

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CHIMALTENANGO -CUNDECH-

CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

-SPA-



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“EVALUACIÓN DE DOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS Y UN EXTRACTO
VEGETAL PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis* P.), EN
EL CULTIVO DE TOMATE; BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA”.**

CLAUDIA HAIDE AVILA PERNILLO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2025.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CHIMALTENANGO -CUNDECH-
CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
-SPA-

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“EVALUACIÓN DE DOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS Y UN EXTRACTO
VEGETAL PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis* P.), EN
EL CULTIVO DE TOMATE; BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA”.**

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO
DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE CHIMALTENANGO
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR:

CLAUDIA HAIDE AVILA PERNILLO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERA AGRÓNOMA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2025.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CHIMALTENANGO -CUNDECH-
CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA



RECTOR

MSc. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS

**HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
CHIMALTENANGO**

DIRECTOR:	MBA. Julio Alfredo Zuñiga Guerra
SECRETARIO DEL CONSEJO DIRECTIVO:	Msc. Ragde Rivera Aquino
REPRESENTANTE DE PROFESIONALES:	Lic. Urías Amitai Guzmán García
REPRESENTANTE DOCENTE:	Arq. Ana Verónica Carrera Vela
REPRESENTANTE DOCENTE:	Dr. Herbert Estuardo Díaz Tobar
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL:	Br. Ana Sofía Cardona Reyes
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL:	Br. Oscar Eduardo García Orantes

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinadora Carrera de Agronomía:	Inga. Agra. RNR. Mayra González Sagui
Supervisor de EPS:	Ing. Agr. Josué Carmen Mazate

RAZÓN: "El contenido de este documento es de exclusiva responsabilidad del autor, conforme a lo establecido en los artículos 17.12 y 53.3 del Normativo del EPSA"

GUATEMALA, OCTUBRE 2025.



CHIMALTENANGO, OCTUBRE 2025.

Honorable Consejo Directivo
Honorable Tribunal Examinador
Centro Universitario de Chimaltenango
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **“EVALUACIÓN DE DOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS Y UN EXTRACTO VEGETAL PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis* P.), EN EL CULTIVO DE TOMATE; BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA”**. como requisito previo a optar al título de **Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola**, en el grado académico de **Licenciatura**.

Dicho trabajo de graduación se presenta con los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

CLAUDIA HAIDE AVILA PERNILLO



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro Universitario de Chimaltenango - CUNDECH



EL DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE CHIMALTENANGO, a los quince días del mes de octubre de dos mil veinticinco.

Con vista en los dictámenes que anteceden, se autoriza la impresión del informe final del Ejercicio Profesional Supervisado, de la estudiante Claudia Haide Avila Pernillo, titulado "EVALUACIÓN DE DOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS Y UN EXTRACTO VEGETAL PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis* P.), EN EL CULTIVO DE TOMATE; BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA". Artículo 7, Inciso h, del Normativo que Contiene las Generalidades y Requisitos de Impresión de Tesis, Informe de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y Actos Públicos de Graduación del Centro Universitario de Chimaltenango.

"Id y Enseñad a Todos"

MSc. Ragde Rivera Aquino

SECRETARIO



MBA. Julio Alfredo Zuñiga Guerra

DIRECTOR





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



SOLICITUD ORDEN DE IMPRESIÓN

REVISOR DE TESIS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE CHIMALTENANGO, CUNDECH.

Chimaltenango, quince de octubre del año dos mil veinticinco

MSc. Ragde Rivera Aquino
Secretario de Centro Regional
Centro Universitario de Chimaltenango
Presente

Estimado MSc. Rivera:

Es un gusto saludarlo, deseándole éxitos en sus actividades.

Por medio de la presente, en mi calidad de **Revisor de la Carrera de Ingeniería Agronómica en Sistemas de Producción Agrícola**, hago entrega del trabajo de tesis del bachiller **CLAUDIA HAIDE AVILA PERNILLO**, con número de Registro Académico: **201940364** y solicito formalmente la emisión de la **ORDEN DE IMPRESIÓN DE TESIS** correspondiente. Tras la revisión técnica y académica, se certifica que el documento **cumple satisfactoriamente** con todos los requisitos establecidos en la **Normativa para la Elaboración de EPS de la Carrera de Ingeniería Agronómica en Sistemas de Producción Agrícola (SPA)** del Centro Universitario de Chimaltenango (**CUNDECH**).

Atentamente,

Ing. Agr. Wagner Guillermo Alonzo De León
Revisor de tesis

Vo. Bo. Inga. Agr. RNR. Mayra Gonzalez Sagui
Coordinadora de la Carrera de Ingeniería Agronómica





ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Por darme la fortaleza, sabiduría y la perseverancia necesaria para alcanzar esta meta. Su guía constante ha iluminado mi camino en los momentos de dificultad y ha llenado mi corazón de esperanza y fe para seguir adelante.

MIS PADRES:

Andrés Avila y Vitalina Pernillo, por brindarme su apoyo en todo momento y ser el mejor ejemplo para mí. Les agradezco profundamente por su amor incondicional, su apoyo constante y sus enseñanzas. Gracias por creer en mí, por sus consejos y por ser mi sostén en cada paso de este largo proceso. Sin ustedes, este logro no hubiese sido posible.

MIS AMIGOS:

Por su compañía, consejos y por brindarme su apoyo moral durante mis años de estudio.

MI MASCOTA:

Bella, gracias porque con tu presencia has sido un bálsamo en los momentos de estrés y agotamiento. Tu lealtad, alegría y cariño incondicionales me brindaron consuelo y motivación, recordándome la importancia de la compañía y el amor durante todo este proceso.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO



A:

- Dios
- Mis padres
- Mis hermanos
- Mi familia
- Guatemala
- Universidad de San Carlos de Guatemala
- Centro Universitario de Chimaltenango
- Escuela Nacional Central de Agricultura

AGRADECIMIENTOS



A:

Universidad de San Carlos de Guatemala: Por darme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente. Me honra ser parte de una institución que representa los valores de la educación pública y el compromiso con el desarrollo de este país.

Escuela Nacional Central de Agricultura: Por abrirme las puertas de tan prestigiosa institución, la disposición y el apoyo recibido, fueron esenciales para la realización de cada una de las actividades que conllevaron este trabajo de investigación

Mi supervisor: Ing. Agr. Josué Mazate, por su valiosa disposición y colaboración prestada durante la fase de campo en el Ejercicio Profesional Supervisado

Mi asesor: Ing. Agr. Augusto Velásquez Juárez, por su apoyo incondicional y orientación para la realización de este documento.



Mis catedráticos:

Por compartir todos sus conocimientos y ser
partícipe del crecimiento académico de
muchos estudiantes. Esta investigación es el
resultado de un esfuerzo colectivo y su
colaboración fue crucial para su realización.



ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO

PÁGINA

1. CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DEL ÁREA CONSULADO ORIENTE, PERTENECIENTE A LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA, -ENCA-	1
1.1. PRESENTACIÓN	2
1.2. MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1. Historia de la ENCA	3
1.2.2. Ubicación geográfica	3
1.2.3. Límites	5
1.2.4. Extensión territorial	5
1.2.5. Clima	5
1.2.6. Fisiografía	5
1.3. OBJETIVOS	6
1.4. METODOLOGÍA Y RECURSOS	7
1.4.1. Fase de gabinete	7
1.4.2. Fase de campo	7
1.5. RESULTADOS	8
1.5.1. Estructura organizacional de la ENCA	8
1.5.2. Determinación de problemáticas	8
1.5.3. Problemas priorizados de acuerdo a la tabla 2.	11
1.5.4. Descripción de la problemática	11
1.6. CONCLUSIONES	14
1.7. RECOMENDACIONES	14
1.8. BIBLIOGRAFÍA	16
2. CAPÍTULO II: "EVALUACIÓN DE DOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS Y UN EXTRACTO VEGETAL PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE TRIPS (<i>Frankliniella occidentalis</i> P.), EN EL CULTIVO DE TOMATE; BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA"	17



2.1 INTRODUCCIÓN	22
2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	22
2.3. JUSTIFICACIÓN	22
2.4. MARCO TEÓRICO	22
2.5. Marco conceptual	22
2.5.1. El tomate.....	22
2.5.2. Origen del tomate	22
2.5.3. Clasificación taxonómica del tomate.....	23
2.5.4. Aspectos botánicos del tomate	23
2.5.5. Requerimientos edáficos y climáticos del tomate.....	24
2.5.5.1. Radiación.....	24
2.5.5.2. Temperatura	24
2.5.5.3. Humedad	24
2.5.5.4. Suelo.....	24
2.5.5.5. Importancia nutricional	24
2.5.6. Variedades de tomate comúnmente utilizadas.....	25
2.5.6.1. Retana F1.....	25
2.5.6.2. P52 F1	25
2.5.6.2.1. Características principales del fruto.....	25
2.5.7. Plagas en el cultivo de tomate	26
2.5.7.1. Acaro bronceador del tomate.....	26
2.5.7.2. Daño e importancia económica.....	26
2.5.7.3. Descripción y biología	26
2.5.7.4. Arañuelas.....	26
2.5.7.5. Daño e importancia económica.....	26
2.5.7.6. Descripción y biología	27
2.5.7.7. Monitoreo.....	27



2.5.7.8. Medidas de control	27
2.5.7.9. Trips <i>Frankliniella schultzei</i> T.	27
2.5.7.10. Descripción y biología	27
2.5.7.11 Daño e importancia económica.....	27
2.5.7.12 Monitoreo	28
2.5.7.13. Medidas de control	28
2.5.7.14. Nivel de acción	28
2.5.7.15. Productos recomendados (específicos para trips)	28
2.5.7.16. Trips californiano de las flores (<i>Frankliniella occidentalis</i> P.).....	29
2.5.7.17. Daño e importancia económica.	29
2.5.7.18. Descripción y biología	29
2.5.7.19. Enemigos naturales.....	30
2.5.7.20. Monitoreo.....	30
2.5.7.21. Medidas de control	30
2.5.7.22. Medidas más importantes para prevenir virosis	30
2.5.7.23. Nivel de acción	30
2.5.8. Control de trips	31
2.5.9. Control biológico de plagas.....	31
2.5.10. Hongos entomopatógenos	32
2.5.11. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos	32
2.5.12. <i>Isaria fumosorosea</i>	32
2.5.12.1. Importancia de la especie	32
2.5.12.2 Susceptibilidad a los productos.....	33
2.5.12.3. Modo de acción	33
2.5.13. <i>Purpureocillium lilacinum</i>	33
2.5.13.1. Modo de acción	34
2.5.13.2. Extracto vegetal de tomillo	34



2.5.13.3. Bondades y beneficios de uso:	34
2.6. MARCO REFERENCIAL	34
2.6.1. Productos comerciales utilizados	36
2.6.2. Vista Isaria 2 SC	36
2.6.2.1. Descripción	36
2.6.2.2. Compatibilidad	37
2.6.2.3. Modo de acción	37
2.6.3. Faisenonema 8 WP	37
2.6.3.1. Descripción	38
2.6.3.2. Modo de acción	38
2.6.4. Thyme Guard	39
2.6.4.1. Descripción	39
2.6.4.2. Modo de acción	40
2.6.5. Incipio 20 SC	40
2.6.5.1. Modo de acción	40
2.6.5.2. Manejo de resistencia	40
2.7. ANTECEDENTES	42
2.8. OBJETIVOS	43
2.9. HIPÓTESIS	44
2.10. METODOLOGÍA	45
2.10.1. Descripción de los tratamientos	45
2.10.2. Diseño experimental	45
2.10.2.1. Completamente al azar	45
2.10.3. Ventajas	46
2.10.4. Modelo estadístico	46
2.10.5. Unidad experimental y repeticiones	46
2.10.6. Hipótesis estadísticas	46



2.10.7. Croquis de campo	47
2.11. MANEJO DEL EXPERIMENTO	47
2.11.1. Establecimiento del cultivo	47
2.11.2. Limpieza del área experimental	47
2.11.3. Obtención de pilones y siembra	52
2.11.4. Riego	52
2.11.5. Control de malezas	52
2.11.6. Tutorio	53
2.11.7. Registro de temperatura y humedad relativa	53
2.11.8. Aplicaciones de los tratamientos	54
2.11.9. Muestreo	55
2.11.10. Podas	56
2.11.11. Cosecha	57
2.11.12. Determinación de la incidencia de trips	58
2.11.13. Determinación de la relación beneficio costo	59
2.11.14. Análisis de la información	59
2.12. RESULTADOS	60
2.12.1. Determinación del porcentaje de incidencia de trips	60
2.12.2. Determinación del promedio de trips por planta	67
2.12.3. Determinación del rendimiento	70
2.12.4. Rentabilidad	76
2.13. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	80
2.14. CONCLUSIONES	82
2.15. RECOMENDACIONES	84
2.16. APÉNDICE	86
2.17. BIBLIOGRAFÍA	87



