 35 %, siendo el testigo quien presentó los mayores porcentajes para esta variable (cuadro 9).

Cuadro 9. Valores promedio de daño en la raíz por parcela expresado en porcentaje.

TRATAMIENTO	T1				T2				T3				T4				T5			
BLOQUE	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SEVERIDAD %	35	25	20	30	10	10	15	20	15	15	10	15	10	10	10	10	10	15	15	15

Donde:

T1: Testigo, T2: Etoprofos + Oxamyl, T3: Abamectina – Thiamethoxam, T4: Fluopyram 0.50, T5: Fluopyram 0.25.

Los niveles de daño observados en los tratamientos donde se aplicaron productos son similares a excepción del tratamiento testigo, sin embargo, es necesario determinar estadísticamente si dicha diferencia es significativa.

6.2.1 Análisis estadístico de la severidad

Antes de realizar el análisis de varianza, se procedió a comprobar si los datos cumplen con el supuesto de normalidad para la variable de respuesta severidad (cuadro 10).

Cuadro 10. Supuesto de normalidad de la severidad.

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO SEVERIDAD	20	0	3.12	0.95	0.5903

Debido a que el p-valor es mayor a 0.05, los datos tienen una distribución normal, cumpliendo con dicho supuesto, de la misma manera se presenta el resultado obtenido en forma gráfica (figura 23).

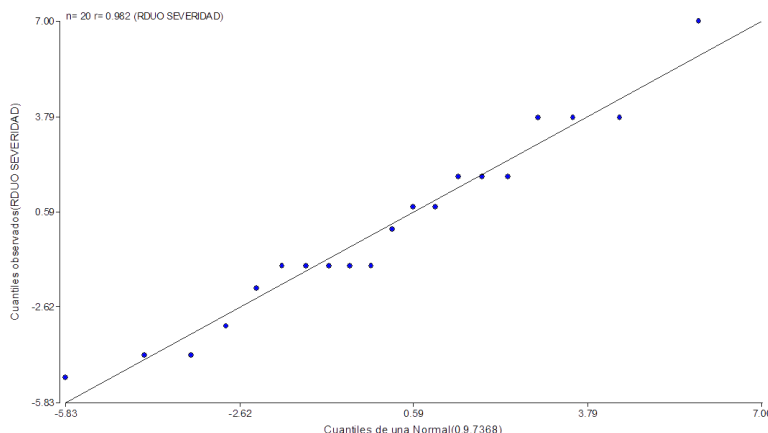


Figura 23. Distribución de los datos del supuesto de normalidad de la severidad.

La distribución de los datos sigue la tendencia de la línea, por lo tanto, poseen una distribución normal. También se procedió a comprobar si los datos cumplen con el supuesto de homoscedasticidad para la variable de respuesta severidad (cuadro 11).

Cuadro 11. Supuesto de homoscedasticidad de la severidad.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23	4	5.75	2.33	0.1032
TRATAMIENTO	23	4	5.75	2.33	0.1032
Error	37	15	2.47		
Total	60	19			

$\alpha=0.05$.

Debido a que el p-valor es mayor a 0.05, se dice que la varianza de los errores son homoscedásticos, cumpliendo así con el supuesto de homoscedasticidad. De la misma manera, se presenta el resultado en forma gráfica (figura 24).

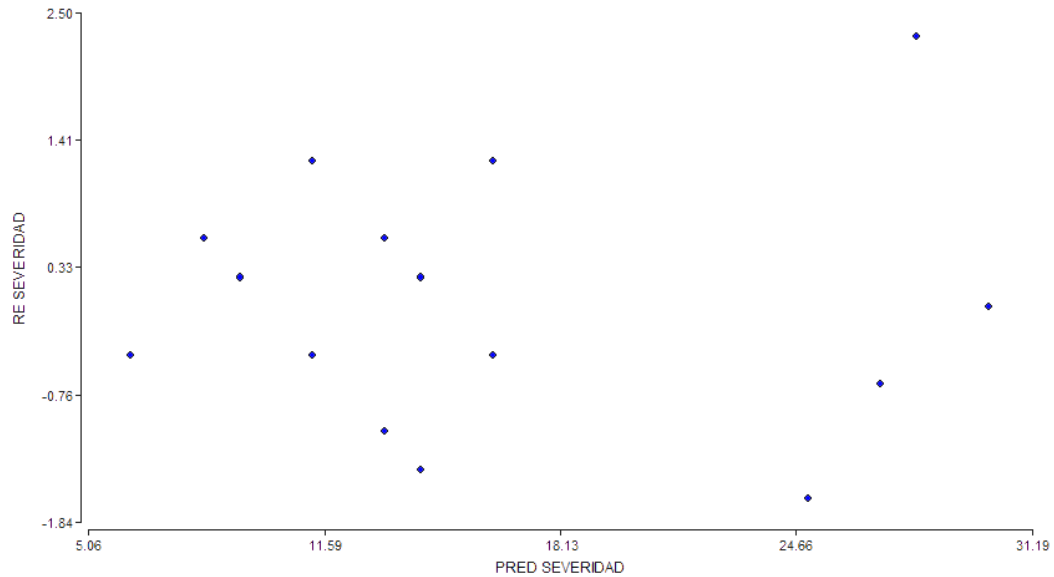


Figura 24. Diagrama de dispersión supuesto homoscedasticidad de la severidad.

El diagrama de dispersión al no presentar una forma cónica indica que existe homoscedasticidad en los datos. Debido a que los datos cumplieron con ambos supuestos, se procedió a realizar el análisis de varianza (cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de varianza de la severidad.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	860	7	122.8571	7.969112	0.001018
TRATAMIENTO	795	4	198.75	12.89189	0.000266
BLOQUE	65	3	21.66667	1.405405	0.289159
Error	185	12	15.41667		
Total	1045	19			

$\alpha=0.05$.

Debido a que el p-valor de los tratamientos es menor a 0.05, existieron diferencias estadísticas significativas entre estos, por lo cual fue necesario realizar la prueba múltiple de medias para determinar el o los tratamientos que presentaron menor nivel de daño (cuadro 13).

Cuadro 13. Prueba múltiple de medias LSD de Fisher para la severidad.

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	Grupos	
T4	8.75	4	1.96320316	A	
T5	13.75	4	1.96320316	A	
T3	13.75	4	1.96320316	A	
T2	13.75	4	1.96320316	A	
Testigo	27.50	4	1.96320316		B

$\alpha=0.05$.

Donde: T1: Testigo, T2: Etoprofos + Oxamyl, T3: Abamectina – Tiametoxam, T4: Fluopyram 0.50, T5: Fluopyram 0.25.

A través del análisis comparativo de las medias, se obtuvieron 2 grupos distintos, teniendo a Etoprofos más Oxamyl, Abamectina – Thiamethoxam y Fluopyram en el grupo “A”, y el testigo absoluto en el grupo “B”, ordenados en forma ascendente de la media más baja a la más alta, de manera que existen diferencias significativas entre la aplicación de productos químicos y la no aplicación de estos, sin embargo no existieron diferencias significativas entre los productos evaluados por lo que aplicar cualquiera de los productos evaluados se obtienen valores de severidad estadísticamente similares.

El testigo presentó al menos un 50 % más de daño respecto a los tratamientos en los que se realizó la aplicación de nematicidas, mostrando de esta manera la efectividad de los tratamientos, de la misma manera la aplicación de Fluopyram 0.50 L/ha tuvo un 68.18 % menos de daño con respecto al testigo, mostrando una relación directa con la efectividad de los productos para controlar los niveles de poblaciones.

A pesar de que la variable de respuesta incidencia determinó que la presencia de nematodos fue alta ya que hubo daño ocasionado por nematodos en el 100 % de plantas muestreadas, en este análisis se determinó que los porcentajes de daños promedio fueron inferiores al testigo (figura 25).

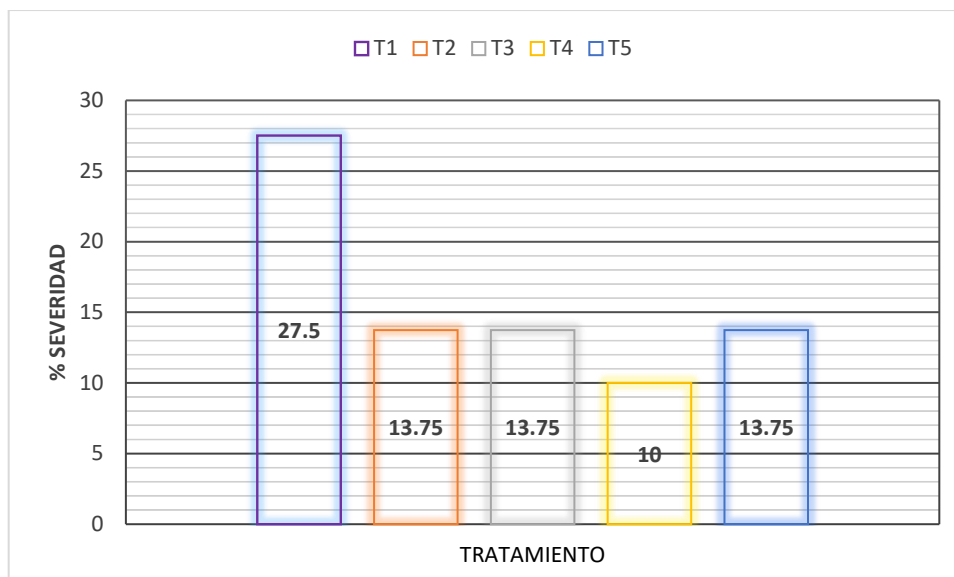


Figura 25. Severidad promedio expresada en porcentaje según tratamiento evaluado.

La aplicación de Fluopyram a una dosis de 0.50 L/ha mostró un menor porcentaje de severidad respecto a la aplicación de Etoprofos 40 kg/ha más Oxamyl 4 L/ha, Abamectina – Thiamethoxam 1.50 L/ha, Fluopyram 0.25 L/ha, sin embargo, únicamente hay diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos químicos, pero no se presentaron diferencias entre los distintos productos aplicados.

Aunque los cuatro tratamientos nematicidas pertenecen al mismo grupo de medias de LSD de Fisher, entre estos se presentó una diferencia de 36.36 % menos de daño en el tratamiento Fluopyram 0.50 respecto a Etoprofos + Oxamyl, Abamectina – Thiamethoxam y Fluopyram 0.25 siendo insuficiente para mostrar diferencias estadísticamente significativas, por lo que para la variable de respuesta severidad, la aplicación de cualquiera de los tratamientos nematicidas presenta los mismos niveles de daños.

6.3 Efectividad

Se presenta el resumen de las lecturas obtenidas de los análisis nematológicos expresados a través de la sumatoria de los individuos/100 g de suelo más individuos/10 g de raíz durante el ciclo del cultivo, así como el análisis de la efectividad de los tratamientos realizada a través del método de Henderson-Tilton (cuadro 14).

Cuadro 14. Lecturas de poblaciones a los 0, 45 y 110 días después de la siembra.

Trat.	T1				T2				T3				T4				T5			
Bloque	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0	110				110				110				110				110			
45	197				150				65				88				20			
110	100	80	160	140	30	30	70	80	130	200	330	90	60	20	30	90	80	90	80	130
Efi %	0	0	0	0	70	62.5	56.3	42.90	0	0	0	0	40	75	81.3	35.70	20	0	50	7.10

Dónde:

0, 45 y 110 = presencia de individuos a los días después de la siembra.

T1: Testigo, T2: Etoprofos + Oxamyl, T3: Abamectina – Thiamethoxam, T4: Fluopyram 0.50, T5: Fluopyram 0.25.

En la sección de anexos se presentan los informes obtenidos de laboratorio sobre las lecturas de los análisis nematológicos de suelos durante el ciclo del cultivo.

6.3.1 Comportamiento de las poblaciones en el tiempo

Los niveles poblacionales de nematodos tuvieron cambios durante el ciclo del cultivo (figura 26).

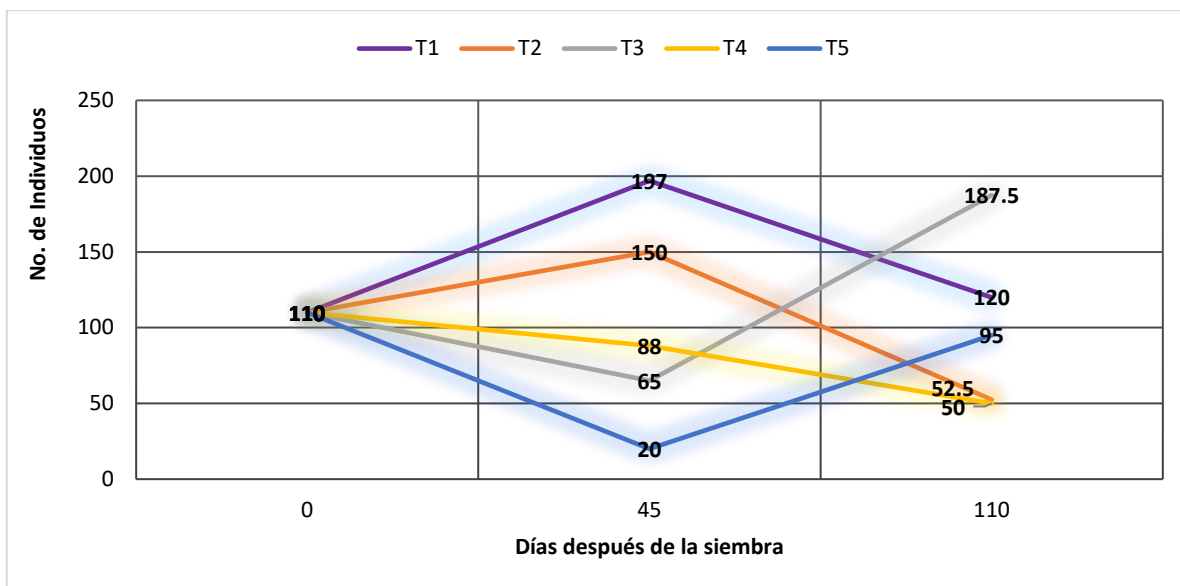


Figura 26. Niveles poblacionales durante el ciclo del cultivo.

A los 45 días después de la siembra los niveles poblacionales más bajos se obtuvieron en los tratamientos Abamectina - Thiamethoxam y Fluopyram 0.25, sin embargo, estos disminuyen rápidamente su efectividad, y lo hacen de tal manera que a los 110 días después de la siembra, dichos productos presentan los niveles poblacionales más altos junto al testigo, con 187.50 individuos/100 g de suelo, 95 individuos/100 g de suelo y 120 individuos/100 g de suelo.

Los niveles poblacionales de nematodos a los 45 días después de la siembra, en los tratamientos Etoprofos + Oxamyl y Fluopyram 0.50 fue de individuos/100 g de suelo y 88 individuos/100 g de suelo, únicamente superados por el tratamiento testigo con 197 individuos/100 g de suelo, sin embargo, a los 110 días después de la siembra, estos tratamientos presentan los menores niveles poblacionales de nematodos con 52.50 individuos/100 g de suelo y 50 individuos/100 g de suelo.

Sin embargo, fue necesario determinar la efectividad de los productos a través de un análisis estadístico, para verificar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados.

6.3.2 Análisis estadístico de la efectividad

Antes de realizar el análisis de varianza, se procedió a comprobar si los datos cumplen con el supuesto de normalidad para la variable de respuesta efectividad (cuadro 15).

Cuadro 15. Supuesto de normalidad de la efectividad.

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Eficacia	20	0	11.39	0.94	0.5165

Debido a que el p-valor es mayor a 0.05, los datos tienen una distribución normal, cumpliendo con dicho supuesto, de la misma manera se presenta el resultado obtenido en forma gráfica (figura 27).