3. CAPÍTULO III: SERVICIOS PROFESIONALES PRESTADOS PARA LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA, BÁRCENA; VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A...	91
3.1 PRESENTACIÓN	92
3.2. SERVICIO UNO: ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN SOBRE “EL USO E IMPORTANCIA DE LAS CAMAS BIOLÓGICAS EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS”.....	93
3.2.1. Marco Conceptual	93
3.2.1.1. ¿Qué son las camas biológicas?	93
3.2.1.2. ¿Cómo funcionan las camas biológicas?	93
3.2.1.3. Ventajas de una cama biológica	93
3.2.2. Antecedentes.....	94
3.2.3. Objetivos	94
3.2.3.1. General.....	94
3.2.3.2. Objetivos específicos	94
3.2.4. Metas esperadas	94
3.2.5. Metodología	94
3.2.5.1. Materiales y equipo	94
3.2.5.2. Fase de gabinete.....	95
3.2.5.3. Fase de campo.....	96
3.2.5.3.1.Elaboración de una cama biológica.....	97
3.2.5.3.2. Cálculo del tamaño de la cama biológica	97
3.2.5.3.3. Capacitación brindada a trabajadores sobre el “uso e importancia de camas biológicas en la agricultura”.....	101
3.2.6. Resultados y discusión.....	103
3.2.7. Conclusiones	104
3.2.8. Recomendaciones.....	105
3.3.SERVICIO DOS: ESTABLECIMIENTO Y GESTIÓN DE UN SISTEMA DE REGISTRO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LABORES AGRÍCOLAS, VINCULADO A LA ETAPA DE COSECHA.....	106



3.3.1. Antecedentes	106
3.3.2. Objetivos	106
3.3.2.1. General	106
3.3.2.2. Específicos	106
3.3.3. Metas esperadas	107
3.3.4. Metodología	107
3.3.4.1. Materiales y equipo	107
3.3.4.2. Fase de campo	107
3.3.4.3. Fase de gabinete	108
3.3.5. Resultados y discusión	112
3.3.6. Conclusiones	114
3.3.7. Recomendaciones	115
3.4. SERVICIO TRES: IMPLMETACIÓN Y GESTIÓN TÉCNICA DE UN KARDEX DE PLAGUICIDAS AGRÍCOLAS Y UN SISTEMA DE REGISTRO VINCULADO A APLICACIONES FITOSANITARIAS	116
3.4.1. Antecedentes	116
3.4.2. Objetivos	116
3.4.2.1. General	116
3.4.2.2. Específicos	117
3.4.3. Metas esperadas	117
3.4.4. Metodología	117
3.4.4.1. Materiales y equipo	117
3.4.4.2. Fase de campo	117
3.4.4.3. Fase de gabinete	118
3.4.5. Resultados y discusión	123
3.4.6. Conclusiones	124
3.4.7. Recomendaciones	125



3.4.8. Bibliografía.....	
3.4.9. Apéndice.....	127



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1	Mapa de ubicación de la Escuela Nacional Central de Agricultura.4
Figura 2	Estructura organizacional de la Escuela Nacional Central de Agricultura.....8
Figura 3	Mapa de ubicación Consulado Oriente.35
Figura 4	Producto comercial biológico utilizado Vista Isaria 2SC.36
Figura 5	Producto comercial biológico utilizado Faisenonema 8 WP37
Figura 6	Producto comercial biológico utilizado Thyme Guard.....39
Figura 7	Croquis de campo del experimento.47
Figura 8	Desinfección del suelo.....48
Figura 9	Desinfección de la malla antivirus.50
Figura 10	Preparación del terreno52
Figura 11	Aplicación de mulch metálico sobre los surcos.....52
Figura 12	Pilones utilizados en el experimento y siembra en campo.52
Figura 13	Tutoreo del cultivo de tomate.53
Figura 14	Registro de temperaturas y humedad relativa.54
Figura 15	Aplicación de tratamientos.....55
Figura 16	Muestreo en el cultivo de tomate.....56
Figura 17	Podas dirigidas al cultivo de tomate.57
Figura 18	Cosecha de los tratamientos.58
Figura 19	Porcentaje de incidencia presentada en cada estrato.58
Figura 20	Infestación de trips / planta.69
Figura 21	Rendimiento total en kilogramos.71
Figura 22	Rendimiento total en kh/ha.71
Figura 23	Rendimiento del primer corte.....73
Figura 24	Rendimiento del segundo corte.74
Figura 25	Rendimiento del tercer corte.....75



Figura 26	Relación beneficio-costos.....	
Figura 26	Resultados del análisis químico del agua	78
Figura 28	Capacitación sobre camas biológicas.	96
Figura 29	Excavación de un agujero.....	98
Figura 30	Aplicación de arcilla y sustrato a la la cama biológica.	99
Figura 31	Aplicación de grama a la la cama biológica.	99
Figura 32	Implementación de una llave de lavado.	101
Figura 33	Capacitación dirigida a trabajadores.	103
Figura 34	Recolección de datos en campo.....	108
Figura 35	Bitácora de cosecha.....	110
Figura 36	Registro de datos de cosecha.	111
Figura 37	Base de datos registrada en Excel.....	111
Figura 38	Ingresos mensuales.....	112
Figura 39	Recuento y clasificación de plaguicidas.....	119
Figura 40	Bitácora de control fitosanitario.	121
Figura 41A	Listado de asistencia a capacitación sobre camas biológicas.....	145



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
Tabla 1	Determinación de problemas área de Consulado Oriente.....	9
Tabla 2	Matriz de priorización de problemas.....	10
Tabla 3	Clasificación taxonómica del tomate.	23
Tabla 4	Descripción de los tratamientos.	45
Tabla 5	Descripción de los tratamientos y porcentaje de incidencia de trips.....	61
Tabla 6	Análisis de varianza (SC Tipo III) incidencia.....	61
Tabla 7	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para la incidencia.....	84
Tabla 8	Prueba múltiple de medias de Duncan.	62
Tabla 9	Porcentaje de incidencia de trips de cada estrato.	64
Tabla 10	Análisis de varianza (SC Tipo III) incidencia entre estratos muestreados.	65
Tabla 11	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para la incidencia por estratos.....	65
Tabla 12	Prueba múltiple de medias de Duncan para la incidencia por estratos.	66
Tabla 13	Análisis de varianza (SC Tipo III) incidencia estrato alto.....	62
Tabla 14	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para el estrato alto.	62
Tabla 15	Prueba múltiple de medias de Duncan para la incidencia en el estrato alto.....	62
Tabla 16	Análisis de varianza (SC Tipo III) cantidad de trips por planta.....	67
Tabla 17	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para el promedio de trips / planta.....	69
Tabla 18	Prueba múltiple de medias de Duncan para el promedio de trips / planta.	69
Tabla 19	Análisis de varianza (SC Tipo III) rendimiento total.....	71
Tabla 20	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para el rendimiento total.	71
Tabla 21	Prueba múltiple de medias de Duncan para el rendimiento total.	72
Tabla 22	Determinación de los costos y beneficios.....	78
Tabla 23	Rentabilidad de los tratamientos.....	80
Tabla 24	Datos para el cálculo del tamaño de una cama biológica.	97
Tabla 25	Recuento de plaguicidas agrícolas.....	123



LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
>	Mayor que
°C	Grados centígrados
C/B	Costo / beneficio
CB	Control biológico
CV	Coefficiente de variación
EPP	Equipo de protección personal
GRSV	Groundnut ringspot virus
gl	Grados de libertad
HR	High Resistance (alta resistencia)
%	Porcentaje
Kg/ha	Kilogramo por hectárea.
L/ha	Litro por hectárea
L1	Instar larval 1
L2	Instar larval 2
MIP	Manejo integrado de plagas
mm	milímetros
M3	Metros cúbicos
N	muestra
pH	Potencial de hidrógeno
PS	Polvo soluble
PVC	Cloruro de polivinilo



Q	Quetzales
R2	R-cuadrado
R2Aj	R-cuadrado ajustado
RDUO	Residuo
SC	Suspensión concentrada (química)
SC	Suma de los cuadrados (estadística)
ToMV	Tomato mosaic virus (virus del mosaico de tomate)
TSWV	Tomato spotted wilt virus (virus de tomate bronceado)
UFC	Unidad formadora de colonias en un líquido
VAC	Valor actual de los costos
VAI	Valor actual de los beneficios
VTo	Volumen total



GLOSARIO

Conidios	Esporas de origen asexual, no flageladas, formadas en el ápice o lados de una célula esporógena (conidiógena) carente de pared esporangial.
Control biológico	Supone la producción y suelta en masa de enemigos naturales, como parasitoides y depredadores, para combatir a los insectos causantes de plagas de manera respetuosa con el medio ambiente.
ENCA	Escuela Nacional Central de Agricultura.
Esporas	Son estructuras que contiene el material genético de la bacteria y que resisten largos periodos sin agua ni nutrimentos, en condiciones de calor o frío extremo.
FASAGUA	Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala.
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
Hongos entomopatógenos	Grupo de microorganismos filogenéticamente diverso, heterotróficos, eucariontes, unicelulares o hifales (filamentosos), que presentan reproducción por esporas sexuales, asexuales o ambas.
Híbrido	Es el resultado del cruce entre dos o más variedades de plantas genéticamente diferentes.
Incidencia	Número de nuevos casos de una enfermedad o evento que se diagnostica en una población específica durante un periodo de tiempo determinado.



Micelio	Es la estructura vegetativa o cuerpo principal de los hongos, similar a las raíces de las plantas. Está compuesto por una red de filamentos llamados hifas, que se ramifican y se entrelazan, absorbiendo nutrientes y formando la base de la estructura del hongo.
Modo de acción	Proceso bioquímico, por el cual un plaguicida perturba la biología normal de la plaga que resulta finalmente en su muerte. Normalmente éste es un punto objetivo de enlace o un proceso clave biológico.
Ovoide	Que tiene forma de huevo.
Prueba múltiple de medias	Conocida como comparación múltiple, es un conjunto de pruebas estadísticas que se utilizan para determinar cuáles de las medias de varios grupos son significativamente diferentes después de que una prueba ANOVA ha revelado diferencias entre los grupos.
Pulverizar	Convertir en polvo.
Unidad formadora de colonias	Indicador de la cantidad de microorganismos vivos en un líquido. Este valor, determinado por el número de colonias individuales, describe el número de células de un organismo en el agua. Estos pueden ser bacterias u hongos que viven y se multiplican en el agua.
Trips	Insectos pertenecientes a la familia thripidae, forman un conjunto de especies plaga entre las que destacan los géneros <i>Frankliniella</i> , <i>Thrips</i> y <i>Scirtothrips</i> . Estas pequeñas criaturas constituyen un desafío para la agricultura al ser capaces de alimentarse de una amplia gama de plantas, abarcando desde ornamentales hasta hortalizas y frutas.



Vademécum

Compendio exhaustivo de medicamentos que proporciona información detallada sobre los principios activos, indicaciones, dosis, efectos secundarios y contraindicaciones de fármacos.



RESUMEN

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado, se realizaron actividades que incluyeron, en primera instancia la elaboración de un diagnóstico; el establecimiento y desarrollo de una investigación de carácter científico; y la elaboración de servicios profesionales realizados para la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

El diagnóstico fue enfocado en la búsqueda e identificación de diversas problemáticas a nivel agrícola que estuviesen afectando a la institución y sobre las cuales se trabajaron, tanto los servicios profesionales, como la investigación. Lo anterior, con el fin de contribuir de manera positiva al avance y crecimiento de la institución.

Por otro lado, la investigación consistió en la evaluación de dos hongos entomopatógenos y un extracto vegetal para el control biológico de trips (*Frankliniella occidentalis* P.) en el cultivo de tomate. Los hongos entomopatógenos utilizados fueron *Isaria fumosorosea* y *Purpureocillium lilacinum*. El extracto vegetal utilizado estuvo compuesto de tomillo (*Thymus vulgaris* L.). Como variables respuesta se evaluaron el nivel de incidencia de trips, el rendimiento y la rentabilidad de cada tratamiento.

El tratamiento que obtuvo mejores resultados en todas las variables respuesta fue el número 2, en el cual se utilizó el extracto vegetal a base de tomillo, demostrando que, sí hay una diferencia, desde el punto de vista estadístico, en la dinámica poblacional de la plaga al aplicar cada uno de los tratamientos.

Durante la realización del primer servicio se brindó, en primera instancia, asesoría y capacitación técnica sobre camas biológicas, donde se abordaron puntos relevantes como: importancia, usos, elaboración y mantenimiento. Posteriormente se estableció una cama biológica, con el propósito de que los conocimientos adquiridos por los trabajadores fuesen puestos en práctica.

Durante el segundo servicio se llevó a cabo el establecimiento y gestión de un sistema de registro para el control y monitoreo de labores agrícolas, vinculado a la etapa de cosecha. Acción fundamental para el registro sistemático y detallado de la producción hortícola en el área de Consulado Oriente. A través de una bitácora, se pudieron obtener datos diarios precisos sobre la cantidad de producto cosechado, lo que permitió llevar un control riguroso de la producción en tiempo real. Además, se registraron los ingresos generados a partir de la venta de las hortalizas,



facilitando un seguimiento financiero directo sobre las ganancias producidas en cada ciclo de cultivo.

El tercer servicio consistió en la implementación y gestión técnica de un kardex de plaguicidas agrícolas y registro sistematizado de aplicaciones fitosanitarias. Por lo que se realizó un recuento de todos los plaguicidas almacenados en bodega. Así también, se implementó el registro de las aplicaciones fitosanitarias realizadas. Durante el desarrollo de esta actividad, se recopilaron y documentaron diariamente datos precisos obtenidos en campo, tales como las fechas de aplicación, dosis empleadas, condiciones climáticas, tipos de plagas o enfermedades presentes, y cualquier observación relevante relacionada con el manejo fitosanitario.



CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DEL ÁREA CONSULADO ORIENTE, PERTENECIENTE A LA ESCUELA
NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA, -ENCA-.**



1.1. PRESENTACIÓN

La Escuela Nacional Central de Agricultura es una entidad rectora en la educación media en el ámbito agropecuario, forestal y agroindustrial en Guatemala. Se dedica a educar a nuevas generaciones con valores institucionales para contribuir al desarrollo del país. Dentro de sus objetivos se encuentra alcanzar altos niveles de competitividad, a través de la investigación aplicada al departamento de producción, con el fin de lograr un desempeño y desarrollo integral ligado a la academia.

La ENCA se encuentra dividida en cinco coordinaciones: Coordinación Académica, Coordinación de Producción, Coordinación de Vida Estudiantil, Coordinación de Centro de Estudios Nacionales Agropecuarios y Forestales, y Coordinación Administrativa Financiera. Dentro de los cultivos más importantes que se producen en el lugar, se encuentran las flores, árboles frutales, plantas forestales y principalmente hortalizas.

Dentro de la problemática directa identificada, destaca la falta de monitoreos constantes y la ausencia de monitoreos en campo para la detección y seguimiento de plagas de importancia económica, siendo los trips uno de los principales organismos nocivos presentes. Esta problemática limita la toma de decisiones oportuna y efectiva en el manejo fitosanitario. Asimismo, se evidenció la necesidad urgente de estandarizar procesos de control de plagas, con el objetivo de mejorar la eficiencia de las prácticas realizadas y asegurar producciones de alta calidad.

Entre los factores que inciden negativamente en la productividad se encuentran la escasa rotación de cultivos, el uso repetitivo y no planificado de productos químicos — lo cual favorece la resistencia de las plagas — y la falta de registros adecuados sobre las actividades de manejo realizadas en campo. A esto se suman condiciones estructurales deficientes en los invernaderos, como roturas en el plástico, inadecuada ventilación o filtraciones que contribuyen a un ambiente propicio para el desarrollo de plagas y enfermedades, afectando directamente la salud y rendimiento de los cultivos.



1.2. MARCO REFERENCIAL

1.2.1. Historia de la ENCA

La Escuela Nacional Central de Agricultura-ENCA- es una institución estatal autónoma y dentro del mismo ámbito educativo, es rectora de la formación media agrícola y forestal de Guatemala. Su sede está ubicada en la zona central del país, en la finca Bárcenas, Municipio de Villa Nueva, Departamento de Guatemala.

Según datos históricos de la Escuela Nacional Central de Agricultura:

Desde su creación en 1921, la ENCA ha contribuido al desarrollo agrícola de nuestro país, incorporando a la sociedad técnicos con excelencia académica y conocimientos prácticos en las ciencias agropecuarias y forestales.

La ENCA logró su autonomía en 1986, y en la década de los 90's se estableció un sistema legal y una renovación institucional que la preparó para afrontar los retos en materia educativa agropecuaria y forestal, que generó la apertura para insertarse a la globalización de las economías. Logrando alcanzar en el año 2011 la excelencia académica al recibir la Orden del Quetzal en el grado de Gran Cruz.

Actualmente ENCA focaliza su esfuerzo institucional hacia la formación tecnológica y humana, bajo un intenso y riguroso programa de estudios, dirigido a jóvenes hombres y mujeres que demuestran amor a la tierra y a lo que producen. Otro enfoque importante que la ENCA visualiza en la formación de sus educandos, es el desarrollo integral humano (ENCA, 2025).

El artículo 79 de la Constitución Política de la República de Guatemala, decretada el día 31 de mayo de 1985, establece la creación de la Escuela Nacional Central de Agricultura, para desarrollar planes de estudio agropecuario y forestal, a nivel de enseñanza media, con carácter de entidad descentralizada y autónoma, con personalidad jurídica y patrimonio propio, declarando de interés nacional el estudio, aprendizaje, explotación, comercialización e industrialización agropecuaria (Ley Orgánica de la ENCA, 2006).

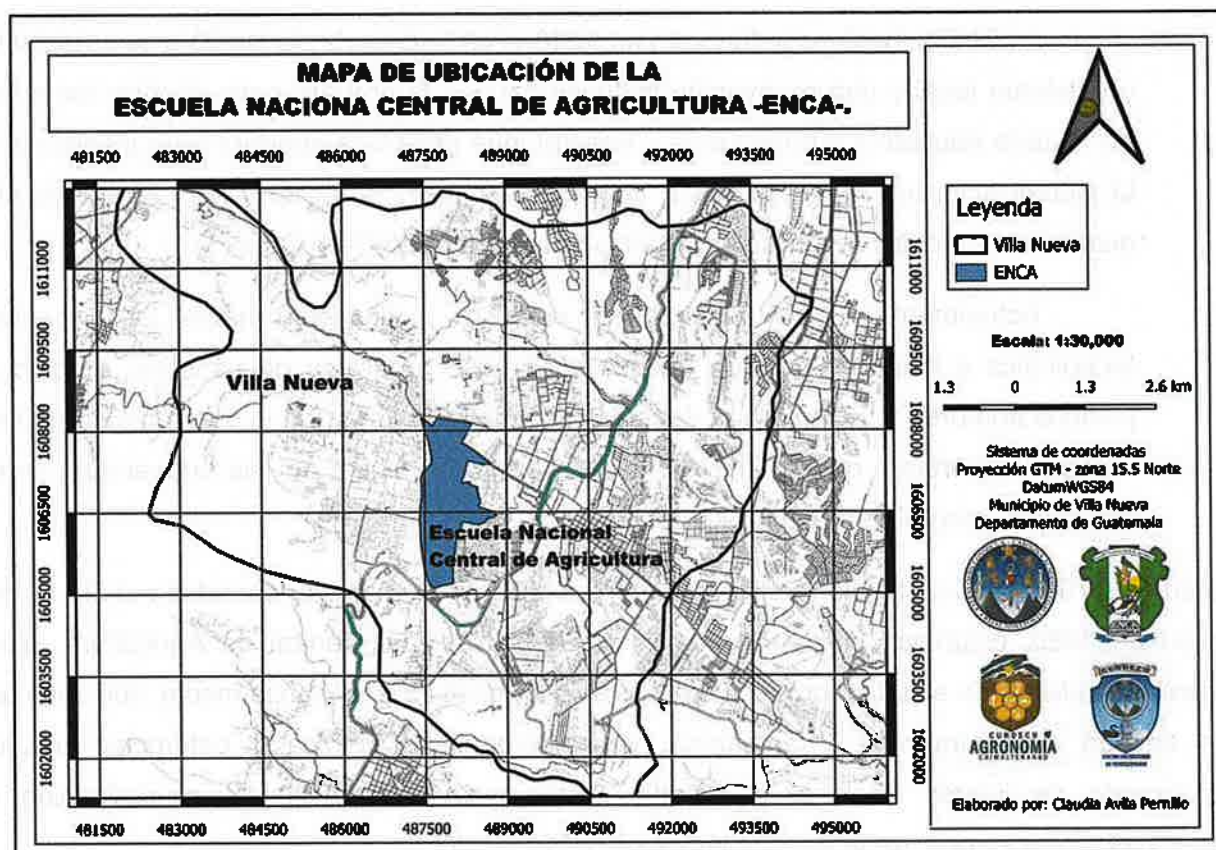
1.2.2. Ubicación geográfica

La Escuela Nacional Central de Agricultura – ENCA– está localizada en la Aldea Bárcena, en la región Sur del departamento de Guatemala, en el Km 17.5 Finca Bárcena, Villa Nueva. En las coordenadas geográficas 14°32'18" N 90°36'46" O (ENCA, 2025).

La aldea Bárcenas se encuentra a una distancia de 19.5 kilómetros de la ciudad capital, y a 2 1/2 kilómetros al noroeste de la cabecera municipal en la ribera norte del río Platanitos y la nueva carretera que une Antigua Guatemala con Amatitlán; a 1,490 metros msnm, latitud 14° 32' 45", longitud 90° 37' 20". 28 "Antiguo caserío, fue elevado a categoría de aldea por acuerdo gubernamental del 11 de diciembre de 1,969. Comprendía los caseríos de San Rafael, Nájera, y Najerita". La mayoría de su población indígena proveniente de los Departamentos de Sacatepéquez, Palín, San Miguel Petapa y grupos mestizos provenientes de toda Guatemala. Su feria titular es el 08 de diciembre, en honor a la Virgen de Concepción (Municipalidad de Villa Nueva, 2025).

Figura 1

Mapa de ubicación de la Escuela Nacional Central de Agricultura



Nota: La figura 1 representa el mapa de ubicación de la Escuela Nacional Central de Agricultura, ubicado en el Municipio de Villa Nueva, perteneciente al Departamento de Guatemala. Mapa realizado con Qgis, 2025.



1.2.3. Límites

- Norte: Límite con el municipio de Guatemala, Km. 07 carretera internacional al pacífico CA-9 (37 calle de la zona 12 de Villa Nueva).
- Oriente: Límite con el municipio de San Miguel Petapa, Km. 20 carretera que de Villa Nueva conduce a San Miguel Petapa, identificada como carretera 2N.
- Sur: Límite con el municipio de Amatitlán, Km. 25.2 carretera internacional al pacífico CA-9.
- Poniente: Límite con el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Km. 28 carretera que de Villa Nueva conduce a Santa Lucía Milpas Altas (Municipalidad de Villa Nueva, 2025).

1.2.4. Extensión territorial

Área aproximada según estadística es de 114 Km² y conforme estimación del Instituto Geográfico Nacional "IGN", el 97 % de su extensión está dentro de la cuenca del lago de Amatitlán (Municipalidad de Villa Nueva, 2025).

1.2.5. Clima

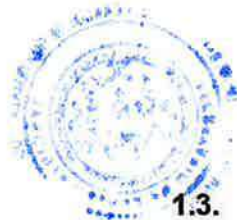
El clima en el Municipio de Villa Nueva es considerado templado, alcanzando durante todo el año, temperaturas máximas de 28°C y mínimas de 12°C. Precipitación pluvial anual: 1000 a 2000 milímetros (Dirección de Información Geográfica, 2022).

1.2.6. Fisiografía

Tierras altas cristalinas, al Norte, abarcan aproximadamente 55% de la región. Tierras altas volcánicas en la parte central, ocupan aproximadamente 36% y pendiente volcánica reciente, hacia el sur 9%. En las tierras cristalinas dominan las serpentinas, gneises metamórficos y en pequeñas áreas aparece material plutónico, principalmente granito (Patzán, 2011).

1.2.7. Población

La población territorial de Villa Nueva, Guatemala, alcanzó los 618,397 habitantes según el Censo de 2018, lo que la convierte en la segunda ciudad más poblada del departamento de Guatemala después de la Ciudad de Guatemala (INE, 2018).



1.3. OBJETIVOS

1.3.1. General

- Conocer la situación actual en la Escuela Nacional Central de Agricultura, a través de un diagnóstico.

1.3.2. Específicos

- Identificar los principales problemas dentro del Consulado Oriente / Área de Producción.
- Identificar los principales problemas que afectan el manejo agronómico y rendimiento de los cultivos.
- Analizar las problemáticas encontradas y establecer un plan de trabajo que contribuya a la mejora de estas.



1.4. METODOLOGÍA Y RECURSOS

1.4.1. Fase de gabinete

En esta fase se recolectó información pública, acerca del área en la que se encuentra la Escuela de Agricultura, como la ubicación geográfica, caracterización socioeconómica del municipio, actividades económicas, caracterización biofísica, flora y fauna, etc. Así también se utilizaron dispositivos con acceso a internet y recursos bibliográficos para la obtención de información.

1.4.2. Fase de campo

1.4.2.1. Observación

Durante esta etapa se realizaron reconocimientos dentro del Área de Producción, en los cuales se detectaron varios problemas de manera visual, que posteriormente fueron confirmadas a través de las entrevistas personales dirigidas hacia los trabajadores del área.

1.4.2.2. Entrevistas personales

Las entrevistas personales fueron aplicadas a personas de distintos cargos dentro del área de producción, los cuales manifestaron su opinión sobre algunas problemáticas, derivadas de la situación actual de su área y cargo dentro del Área de Producción de la ENCA.

1.4.2.3. Análisis y sistematización de resultados

Con el propósito de llevar a cabo un análisis integral y sistematización de los resultados, se realizó la elaboración de una matriz de problemas. Esta metodología permitió identificar, clasificar y jerarquizar las principales problemáticas detectadas en el Área de Consulado Oriente de la ENCA. A través de este proceso, fue posible determinar cuáles de estas situaciones tienen un impacto más significativo y una incidencia directa en el desempeño y funcionamiento del área, lo que facilita la toma de decisiones estratégicas orientadas a la mejora continua y a la optimización de los recursos disponibles.