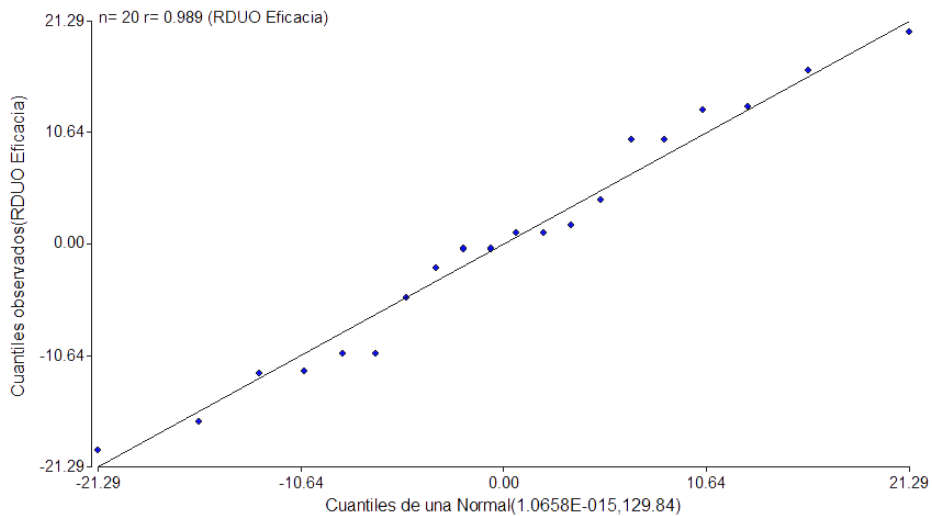


Figura 27. Distribución de los datos para el supuesto de normalidad de la efectividad.

La distribución de los datos sigue la tendencia de la línea, por lo tanto, poseen una distribución normal.

Se procedió a comprobar si los datos cumplen con el supuesto de homoscedasticidad para la variable de respuesta efectividad (cuadro 16).

Cuadro 16. Supuesto de homoscedasticidad de la efectividad.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	245.1	4	61.28	1.57	0.2329
Tratamiento	245.1	4	61.28	1.57	0.2329
Error	584.93	15	39		
Total	830.03	19			

 $\alpha=0.05$

Debido a que el p-valor es mayor a 0.05, se dice que la varianza de los errores son homoscedásticos, cumpliendo así con el supuesto de homoscedasticidad. De la misma manera, se presenta el resultado en forma gráfica (figura 28).

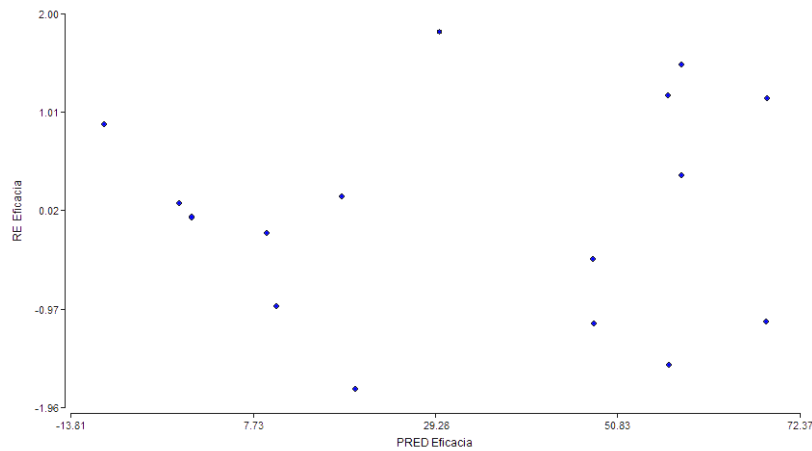


Figura 28. Diagrama de dispersión supuesto homoscedasticidad de la efectividad.

El diagrama de dispersión al no presentar una forma cónica indica que existe homoscedasticidad en los datos. Debido a que los datos cumplieron con ambos supuestos, se procedió a realizar el análisis de varianza (cuadro 17).

Cuadro 17. Análisis de la varianza de la efectividad según los niveles de poblaciones.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14774.69	7	2110.6705	10.2672	0.00030
Tratamiento	13731.26	4	3432.8154	16.6986	0.00007
Bloque	1043.43	3	347.8107	1.6918	0.22153
Error	2466.89	12	205.5740		
Total	17241.58	19			

 $\alpha=0.05$.

Debido a que el p-valor de los tratamientos es menor a 0.05, se sabe entonces que hay diferencias significativas entre estos, por lo cual fue necesario realizar la prueba múltiple de medias (cuadro 18).

Cuadro 18. Prueba múltiple de medias LSD de Fisher para la efectividad.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Grupos	
T4	57.99	4	7.16892715	A	
T2	57.90	4	7.16892715	A	
T5	19.29	4	7.16892715		B
T3	0	4	7.16892715		B
T1	0	4	7.16892715		B

$\alpha=0.05$.

Donde: T1: Testigo, T2: Etoprofos + Oxamyl, T3: Abamectina – Tiametoxam, T4: Fluopyram 0.50, T5: Fluopyram 0.25.

A través del análisis comparativo de medias, se obtuvo 2 grupos distintos, teniendo a la aplicación de Etoprofos más Oxamyl con una efectividad del 50.9 % y la aplicación de Fluopyram 0.50 con una efectividad de 57.99 % quedando ambos en el grupo “A”, siendo estos los que mostraron una mayor efectividad para controlar las poblaciones de nematodos.

La aplicación de Abamectin – Thiamethoxam mostró un 0 % de efectividad para el control de poblaciones a los 110 días después de la siembra, dando un resultado igual que el tratamiento testigo, la aplicación de Fluopyram 0.25 mostró una efectividad de 19.29 % a los 110 días después de la siembra, sin embargo, los resultados son estadísticamente similares en estos tratamientos con respecto al testigo, quedando asignados en el grupo “B”.

Esto guarda relación directamente proporcional al tiempo que permanece el producto en el suelo siendo efectivo, ya que según duwest (s.f.) en la ficha técnica de Oxamyl, este

permanece una media de 2 a 3 semanas en el suelo, sin embargo, puede llegar a permanecer hasta 60 días al igual que Etoprofos (Certis, s.f.).

De la misma manera Fluopyram, según Bayer (s.f.) en la ficha técnica del producto, este tiene un tiempo de permanencia efectiva en el suelo de 90 a 120 días, lo que diferencia la efectividad entre los tratamientos Fluopyram 0.50 y Fluopyram 0.25, es la dosis y momento de aplicación, debido a que se evaluó a una dosis de 0.50 L/ha en una sola aplicación y a una dosis de 0.25 L/ha en dos aplicaciones con 20 días de diferencia entre aplicaciones, lo cual mostró diferencias estadísticamente significativas en la efectividad para el control de poblaciones de nematodos en el cultivo de papa ya que la dosis de 0.25 L/ha no es capaz de permanecer efectiva en el suelo durante el tiempo descrito en su ficha técnica.

Así mismo se pudo observar el comportamiento de la efectividad de Abamectin + Thiamethoxam del cual según Syngenta (s.f) en la ficha técnica del producto, se recomiendan dos aplicaciones con un intervalo de 20 días, si la presión de la plaga es muy alta.

A los 45 días, momento en el que se realizó el segundo muestreo para medir los niveles poblacionales, el control del producto era efectivo, sin embargo a los 110 días después de la siembra, los niveles poblacionales aumentaron a tal punto que se obtuvieron resultados de 187.50 individuos/100 g de suelo, encajando exactamente con la efectividad mostrada en el análisis estadístico de la información que fue de 0 %, igual que en el testigo con 120 individuos/100 g de suelo y 0 % de efectividad al no realizarse aplicación de ningún nematicida.

Con esta información se puede observar el comportamiento efectivo de los tratamientos evaluados en el control de las poblaciones de nematodos, sin embargo, es necesario determinar si la diferencia de efectividad impacta directamente en el rendimiento del cultivo, así como en el beneficio económico recibido.

6.4 Rendimiento

El rendimiento promedio estuvo entre 11,000 kg/ha y 19,000 kg/ha en los tratamientos evaluados (cuadro 19).

Cuadro 19. Valores de rendimiento obtenidos del cultivo de papa.

Tratamiento		Bloque	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento promedio (kg/ha)
T1	Testigo	1	12,968.75	11,093.75
		2	9,531.25	
		3	8,437.50	
		4	13,437.50	
T2	Etoprofos (40 kg/ha) + Oxamyl (4 L/ha)	1	1,3125.00	13,437.50
		2	15,468.75	
		3	13,593.75	
		4	11,562.50	
T3	Abamectin - Thiamethoxam 1.50 L/ha	1	13,437.50	15,273.44
		2	12,500.00	
		3	19,531.25	
		4	15,625.00	
T4	Fluopyram 0.50 L/ha	1	14,843.75	18,203.13
		2	15,312.50	
		3	20,000.00	
		4	22,656.25	
T5	Fluopyram 0.25 L/ha	1	12,343.75	14,101.57
		2	11,875.00	
		3	14,375.00	
		4	17,812.50	

De igual manera se muestra gráficamente el rendimiento obtenido, en el cual se puede observar las diferencias entre los distintos tratamientos evaluados con rendimientos que van desde los 11,093.75 kg/ha hasta los 18,203.13 kg/ha (figura 29).

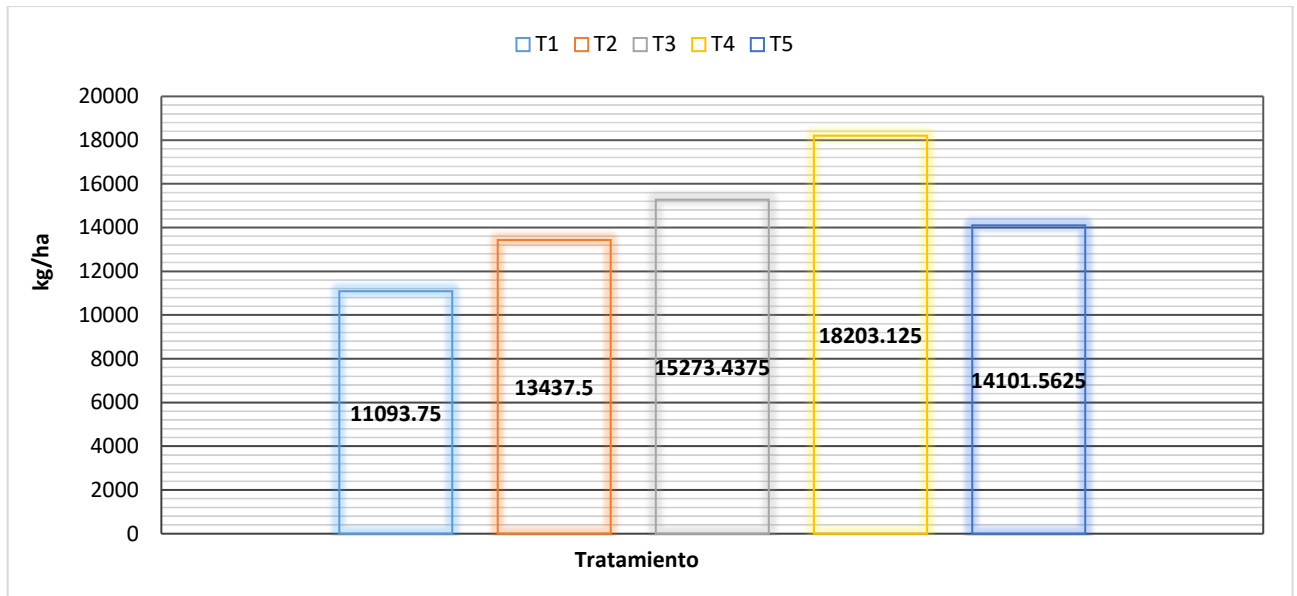


Figura 29. Representación gráfica del rendimiento promedio obtenido.

6.4.1 Análisis estadístico del rendimiento

Antes de realizar el análisis de varianza, se procedió a comprobar si los datos cumplen con el supuesto de normalidad para la variable de respuesta severidad (cuadro 20).

Cuadro 20. Supuesto de normalidad del rendimiento.

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Rendimiento en kg/ha	20	0	2,106.07	0.93	0.2957

Debido a que el p-valor es mayor a 0.05, los datos tienen una distribución normal, cumpliendo con dicho supuesto, de la misma manera se presenta el resultado obtenido en forma gráfica (figura 30).

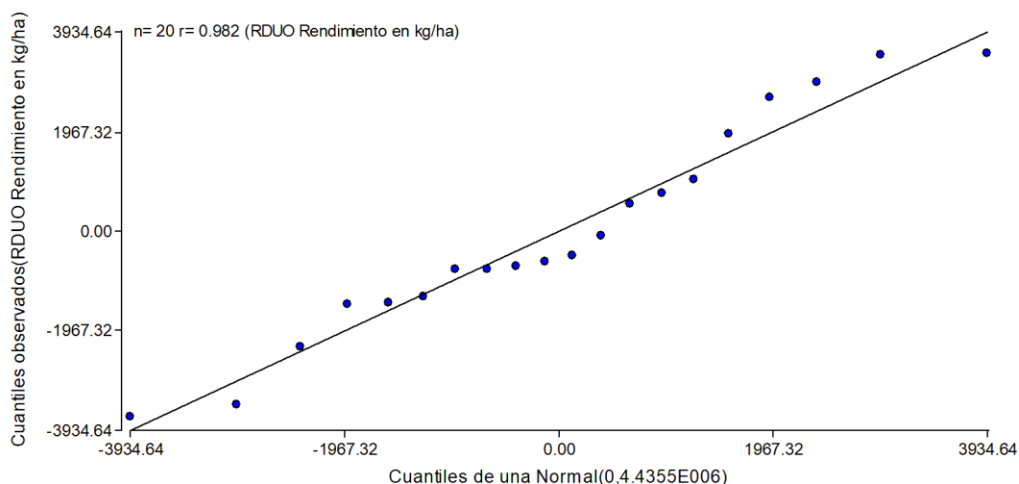


Figura 30. Distribución de los datos para el supuesto de normalidad del rendimiento.

La distribución de los datos sigue la tendencia de la línea, por lo tanto, poseen una distribución normal. También se procedió a comprobar si los datos cumplen con el supuesto de homoscedasticidad para la variable de respuesta efectividad (cuadro 21).

Cuadro 21. Supuesto de homoscedasticidad del rendimiento.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,082,641.60	4	770,660.40	0.48	0.7522
Tratamiento	3,082,641.60	4	770,660.40	0.48	0.7522
Error	24,239,135.74	15	1,615,942.38		
Total	27,321,777.34	19			

Debido a que el p-valor es mayor a 0.05, se dice que la varianza de los errores son homoscedásticos, cumpliendo así con el supuesto de homoscedasticidad. De la misma manera, se presenta el resultado en forma gráfica (figura 31).

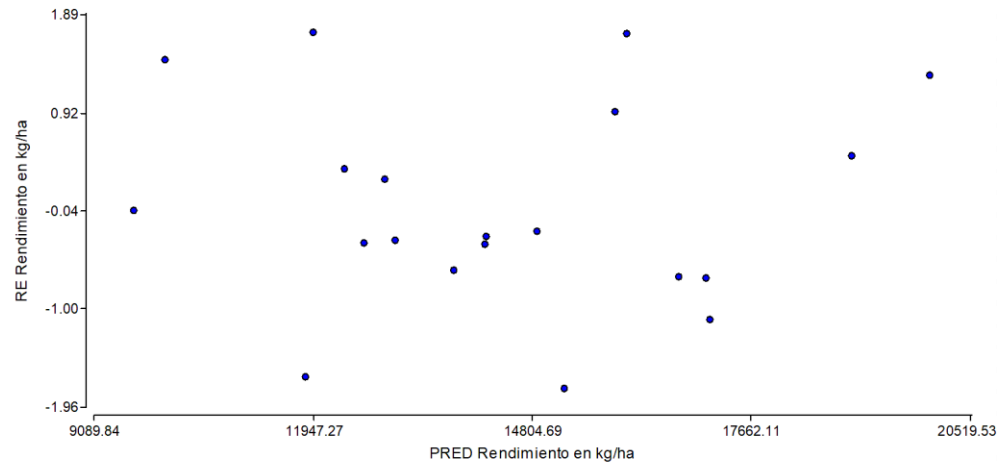


Figura 31. Diagrama de dispersión supuesto homoscedasticidad del rendimiento.