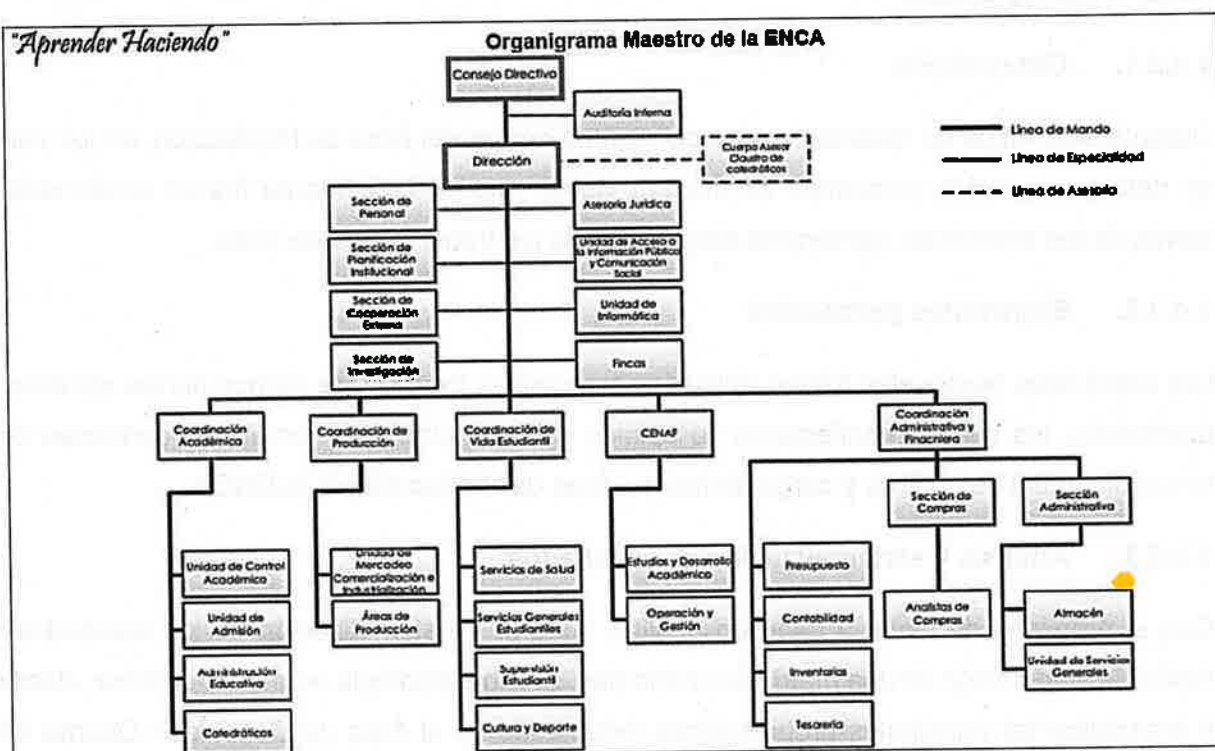
1.5 RESULTADOS

El diagnóstico fue realizado en Consulado Oriente, subárea que pertenece al área de Producción, en el lugar se cuenta con 18 estructuras de protección (14 mega túneles y 4 invernaderos).

1.5.1. Estructura organizacional de la ENCA

Figura 2

Estructura organizacional de la Escuela Nacional Central de Agricultura



Nota. Organigrama maestro de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-. Tomado del Plan Estratégico Institucional de la ENCA 2022-2031, pág. 10. <https://www.enca.edu.gt/wp-content/uploads/2023/06/PLAN-ESTRATEGICO-ENCA-2022-2031.pdf>

1.5.2. Determinación de problemáticas

Para el análisis de la información se utilizó una matriz de problemas, la cual ayudó a definir el orden de problemas de tipo agrícola, considerando su nivel de importancia. Lo anterior, con el fin de establecer un tema de investigación y servicios a realizar.



Tabla 1

Determinación de problemáticas en el área de Consulado Oriente

No.	PROBLEMÁTICA
1	No hay camas biológicas en el área
2	Falta registros de actividades agrícolas
3	Contaminación en el área
4	Invernaderos y macrotúneles en mal estado
5	Demasiada maleza en cerca de los invernaderos y macrotúneles
6	Problemas constantes con el riego
7	Falta de EPP en la aplicación de plaguicidas
8	Cultivos infestados de trips
9	No hay un mapa que defina el Área de Consulado Oriente

Nota. La tabla muestra una lista detallada de las problemáticas identificadas dentro del Área de Consulado Oriente. Estas problemáticas fueron determinadas a partir de un proceso de recolección y análisis de información, el cual incluyó tanto fuentes primarias como secundarias. La sistematización de esta información permitió establecer un diagnóstico preliminar sobre las condiciones actuales del área, sirviendo como base para la matriz de problemas y la propuesta de estrategias de mejora. Realizado con Microsoft Word, 2024.

Tabla 2

Matriz de priorización de problemas

PROBLEMA	Pérdidas económicas (1-10)	Daños al ambiente (1-10)	Personas afectadas por el problema (1-10)	Prioridad Sumatoria
No hay camas biológicas en el área	5	10	7	22
Falta registros de actividades agrícolas	5	7	10	22
Contaminación en el área	0	7	10	17
Invernaderos y macro túneles en mal estado	7	3	4	14
Demasiada maleza en cerca de los invernaderos y macro túneles	6	4	8	18
Problemas constantes con el riego	5	5	8	18
Falta de EPP en la aplicación de plaguicidas	0	2	8	10
Cultivos infestados de trips	10	6	10	26
No hay un mapa que defina el área de Consulado Oriente	1	0	1	2

Nota. La tabla muestra el resultado de la matriz de problemas encontrados en el área de Consulado Oriente, en donde las problemáticas con mayor afección al personal humano, al



ambiente y al ámbito económico, mostraron una sumatoria con resultado mayor. Realizado con Microsoft Word, 2024.

1.5.3. Problemas priorizados de acuerdo a la tabla 2

- A. Cultivos infestados de trips.
- B. Falta de camas biológicas en el área.
- C. Falta de registro de actividades agrícolas
- D. Demasiada maleza en cerca de los invernaderos y macro túneles.
- E. Problemas constantes con el riego
- F. Contaminación en el área
- G. Invernaderos y macro túneles en mal estado
- H. Falta de EPP en la aplicación de plaguicidas
- I. No hay un mapa del área de Consulado Oriente

1.5.4. Descripción de la problemática

a) Cultivos infestados de trips.

Dentro del área de Consulado Oriente, perteneciente al área de producción, se cultivan cuatro principales hortalizas; siendo estas, tomate, chile pimiento, chile jalapeño y pepino. Dichos cultivos normalmente se ven seriamente afectados por la plaga de trips, lo que ocasiona no solo daños al cultivo, sino también disminución en la producción.

b) Falta de camas biológicas en el área.

En el área de Consulado Oriente anteriormente había varias camas biológicas, las cuales eran utilizadas con el fin de reducir la contaminación del agua y el suelo derivado de las aplicaciones fitosanitarias, pero debido a la falta de mantenimiento fueron discontinuadas, por lo que su implementación en el área es de gran importancia para reducir el impacto ambiental.



c) Falta de registro de actividades agrícolas

Durante el desarrollo del diagnóstico, fue evidente la falta de control y registro de datos de actividades agrícolas dentro del área, ya que no existían bitácoras que rectificaran actividades como riego, cosecha, fertilización, aplicaciones fitosanitarias, entradas y salidas de bodega, y desperdicios de cada mega túnel o invernadero.

d) Demasiada maleza cerca de los invernaderos y macro túneles.

En casi todos los alrededores de los invernaderos y mega túneles se pudo observar malezas de gran densidad, lo cual representa una problemática pues pueden funcionar como plantas hospederas a diversas plagas.

e) Problemas constantes con el Riego

Los problemas que involucran el riego en el área de Consulado Oriente, normalmente son derivados de fallas técnicas y falta de mantenimiento de la bomba principal, lo cual representa para los agricultores dificultades a la hora brindarles a los cultivos el riego que estos necesitan.

f) Contaminación en el área

En el área se detectaron dos puntos de contaminación, los cuales eran acumulaciones de basura, que iba desde desechos orgánicos, hasta insumos agrícolas como mangueras de riego, mulch, etc.

g) Invernaderos y macro túneles en mal estado

Algunos invernaderos y mega túneles cuentan con agujeros por donde pueden ingresar libremente las plagas y como resultado también los cultivos en el interior, pueden estar sujetos a cambios e inestabilidad respecto a factores como temperatura, humedad, inundaciones, etc.

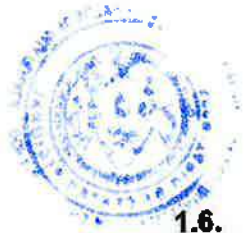
h) Falta de EPP en la aplicación de plaguicidas

Los trabajadores usualmente, suelen evitar el uso de trajes de protección personal al momento de realizar aplicaciones fitosanitarias, el EPP es esencial ya que los protege de riesgos o en dado caso reduce la gravedad de alguna lesión derivada de las aplicaciones en campo.



i) No hay un mapa del área Consulado Oriente

No se cuenta con un mapa específico del área Consulado Oriente, que delimite y defina la cantidad de área utilizada y sin utilizar, que ayude a orientar, planificar y sobre todo a explotar de mejor manera el área disponible.



1.6. CONCLUSIONES

- Con base en los métodos de diagnóstico y análisis aplicados se identificó que las problemáticas que limitan las actividades y el funcionamiento en general del área Consulado Oriente, corresponden, en primer lugar, a deficiencias estructurales significativas en invernaderos y macrotúneles, las cuales afectan el control de variables microclimáticas esenciales para el desarrollo fisiológico de los cultivos.

En segundo lugar, se identificó la carencia de camas biológicas, elemento indispensable para la disposición segura y ambientalmente responsable de residuos químicos generados durante las aplicaciones fitosanitarias, lo cual representaba un riesgo tanto para la salud de los trabajadores como para el entorno agrícola.

Además, se constató la ausencia de un sistema de registro de las labores agrícolas, lo que hacía difícil la trazabilidad de prácticas de manejo y la toma de decisiones técnicas basadas en evidencias. Finalmente, se observó un grado considerable de contaminación ambiental y una alta incidencia de plagas.

- Se determinó que los principales factores que inciden negativamente en el potencial productivo y el manejo agronómico de los cultivos dentro del área eran las plagas y enfermedades. En particular, se evidenció alta incidencia de trips, lo que comprometía la sanidad vegetal, facilitando la transmisión de enfermedades y disminuyendo la calidad del producto hortícola final. Esta situación reflejó la necesidad urgente priorizar métodos sostenibles como el uso de agentes de control biológico, monitoreo permanente de plagas y la aplicación oportuna de medidas preventivas.
- A partir del diagnóstico desarrollado, se procedió a la elaboración de un plan de servicios y un trabajo de investigación enfocado a dar respuesta a las problemáticas detectadas en el área de Consulado Oriente. Este plan integró diversas propuestas de mejora orientadas a la solución de los factores críticos que inciden en el rendimiento productivo y operativo del área. Las acciones planteadas buscaron fortalecer y optimizar el manejo agronómico, mejorar los procesos de registro técnico y promover prácticas sostenibles que favorecieran, tanto la eficiencia del sistema de producción como la conservación del entorno agrícola.



1.7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar medidas de control de plagas que sean amigables con el medio ambiente, con el propósito de reducir el impacto ambiental causado por el uso excesivo de plaguicidas agrícolas dentro del área.
- Para fines agrícolas, se recomienda implementar estructuras que permitan degradar a nivel microbiológico los residuos de las aplicaciones fitosanitarias realizadas diariamente, como lo son las camas biológicas o biodeps.
- Instruir a los trabajadores sobre el uso de camas biológicas y el uso de equipo de protección personal durante las actividades diarias.
- Para lograr una mejor organización y planificación, se recomienda establecer un registro de datos de todas las actividades agrícolas y todos los cultivos establecidos.



1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Dirección de Información Geográfica (2022). *Estrategia y gestión de riesgos - Descripción general de condiciones biofísicas y productivas del municipio de Villa Nueva*, Departamento de Guatemala.
2. Escuela Nacional Central de Agricultura (19 de marzo de 2025). *Ubicación geográfica de la ENCA* <https://www.enca.edu.gt/historia/>
3. Escuela Nacional Central de Agricultura (19 de marzo de 2025). *Historia de la ENCA*. Recuperado de: <https://www.enca.edu.gt/historia/>
4. Escuela Nacional Central de Agricultura (19 de marzo de 2025). *Plan Estratégico Institucional de la ENCA 2022-2031*, pág. 10. <https://www.enca.edu.gt/wp-content/uploads/2023/06/PLAN-ESTRATEGICO-ENCA-2022-2031.pdf>
5. Instituto Nacional de Estadística (2018). *Resultados Censo 2018 Guatemala*. Recuperado de: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2021/11/19/202111192139096rGNQ5SfAlepmPGfYTovW9MF6X2turyT.pdf>
6. Ley Orgánica de la ENCA (2006). Decreto No. 51- Decreto No. 51-86. Congreso de la República Congreso de la República. https://www.enca.edu.gt/wp-content/uploads/2023/06/LEY_ORGANICA_ENCA_2006-original.pdf
7. Municipalidad de Villa nueva (10 de abril de 2025). *Ubicación geográfica*. <https://www.villanueva.gob.gt/ubicacion-geografica-de-villa-nueva-guatemala/>
8. Walter Oswaldo Ovalle Patzán (2011). *Centro de Capacitación, Producción y Comercialización Comunitaria, Villa Nueva, Guatemala*. Trabajo de graduación, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala.



CAPÍTULO II

“EVALUACIÓN DE DOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS Y UN EXTRACTO VEGETAL PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis* P.), EN EL CULTIVO DE TOMATE; BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA”.

EVALUATION OF TWO ENTOMOPATHOGENOUS FUNGI AND AN VEGETABLE EXTRACT FOR BIOLOGICAL CONTROL OF THRIPS (*Frankliniella occidentalis* P.) IN TOMATO CROP; BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA”.



2.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la Escuela Nacional Central de Agricultura produce gran cantidad de hortalizas, entre ellas el tomate, el cual, según la FAO, es uno de los cultivos hortícolas más importantes a nivel mundial. Para el año 2022, el tomate fue la hortaliza más producida a nivel mundial, con aproximadamente 186 millones de toneladas métricas.

Dentro de la ENCA, la producción de tomate esta principalmente destinada para el consumo dentro de la institución y otra parte para el comercio. Por esta razón, la demanda de tomate de buena calidad en el área de Consulado Oriente es alta.

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, la Escuela Nacional Central de Agricultura produce semanalmente un promedio de dos mil libras de tomate, siendo esta hortaliza una de las más importantes en términos de producción dentro de la institución.

Desde tiempos remotos, el ser humano ha tenido la necesidad de combatir plagas que afectan a cultivos utilizando sustancias capaces de erradicarlas o controlarlas. En la ENCA, el control de la plaga de trips ha representado un desafío constante para los productores, ya que, por la naturaleza del insecto, su alta tasa de reproducción, y sus hábitos alimenticios, el control de esta plaga ha resultado particularmente complicado.

Por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo principal, evaluar dos hongos entomopatógenos (*Isaria fumosorosea* y *Purpureocillium lilacinum*) y un extracto vegetal a base de tomillo (*Thymus vulgaris* L.), para el control biológico de trips (*Frankliniella occidentalis* P.) en el cultivo de tomate. Las variables de respuesta establecidas fueron el nivel de incidencia de trips, el rendimiento y la rentabilidad de cada tratamiento.

Los resultados demostraron que el tratamiento en el cual se utilizó el aceite de tomillo logró reducir con mayor eficacia la incidencia de trips en el cultivo de tomate. Además, este tratamiento obtuvo mayor rendimiento y, por ende, mayor rentabilidad. Esto evidenció, desde el punto de vista estadístico, que existió una diferencia significativa en la dinámica poblacional de la plaga al aplicar cada uno de los tratamientos.



2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

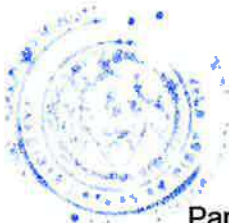
Actualmente, a nivel mundial, los trips forman parte de los insectos plaga con mayores índices de daños económicos y de productividad en distintos cultivos hortícolas, principalmente en tomate. Childers & Achor (1995) afirman que una de las principales causas del elevado daño que causa esta plaga en el cultivo de tomate se deriva de que es capaz de afectar a la planta durante todo el ciclo fenológico del cultivo y desde los primeros instares larvales del insecto.

Dentro del ámbito nacional, en la ENCA, la presencia de trips en el cultivo de tomate, es uno de los principales problemas que se enfrentan a la hora de cultivar dicha hortaliza, pues a lo largo de los años, se han utilizado únicamente métodos de control químico para controlar esta plaga, generando resistencias a moléculas químicas, mermas productivas e incrementos en los gastos de producción.

Según FASAGUA (2012) los métodos de control químico presentan gran dificultad para controlar trips debido al comportamiento de estos, pues normalmente se encuentran refugiados en las flores y el envés de las hojas del cultivo de tomate. Además, es un insecto que adquiere fácilmente resistencia a cualquier insecticida destinado para su control.

El tomate es uno de los cultivos más susceptibles a ataques de insectos que son vectores de virus, como, por ejemplo: el virus TSWV, que por sus siglas en inglés hace referencia a virus del tomate bronceado. Según Porres et al., (2014) en tomate el síntoma más típico y que le da nombre es la aparición de una tonalidad bronceada y anillada sobre las hojas jóvenes y los frutos, seguido de la detención del crecimiento. Si la infección es temprana, las plántulas mueren. Su transmisión se realiza por tisanópteros de manera persistente, circulativa y propagativa. Dentro de las especies de trips, se citan *F. occidentalis*, *F. schultzei*, *F. fusca*, *T. tabaci*, sin embargo, se tiene antecedentes que, en España *F. occidentalis* se ha mostrado como el único transmisor eficiente.

El ciclo de vida de los trips (*F. occidentalis*) depende de la temperatura, en temperaturas altas los ciclos de vida se acortan. Esta plaga posee gran rapidez de desarrollo, de tal manera que, a una temperatura de 25°C, siendo este promedio en Guatemala, el tiempo transcurrido en completar un ciclo es de 13 a 15 días. Con temperaturas mayores a 16°C, las hembras tardan entre 1 a 3 días en iniciar la oviposición (FASAGUA, 2012).



Para el efecto, es necesario aumentar la gama de estrategias de control y manejo de poblaciones de tisanópteros de maneras que sean sostenibles y logren reducir el uso de plaguicidas, siendo estas respetuosas con el medio ambiente.



2.3. JUSTIFICACIÓN

El fin principal de esta investigación, fue la búsqueda de una o varias alternativas de control biológico de trips que no generara un alto impacto ambiental, que produjera beneficios económicos y que, a su vez, el producto hortícola que se produjera fuese inocuo para el consumo humano. Esto, ya que preservar la inocuidad de los alimentos, no solo implica producir alimentos nutritivos, sino también que no sean perjudiciales para la salud; pues los productos hortícolas no deben contener residuos químicos en cantidades superiores a las que podrían considerarse nocivos para el consumo humano.

Según FASAGUA (2019) los trips no causan el 100% de las pérdidas, pero sí disminuyen la producción entre el 50 al 70%, dependiendo del lugar. En Guatemala, la presencia de la plaga ha obligado a que muchos productores de tomate y pimiento dulce pasaran a cultivar en estructuras protegidas, como mallas o invernaderos agrícolas, pero el insecto es tan pequeño que accede al cultivo.

La importancia de esta y otras investigaciones futuras radican en la generación de alternativas que sean sostenibles ambientalmente, pues evidentemente el control biológico de plagas es una alternativa que, no sólo disminuye la cantidad de pesticidas químicos utilizados en los cultivos, sino también asegura el cuidado del medio ambiente, la seguridad de los trabajadores y también la seguridad de los consumidores, dentro y fuera de la ENCA.

Con esta investigación, se buscó demostrar que, si hay una diferencia en la dinámica poblacional de los trips al aplicar cada tratamiento y que al haber menor cantidad de trips en el cultivo, se obtiene un mejor desarrollo de las plantas de tomate, lo cual es directamente proporcional al incremento del rendimiento, logrando así un equilibrio entre un manejo agrícola eficiente y un bajo impacto ambiental.



2.4. MARCO TEÓRICO

2.5. Marco conceptual

2.5.1. El tomate

El tomate pertenece a la familia de las Solanáceas, incluye alrededor de 75 géneros y unas 2.300 especies. Es el fruto de una planta rastrera y es una de las hortalizas más extendidas y mejor adaptadas del mundo (Balado et., al 2019).

2.5.2. Origen del tomate

La planta de tomate es originaria de la región occidental de Sudamérica. Su cultivo se extendió por toda Centroamérica y el actual territorio mexicano antes de la llegada de los conquistadores españoles. Estos frutos silvestres tenían la forma de pequeñas bayas y predominaban los de color amarillo y verde en lugar del rojo actual. Los hallazgos arqueológicos de civilizaciones preincaicas del norte del Perú, permiten afirmar que estas civilizaciones ya cultivaban y consumían el tomate en variedades que no se conocen en otras partes del mundo: Peruvian Hirsutum, Chilense, entre otras variedades que todavía existen (Balado et., al 2019).

Dichos hallazgos señalan que la domesticación del tomate se produjo en dos etapas: la primera en los Andes, por selección de semillas y por auto fecundación; la segunda etapa se lleva a cabo en México, donde las civilizaciones prehispánicas maya y azteca continuaron su domesticación. Se han encontrado pruebas en México de que el tomate ya se cultivaba hacia el año 700 AC. Es probable que las civilizaciones que habitaban en los actuales territorios de México y Perú domesticaran las plantas del tomate de forma coetánea. Ambos países defienden que el cultivo del tomate es propio de sus respectivos territorios (Balado et., al 2019).



2.5.3. Clasificación taxonómica del tomate

Tabla 3

Clasificación taxonómica del tomate

Clasificación taxonómica del tomate	
Reino	Plantae
Subreino	Viridiplantae
Superdivisión	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Solanum lycopersicum</i> L.

Nota. Esta tabla muestra la clasificación taxonómica del tomate de acuerdo a las afinidades que presenta la planta. Tomado de *Tomate Manual de buenas prácticas agrícolas con enfoque de adaptación al cambio climático* (p. 28), por López et al., 2024. <https://fundecooperacion.org/wp-content/uploads/2024/11/Manual-Tomate-MAG-2024-HighQuality.pdf>. Realizado con Microsoft Word, 2024.

2.5.4. Aspectos botánicos del tomate

- La raíz:** El sistema radical del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias.
- El tallo:** El aspecto es el de un tallo principal, que crece de forma continua o determinada según la variedad, con inflorescencias interno laterales cada tres hojas.
- Las hojas:** las hojas son compuestas, de forma alargada y alterna, formadas por 7 o 9 folíolos, de bordes dentados.

- 
- 
- d. **La flor:** Las flores del tomate son perfectas, constan de 5 o más sépalos, de 5 o más pétalos y de un número igual de estambres que se sostienen en la base de los pétalos. el ovario es bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5-10mg y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y 500 gramos (Balado et., al 2019).

2.5.5. Requerimientos edáficos y climáticos del tomate

2.2.5.1. Radiación

El tomate es un cultivo no sensible a la duración del día, sin embargo, requiere de una buena iluminación, la cual será modificada según la densidad de siembra, el sistema de poda y el tutorado (Árevalo, 2004).

2.5.5.2. Temperatura

Las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo del tomate oscilan entre 15 °C a 25°C (Árevalo, 2004).

2.5.5.3. Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy altas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen no se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante el período vegetativo (Árevalo, 2004).

2.5.5.4. Suelo

Suelos de cualquier clase de textura, pero bien drenados; ricos en materia orgánica son buenos. El pH óptimo está entre 5.5 y 6.8. Las raíces del tomate, pueden alcanzar, más de 1.0 metro de profundidad (Árevalo, 2004).

2.5.5.5. Importancia Nutricional

El tomate contiene minerales y oligoelementos tales como Na, K, Ca, Mg, Cu, Mn y Zn, de los que algunos son cofactores de antioxidantes enzimáticos y otros poseen funciones biológicas dispares. Los microelementos contenidos en el tomate, al igual que otros compuestos, están influenciados por las prácticas agronómicas y por la variedad (Navarro et., al 2016).



2.5.6. Variedades de tomate comúnmente utilizadas

2.5.6.1. Retana F1

Retana F1 es un híbrido de tomate, con un tipo de crecimiento determinado, que se caracteriza por tener una excelente firmeza, alto rendimiento, buen vigor, cobertura foliar, y buen comportamiento en calor y frío. Aporta gran flexibilidad de manejo y alta productividad, produciendo hasta un 80% por ciento de fruto de primera, el rendimiento promedio es de 3,300 cajas/mz (Vilmorin & Seed Generation, s.f.).

2.5.6.1.1. Características principales del fruto

- El tipo de fruto que presenta este híbrido de tomate es saladette alargado.
- Color rojo intenso.
- Forma muy uniforme.
- Alta vida de anaquel.
- Ideal para ser transportado a largas distancias (por su firmeza).
- Resistencias a HR: ToMV, V, Fol: 1. 2, For, TSWV y IR: M (Vilmorin & Seed Generation, s.f.).

2.5.6.2. P52 F1

De acuerdo con East West Seed (s.f.) la variedad de tomate P52 F1 fue desarrollada con un fuerte enfoque en la calidad y resistencia de la fruta. El híbrido de tomate cuenta con alta resistencia a virus transmitidos por mosca blanca, combinado con una buena adaptación a otras condiciones locales y una forma, firmeza y color adecuados. Posee buen tamaño de fruta y resistencia a los nematodos sin perder resistencia a los virus, así como también líneas parentales utilizado con marcadores moleculares y características fenotípicas en el invernadero.

2.5.6.2.1. Características principales del fruto

- excelente firmeza
- alta vida de anaquel
- adaptación a condiciones climáticas variables
- El tipo de fruto que presenta este híbrido de tomate es saladette alargado.
- Resistente a virus provocado por mosca blanca (East West Seed, s.f.).



2.5.7. Plagas en el cultivo de tomate

2.5.7.1. Acaro bronceador del tomate

2.5.7.2. Daño e importancia económica

Se alimenta de las células epidérmicas de la planta provocando cambio de color y deshidratación. El daño comienza en la parte baja de la planta (tallo y hojas inferiores) que toma apariencia grasienta, luego se oscurece y adquiere el tono bronceado característico que se va extendiendo hacia la parte superior. El tallo puede agrietarse; las hojas se doblan hacia arriba y se vuelven quebradizas; los frutos afectados son ásperos y parduzcos. La planta pierde vigor y se seca. El ácaro se va diseminando a las plantas cercanas y puede afectar grandes sectores del invernadero (Cáceres, 2020).