El diagrama de dispersión al no presentar una forma cónica nos indica que existe homoscedasticidad en los datos.

Debido a que los datos cumplieron con ambos supuestos, se procedió a realizar el análisis de varianza (cuadro 22).

Cuadro 22. Análisis de la varianza del rendimiento.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	144587402.34	7	20655343.19	2.94	0.0486
Tratamiento	108684082.03	4	27171020.51	3.87	0.0304
Bloque	35903320.31	3	11967773.44	1.70	0.2191
Error	84274902.34	12	7022908.53		
Total	228862304.69	19			

$\alpha=0.05$.

Debido a que el p-valor de los tratamientos es menor a 0.05, existen diferencias significativas entre estos, por lo cual se procede a realizar la prueba múltiple de medias (cuadro 23).

Cuadro 23. Prueba múltiple de medias LSD de Fisher para el rendimiento.

Tratamiento	Medias	N	E.E.	Grupos		
T4	18,203.13	4	1325.04	A		
T3	15,273.44	4	1325.04		B	
T5	14,101.56	4	1325.04			C
T2	13,437.50	4	1325.04			C
T1	11,093.75	4	1325.04			C

$\alpha=0.05$.

Donde:

T1: Testigo, T2: Etoprofos + Oxamyl, T3: Abamectina – Thiamethoxam, T4: Fluopyram 0.50, T5: Fluopyram 0.25.

A través del análisis comparativo de medias, se obtuvieron 3 grupos distintos, teniendo a la aplicación de Fluopyram 0.50 en el grupo “A” con el cual se obtuvo el mejor rendimiento, la aplicación de Abamectina - Thiamethoxam en el grupo “B” con el segundo mejor rendimiento, la aplicación de Fluopyram 0.25, la aplicación de Etoprofos + Oxamyl y el testigo absoluto en el grupo “C” los cuales obtuvieron los menores rendimientos.

La aplicación de Fluopyram 0.50 obtuvo un rendimiento promedio de 18,203.13 kg/ha, el mejor tratamiento de los cinco evaluados, coincidiendo de la misma manera con el que mostró una mayor efectividad, lo cual nos indica que la aplicación de este tratamiento generó una buena protección ante las poblaciones de nematodos.

A diferencia de Fluopyram 0.50, la aplicación de Abamectina – Thiamethoxam que mostró un 0 % de efectividad a los 110 días después de la siembra, nos presenta el segundo mejor rendimiento con un promedio de 15,273.44 kg/ha, esto se debe que a los 45 días después de la siembra, el producto tuvo una correcta efectividad, lo cual coincide con el tiempo crítico del cultivo de papa, que comprende los primeros 60 días después de la siembra, en donde la emergencia, la aparición de los brotes laterales y la iniciación de los tubérculos ya ha tenido lugar y las raíces del cultivo han tenido un adecuado desarrollo.

6.5 Análisis económico

6.5.1 Presupuestos parciales

Se realizó el presupuesto parcial que incluye los costos que cambian de un tratamiento a otro, tales como el número de aplicaciones, volumen de producto comercial utilizado, así como el precio de estos (cuadro 24).

Cuadro 24. Presupuestos parciales de los tratamientos evaluados.

Tratamiento		Aplicaciones	Costo aplicación (Q.)	Total (Q.)	Cantidad de producto		Precio	Total (Q.)	Costos
T1	Testigo	0	0	0			0	0	0
T2	Etoprofos	1	150	150	40	kg/ha	31	1,240	2,440
	Oxamyl	1	150	150	4	L/ha	225	900	
T3	Abamectina - Thiamethoxam	2	150	300	3	L/ha	1,135	3,405	3,705
T4	Fluopyram	1	150	150	0.50	L/ha	2,000	1,000	1,150
T5	Fluopyram	2	150	300	0.50	L/ha	2,000	1,000	1,300

Se determinó el costo variable de cada tratamiento a través de los presupuestos parciales, como paso previo para la realización del análisis de dominancia.

6.5.2 Análisis de dominancia

Tomando en cuenta el beneficio neto, el cual se obtuvo al restar el total de los costos a los ingresos se ordenaron los costos variables de menor a mayor con sus respectivos beneficios netos, según la metodología propuesta por el CIMMYT (1988) (cuadro 25).

Cuadro 25. Cálculo de beneficio neto expresado en quetzales.

Trat.	C. V.	R. 1	R. 2	R. 3	R. C.	P. 1	P. 2	P. 3	P. C	B. B.	B. N.
T1	0	1,914.06	3,828.13	3,789.06	1,562.50	3.31	2.09	1.65	1.32	22,679.17	22,679.17
T2	2,440	4,101.56	4,023.44	2,812.50	2,500.00	3.31	2.09	1.65	1.32	29,947.52	27,507.52
T3	3,705	4,414.06	5,312.50	3,437.50	2,109.38	3.31	2.09	1.65	1.32	34,197.45	30,492.45
T4	1,150	7,031.25	4,648.44	3,710.94	2,812.50	3.31	2.09	1.65	1.32	42,843.69	41,693.69
T5	1,300	3,398.44	4,375.00	3,945.31	2,382.81	3.31	2.09	1.65	1.32	30,076.70	28,776.70

Dónde:

C. V.: Costos variables.

R. 1.: Rendimiento promedio de calidad primera.

R. 2.: Rendimiento promedio de calidad segunda.

R. 3.: Rendimiento promedio de calidad tercera.

R. C.: Rendimiento promedio de calidad chichuda.

P. qq 1: Precio de calidad primera (kg).

P. qq 2: Precio de calidad segunda (kg).

P. qq 3: Precio de calidad tercera (kg).

P. qq C: Precio de calidad chichuda (kg).

B. B.: Beneficio bruto en quetzales $(R.1 \cdot P.1) + (R.2 \cdot P.2) + (R.3 \cdot P.3) + (R.C. \cdot P.C.)$.

B. N.: Beneficio neto en quetzales $(B.B. - C.V.)$.

Los tratamientos dominados fueron 2, 3 y 5. La dominación se da cuando un tratamiento tiene mayores costos que varían, pero menor beneficio neto que otro tratamiento con costos menores.

De la misma manera se presenta el resumen del análisis de dominancia, siendo el tratamiento 4 el único que no fue dominado (cuadro 26).

Cuadro 26. Análisis de dominancia de todos los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Costos que varían (Q.)	Beneficio neto (Q.)	Resultado
T1	0	22,679.1671	NO DOMINADO
T4	1,150	41,693.6895	NO DOMINADO
T5	1,300	28,776.7006	DOMINADO
T2	2,440	27,507.5236	DOMINADO
T3	3,705	30,492.4454	DOMINADO

6.5.3 Tasa marginal de retorno

Únicamente se estimó la tasa marginal de retorno para los tratamientos no dominados en el análisis de dominancia (cuadro 27).

Cuadro 27. Tasa marginal de retorno.

Tratamiento	Costos que varían	Costos marginales	Beneficio neto	Beneficio marginal	Tasa de retorno marginal
Testigo	0	1,150	22,679.17		
Fluopyram 0.50 L/ha	1,150		41,693.69	19,014.52	16.53

La tasa marginal de retorno indica que, por cada quetzal invertido por el agricultor, este va a recuperar su inversión y además Q. 16.53, es decir que por sustituir la no aplicación de nematicidas por la aplicación de Fluopyram 0.50 L/ha la tasa de retorno marginal obtenida es de Q. 16.53.

7. CONCLUSIONES

1. No existieron diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos evaluados, para el número de plantas dañadas, ya que el total de plantas muestreadas presentaron daños por nematodos.
2. Existieron diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de severidad, para los tratamientos evaluados con respecto al testigo, el cual mostró un porcentaje de daño del 27.50 %, comparado con el 13.75 % resultado de la aplicación de Etoprofos + Oxamyl, Abamectina – Thiamethoxam y Fluopyram 0.25 correspondiente al tratamiento 2, 3 y 5 respectivamente, así como el 8.75 % de la aplicación de Fluopyram 0.50, sin diferencias estadísticas significativas entre los cuatro tratamientos nematicidas, la severidad fue igual en todos los tratamientos.
3. Existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, con lo cual al final del ciclo del cultivo los tratamientos que mostraron una mayor efectividad en el control de las poblaciones de nematodos fueron el tratamiento con la aplicación de Fluopyram 0.50 L/ha y el tratamiento con la aplicación de Etoprofos más Oxamyl ambas con una efectividad media de 57.90 %.
4. Se determinó que existieron diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de los tratamientos, teniendo como mejor a la aplicación de Fluopyram 0.50 L/ha en una sola aplicación, con una media de 18,203.125 kg/ha fue el tratamiento con el mayor rendimiento.
5. El tratamiento que mostró una mayor tasa marginal de retorno fue la aplicación de Fluopyram 0.50 L/ha en una sola aplicación, obteniendo una TMR de 16.53.

8. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la evaluación de diferentes dosis de Fluopyram para determinar si existen dosis más bajas que permitan controles similares sin sacrificar el rendimiento del cultivo, así como los beneficios económicos, esto con el fin de disminuir aún más la aplicación de productos químicos.
2. De igual manera se recomienda realizar investigaciones en diferentes condiciones edáficas, climáticas y de niveles de incidencia de nematodos a las presentadas en este informe, para evaluar el comportamiento de la efectividad de Fluopyram.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Abuslin Ponce, S. A., & Vaca Delgado, G. A. (2017). *Control del nematodo nodulador de la raíz Meloidogyne incognita en el cultivo de tomate utilizando los hongos Pochonia chlamydosporia, Paecilomyces lilacinus, el extracto botánico Tagetes patula y el nematicida oxamil*. Recuperado el 29 de Marzo de 2019, de (Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano: Honduras): <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6022/1/CPA-2017-001.pdf>
2. Acuña, I. (2017). *Fitopatología - Enfermedades de la papa: Marchitez bacteriana*. Recuperado el 28 de Marzo de 2019, de Chile: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA): <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/FichasTecnicasSanidadVegetal/Ficha%2054%20Marchitez%20bacteriana%20de%20la%20papa.pdf>
3. Acuña, I. (2017). *Nematología - Nematodo en papa: Nematodo dorado - Nematodo pálido de la papa*. Recuperado el 15 de Enero de 2020, de Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ficha Técnica no. 55: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/FichasTecnicasSanidadVegetal/Ficha%2055%20Nematodo%20dorado%20y%20Nematodo%20pálido%20de%20la%20papa.pdf>
4. Acuña, I. (2017). *Virología - Virus en papa: Virosis de la papa*. Recuperado el 28 de Marzo de 2019, de Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ficha Técnica no. 50: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/FichasTecnicasSanidadVegetal/Ficha%2050%20Virosis%20de%20la%20papa.pdf>
5. AMVAC: Soluciones Integrales para Maximizar su Rendimiento, México. (s.f.). *MOCAP CE*. Recuperado el 27 de Marzo de 2019, de AMVAC: https://www.certiseurope.es/uploads/media/MOCAP_-_DTR.pdf
6. Avilés Chávez, J., & Piedra Naranjo, R. (2017). *Manual del cultivo de papa en Costa Rica (Solanum tuberosum L.)*. Recuperado el 27 de Marzo de 2019, de Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA): <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10931.pdf>
7. Azurdia, C. (2014). *Cultivos nativos de Guatemala y bioseguridad del uso de organismos vivos modificados: Papa (Solanum tuberosum)*. Recuperado el 27 de Marzo de 2019, de Guatemala: UNEF / GEF: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.bchguatemala.gob.gt/Members/Esolorzano/mis-docs-2014/modulos-de-cultivos-nativos-de-guatemala-y/Modulo%2520Papa.pdf>
8. Bayer, Ecuador. (s.f.). *Verango*. Recuperado el 27 de Marzo de 2019, de Bayer: <https://www.cropscience.bayer.ec/~media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Ecuador-Internet/PAGIN%20WEB%20BAYER%20ECUADOR/PRODUCTOS/Fichas%20Tecnica s/VERANGO.ashx>
9. Bayer, Guatemala. (2020). *Verango 50 SC*. Recuperado el 25 de 05 de 2019, de Bayer: <https://www.bayercropscience-ca.com/es/Productos/Insecticidas/Verango.aspx>
10. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México (CIMMYT). (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos*. Recuperado el 29 de

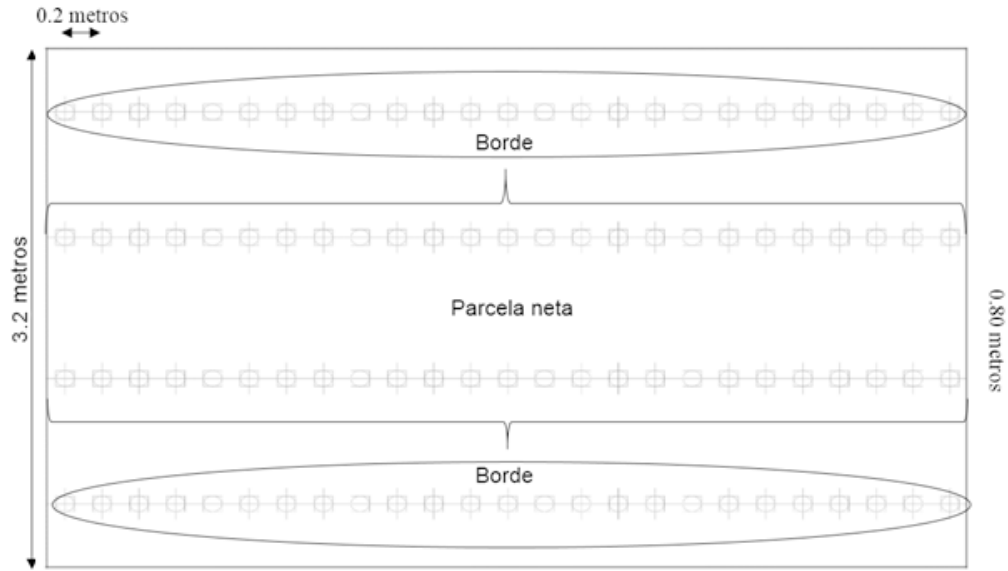
- Marzo de 2019, de CIMMYT: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
11. Certis, España. (2017). *Mocap New 10 G*. Recuperado el 25 de 05 de 2019, de Certis: https://www.certiseurope.es/uploads/media/Ficha_tecnica_y_uso_seguro_de_Mocap_New_10_G.pdf
 12. Chávez Arroyo, G. A. (2013). *Manual cultivo de papa para consumo*. Recuperado el 27 de Marzo de 2019, de Guatemala: Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA): <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Papa/manualpapaconsumo2013.pdf>
 13. Chávez, G. (2010). *Manual para la producción de papa*. Recuperado el Marzo 27 de 2019, de Guatemala, Instituto de Ciencia y tecnología Agrícolas (ICTA): <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Papa/produccionDePapa.pdf>
 14. CropLife, Costa Rica. (s.f.). *Nematodos Fitoparásitos: Una plaga mundial*. Recuperado el 28 de Marzo de 2019, de CropLife: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos-fitoparasitos>
 15. De León, J. (2002). *Catalogo de variedades de papa*. Recuperado el 28 de Marzo de 2019, de Guatemala: Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA): <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Papa/Catalogo%20de%20variedades%20de%20Papa.pdf>
 16. Duwest. (s.f.). *Vydate 24 SL*. Recuperado el 27 de Marzo de 2019, de http://www.duwest.com/user_files/uploads/images/Vydate_24_SL_-_DFU.pdf
 17. Egúsqiza, B. R. (2000). *La papa: Producción, transformación y comercialización*. Recuperado el 28 de Marzo de 2019, de Estados Unidos: International Potato Center (IPC): https://books.google.com.gt/books?id=6ciGbBX0uFwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
 18. Franco, J. (2002). *El cultivo de la papa en Guatemala*. Recuperado el 28 de Marzo de 2019, de Guatemala: Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA): <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Papa/El%20cultivo%20de%20la%20papa%20en%20Guatemala,%202002.pdf>
 19. Guíñez, A. (1984). *Enfermedades de la papa causadas por nematodos: Los nematodos del quiste dorado, del nudo de la raíz y de las lesiones radiculares, son los principales parásitos del cultivo de la papa*. Recuperado el 28 de Marzo de 2019, de IPA La Platina, no. 21, 20-23: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR01182.pdf>
 20. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México (INECC). (2007). *OXAMIL*. Recuperado el 29 de Marzo de 2020, de INECC: <http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/oxamil.pdf>
 21. Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE). (2014). *Encuesta nacional agropecuaria 2013*. Recuperado el 29 de Marzo de 2019, de INE: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/06/03/V6RTYs9MmM4c82emybMRCxwgv t1xWlaR.pdf>
 22. Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE). (2016). *Encuesta nacional agropecuaria superficie cultivada y producción 2015*. Recuperado el 27 de Marzo de 2019, de <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2016/10/04/PqrbKvoTCXA0f3A1TR7rlwL7R545 pAZ4.pdf>
 23. Montero, Z., García, C., Salazar, L., Valverde, R., & Gómez-Alpízar, L. (27 de Febrero de 2007). Detección de *Meloidogyne incognita* en tubérculos de papa en Costa Rica.