2.5.7.3. Descripción y biología

Es muy pequeño (visible solamente con lupa), ancho en un extremo y delgado en el otro, de color blanquecino o amarillento (en ocasiones con tonalidades anaranjadas). Posee dos pares de patas en la parte anterior y largos pelos en la parte posterior del cuerpo. La hembra adulta mide aproximadamente 0,17 mm y el macho 0,15 mm.

En los estados ninfales son pequeños, claros y translúcidos. El aparato bucal es perforador succionador. Su movilidad es reducida y completa el ciclo en pocos días en primavera-verano-otoño. El desarrollo óptimo se produce a 27°C y con baja humedad (30%), condiciones en las que el ciclo se cumple en una semana. En ataques severos cuando el daño es muy visible generalmente se observan altas cantidades de ácaros por cm². Los daños son más intensos si la humedad es baja porque las plantas se secan rápidamente (Cáceres, 2020).

2.5.7.4. Arañuelas

2.5.7.5. Daño e importancia económica

Forma colonias en la cara inferior de la hoja; en ataques intensos los sectores afectados toman coloración amarillenta. En el pasado ocasionaban pérdidas severas en tomate a campo en primavera; con el cultivo en invernadero y el uso regular de insecticidas con efecto acaricida para control de polilla, las arañuelas dejaron de observarse. Pueden aparecer al final de la temporada cuando el cultivo sin pulverizar se conserva durante un tiempo muy prolongado (Cáceres, 2020).





2.5.7.6. Descripción y biología

Las hembras de color rojo anaranjado a rojo oscuro miden aproximadamente 0,5 mm; los huevos son esféricos y amarillentos y los estados inmaduros tienen color verdoso. Las arañuelas se pueden observar sin lupa en el envés de las hojas; las colonias están protegidas por la tela que producen (Cáceres, 2020).

2.5.7.7. Monitoreo

Revisar el envés de las hojas para encontrar las primeras colonias. En ataques intensos se las encuentra en toda la hoja. Las condiciones favorables para el incremento son temperatura alta, ambiente seco y estrés (falta de agua o nutrientes en primavera verano) (Cáceres, 2020).

2.5.7.8. Medidas de control

Si no se utilizan insecticidas con efecto acaricida pueden incrementarse desde octubre; en cultivos abandonados se observan en verano-otoño. Es importante la detección temprana para controlar focos antes de la formación de telas. Nivel de acción. Localizar y controlar focos para evitar la realización de pulverizaciones completas (Cáceres, 2020).

2.5.7.9. *Frankliniella schultzei* T.

2.5.7.10. Descripción y biología

Los trips son insectos pequeños, la hembra deposita los huevos en el tejido vegetal. Los estados larvales transcurren sobre la planta y los de prepupa y pupa en el suelo. De la pupa emerge el adulto que reinicia el ciclo. La hembra mide 1.1 a 1.3 mm de largo y el macho es algo más pequeño que la hembra y de color castaño amarillento. El ciclo dura aproximadamente 12 días (Cáceres, 2020).

2.5.7.11. Daño e importancia económica

Los daños directos causados por trips están relacionados con la aparición de puntos blanquecinos o plateados en las hojas, frutos y flores, afectando a la capacidad fotosintética de la planta y llegando incluso a deformar hojas y flores (Villarta, 2021).

En invernaderos en producción se observa sobre las hojas de las plantas en cualquier época. Es una plaga importante en tomate, ya que afecta las plántulas inmediatamente después del trasplante. Puede estar presente en plantines que provienen de los viveros, es conveniente revisarlos cuidadosamente ya que será más fácil tratarlos antes del trasplante (Cáceres, 2020).

El daño por alimentación se manifiesta como manchas cloróticas localizadas en la cara superior de la hoja que en conjunto toman aspecto de manchas plateadas; los trips rompen las células y la savia se oxida con el aire adquiriendo esta apariencia que facilita su detección. La importancia reside en su capacidad para transmitir la peste negra, enfermedad causada por un grupo de virus del género *Tospovirus*, familia *Bunyaviridae*: groundnut ringspot virus (GRSV) tomato spotted wilt virus (TSWV) y tomato chlorotic spot virus (TCSV). El trips de la especie *F. schultzei* sería especialmente eficiente en la transmisión de GRSV (De Borbon et al., 2005).

En campañas con alta incidencia de peste negra las muestras de plantas afectadas se enviaron a especialistas del Instituto de Patología Vegetal (IPAVE) INTA Córdoba, previa selección de los síntomas de mayor interés por medio de fotografías (López et al., 2003).

2.5.7.12. Monitoreo

La detección en etapas iniciales del cultivo sirve para prevenir la transmisión de virus. Tanto en plantines como en cultivos desarrollados se los encuentra por el daño (hojas plateadas). El monitoreo en follaje es más eficiente que el monitoreo en flores (en presencia de 3 trips en 50 flores colectadas se detectó más fácilmente en las hojas y con este nivel aparentemente bajo ya se observaron plantas afectadas con peste negra) (Cáceres, 2020).

2.5.7.13. Medidas de control

El control químico de los trips no evita problemas de virosis si no se complementa con otras medidas como: mantener limpia la zona de cultivo entre campaña y campaña (las malezas son portadoras del virus), usar plantas de viveros registrados, pulverizar los plantines antes del trasplante, efectuar inspecciones para la detección y eliminación de plantas virosas durante el cultivo, utilizar trampas adhesivas amarillas para la detección temprana de trips, usar invernaderos mallados y variedades resistentes si es posible (Cáceres, 2020).

2.5.7.14. Nivel de acción

Revisar las plantas del vivero antes del trasplante y pulverizar ante presencia mínima de trips para evitar su ingreso a la plantación. En cultivo desarrollado efectuar monitoreos para detección temprana que permita aplicación en focos (Cáceres, 2020).

2.5.7.15. Productos recomendados (específicos para trips)

A. Formetanato clorhidrato: (Dicarzol 50 PS, 150 a 200 g en 100 litros de agua ó 100 g en 100 litros de agua + 1 Kg de azúcar). Tiempo de carencia: 3 días; producto moderadamente tóxico

(Clase II), moderadamente tóxico para abejas, levemente tóxico para *Eretmocerus* sp., tóxico para *Orius* (Biobest, 2012).

B. Spinosad: (Tracer SC 48%, 15 cc en 100 l de agua; Success 24% 30 cc en 100 l de agua). Tiempo de carencia: 3 días; producto sin riesgo (Clase IV), cerrar las colmenas antes de aplicar, moderada a levemente tóxico para *Eretmocerus* sp (Biobest, 2012).

C. Imidacloprid: no se incluyeron productos piretroides o fosforados para preservar *Eretmocerus mundus* (parasitoide de moscas blancas), como los que tienen un periodo de carencia difícil de cumplir (ej. de 10 días) (Biobest, 2012).

2.5.7.16. Trips californiano de las flores (*Frankliniella occidentalis* P.)

El trips occidental de las flores (*F. occidentalis*) es un insecto que ataca a multitud de cultivos en todo el mundo. Su aparición y extensión ha supuesto un grave problema en muchos cultivos donde se comporta como plaga, produciendo daños de forma directa o indirecta como vector de virus (Villarta, 2021).

2.5.7.17. Daño e importancia económica.

En tomate se puede encontrar en el envés de las hojas o en la flor en cantidad baja o moderada. *F. occidentalis* es un vector eficiente de *Orthotospovirus* como Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV [virus del tomate bronceado]), groundnut ringspot virus (GRSV [virus del anillado en tomate]) y tomato chlorotic spot virus (TCSV [virus del moteado clorótico del tomate]), que producen síntomas conocidos en el país como peste negra. Esta enfermedad tiene importancia variable según las campañas. La aparición de síntomas típicos en plantas causa gran preocupación y se procede a eliminarlas inmediatamente. El virus de la peste negra ataca además del tomate a pimiento, tabaco, soja, papa, lechuga, ornamentales como petunia, lisianthus, alegrías y a numerosas malezas (Cáceres, 2020).

2.5.7.18. Descripción y biología

Los trips son insectos pequeños, la hembra deposita los huevos dentro del tejido vegetal. Dos estados larvales transcurren sobre la planta y los estados de prepupa y pupa transcurren en el suelo. De la pupa emerge el adulto que reinicia el ciclo. *F. occidentalis* mide aproximadamente 1.5 mm. A 20°C el huevo tarda 6 días en eclosionar, la larva 1 pasa a larva 2 en 2,3 días y la larva 2 vive 5,2 días, luego en el suelo pasa 2,2 días como prepupa y 2,8 días como pupa. De la pupa emerge el adulto, la duración total del ciclo es de 18,5 días (Brodsgaard, 1987).



Se cita para la hembra una forma clara (de verano), una intermedia castaña (de primavera) y una oscura (de invierno). En corrientes la forma predominante en toda la época de cultivo es la intermedia aún en invierno, aunque se observa la forma oscura en años excepcionalmente fríos; el macho se encuentra en pequeña proporción (no pasa el 20%) y los estados L1 y L2 son los predominantes en la flor (aproximadamente el 80%). Solo puede adquirir virus en el estado de Larva 2. Los adultos pueden vivir más de un mes (Cáceres, 2020).

2.5.7.19. Enemigos naturales

Los más importantes son chinches del género *Orius* y *Geocoris* y ácaros fitoseidos del género *Amblyseius*. El regulador más conocido es la chinche *Orius insidiosus*, un depredador presente en corrientes que puede aparecer en la fase final del cultivo. Este enemigo natural se utiliza en pimiento donde los trips alcanzan niveles muy altos en flores (Cáceres, 2020).

2.5.7.20. Monitoreo

Las trampas adhesivas amarillas sirven para detectar la entrada al invernadero; la detección de densidades bajas puede anticipar los primeros incrementos. Puede estar presente en cualquier época del año en densidad baja o pasar desapercibido (Cáceres, 2020).

2.5.7.21. Medidas de control.

Generalmente no se realizan pulverizaciones específicas, pero ante la aparición de síntomas de peste negra se realizan monitoreos y se eliminan las plantas afectadas. Se pueden utilizar trampas adhesivas para la detección de trips al inicio del cultivo, monitorear hojas y flores durante toda la campaña, realizar control cuando se detecta presencia y alternar productos químicos de diferente modo de acción (Cáceres, 2020).

2.5.7.22. Medidas más importantes para prevenir virosis

- Eliminación total del cultivo de la temporada anterior antes de implantar el nuevo cultivo para evitar la transmisión.
- Uso de materiales resistentes.
- Control de malezas en el invernadero y fuera del mismo.
- Buen mantenimiento de la planta evitando cualquier tipo de estrés.

2.5.7.23. Nivel de acción

No hay datos locales por su baja presencia en tomate probablemente por efecto de pulverizaciones para otras plagas. Cualquier acción química o biológica se debe iniciar a niveles



bajos de trips. Para *F. occidentalis* se menciona un nivel de daño económico de 20 a 50 adultos por trampa adhesiva (trampas de color azul, amarillo y blanco) por día o 2 a 3 por flor para producción de tomate en invernadero en Ontario, Canadá (Shipp et al., 2000).

2.5.8. Control de Trips

El control de esta plaga se ha llevado a cabo tradicionalmente, mediante el uso de insecticidas de síntesis química. El número de materias activas autorizadas para esta plaga, son reducidas. Lo que ha generado, que sustancias que antes eran efectivas, dejen de serlo, a causa de la aparición de resistencias. Además, uno de los desafíos de la agricultura actual es incrementar la producción agrícola sin comprometer el medio ambiente. De tal manera, el uso de sustancias de origen vegetal como extractos botánicos o soluciones minerales, en la búsqueda de alternativas para el control de plagas como los trips de manera efectiva y sostenible, parece ser esencial (Villarta, 2021).

Los diferentes modos de acción específicos, ya sea mediante un efecto anti alimentario como a través de la degradación de quitina de los insectos plaga, es lo que les confiere especial importancia en la obtención de una agricultura saludable, libre de residuos y respetuosa con el medio ambiente (Villarta, 2021).

2.5.9. Control biológico de plagas

El control biológico de plagas consiste en el uso de enemigos naturales y microorganismos para el control de sus poblaciones. Se trata de una técnica milenaria que utilizaron culturas como la china en el siglo III. Esta técnica, dejó de practicarse con la generalización de la lucha química como medida de control de plagas, enfermedades y malezas, hasta que, por los diversos problemas que ocasionó el uso intensivo de plaguicidas, ganó de nuevo terreno como alternativa en el manejo de la salud vegetal. Conforme progresa la modernización agrícola, los principios ecológicos se ignoran o desestiman continuamente.

El empeoramiento de los problemas de plagas y enfermedades se relaciona experimentalmente con la expansión de los monocultivos a expensas de la diversidad vegetal, la cual constituye un componente esencial del paisaje que proporciona servicios ecológicos claves para asegurar la protección de cultivos.

Es necesaria una estrategia alternativa que se base en el uso de los principios ecológicos para aprovechar al máximo los beneficios de la biodiversidad en la agricultura.



Por esta razón, en la actualidad el control biológico se considera una pieza fundamental e indispensable en cualquier estrategia de agricultura sostenible con base agroecológica.

Junto con el CB se encuentra el manejo integrado de plagas (MIP), el cual es una estrategia que consiste en la integración de las diferentes tácticas normalmente empleadas en el control de plagas, estas técnicas incluyen el control mecánico, físico, cultural, biológico, genético y químico de las plagas (Pall et., al 2024).