- Agronomía Costarricense*, 31(1), 77-84. Recuperado el 28 de Marzo de 2019, de http://www.mag.go.cr/rev_agr/v31n01_077.pdf
24. Montufar Roblero, L. R. (2011). *Costos y rentabilidad de unidades agrícolas (producción de brocoli): municipio de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango*. Recuperado el 22 de Marzo de 2019, de (Tesis Lic. Cont. Pub. Audit., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas: Guatemala): http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0744_v16.pdf
 25. Parrilla Ramos, R. (1984). *Meloidogyne (Nematodos de los nódulos radiculares). Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros*, no. 13, 41-47. Recuperado el 28 de Marzo de 2019, de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_1984_13_41_47.pdf
 26. Pérez, W., & Forbes, G. (2008). *Manual técnico el tizón tardío de la papa*. Recuperado el 28 de Marzo de 2019, de Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP): <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/004271.pdf>
 27. Roldan, E. (2005). *Estudio de los nemátodos formadores de quistes en papa Solanum tuberosum L., para descartar la presecencia del nematodos doradp de la papa en el municipio de Jalapa, Jalapa*. Recuperado el 27 de Marzo de 2019, de (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala): http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2173.pdf
 28. Saire Quispe, L. A. (2017). *Productos químicos alternativos e ingredientes activos comercialmente nuevos para el control de Meloidogyne incognita en tomate en invernadero*. Recuperado el 29 de Marzo de 2019, de (Tesis Ing. Agr., Universidad Agraria La Molina, Facultad de Agronomía: Perú): <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2955/H10-S357-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 29. Salazar, C. (21 de Febrero de 2012). Efecto de controladores biológicos sobre el nemátodo *Meloidogyne* spp en lulo (*Solanum quitoense* Lam). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 29(2), 81-92. Recuperado el 29 de Marzo de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/305506768_EFECTO_DE_CONTROLADORES_BIOLOGICOS_SOBRE_EL_NEMATODO_Meloidogyne_spp_EN_LULO_Solanum_quitoense_Lam
 30. Solís Sul, C. (2019). Umbrales económicos en nematodos [Guatemala: Bayer, Departamento de Desarrollo e Investigación, Field Trail Officer]. 4. (H. S. Tichoc, Entrevistador) Recuperado el 15 de Enero de 2020
 31. Syngenta. (2018). *Solvigo 250 SC*. Recuperado el 25 de 05 de 2019, de Nebraska, USA: Syngenta: https://www.syngenta.com.ec/sites/g/files/zhg486/f/ficha_tecnica_solvigo.pdf?token=1542807646

Vo.Bo. Rolando Bernal
 DOCUMENTOS DE GRACIA
 FAUSAC
 TESIS Y DOCUMENTOS DE GRACIA
 REVISIÓN

10. ANEXOS

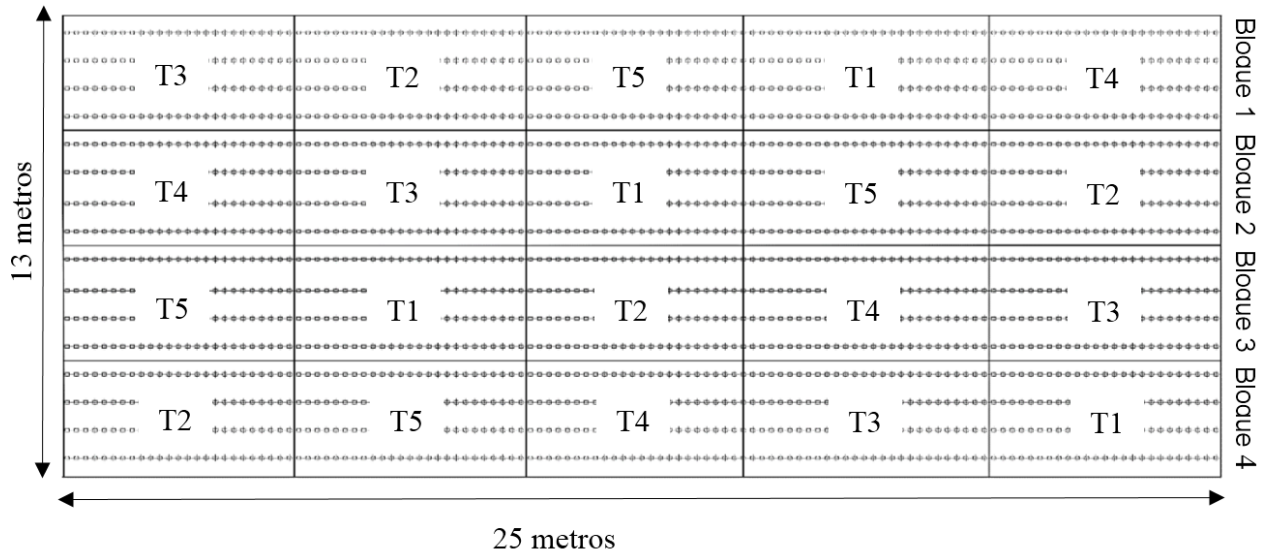
10.1 Esquema de la unidad experimental



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 13A. Unidad experimental, surcos de borde y parcela neta.

10.2 Aleatorización y distribución de las unidades experimentales



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 15A. Croquis de campo y aleatorización de los tratamientos.

10.3 Resultados de análisis nematológicos obtenidas en laboratorio

Según los resultados obtenidos de la muestra inicial a los cero días, se muestra el nivel de población inicial en el área con la finalidad de determinar la presencia de la plaga (cuadro 5A).

Cuadro 5A. Nivel de población inicial para determinar la presencia de la plaga.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO

INFORME DE RESULTADOS



CORRELATIVO E4- 2019	FECHA DE INGRESO 26/06/2019	FECHA DE EMISION 02/07/2019	ANALISIS REALIZADO Nematológico
MUESTRA Repollo (suelo/raíz)	PROCEDENCIA Tecpán	EMPRESA	SOLICITANTE Harley Tichoc Tichoc

Muestra analizada	<i>Suelo /Nematológico</i>
Agente Detectado	<i>Meloidogyne sp. 20/100 cc de suelo</i> <i>Helicotylenchus sp. 80/100 cc de suelo</i>
Muestra analizada	<i>Raíz /Nematológico</i>
Agente Detectado	<i>Meloidogyne sp. 10/5.41 g de raíz.</i>

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

TECNICOS DE LABORATORIO

Br. Karla Maribel López Ordoñez
Br. Lester Posadas

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez



Segunda medición de población realizada a los 45 días después de la siembra, para determinar la efectividad de los productos evaluados (cuadro 6A).

Cuadro 6A. Niveles de población a los 45 días después de la siembra.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



INFORME DE RESULTADOS

CORRELATIVO E9- 2019	FECHA DE INGRESO 22/10/2019	FECHA DE EMISIÓN 31/10/2019	ANÁLISIS REALIZADO Nematológico
MUESTRA Papa(Suelo/Raíz)	PROCEDENCIA Tecpán, Chimaltenango	EMPRESA	SOLICITANTE Harley Tichoc
Muestra analizada	301 Te Raíz/Nematológico		
Agente Detectado	Scutellonema sp. 95/10g de raíz Globodera sp. 12/10g de raíz		
Muestra analizada	301 Te Suelo/Nematológico		
Agente Detectado	Meloidogyne sp. 30/100cc de suelo Pratylenchus sp. 40/100cc de suelo Scutellonema sp. 10/100cc de suelo Tylenchorhynchus sp. 10/100cc de suelo		
Muestra analizada	302 Te Raíz/Nematológico		
Agente Detectado	No presenta nematodos fitoparásitos		
Muestra analizada	302 Te Suelo/Nematológico		
Agente Detectado	Globodera sp. 150/100cc de suelo		
Muestra analizada	303 Te Raíz/Nematológico		
Agente Detectado	Tylenchorhynchus sp. 15/10g. de raíz		
Muestra analizada	303 Te Suelo/Nematológico		
Agente Detectado	Globodera sp. 30/100cc de suelo Meloidogyne sp. 20/100cc de suelo		
Muestra analizada	304 Te Raíz/Nematológico		
Agente Detectado	Meloidogyne sp. 24/10g de raíz Pratylenchus sp. 24/10g de raíz		
Muestra analizada	304 Te Suelo/Nematológico		
Agente Detectado	Globodera sp. 20/100cc de suelo Tylenchorhynchus sp. 10/100cc de suelo Meloidogyne sp. 10/100cc de suelo		
Muestra analizada	305 Te Raíz/Nematológico		
Agente Detectado	No presenta nematodos fitoparásitos		
Muestra analizada	305 Te Suelo/Nematológico		
Agente Detectado	Globodera sp. 20/100cc de suelo		



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

TECNICOS DE LABORATORIO

Br. Karla Maribel López Ordoñez
Br. Lester Posadas

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez



Centro de Diagnóstico Parasitológico, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
Edificio UVIGER, tercer nivel, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala.
Tel.: (502)24189317 ext. 104 Dirección electrónica cendiagagri@gmail.com

Tercera medición de población realizada a los 110 días después de la siembra, para determinar la efectividad de los productos evaluados (cuadro 7A).

Cuadro 7A. Niveles de población a los 110 días después de la siembra.



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO**



INFORME DE RESULTADOS

CORRELATIVO E12- 2019	FECHA DE INGRESO 09/12/2019	FECHA DE EMISION 13/12/2019	ANALISIS REALIZADO Nematológico
MUESTRA Papa (suelo/raíz)	PROCEDENCIA Tecpán, Chimaltenango	EMPRESA -----	SOLICITANTE Harley Tichoc

Muestra analizada	B1T2 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	B1T2 raíz/Nematológico
Agente Detectado	No presenta nematodos fitoparasiticos
Muestra analizada	B4T5 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 80/100 cc suelo Tylenchorhynchus sp. 10/100 cc suelo Hemicriconemoides sp. 10/100 cc suelo
Muestra analizada	B4T5 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 10/10 g de raíz Tylenchorhynchus sp. 20/10 g de raíz
Muestra analizada	B4T4 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 70/100 cc suelo Tylenchorhynchus sp. 10/100 cc suelo
Muestra analizada	B4T4 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Tylenchorhynchus sp. 10/10 g de raíz
Muestra analizada	B4T1 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 80/100 cc suelo Tylenchorhynchus sp. 20/100 cc suelo
Muestra analizada	B4T1 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 40/10 g de raíz
Muestra analizada	B3T1 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 90/100 cc suelo
Muestra analizada	B3T1 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 50/10 g de raíz Tylenchorhynchus sp. 20/10 g de raíz
Muestra analizada	B3T4 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	B3T4 raíz/Nematológico
Agente Detectado	No presenta nematodos fitoparasiticos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



Muestra analizada	B1T4 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	B1T4 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Tylenchorhynchus sp. 10/10 g de raíz Globodera sp. 20/10 g de raíz
Muestra analizada	B4T3 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 40/100 cc suelo
Muestra analizada	B4T3 raíz/Nematológico
Agente Detectado	No presenta nematodos fitoparasíticos
Muestra analizada	B3T5 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 30/100 cc suelo Helicotylenchus sp. 10/100 cc suelo Tylenchorhynchus sp. 10/100 cc suelo
Muestra analizada	B3T5 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Tylenchorhynchus sp. 10/10 g de raíz Globodera sp. 20/10 g de raíz
Muestra analizada	B2T4 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 20/100 cc suelo
Muestra analizada	B2T4 raíz/Nematológico
Agente Detectado	No presenta nematodos fitoparasíticos
Muestra analizada	B4T2 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 10/100 cc suelo Rotylenchulus sp. 20/100 cc suelo
Muestra analizada	B4T2 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 20/10 g de raíz Ditylenchus sp. 20/10 g de raíz Meloidogyne sp. 10/10 g de raíz
Muestra analizada	B2T3 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 180/100 cc suelo
Muestra analizada	B2T3 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 20/10 g de raíz

Centro de Diagnóstico Parasitológico, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
 Edificio UVIGER, tercer nivel, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala
 Tel.: (502)24189317 ext. 104 Dirección electrónica cendiagagri@gmail.com



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO**



Muestra analizada	B1T4 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	B1T4 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Tylenchorhynchus sp. 10/10 g de raíz Globodera sp. 20/10 g de raíz
Muestra analizada	B4T3 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 40/100 cc suelo
Muestra analizada	B4T3 raíz/Nematológico
Agente Detectado	No presenta nematodos fitoparasíticos
Muestra analizada	B3T5 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 30/100 cc suelo Helicotylenchus sp. 10/100 cc suelo Tylenchorhynchus sp. 10/100 cc suelo
Muestra analizada	B3T5 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Tylenchorhynchus sp. 10/10 g de raíz Globodera sp. 20/10 g de raíz
Muestra analizada	B2T4 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 20/100 cc suelo
Muestra analizada	B2T4 raíz/Nematológico
Agente Detectado	No presenta nematodos fitoparasíticos
Muestra analizada	B4T2 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 10/100 cc suelo Rotylenchulus sp. 20/100 cc suelo
Muestra analizada	B4T2 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 20/10 g de raíz Ditylenchus sp. 20/10 g de raíz Meloidogyne sp. 10/10 g de raíz
Muestra analizada	B2T3 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 180/100 cc suelo
Muestra analizada	B2T3 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 20/10 g de raíz



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



Muestra analizada	B1T5 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 60/100 cc suelo
Muestra analizada	B1T5 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 20/10 g de raíz
Muestra analizada	B2T5 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 20/100 cc suelo Tylenchorhynchus sp. 40/100 cc suelo
Muestra analizada	B2T5 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 30/10 g de raíz
Muestra analizada	B1T1 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 60/100 cc suelo
Muestra analizada	B1T1 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Ditylenchus sp. 10/10 g de raíz Globodera sp. 30/10 g de raíz
Muestra analizada	B2T2 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	B2T2 raíz/Nematológico
Agente Detectado	No presenta nematodos fitoparasíticos
Muestra analizada	B2T1 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 70/100 cc suelo Tylenchorhynchus sp. 10/100 cc suelo
Muestra analizada	B2T1 raíz/Nematológico
Agente Detectado	No presenta nematodos fitoparasíticos
Muestra analizada	B1T3 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Trichodorus sp. 10/100 cc suelo Globodera sp. 50/100 cc suelo Ditylenchus sp. 10/100 cc suelo
Muestra analizada	B1T3 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 60/10 g de raíz



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO**



Muestra analizada	B3T2 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 70/100 cc suelo
Muestra analizada	B3T2 raíz/Nematológico
Agente Detectado	No presenta nematodos fitoparásitos
Muestra analizada	B3T3 suelo/Nematológico
Agente Detectado	Globodera sp. 200/100 cc suelo Helicotylenchus sp. 10/100 cc suelo Ditylenchus sp. 10/100 cc suelo
Muestra analizada	B3T3 raíz/Nematológico
Agente Detectado	Ditylenchus sp. 100/10 g de raíz Globodera sp. 10/10 g de raíz

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

TECNICOS DE LABORATORIO

Br. Karla Maribel López Ordoñez
Br. Lester Posadas
Br. Marvin Flores

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez



Centro de Diagnóstico Parasitológico, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
Edificio UVIGER, tercer nivel, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala
Tel.: (502)24189317 ext. 104 Dirección electrónica cendiagagri@gmail.com

Fuente: Centro de Diagnóstico Parasitológico (2019).

CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA BAYER S. A., A TRAVÉS DEL MANEJO Y EJECUCIÓN DE CAMPO DE ENSAYOS PARA LA EVALUACIÓN DE PRODUCTOS COMERCIALES.



3.1 PRESENTACIÓN

Guatemala es un país altamente agrícola, dicha actividad permite a muchas familias poder subsistir y proveer de las necesidades básicas a sus familias. Sin embargo, la agricultura se ve ampliamente afectada por diferentes problemas que pueden ir desde desastres naturales, sequías y problemas con plagas, siendo estos últimos de gran importancia económica ya que provocan inversión de parte de los agricultores quienes muchas veces no logran tener éxito en su control.

Los servicios se realizaron en colaboración con la empresa Bayer para realizar el manejo agronómico y la ejecución en campo de distintos programas para el control de trips en el cultivo de arveja, nematodos en el cultivo de papa y zanahoria, evaluando alternativas que permitan dar más opciones a los agricultores.

La arveja se ha convertido en el cultivo no tradicional líder debido a los altos retornos que representa para los productores, aunque los costos por los insumos (pesticidas) son más altos que para cualquier otro cultivo (Redilac, 2015). Teniendo esto en cuenta existe la necesidad de poder controlar de manera efectiva las plagas que atacan al cultivo y es por eso por lo que se llevó a cabo la ejecución de la fase de campo en la cual se evaluó 9 programas distintos para el control de trips en el cultivo de arveja. Para los muestreos se tomaron datos sobre el número de trips presentes en ápices, flores y vainas dañadas por trips.

De igual manera, se evaluaron 7 programas para el control de nematodos en el cultivo de zanahoria, con la finalidad de determinar la incidencia y nivel de daño en raíces que muestra el cultivo, para determinar si alguno de los programas evaluados presenta menores niveles de daño. Los muestreos se realizaron analizando la raíz principal del cultivo, determinando el nivel de daño.

El cultivo de papa es esencialmente un "cultivo de clima templado", cuya limitante principal para su producción es la temperatura, la mejor producción ocurre donde la temperatura diaria se mantiene en promedio de 18 °C a 20 °C. (FAO, 2008).

El cultivo de papa dependiendo de la variedad, puede ser altamente susceptible al ataque de nematodos, es por eso por lo que se evaluó 5 programas diferentes para determinar los niveles de daños en las raíces y como esto provoca cambios en el rendimiento del cultivo.

Dentro del manejo de cada ensayo se realizaron distintas actividades en las cuales se incluye la ejecución y aplicación de estos, calibración de equipos, la realización de las mezclas utilizadas y los muestreos.

Finalizado el ensayo se realizó la digitalización de la información obtenida durante los muestreos, realizando gráficas que correlacionen los muestreos con el comportamiento de las poblaciones, así como el daño realizado por las poblaciones en los cultivos, de igual manera es necesario mencionar que el análisis estadístico de la información no está contemplado en las actividades a desarrollar dentro del manejo de los ensayos.

3.2 SERVICIO I

MANEJO Y EJECUCIÓN DE CAMPO DEL ENSAYO PARA LA EVALUACIÓN DEL PRODUCTO COMERCIAL REQUIEM 25 SC (*Chenopodium ambrosioides*) A TRAVÉS DE NUEVE PROGRAMAS PARA EL CONTROL DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis*) EN EL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum*).

3.2.1 OBJETIVOS

A. Objetivo general

- Ejecutar en campo los programas a evaluar para el control de trips en el cultivo de arveja.

B. Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento de las poblaciones de trips en los ápices de arveja en el tiempo, así como el programa evaluado que presente la menor cantidad de individuos en dicho órgano.
- Determinar el porcentaje de daño en la cosecha provocado por las poblaciones de trips.

3.2.2 METODOLOGÍA

La realización de los ensayos se limitó a la aplicación de los distintos programas de insecticidas enfocando dicho ensayo a la evaluación del insecticida botánico Requiem 25 SC que tiene como ingrediente activo el extracto de *Chenopodium ambrosioides* para el control de trips *Frankliniella occidentalis* evaluando diferentes dosis de dicho producto, comparándolo contra otros insecticidas presentes en el mercado.

Debido a que el manejo agronómico del cultivo se realizó por parte de los agricultores, únicamente se detallan las actividades que se realizaron durante el ensayo, las cuales se presentan a continuación:

A. Establecimiento del ensayo

a. Programas evaluados

Se detallan los programas ejecutados durante la realización del ensayo, así como las dosis utilizadas en cada producto (cuadro 28).

Cuadro 28. Programas aplicados para el control de trips.

No.	Tratamiento	Dosis	Código de Aplicación
1	Testigo		ABC
2	Azadirachtina	3 L/ha	ABC
3	Exalt	0.35 L/ha	ABC
4	Engeo	0.60 L/ha	ABC
5	Requiem	2 L/ha	ABC
6	Requiem	3 L/ha	ABC
7	Requiem	4 L/ha	ABC
8	Requiem	1 %	ABC
9	Exalt-Engeo-Requiem	0.35 L/ha, 0.50 L/ha y 3 L/ha	ABC

Fuente: elaboración propia (2019).

Donde:

Código de aplicación “A” aplicación 1, “B” aplicación 2 y “C” la aplicación 3, cada aplicación se realizó con 7 días de diferencia con respecto a la anterior.

b. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, utilizando 4 repeticiones, esto con el fin de bloquear la gradiente dirección del viento durante las aplicaciones.

c. Modelo estadístico

A continuación, se muestra el modelo estadístico de bloques completos al azar:

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

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij -ésima unidad experimental.

μ = Media general.

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j -ésimo bloque.

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

d. Croquis de campo

Cada bloque equivale a tres surcos de 32 m de largo x 1 m de ancho, y se dividió en 9 secciones del cual cada uno tuvo una longitud de 3.50 m de largo, esto con el fin de adaptar el diseño y distribución del ensayo a los cultivos de arveja que son establecidos por los agricultores (cuadro 29).

Cuadro 29. Aleatorización de los distintos programas evaluados.



T7	T1	T4	T9	T5	T8	T6	T3	T2	Bloque 1
T3	T1	T6	T2	T5	T9	T7	T8	T4	Bloque 2
T2	T3	T9	T6	T8	T7	T1	T4	T5	Bloque 3
T6	T4	T8	T1	T9	T2	T5	T3	T7	Bloque 4
Sección 9	Sección 8	Sección 7	Sección 6	Sección 5	Sección 4	Sección 3	Sección 2	Sección 1	

Fuente: elaboración propia (2019).

e. Muestreos

Para evitar el efecto de borde al momento de que se realizaron los muestreos, únicamente se tomó el surco central de cada bloque, a continuación, se detalla la metodología de los muestreos que se realizaron en tres distintos órganos del cultivo de arveja, la metodología de muestreo ya ha sido establecida por la empresa.

i. Ápice

Para el muestreo de ápices en el cultivo de arveja se muestrearon un total de 10 ápices por tratamiento, en la cual se colocó una hoja blanca debajo del ápice y este se sacude sobre la hoja permitiendo que los insectos que estén presentes en dicho órgano caigan a la hoja y de esta manera es posible determinar la cantidad de insectos y si existe presencia o no de dicha plaga, para utilizar esta metodología se necesita que las plantas de arveja no presenten ningún tipo de líquido sobre el órgano a muestrear, ya que esto impide que al momento de sacudir los ápices estos caigan del órgano vegetal a la hoja.

ii. Vaina

La metodología empleada también se realizó a través del muestreo aleatorio de 10 vainas por tratamiento, en la que únicamente se contabilizó si existe daño o no en dicha vaina, el daño se puede observar gracias a la marca que deja la oviposición que realizan los trips mostrando una hinchazón de color blanca en la vaina (García, 1993).

A continuación, se presentan los órganos muestreados y la cantidad de días después de la siembra en que se realizó (cuadro 30).

Cuadro 30. Muestreos realizados en los distintos órganos de la planta.

No. muestreo	Días después de la siembra	Órgano muestreado	
		Ápice	Vaina
1	20	X	
2	23	X	
3	27	X	
4	30	X	
5	33	X	
6	37		
7	40		X
8	43		X
9	47		X

Fuente: elaboración propia (2019).

f. Aplicación de los programas para el control de trips

i. Calibración del equipo

Se midió una distancia en metros, luego se aplicó un volumen de agua conocido en litros a una bomba de mochila y se procedió a realizar la aplicación, una vez se realizó la aplicación en dicha distancia conocida, se procedió a medir el volumen final de la bomba.

Se restó el volumen inicial menos el volumen final, con lo que obtuvimos el volumen utilizado, luego de eso, se proyectó a una hectárea y se obtuvo la cantidad de agua utilizada para realizar la mezcla, tal como se muestra a continuación.

Distancia conocida: 15 metros largo x 1 metro ancho = 15 m²

Volumen inicial: 4 L

Volumen final: 3.4 L

$$Vol\ utilizado = 4\ L - 3.4\ L = 0.6\ L$$

Proyección a hectáreas

$$\begin{array}{r} 15\ m^2 - 0.6\ L \\ 10,000\ m^2 - X \\ \frac{10,000\ \frac{m^2}{ha} * 0.6\ L}{15\ m^2} = 400\ L/ha \end{array}$$

ii. Dosis utilizada

Debido a que las casas comerciales ya establecen dosis para los productos que comercializan estas se utilizaron como referencia para las evaluaciones, para conocer el volumen de producto que se aplicó en un tratamiento se realizó una regla de tres relacionando los L/ha de agua, los L/ha de producto y los L agua/tratamiento.

Ejemplo para la dosis de Requiem 25 SC de 3 L/ha se calculó de la siguiente manera:

$$400 \frac{L \text{ agua}}{ha} = 3 \frac{L \text{ requiem}}{ha}$$

$$1 \frac{L \text{ agua}}{\text{tratamiento}} = X$$

$$\frac{1.5 \frac{L \text{ agua}}{\text{tratamiento}} * 3 \frac{L \text{ requiem}}{ha}}{400 \frac{L \text{ agua}}{ha}}$$

$$0.00112 \frac{L \text{ requiem}}{\text{tratamiento}} * 1000 \frac{ml \text{ requiem}}{L \text{ requiem}} = 11.25 \frac{ml \text{ requiem}}{\text{tratamiento}}$$

Y de esta manera se calculó el volumen de producto utilizado en cada tratamiento.

B. Análisis de la información

Los datos tomados en campo se obtienen en las siguientes dimensionales:

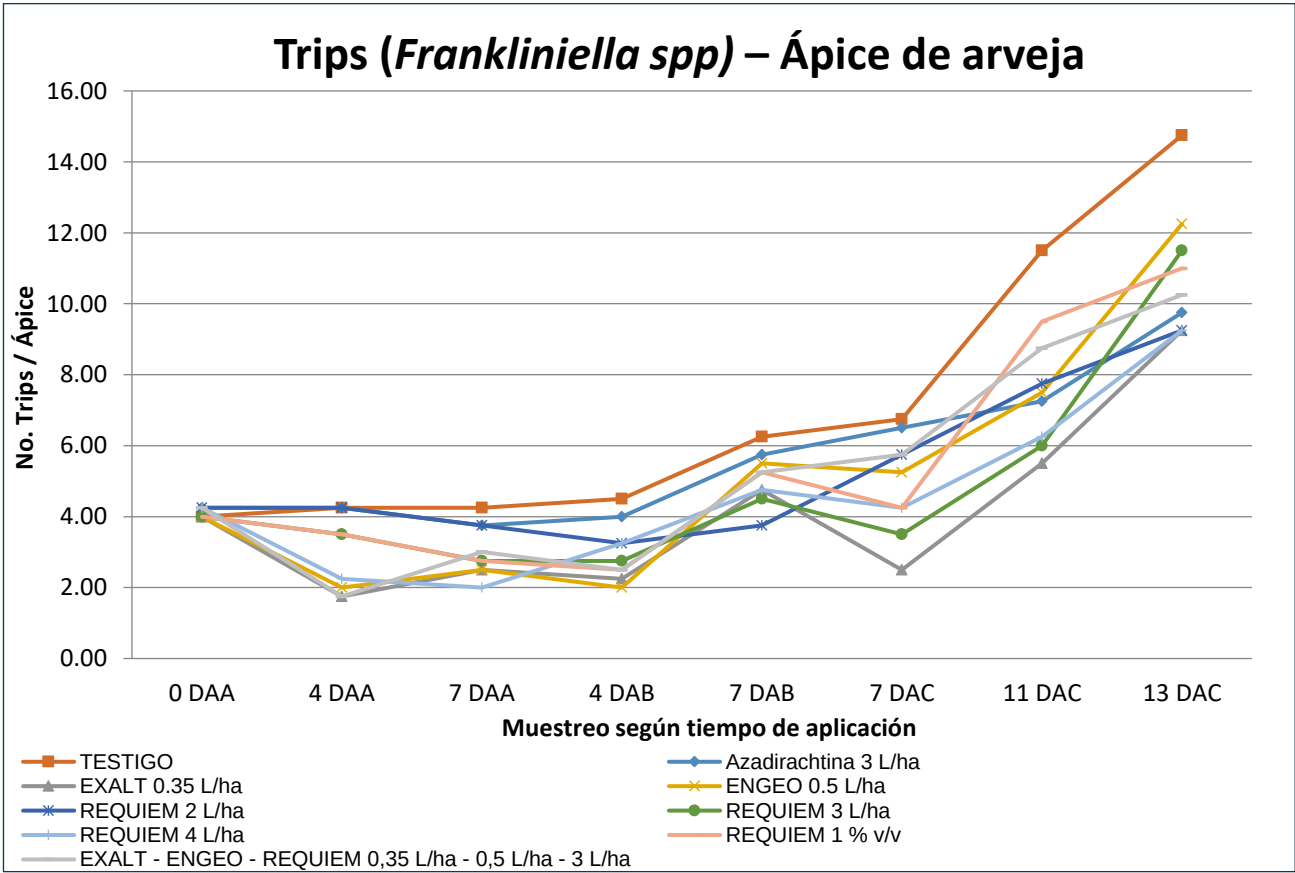
- Ápice: No. trips/ápice.
- Vaina: No. vainas dañadas / tratamiento.