2.5.10. Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos son un amplio grupo de microorganismos que proveen múltiples servicios a los sistemas agroecológicos. Entre esos está la capacidad de regular las plagas para mantenerlas en niveles adecuados (Motta, 2011).

Wang et al., (2005, como se citó en Dent, 1999) afirma que, los hongos son los microorganismos parásitos de insectos más frecuentemente encontrados en la naturaleza.

Estos microorganismos infectan a los artrópodos directamente, a través de la penetración de la cutícula y ejercen múltiples mecanismos de acción, confiriéndoles una alta capacidad para evitar que el hospedero desarrolle resistencia. Meyling et al., (2007) afirma que para su utilización como control biológico es necesario prácticas agrícolas en donde se manipule el ambiente para beneficiar las poblaciones de entomopatógenos, donde el conocimiento de los aspectos ecológicos del hongo, son necesarios, tales como la humedad relativa, temperatura, patogenicidad, virulencia y hospederos a los que infecta activamente.

2.5.11. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos

Según Ramírez et al., (2014) no es fácil determinar con precisión los mecanismos que intervienen en las interacciones entre los hongos entomopatógenos y los insectos. En general la mayoría de los hongos de plantas y vertebrados infectan al hospedante a través de la cutícula. El contacto entre la unidad infectiva del entomopatógeno y el insecto es indispensable para el inicio del proceso infeccioso.

2.5.12. *Isaria fumosorosea*

2.5.12.1. Importancia de la especie

Los hongos entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plaga, encontrándose presentes en forma natural en el medio ambiente, en el suelo, en restos de cultivos, sobre los cadáveres de insectos, obteniendo su nutrición de otros



organismos o de materia orgánica. *I. fumosorosea* se determinó en muestra de moscas blancas colectada en Monte Caseros, sobre pimiento y pepino de invernadero, luego se observó también en tomate (Scorsetti et al., 2006).

Presenta un micelio tabicado, conidióforos verticilados, células conidiógenas con un cuello³ estrecho donde nacen las conidias ovoides, hialinas unicelulares, desarrollándose en sucesión basipétala, al reproducirla en un medio de cultivo presentan micelio levantado de color blanco, tornándose rosado liláceo, cuando madura su aspecto es polvoriento granular (Gómez et al., 2014).

2.5.12.2. Susceptibilidad a los productos

Las pulverizaciones efectuadas en tomate para el control de enfermedades causadas por hongos pueden afectar al entomopatógeno (Cáceres, 2020).

2.5.12.3. Modo de acción

Se inicia por contacto. Este hongo es capaz de infectar cualquiera de los estadios del insecto: huevo, larva y adulto, si bien, el estadio más sensible es el estadio de larva N1. Como la mayoría de las especies de hongos entomopatógenos, el ciclo de infección es el siguiente: adhesión de las esporas, germinación, penetración, crecimiento vegetativo y conidiogénesis. Las esporas de *Paecilomyces fumosoroseus* se adhieren a la cutícula o al dorso del insecto en cualquiera de las etapas inmaduras (huevos o larvas) o bien sobre adultos de mosca blanca. En condiciones favorables, la espora es capaz de germinar, generar la correspondiente hifa y penetrar en el cuerpo del insecto a través de las ceras, quitinas y proteínas de la cutícula alcanzando el hemocele en 24 horas (Puterka et al., 1994).

Dentro del insecto, se produce la multiplicación del hongo mediante la formación de nuevos cuerpos hifales en 48 horas y la posterior esporulación a las 72 horas del inicio de la infección, la cual, alcanza su máximo a los 5-7 días. La entidad microbiológica *Isaria fumosorosea*, no produce toxinas que estén relacionadas con su modo de acción sobre los insectos susceptibles (Scorsetti et al., 2006).

2.5.13. *Purpureocillium lilacinum*

Purpureocillium lilacinum, anteriormente *Paecilomyces lilacinus*, es un hongo natural del suelo. El interés científico por este organismo se debe a su actividad antagónica sobre huevos y



hembras de nematodos parásitos e insectos plaga de plantas. Controla insectos como hongos, mosca blanca, trips, gusanos, pulgón, roya del café (Puterka et al., 19994).

2.5.13.1. Modo de acción

Cuando las esporas microscópicas del hongo entran en contacto con las células de la epicutícula del insecto, estas se adhieren e hidratan. Las esporas germinan y penetran la cutícula del insecto. Una vez dentro, las hifas crecen destruyendo las estructuras internas del insecto y produciendo su muerte al cabo de unas horas. Tras ello, si las condiciones ambientales son favorables, pueden emerger del cadáver esporas del hongo con capacidad para ser propagadas de nuevo y reinfectar a nuevos insectos (MISCA, s.f.).

2.5.13.2. Extracto vegetal de tomillo

El Extracto de tomillo, actúa de dos maneras, por contacto y sistémico. Este funciona como insecticida, acaricida y fungicida. Controla insectos de cuerpo blando como trips, mosca blanca, ácaros pulgones, minadores y áfidos, además de algunas enfermedades como moho gris (*Botrytis spp*), mildiu polvoriento y veloso, cenicillas (*Erysiphe spp.* y *Oidium spp.* y *Peronospora spp.*), *Phytophthora*, *Alternaria*, entre otros (BIO EXPORT, s.f.).

2.5.13.3. Bondades y beneficios de uso:

- Es totalmente seguro para las plantas y humanos.
- Amigable con el medio ambiente.
- No existen resistencias cruzadas con otras clases de agroquímicos.
- Puede aplicarlo en campo y cosechar el mismo día.
- Desinfecta frutas y vegetales en postcosecha.
- Evita la esporulación de hongos (BIO EXPORT, s.f.).

2.6. MARCO REFERENCIAL

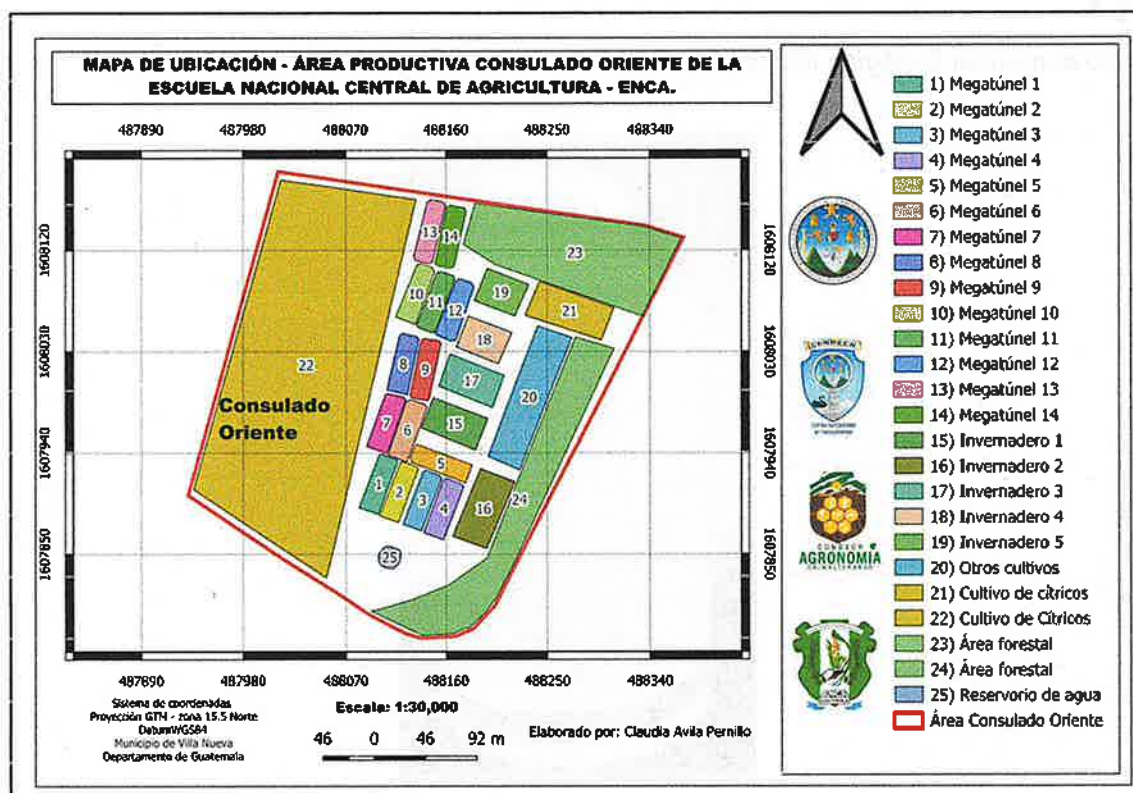
La escuela Nacional Central de Agricultura, se encuentra en la finca Bárcena, en el kilómetro 17.5 del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala. Se encuentra georreferenciada en la hoja cartográfica de la Ciudad de Guatemala, escala 1:50,000 número 2059, en las coordenadas UTM 1606540.72 a 1608991.93 y 758609.92 a 757003.85 y las latitudes y longitudes 14° 31'15" LN a 90° 38'18" LO y 14° 32'30" LN a 90° 38'35" LO (Wang, 2005).

Consulado Oriente, área dedicada directamente a la producción de hortalizas, cuenta con 14 megatúneles y 5 invernaderos

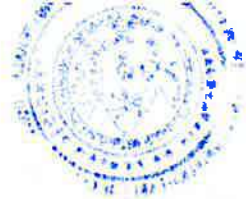


Figura 3

Mapa de ubicación Consulado Oriente



Nota. El mapa representa la ubicación de la Sub Área de Producción, Consulado Oriente, así como también se puede observar la distribución de cada estructura de protección y su ubicación dentro del área. Realizado con Qgis, 2024.



2.6.1. Productos comerciales utilizados

2.6.2. Vista Isaria 2 SC

Figura 4

Producto comercial biológico utilizado



Nota. La figura representa uno de los productos comerciales biológicos utilizados, su principal ingrediente activo es el hongo entomopatógeno *Isaria fumosorosea*.

2.6.2.1. Descripción

Es un producto a base de varias cepas del hongo entomopatógeno *Isaria fumosorosea*, posee una composición de 5×10^{12} UFC/L. Aplicado al follaje es capaz de combatir plagas como mosca blanca, trips, chichirritas, ácaros, entre otros. Muestra gran potencial como agente microbiológico para el control de insectos plaga pertenecientes a diferentes ordenes, además de que ha sido inofensivo contra organismos benéficos como los parasitoides. El fabricante recomienda una dosis de 1.5 a 2 l/ha (Vista Volcanes, s.f.).

- Tipo de boquilla: cono sólido o cono hueco
- pH del agua: 5.0 y 7.0
- Periodo de carencia: sin restricción



Fitotoxicidad: no en dosis recomendadas

Intervalo de reingreso: hasta que seque el producto (Vista Volcanes, s.f.).



2.6.2.2. Compatibilidad

No se recomienda mezclarse con compuestos alcalinos y fungicidas; para realizar la aplicación es necesario hacerlo, al menos tres días después de aplicaciones de fungicidas químicos, puede utilizarse en combinación con agentes adherentes y aceites emulsificables (Bioquirama, s.f.).

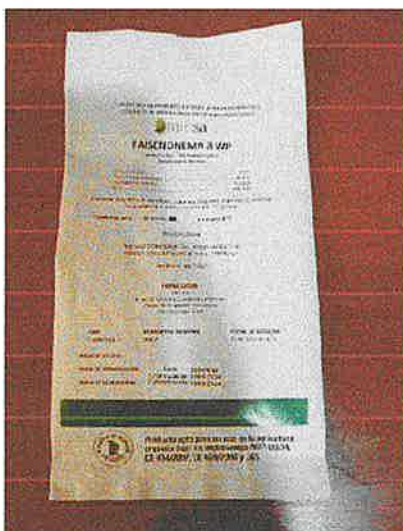
2.6.2.3. Modo de acción

Es un insecticida que actúa por contacto. El mecanismo de acción de este hongo entomopatógeno es de contacto, entre en contacto con el insecto ejerciendo competencia con la micro flora cuticular, produciendo un tubo germinativo que atraviesa el tegumento del insecto y se ramifica dentro de su cuerpo, secretando toxinas que provocan la muerte del hospedante. Es enemigo natural de muchas plagas, entre ellas las que pertenecen a los órdenes Lepidóptera, Homóptera, Tysanóptera y ácaros (Vista Volcanes, s.f.).

2.6.3. Faisenonema 8 WP

Figura 5

Producto comercial biológico utilizado



Nota. La figura representa uno de los productos comerciales biológicos utilizados, su principal ingrediente activo es el hongo entomopatógeno *Purpureocillium lilacinum*.



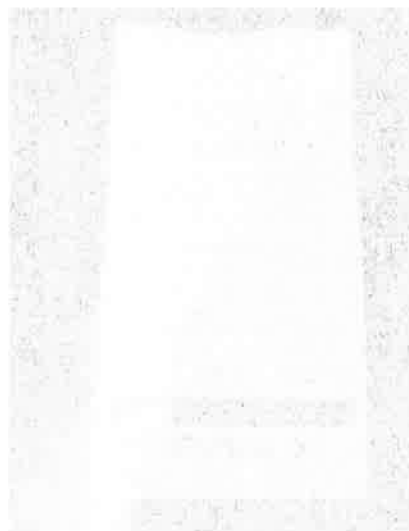
2.6.3.1. Descripción

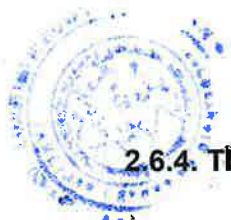
Es un producto a base de una cepa del hongo entomopatógeno *Purpureocillium lilacinum*, posee una composición de 2.4×10^8 UFC/gramo. Posee un modo de acción por contacto. El fabricante recomienda una dosis de 18 – 100 gramos / ha (MICA, s.f.).