Los datos de ápice y vaina que se recolectaron durante el ensayo se digitalizaron a Excel, en donde se realizaron gráficas mostrando el comportamiento de las poblaciones de trips de cada tratamiento relacionado a cada muestreo hecho, así como el daño provocado por las poblaciones de trips en las vainas a cosechar del cultivo de arveja, el análisis estadístico de los datos se llevó a cabo por otro personal de Bayer S.A.

3.2.3 RESULTADOS

A. Comportamiento de las poblaciones de trips en el tiempo

Se recolectaron datos de los ápices del cultivo de arveja para analizar el comportamiento de las poblaciones de trips en el tiempo, desde el día del establecimiento del ensayo (antes de realizar la primera aplicación), hasta los 13 días después de la última aplicación (figura 32).



Fuente: Bayer S.A. (2019).

Figura 32. Numero de trips en ápices del cultivo de arveja.

Donde:

DDA = días después de la aplicación “A” o primera aplicación.

DAB= días después de la aplicación “B” o segunda aplicación.

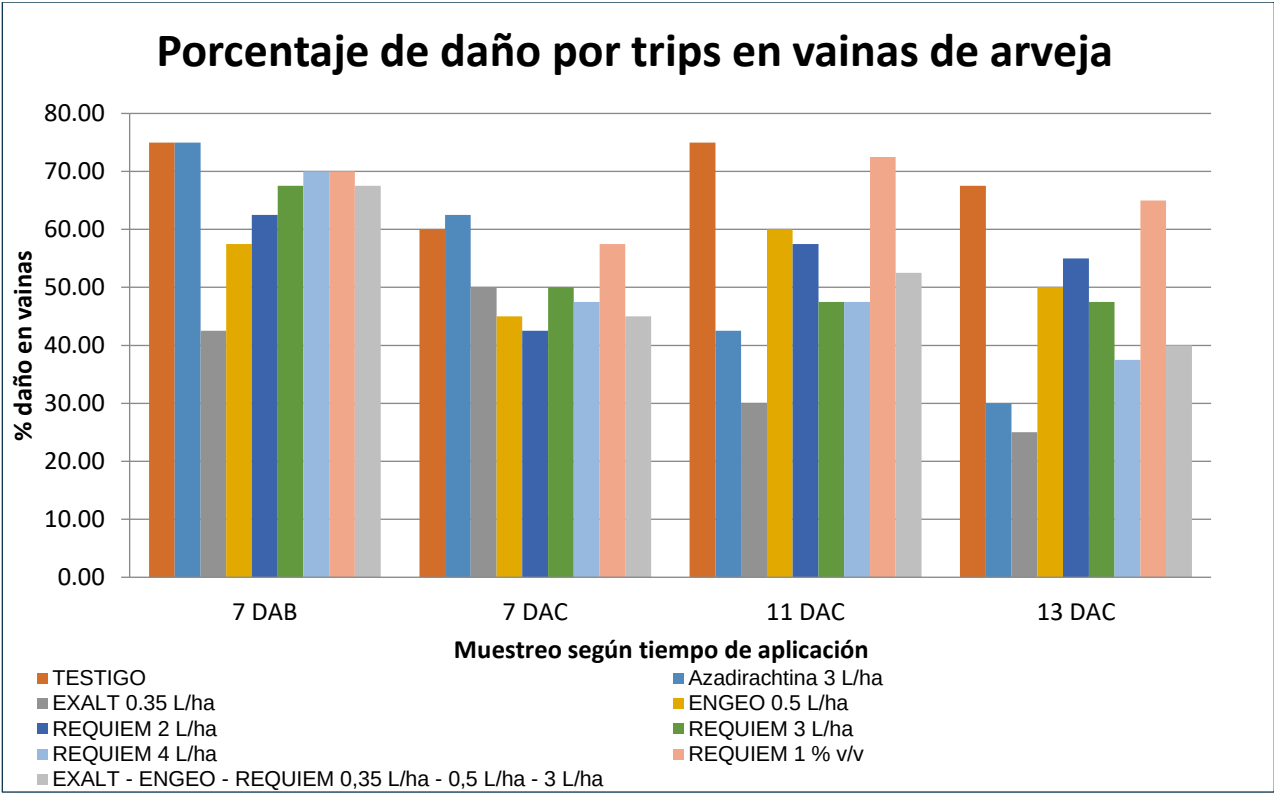
DAC= días después de la aplicación “C” o tercera aplicación.

Tal y como se observa en la gráfica, el comportamiento de las poblaciones va en aumento con el tiempo del cultivo, sin embargo, mientras se realizan aplicaciones, dicho crecimiento se va dando de manera controlada. También se observa que el testigo, el cual no recibió ninguna aplicación para el control de trips, fue quién presentó el mayor número de individuos a los trece días después de la última aplicación realizada el cual fue de 14.75 trips/ápice, los productos aplicados que mostraron la menor cantidad de individuos en los ápices del cultivo de arveja fueron Exalt a una dosis de 0.35 L/ha, Requiem a 2 L/ha y Requiem a 4 L/ha con un promedio de 9.25 trips/ápice.

Otro punto importante a mencionar es en el punto “7 DAC” el cual significa 7 días después de la aplicación “C” o bien, 7 días después de la tercera y última aplicación, hasta este punto se observa un crecimiento regulado en las poblaciones en la mayoría de programas aplicados, sin embargo en el siguiente punto “11 DAC” o 11 días después de la última aplicación, los niveles poblacionales de trips empiezan a crecer con mayor rapidez, esto se debe a que ya no se realizaron más aplicaciones de los programas para controlar el crecimiento de las poblaciones.

B. Porcentaje de daño en cosecha provocado por las poblaciones de trips.

Según la calidad de la cosecha obtenida durante la realización del ensayo, se determinó el porcentaje de daño realizado en las vainas del cultivo de arveja, según el programa aplicado para el control de trips (figura 33).



Fuente: Bayer S.A. (2019).

Figura 33. Porcentaje de daño causado por trips en vainas del cultivo de arveja

El programa 1, testigo, presentó los mayores porcentajes de daño yendo del 60 % al 75 % de daño en las vainas cosechadas, de los programas evaluados, se tienen dos clasificaciones, productos biológicos a base de extractos de plantas, y productos químicos que se usaron como comparadores, el programa a base del producto químico Exalt presentó un daño a los 7 días después de la aplicación “C” del 50 %, sin embargo a los 13 días después de la aplicación “C” presentó el menor nivel de daño con 25 %, con lo que el control que nos ofrece dicho producto permanece en el tiempo y por lo tanto ofrece una mejor calidad de cosecha.

Por otra parte, los productos biológicos, los cuales se presentan como alternativas para reducir la cantidad de agroquímicos utilizados, teniendo resultados similares con el programa a base de Azadirachtina teniendo un porcentaje de daño en vainas a los 7 días después de la aplicación “C” de 62.50 % y del 30% a los 13 días después de la aplicación “C”.

3.2.4 CONCLUSIONES

1. Se determinó que el comportamiento de las poblaciones de trips en el tiempo es creciente con respecto a la edad del cultivo, aumentando el número de individuos con la llegada de la floración, en dicha etapa fenológica se realizó la segunda aplicación de todos los programas evaluados, sin embargo, con la aplicación de los programas a base de Exalt a una dosis de 0.35 L/ha, Requiem a 2 L/ha y Requiem a 4 L/ha se obtuvo un promedio de 9.25 trips/ápice.
2. Se determinó que el porcentaje de daño menor en el cultivo de arveja fue del 25 % a los 13 días después de la tercera aplicación en el programa a base de Exalt.

3.2.5 RECOMENDACIONES

1. Para tener datos más sólidos se recomienda la realización de más ensayos con diferentes niveles poblacionales y momentos de aplicación, para determinar la respuesta de los programas evaluados bajo condiciones distintas a las presentadas en este ensayo.
2. Para determinar si los programas evaluados presentan un mejor control, se recomienda la iniciación de aplicaciones para el control de trips cuando el cultivo presente de 5 a 6 hojas verdaderas, a diferencia de este ensayo que se inició cuando el número de hojas verdaderas era de 7 a 9.

3.2 SERVICIO II

MANEJO Y EJECUCIÓN DE CAMPO DEL ENSAYO PARA LA EVALUACIÓN DEL PRODUCTO COMERCIAL VERANGO 50 SC (Fluopyram) A TRAVÉS DE SIETE PROGRAMAS PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota*).

3.2.1 OBJETIVOS

A. Objetivo general

- Realizar la ejecución de los 7 programas a evaluar para el control de nematodos en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*).

B. Objetivos específicos

- Determinar el o los programas evaluados para el control de nematodos que presentan la incidencia más baja de la plaga en el cultivo de zanahoria.
- Determinar el o los programas evaluados para el control de nematodos que presenten los niveles de severidad más bajos de la plaga en el cultivo de zanahoria.

3.2.2 METODOLOGÍA

A. Programas evaluados

Se evaluaron 7 tratamientos, entre los cuales se evaluaron 4 productos comerciales distintos, así como la combinación de ellos y Verango a diferentes dosis (cuadro 31).

Cuadro 31. Programas evaluados durante la realización del ensayo.

No. Tratamiento	Descripción	Dosis	Tipo de Aplicación	Código de Aplicación
1	Testigo			
2	Abamectin + Thiamethoxam (Solvigo 250 SC)	1,5 L/ha	Asperjado al suelo	A, B, C
3	Etoprofos (Mocap 10 G)	40 kg/ha	Granulado al suelo	A
	Oxamyl (Vydate 24 SL)	4 L/ha	Asperjado al suelo	B, C, D
4	Fluopyram (Verango 50 SC)	0.25 L/ha	Asperjado al suelo	A, B
5	Fluopyram (Verango 50 SC)	0.25 L/ha	Asperjado al suelo	B, C
6	Fluopyram (Verango 50 SC)	0.165 L/ha	Asperjado al suelo	A, B, C
7	Fluopyram (Verango 50 SC)	0.25 L/ha	Asperjado al suelo	A, C
	Oxamyl (Vydate 24 SL)	4 L/ha		B, D
Nota: Códigos de Aplicación “A” 0, “B” 20, “C” 40 y D “60” días después de la siembra				

Fuente: elaboración propia (2019)

B. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones, esto con el fin de bloquear la gradiente pendiente del terreno durante las aplicaciones.

C. Modelo estadístico

A continuación, se muestra el modelo estadístico de bloques completos al azar:

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

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij -ésima unidad experimental.

μ = Media general.

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j -ésimo bloque.

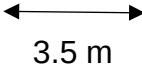
ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

D. Croquis de campo

Cada bloque representa un tablón el cual está subdividido por 6 hileras de zanahoria, cada unidad experimental tiene 3.5 m de largo x 1 m de ancho por lo que cada una posee un área de 3.5 m² esto con el fin de adaptar el diseño y distribución del ensayo a los cultivos de zanahoria que son establecidos por los agricultores (cuadro 32).

Cuadro 32. Croquis de campo utilizado en el ensayo del cultivo de zanahoria.

	Bloque 1	T5	T7	T6	T2	T4	T1	T3
	Bloque 2	T1	T5	T2	T3	T7	T6	T4
	Bloque 3	T3	T2	T1	T4	T5	T7	T6
ε ↑ ↓ 1	Bloque 4	T2	T1	T7	T6	T3	T4	T5



3.5 m

Fuente: elaboración propia (2019).

E. Muestreos

Se extrajeron del suelo 8 zanahorias por tratamiento durante el primer muestreo, a los 45 días después de la siembra, el segundo muestreo se realizó a los 80 días después de la siembra, donde se evaluó la presencia de nódulos o agallas provocado por nematodos en las raíces, se tomaron lecturas de severidad con una escala de 0 a 100, esta ha sido definida por la empresa Bayer S. A.

i. Calibración del equipo

Se midió una distancia en metros, luego se aplicó un volumen agua conocido en litros a una bomba de mochila y se procedió a realizar la aplicación, una vez se realizó la aplicación en dicha distancia, se procedió a medir el volumen final de la bomba, se restó el volumen inicial menos el volumen final, con lo cual se obtuvo el volumen utilizado, luego dicho resultado se proyectó a una hectárea y se obtuvo la cantidad de agua que se utilizó para realizar la mezcla.

Distancia conocida: 10 metros largo x 1 metro ancho = 10 m²

Volumen inicial: 3 litros

Volumen final: 2.2 litros

$$Vol\ utilizado = 3\ L - 2.2\ L = 0.8\ L$$

Proyección a hectáreas

$$10 \text{ m}^2 - 1.1 \text{ L}$$

$$10,000 \text{ m}^2 - X$$

$$\frac{10,000 \text{ m}^2 * 1.1 \text{ L}}{10 \text{ m}^2} = 1,100 \text{ L/ha}$$

ii. Dosis utilizada

Debido a que las casas comerciales ya establecen dosis para los productos que comercializan estas se utilizaron como referencia para las evaluaciones de los productos, para conocer el volumen de producto que se aplicó en un tratamiento se realizó una operación estequiométrica relacionando los l/ha de agua, los l/ha de producto y los litros de agua/tratamiento. La dosis de Verango 50 SC de 0.25 lt/ha se calculó de la siguiente manera:

$$1100 \frac{\text{L agua}}{\text{ha}} = 0.25 \frac{\text{L verango}}{\text{ha}}$$

$$2 \frac{\text{L agua}}{\text{tratamiento}} = X$$

$$\frac{2 \frac{\text{L agua}}{\text{tratamiento}} * 0.25 \frac{\text{L verango}}{\text{ha}}}{1100 \frac{\text{L agua}}{\text{ha}}}$$

$$0.0004545 \frac{\text{L verango}}{\text{tratamiento}} * 1000 \frac{\text{ml verango}}{\text{L verango}} = 0.4545 \frac{\text{ml verango}}{\text{tratamiento}}$$

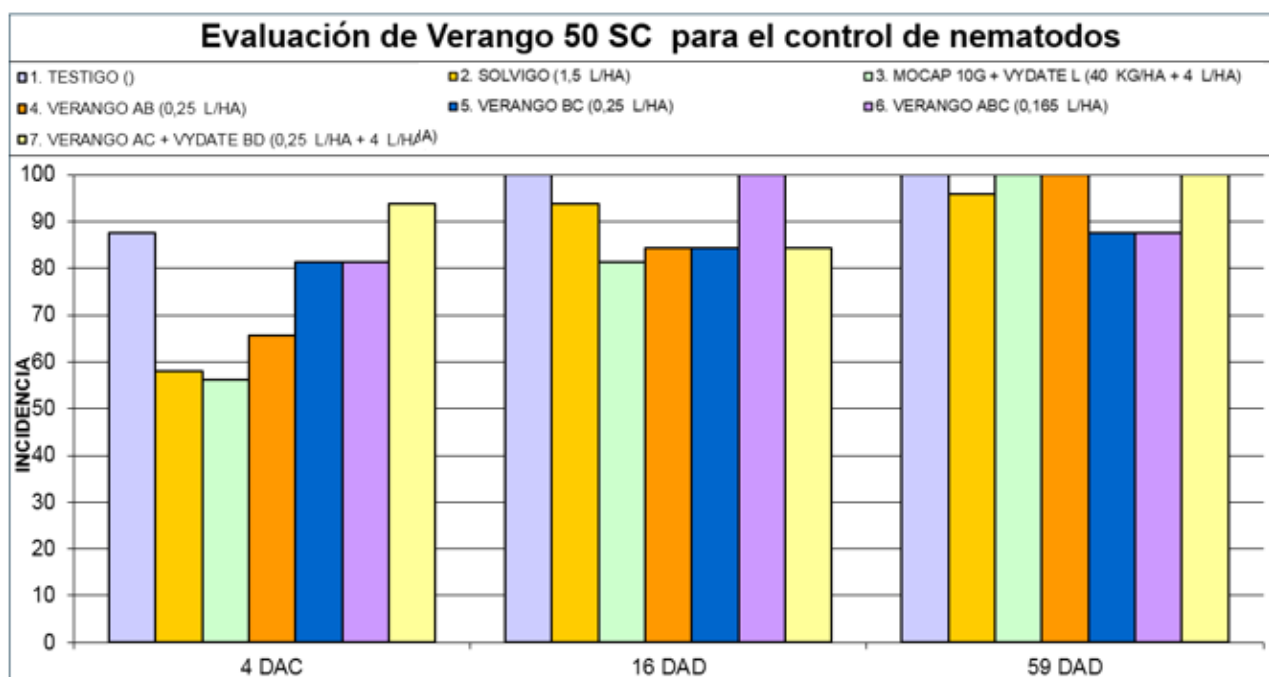
F. Análisis de la información

Los datos tomados en campo se obtuvieron en porcentaje de severidad y porcentaje de incidencia, se digitalizaron a Excel, en donde se realizó una gráfica mostrando el comportamiento en % de severidad/incidencia provocada por las poblaciones de nematodos de cada tratamiento, el análisis estadístico de los datos se llevó a cabo por otro personal de Bayer S.A.

2.3 RESULTADOS

A. Análisis de la incidencia de las poblaciones de nematodos

Niveles de incidencia de las poblaciones de nematodos sobre el cultivo de zanahoria (figura 34).



Fuente: Bayer S.A. (2019)

Figura 34. Incidencia de las poblaciones de nematodos según el tratamiento aplicado.

Donde:

- 4 DAC: 4 días después de la aplicación "C".
- 16 DAD: 16 días después de la aplicación "D".
- 59 DAD: 59 días después de la aplicación "D".

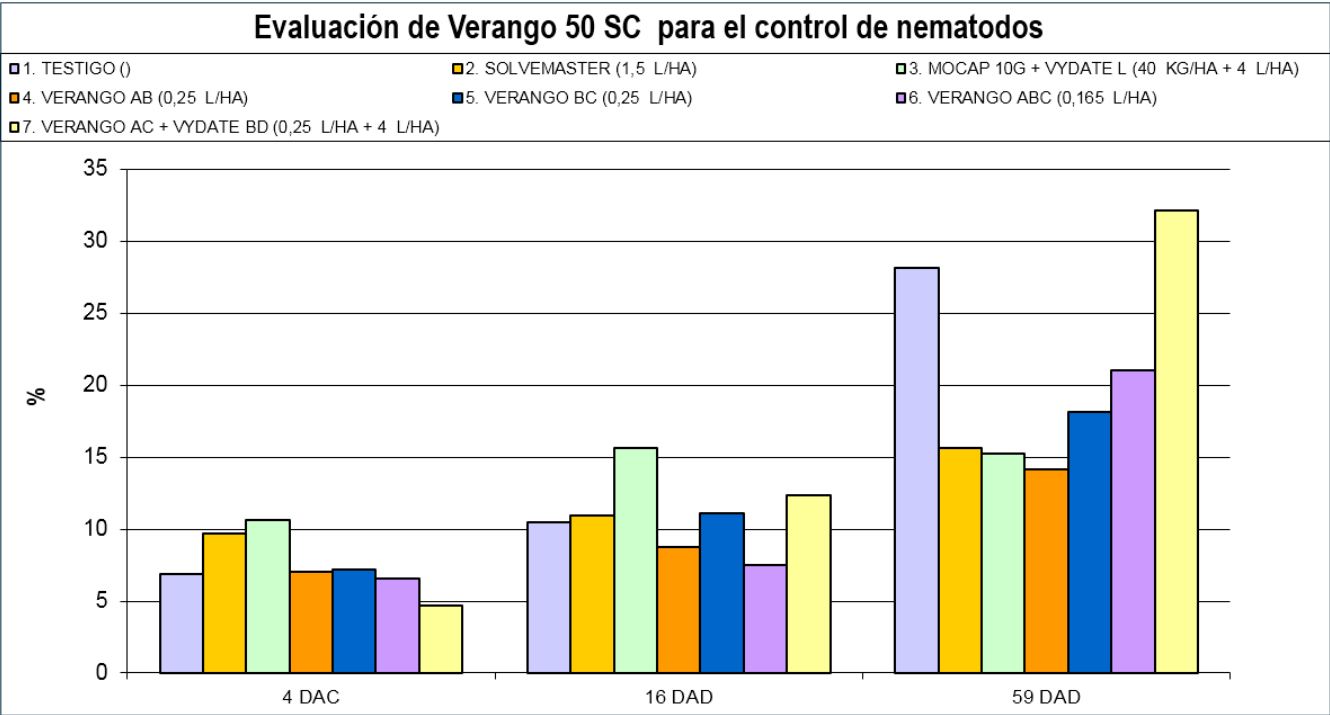
Se observa que los valores de incidencia al final del ciclo del cultivo fueron menores en el tratamiento 5 correspondiente a Fluopyram a una dosis de 0.25 L/ha aplicado a los 20 y 40 días después de la siembra, y en el tratamiento 6 correspondiente a Fluopyram a una dosis

de 0.165 L/ha aplicado a los 0, 20 y 40 días después de la siembra, ambos tratamientos con una incidencia del 87.5 % respecto al testigo.

Los tratamientos 1, 3, 4 y 7 correspondientes a testigo, Etoprofos 40 kg/ha + Oxamyl 4 L/ha, Fluopyram 0.25 L/ha y Fluopyram 0.25 L/ha y Oxamyl 4 L/ha respectivamente, obtuvieron valores de incidencia de 100 %, lo que representa que hubo presencia de daños en el total de las plantas muestreadas.

B. Análisis de la severidad ocasionada por las poblaciones de nematodos.

Se muestran los porcentajes de severidad ocasionados por las poblaciones de nematodos en el cultivo de zanahoria (figura 35).



Fuente: Bayer S.A. (2019).

Figura 35. Severidad causada por las poblaciones de nematodos en el cultivo de zanahoria expresada en porcentaje.

Donde:

- 4 DAC: 4 días después de la aplicación “C”.
- 16 DAD: 16 días después de la aplicación “D”.
- 59 DAD: 59 días después de la aplicación “D”.

En la figura 2 se observa que 4 días después de la aplicación “C” los niveles de severidad van del 4.68 % hasta el 10.62 %, y con el avance de los días los porcentajes de severidad van aumentando, a los 16 después de la aplicación “D” los porcentajes de severidad van desde el 7.50 % hasta el 15.62 %, esto equivale a un tiempo de 76 días después de la siembra.

En la figura 2, el tratamiento que presentó menor daño al final del ciclo del cultivo, o a los 110 días después de la siembra, fue el número 4, correspondiente a Fluopyram, aplicado a los 0 y 20 días a una dosis de 0.25 L/ha con un valor de 14.17 %, seguido del tratamiento 3 correspondiente a Etoprofos a los 0 días después de la siembra a una dosis de 40 kg/ha + Oxamyl a los 20, 40 y 60 días a una dosis de 4 L/ha obteniendo un valor de severidad de 15.21 %.

Según el aumento de los niveles de severidad, el daño en el cultivo de zanahoria comienza a incrementarse mayormente a partir de los 45 días, coincidiendo con la etapa fenológica del cultivo en la que se comienza a desarrollar de mayor manera la raíz principal, la cual es el objetivo principal de las poblaciones de nematodos, dicho crecimiento abarca hasta los 80 días después de la siembra, una vez terminado este período, los daños provocados por las poblaciones de nematodos serán menos representativos en toda la raíz.

3.2.5 CONCLUSIONES

1. Se detectó la presencia de nematodos en todos los programas evaluados en el cultivo de zanahoria, siendo el tratamiento 5 correspondiente a Fluopyram a una dosis de 0.25 L/ha aplicado a los 20 y 40 días después de la siembra, y el tratamiento 6 correspondiente a Fluopyram a una dosis de 0.165 L/ha aplicado a los 0, 20 y 40 días después de la siembra los tratamientos que registraron la menor incidencia con un 87.5 % respecto al testigo.

2. Se determinó que el tratamiento 4, correspondiente a la aplicación de Fluopyram a los 0 y 20 días a una dosis de 0.25 L/ha presentó un porcentaje de severidad del 14.17 % siendo el porcentaje más bajo de los 7 programas evaluados. El Testigo presentó un valor del 28.12 %, tratamiento en el que se obtuvo un 98.44 % más de daños en las raíces del cultivo de zanahoria.

3.2.6 RECOMENDACIONES

Debido a que la finalidad del estudio es la reducción en las dosis de productos agrícolas sin sacrificar el control que este tiene sobre las poblaciones de nematodos se recomienda la aplicación del tratamiento 4, sin embargo, también se recomienda la realización de más estudios para poder determinar alternativas que permitan obtener controles similares o aún más eficaces, tomando en cuenta para futuros ensayos el momento de aplicación del producto, así como las dosis a utilizar.

3.3 SERVICIO III

MANEJO Y EJECUCIÓN DE CAMPO DEL ENSAYO PARA LA EVALUACIÓN DEL PRODUCTO COMERCIAL VERANGO 50 SC (*Fluopyram, benzamida*) A TRAVÉS DE CINCO PROGRAMAS PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.).

3.3.1 OBJETIVOS

A. Objetivo general

- Realizar la ejecución de los 5 programas a evaluar para el control de nematodos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

B. Objetivos específicos

- Determinar el tratamiento con el que se obtenga menor severidad o daño por nematodos en la raíz en el cultivo de papa.
- Determinar el cambio en el rendimiento entre los diferentes programas evaluados para el control de nematodos con respecto al testigo.

3.3.2 METODOLOGÍA

A. Programas evaluados

Se detallan los tratamientos evaluados para el control de nematodos en el cultivo de papa (cuadro 33).

Cuadro 33. Programas aplicados durante el ensayo.

No. Tratamiento	Descripción	Dosis	Código de Aplicación
Tratamiento 1	Testigo	0	-
Tratamiento 2	Etoprofos (Mocap 10 G)	40 kg/ha	A
	Oxamyl (Vydate 24 SL)	4 L/ha	B
Tratamiento 3	Abamectin + Thiamethoxam (Solvigo 250 SC)	1.50 L/ha	A
			B
Tratamiento 4	Fluopyram (Verango 50 SC)	0.50 L/ha	A
Tratamiento 5	Fluopyram (Verango 50 SC)	0.25 L/ha	A
			B

Fuente: elaboración propia (2019).

B. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones, esto con el fin de bloquear la gradiente pendiente del suelo durante las aplicaciones.

C. Modelo estadístico

A continuación, se muestra el modelo estadístico de bloques completos al azar:

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

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij -ésima unidad experimental.

μ = Media general.

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j -ésimo bloque.

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

D. Croquis de campo

Cada bloque estuvo constituido de tres surcos de 25 metros de largo x 0.80 metros de ancho, y cada uno estuvo dividido en 5 secciones con una longitud 5 metros de largo por 2.4 metros de ancho y 75 plantas por cada unidad experimental o en 12 m². esto con el fin de adaptar el diseño y distribución del ensayo a los cultivos de papa que son establecidos por los agricultores (figura 36).

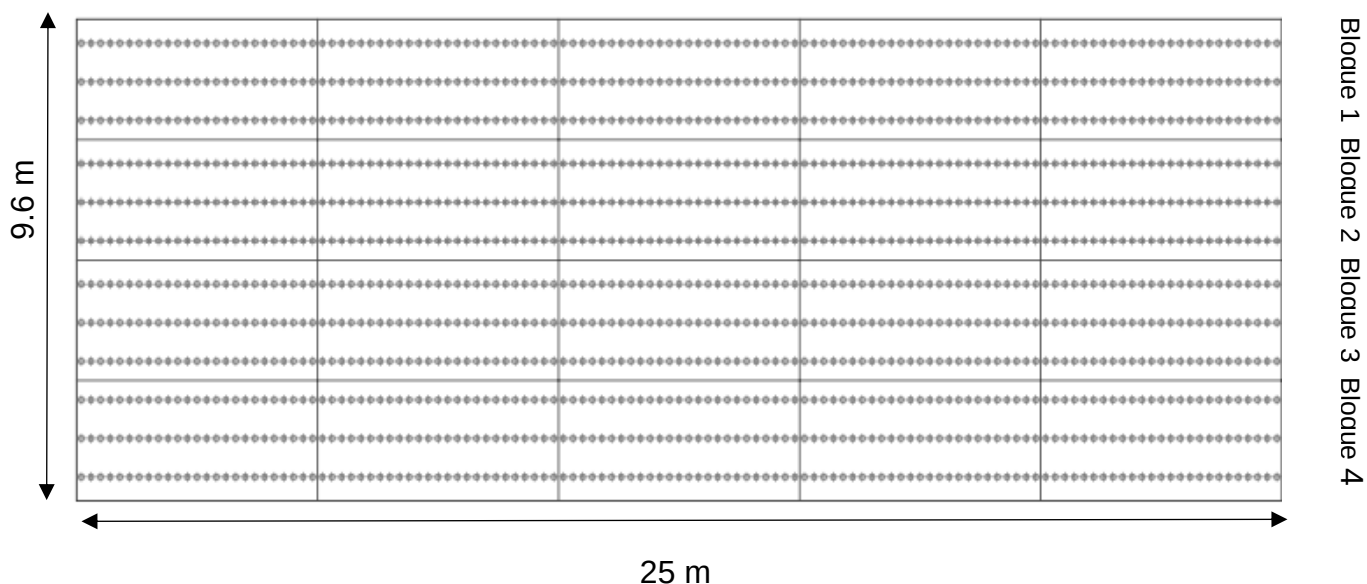


Figura 36. Croquis de campo para el ensayo realizado en el cultivo de papa

E. Muestreos

Para evitar el efecto de borde al momento de realizar los muestreos, únicamente se tomó el surco central de cada bloque. Se detalla la metodología de muestreo utilizada en las raíces del cultivo de papa, la metodología de muestreo ya ha sido establecida por la empresa.

a. Raíces

El muestreo en las raíces se llevó cabo a través de la extracción o arrancado de las plantas de papa evaluando si existe la presencia de nódulos, agallas o quistes provocado por nematodos, se tomó lectura de severidad en 10 plantas donde la escala fue de 0 a 100 en donde cero representa la no presencia de daños por nematodos y 100 presenta la presencia. El porcentaje de severidad se determinó a través de la directa relación de la cantidad de lesiones presentes en las raíces 0-3 lesiones de 0 a 20 %, 4-10 lesiones 20-60% de daño, 11-20 lesiones 60-100% de severidad.

F. Dosis utilizada

Debido a que las casas comerciales ya establecen dosis para los productos que comercializan estas se utilizan como referencia para las evaluaciones de los productos, para conocer el volumen de producto que se aplicó en cada tratamiento se debe realizar una operación estequiométrica relacionando los L/ha de agua, los L/ha de producto y los L agua/tratamiento, así como la cantidad de plantas/ha.

Ejemplo para la dosis de Fluopyram a 0.50 L/ha se calculó de la siguiente manera:

Litros de agua por hectárea:

$$\frac{75 \text{ plantas}}{12 \text{ m}^2} - \frac{X}{10,000 \text{ m}^2} = 62,500 \frac{\text{plantas}}{\text{ha}}$$

$$62,500 \frac{\text{plantas}}{\text{ha}} * 75 \frac{\text{ml agua}}{\text{planta}} = \frac{4,687,500 \frac{\text{ml agua}}{\text{ha}}}{1000 \text{ ml agua}}$$

$$4,687.5 \frac{\text{L agua}}{\text{ha}}$$

Litros de agua por tratamiento

$$75 \frac{\text{plantas}}{\text{repetición}} * 4 \text{ repeticiones} = 300 \text{ plantas} * 75 \frac{\text{ml agua}}{\text{planta}} = 22,500 \text{ ml agua}$$

$$22,500 \text{ ml agua} * \frac{1 \text{ L agua}}{1000 \text{ ml agua}} = 22.5 \frac{\text{L agua}}{\text{tratamiento}}$$

ml de producto aplicados

$$4,687.5 \frac{L \text{ agua}}{ha} - 0.50 \frac{L \text{ Verango}}{ha}$$

$$22.5 \frac{L \text{ agua}}{\text{tratamiento}} - X$$

$$\frac{22.5 \frac{L \text{ agua}}{\text{tratamiento}} * 0.50 \frac{L \text{ Verango}}{ha}}{4687.5 \frac{L \text{ agua}}{\text{tratamiento}}} = 0.0024 \frac{L \text{ verango}}{\text{tratamiento}}$$

$$0.0024 \frac{L \text{ verango}}{\text{tratamiento}} * 1000 \frac{ml \text{ verang}}{L \text{ verango}} = 2.4 \frac{ml \text{ verango}}{\text{tratamiento}}$$

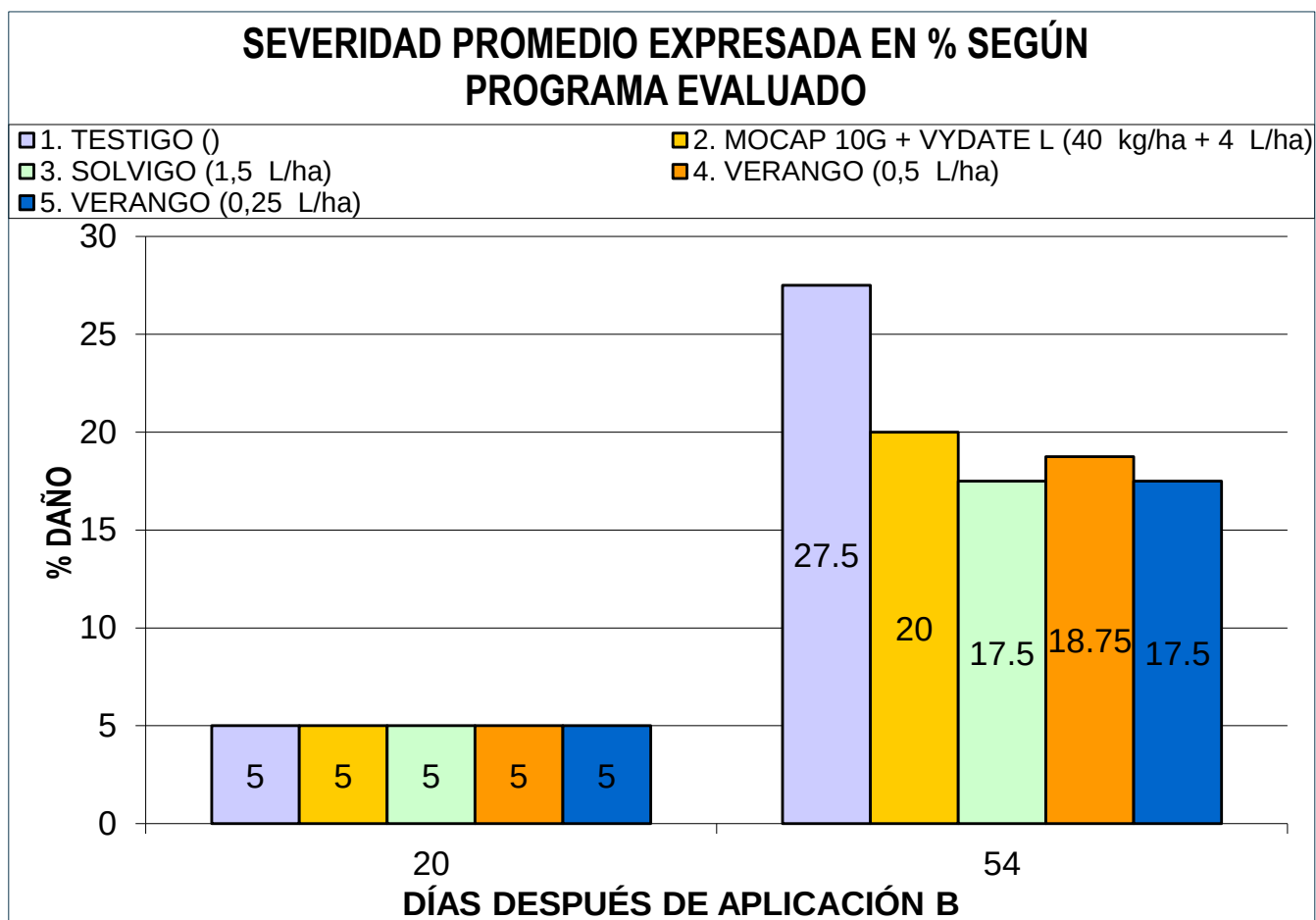
G. Análisis de la información

Los datos obtenidos en campo se expresan en porcentaje de severidad, dichos datos fueron digitalizados y de los cuales se realizó una gráfica mostrando el comportamiento en % de severidad provocada por las poblaciones de nematodos de cada tratamiento, el análisis estadístico de los datos se llevó a cabo por otro personal de Bayer S.A.

3.3.3 RESULTADOS

A. Análisis de la severidad de las poblaciones de nematodos

Niveles de incidencia de las poblaciones de nematodos sobre el cultivo de papa (figura 37).



Fuente: Bayer S. A. (2019).

Figura 37. Severidad promedio expresada en %.

Según la figura 1, a los 20 días después de la aplicación “B” o a los 40 días después de la siembra, los niveles de daño determinados en campo alcanzaron un valor del 5% en todos los tratamientos, sin embargo, a los 54 días después de la aplicación “B” o 94 días después de la siembra, los niveles de daño en los programas que se aplicó nematicidas obtuvieron

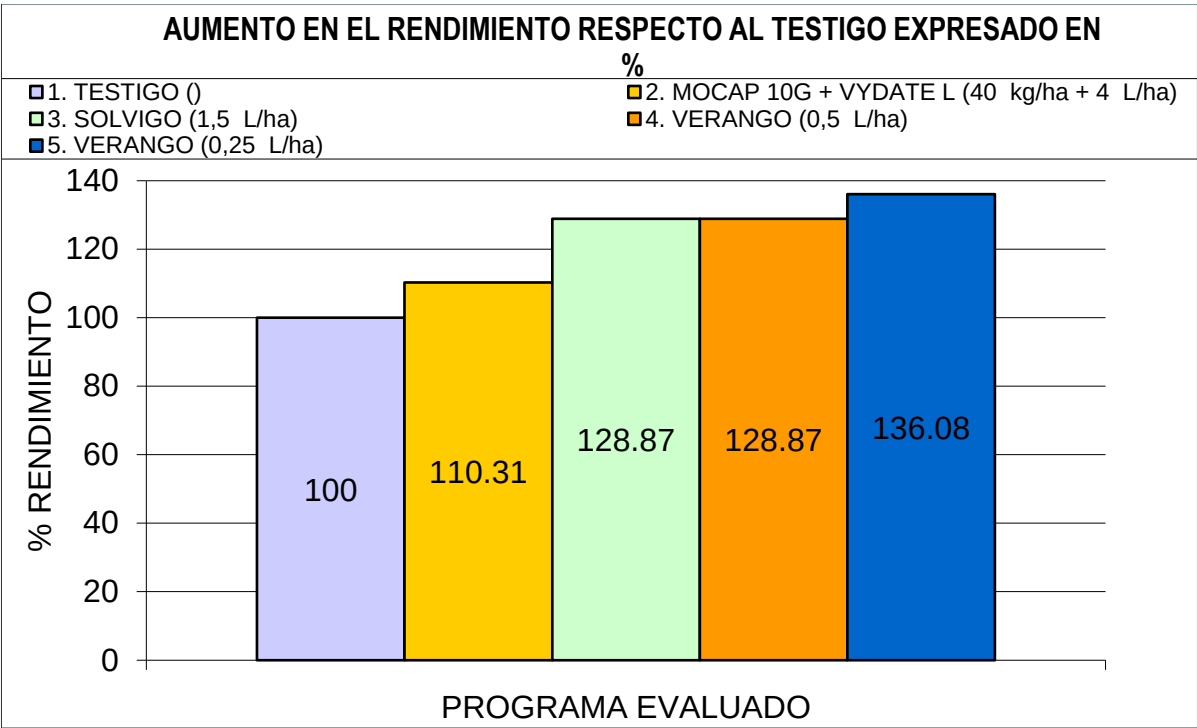
desde un 7.5 % hasta un 10% menos de daño en las raíces del cultivo comparado al testigo quien no recibió la aplicación de ningún nematicida.

La aplicación de los programas 3 y 5 correspondientes a Abamectina – Thiamethoxam y Fluopyram 0.50 obtuvieron un porcentaje de severidad del 17.5 %, y la aplicación de Fluopyram 0.25 obtuvo un porcentaje de 18.75 %.

Comparado con los resultados de la investigación, se obtuvo resultados similares, únicamente teniendo valores de al menos 10 % más de daño en el testigo.

B. Análisis del rendimiento del cultivo de papa según programas evaluados

La aplicación de nematicidas provoca la disminución en los niveles de daño en las raíces del cultivo, sin embargo, también se muestran diferencias en el rendimiento del cultivo según el programa evaluado, los cuales se presentan a continuación (figura 38).



Fuente: Bayer S. A. (2019).

Figura 38. Aumento en el rendimiento respecto al testigo expresado en %.

Partiendo de la base que el programa 1, testigo, se toma como el máximo obtenido sin la aplicación de nematicidas, siendo el único factor que cambió en cada uno de los programas evaluados, se muestra un incremento del 10.31 % en la aplicación de Mocap 40 kg/ha + Oxamyl 4 L/ha, los programas 2 y 3 muestran un incremento en el rendimiento del 28.87 % siendo estos la aplicación de Abamectina – Thiamethoxam 1.5 L/ha y Fluopyram 0.5 L/ha respectivamente, sin embargo el programa 5 correspondiente a dos aplicaciones de Fluopyram 0.25 L/ha cada una, mostró un aumento en el rendimiento del 36.08 %, siendo el programa que registró el mayor aumento. El incremento mostrado en el grafico 1, representa la cantidad de kg/ha de tubérculos de papa expresado en porcentaje comparando el testigo contra los diferentes nematicidas y cómo influye cada uno en el rendimiento.

3.3.4 CONCLUSIONES

1. El no aplicar nematicidas aumenta el porcentaje de severidad, o nivel de daño, en las raíces del cultivo de papa, en al menos un 7.5 %, sin embargo, aplicar el nematicida Abamectina – Thiamethoxam a una dosis de 1.5 L/ha o Fluopyram 0.25 L/ha en dos aplicaciones, puede disminuir el nivel de daño en al menos un 10% los cuales fueron los programas que presentaron los menores niveles de daño en el cultivo de papa.
2. Se determinó que el aplicar nematicidas para controlar las poblaciones de nematodos en el cultivo de papa mejora el rendimiento en hasta 36.08% resultado obtenido en el programa número 5 que se evaluó, el rendimiento promedio de la variedad va de las 15 T/ha a las 20 T/ha, tomando el valor más bajo del rendimiento, el 36.08% representa un aumento de 5.412 T/ha.

3.3.5 RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de productos nematicidas, no solo como protección para el cultivo de papa, sino para evitar que las poblaciones puedan incrementarse ampliamente, lo cual perjudicaría la producción actual y futuras producciones. De igual manera realizar más evaluaciones de dichos productos con dosis y momentos de aplicación distintos para determinar si existe mejor control en los niveles de daño.

3.3.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Bayer S. A. (2019). *CARROT (Daucus carota). Nematodes (Meloidogyne spp) Centro America 2*. [Diapositiva de PowerPoint]. Documento Interno Bayer. Recuperado el 25 de julio de 2019.
2. _____. (2019). *Requiem Prime Frankliniella spp. Pea crop Centro America*. [Diapositiva de PowerPoint]. Documento Interno Bayer. Recuperado el 23 de marzo de 2019.
3. _____. (2018). *Verango 50 SC Potato Nematodes*. [Diapositiva de PowerPoint]. Documento Interno Bayer. Material consultado el 06 de diciembre de 19.
4. REDILACG. (2015). *Arveja de Guatemala*. Recuperado el 21 de marzo de 2019, de REDILACG: <http://www.redilacg.org/arveja-gm>
5. García E., Calderón E. & Alvarez G. (1993). *Manejo Integrado de Plagas en Arveja China*. Recuperado el 21 de marzo de 2019, de repositorio MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación), Guatemala. [Archivo PDF].
http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2975/Manejo_integrado_de_plagas_en_arveja_china.pdf;jsessionid=D33294F675F0203EE1693F11D29C788C?ssequence=1
6. FAO, Italia. (2008). *El mundo de la papa: producción y consumo – Año internacional de la papa 2008*. Recuperado el 23 de marzo de 2019, de FAO: <http://www.fao.org/potato/2008/es/lapapa/cultivo.html>



3.3.6 ANEXOS

A. Muestreos en el cultivo de zanahoria.



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 39A. Toma de datos en campo en el cultivo de Arveja.



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 40A. Toma de datos en campo para el cultivo de zanahoria.



Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 41A. Toma de datos en el cultivo de papa.



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



REF. Sem. 61/2021

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:

"EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS
NEMATÓCIDAS EN EL CULTIVO DE PAPA
(Solanum tuberosum L.) EN LA ALDEA
PANIMACOC, TECPÁN, GUATEMALA,
CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE:

HARLEY SERGY FRANCISCO TICHOC TICHOC

CARNÉ:

201318036

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Gustavo Álvarez
Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez
Ing. Agr. Ernesto Yac Juárez

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

Ing. Agr. Filadelfo Guevara
ASESOR ESPECÍFICO

Ing. Agr. Ernesto Yac Juárez
DOCENTE-ASESOR EPS

Ing. Agr. Carlos Fernando López Búcaro
DIRECTOR DEL IIA



CFLB/nm
c.c. Archivo



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



Ref. SAIEPSA.29 Seg.S.2021

Guatemala, 2 de noviembre de 2021

TRABAJO DE GRADUACIÓN: EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS NEMATICIDAS EN EL CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA ALDEA PANIMACOC, TECPÁN, GUATEMALA, CHIMALTENANGO.

ESTUDIANTE: HARLEY SERGY FRANCISCO TICHOC TICHOC

No. CARNÉ 201318036

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

“EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS NEMATICIDAS EN EL CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA ALDEA PANIMACOC, TECPÁN, GUATEMALA, CHIMALTENANGO.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Gustavo Álvarez Valenzuela
 Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez
 Ing. Agr. Ernesto Yac Juárez

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

“Id y Enseñad a Todos”

Vo. Bo. Ing. Agr. M.A. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Area Integrada – EPS





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Acreditada Internacionalmente



No. 90.2021

Trabajo de Graduación: "EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS NEMATICIDAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN DE BAYER S. A., GUATEMALA C.A."

Estudiante: Harley Sergy Francisco Tichoc Tichoc

Carné: 201318036

"IMPRÍMASE"

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DECANO

A large, stylized signature in black ink is written over the text. To the right of the signature is a circular official stamp that reads "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS", "DECANO", and "FACULTAD DE AGRONOMIA".