- Tipo de aplicación: al follaje
- pH del agua: 4.5 a 6.0
- Dureza del agua: 90 a 120 ppm
- Horas ideales de aplicación: de 6:00 a 9:00 o de 16:00 a 18:00 hrs.
- Intervalo de aplicación / liberación: 8, 15, 21 y 30 días.
- Temperatura de almacenamiento: 4-10°C (MICA, s.f.).

2.6.3.2. Modo de acción

Cuando las esporas de *P. lilacinum* entran en contacto con los insectos estas germinan y producen enzimas que diluyen la cutícula y penetran al interior. Una vez dentro, el hongo se reproduce rápidamente produciendo metabolitos tóxicos que afectan al nemátodo provocando deformaciones, salida de fluidos y pérdida de movimiento hasta causarle la muerte (MICA, s.f.).





2.6.4. Thyme Guard

Figura 6

Producto comercial biológico utilizado



Nota. La figura representa uno de los productos comerciales biológicos utilizados, su principal ingrediente activo es el extracto de aceite de tomillo *Thymus vulgaris*.

2.6.4.1. Descripción

Es un producto a base de aceite de tomillo, posee una composición de 23% del ingrediente activo y 77% de ingredientes inertes (agua y citrato de sodio). El fabricante recomienda una dosis de 1.5ml a 2.5ml por litro de agua.

- Tipo de aplicación: suelo o follaje
- pH del agua: 4 a 4.5
- Horas ideales de aplicación: de 6:00 a 9:00 o de 16:00 a 18:00 hrs.
- Temperatura de almacenamiento: 5-25°C (Agroquímex, s.f.).



2.6.4.2. Modo de acción

Puede actuar como agente bactericida, fungicida e insecticida orgánico de amplio espectro, de acción sistémica y de contacto, 100% biodegradable, para uso en todos los cultivos alimenticios y no alimenticios. Su estructura molecular lo hace eficiente, debilitando la membrana celular de bacterias y hongos, sin generar resistencia. Ha demostrado su alta eficacia contra enfermedades como *Botrytis*, *Fusarium*, mildiu polvoso, mildiu veloso, chancro de los cítricos, enverdecimiento de los cítricos - HLB y *Erwinia*, entre otras. Así como también tiene efecto insecticida en insectos chupadores como: escamas, moscas blancas, trips, psílidos y ácaros (Agroquimex, s.f.).

2.6.5. Inicio 20 SC

Producto a base del ingrediente activo isocycloseram, a una concentración del 20% y 80% de ingredientes inertes. El fabricante recomienda una dosis de 400 a 600 ml/ha.

- Tipo de aplicación: al follaje
- Equipo de aplicación: aspersor de mochila, moto pulverizadora de espalda o equipos accionados con tractor.
- Boquilla: cono hueco (Syngenta Guatemala, s.f.).

2.6.5.1. Modo de acción

Pertenece al grupo 30 IRAC (moduladores alostéricos de los canales cloro mediados por el GABA) actúa inhibiendo el receptor nervioso del glutamato en los insectos. Tiene efecto de contacto e ingestión. Actúa sobre huevos (en algunas especies), estados inmaduros (larvas y ninfas) y adultos (Syngenta Guatemala, s.f.).

2.6.5.2. Manejo de resistencia

El uso repetido del producto e insecticidas pertenecientes al grupo 30 contra generaciones sucesivas de los insectos objetivo puede resultar en la selección de insectos resistentes al insecticida. Como resultado, puede haber una pérdida parcial o total del control de la población de insectos. Todos los insecticidas del grupo 30 comparten el mismo sitio biológico de acción y se supone que la resistencia que ha evolucionado a un insecticida dentro de un grupo también afectará a otros insecticidas dentro del mismo grupo (Syngenta Guatemala, s.f.).



Para evitar o retrasar la selección de insectos resistentes, los insecticidas del grupo 30 deben usarse como parte de una estrategia de manejo de la resistencia a los insecticidas que incorpore lo siguiente: No se deben usar insecticidas del mismo grupo de modo de acción para tratar generaciones sucesivas de la plaga objetivo. Si se requiere más de una aplicación de un insecticida para controlar generaciones sucesivas de la plaga objetivo, se deben utilizar productos alternativos con diferentes modos de acción en rotación el producto (Syngenta Guatemala, s.f.).



2.7. ANTECEDENTES

En la investigación denominada “Control efficacy of entomopathogenic fungus *Purpureocillium lilacinum* against chili thrips (*Scirtothrips dorsalis*) on chili plant”, Panyasiri et al., (2022) seleccionaron dos cepas de hongos de mejor rendimiento a partir de un ensayo de laboratorio, con la finalidad de comparar la eficacia en una prueba de invernadero, realizada mediante aplicación por aspersión. Las pruebas de laboratorio revelaron que los dos hongos aislados con insectos, *Purpureocillium lilacinum* TBRC 10638 y *Beauveria bassiana* BCC48145, fueron los más eficaces contra los trips del chile. Sin embargo, el hongo *P. lilacinum* TBRC 10638 mostró la mayor eficacia contra los trips del chile en ensayos de invernadero y de campo, por lo que se podría desarrollar como agente de control de trips.

Mendoza et al., (2019) realizaron una investigación denominada “El uso de agentes biológicos para el control de *Frankliniella occidentalis* en el cultivo de pepino”, en el cual evaluaron dos hongos entomopatógenos y dos insectos parasitoides (*Isaria fumosorosea*, *Beauveria bassiana* y *Neoseiulus cucumeris*, *Orius insidiosus*), en donde determinaron que al evaluar a *B. bassiana* e *I. fumosorosea* para el control de trips, ambos microorganismos demostraron el mismo comportamiento, es decir estadísticamente no había diferencia significativa, resaltando que al principio del estudio los porcentajes de mortalidad fueron bajos y a medida que pasaban los días el porcentaje de mortalidad fue aumentando.

Sedy et al., (2003) evaluaron dos componentes de aceites esenciales, carvacrol (*Origanum vulgare* L.) y timol (*Thymus vulgaris* L.) para determinar sus efectos sobre la actividad de alimentación, la preferencia de oviposición y la tasa de oviposición de *Frankliniella occidentalis* y *Thrips tabaci*. Dada la opción entre discos de hojas tratados y no tratados, *F. occidentalis* evitó ovipositar en discos de hojas tratados con 1 o 0,1% de timol. En experimentos sin elección, 1 y 0,1% de timol y 1% de carvacrol resultaron en una tasa de oviposición reducida de *F. occidentalis* en comparación con el control. Ambos componentes causaron una ligera reducción del daño por alimentación de *F. occidentalis*. 1 y 0,1% de carvacrol tuvieron un efecto disuasorio pronunciado en la selección del sitio de oviposición de *T. tabaci*. Ambos componentes sirvieron como antiovipositantes para ambas especies de trips, aunque *F. occidentalis* se vio más afectada que *T. tabaci*.



2.8. OBJETIVOS

2.8.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de dos hongos entomopatógenos y un extracto vegetal para el control biológico de trips, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones controladas.

2.8.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de dos hongos entomopatógenos y un extracto vegetal, sobre la incidencia de trips, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).
- Determinar el efecto de dos hongos entomopatógenos y un extracto vegetal, sobre de rendimiento en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).
- Determinar a través de un análisis económico la rentabilidad de cada uno de los tratamientos de control evaluados.



2.9. HIPÓTESIS

Las aplicaciones realizadas con el extracto vegetal de tomillo disminuirán las poblaciones de *F. occidentalis* P., en el cultivo de tomate, aumentando el rendimiento y reduciendo los costos de aplicación con respecto al testigo químico.



2.10. METODOLOGÍA

2.10.1. Descripción de los tratamientos

Para la realización de la investigación, se evaluaron tres tratamientos de control biológico y un testigo químico, el testigo químico es uno de los que comúnmente se utilizan para el control de trips en el área de Consulado Oriente de la ENCA.

Tabla 4

Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Control	Dosis por Ha	Concentración
			Conidios
T1	Isocycloseram	600 ml/Ha	--
T2	Aceite de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>)	2200 ml/Ha	--
T3	<i>Isaria fumosorosea</i>	1500 ml/Ha	5x10 ¹² UFC/L
T4	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	100 gr/Ha	2.4x10 ⁸ UFC/Gr

Nota. La tabla representa la descripción de los tratamientos utilizados en el experimento, la dosis por hectárea y la concentración de conidios en el caso de los hongos entomopatógenos. Realizado con Microsoft Word, 2024.

2.10.2. Diseño experimental

2.10.2.1. Completamente al azar

En este tipo de diseño están incluidos los principios de repetición y de aleatorización, o sea que, es utilizado cuando no hay necesidad del control local, debido a que el ambiente experimental y las condiciones de manejo son homogéneos y los tratamientos se asignan a las unidades experimentales mediante una aleatorización completa, sin ninguna restricción (Bautista et al., 2016).



2.10.3. Ventajas

- a. La estructura del análisis estadístico es simple.
- b. Permite máxima flexibilidad en cuanto al número de tratamientos y número de repeticiones.
- c. La pérdida de observaciones durante la conducción del experimento no genera dificultades en el análisis y en la interpretación de los resultados.
- d. Reúne el mayor número de grados de libertad en el residuo, en comparación con otros diseños, (Bautista et., al 2016).

2.7.4. Modelo estadístico

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

Donde:

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

μ = media general de la variable de respuesta

τ_i = efecto del i - ésimo tratamiento (nivel del factor) en la variable dependiente.

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

2.10.5. Unidad experimental y repeticiones

Se utilizaron 24 unidades experimentales con 6 repeticiones para cada tratamiento, incluyendo al testigo. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 30 unidades de observación.

2.10.6. Hipótesis estadísticas

H_a : Al menos uno de los tratamientos presentará diferencia significativa sobre la eficacia de control de Trips.

H_o : Ninguno de los tratamientos presentará diferencia significativa sobre la eficacia de control de Trips.

H_a : Al menos uno de los tratamientos presentará diferencia significativa sobre el rendimiento del cultivo.

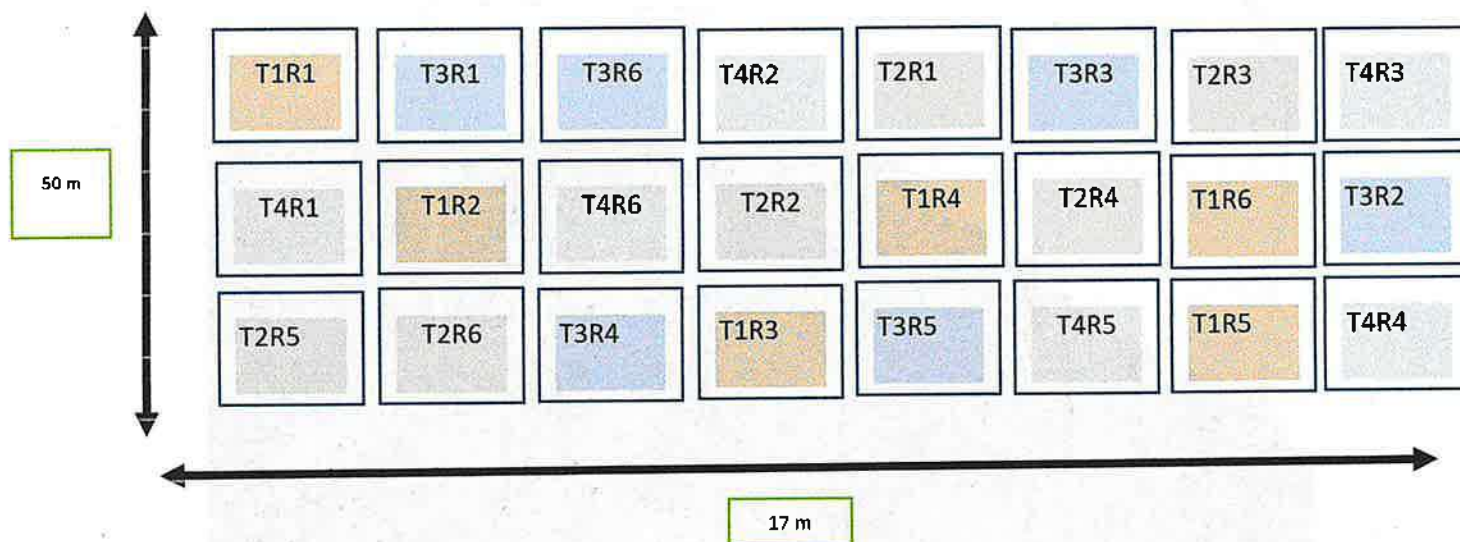


Ho: Ninguno de los tratamientos presentará diferencia significativa sobre el rendimiento del cultivo.

2.10.7. Croquis de campo

Figura 7

Croquis de campo del experimento.



Nota. La figura muestra gráficamente la manera en que fueron aleatorizados cada tratamiento y repetición dentro del área experimental. Realizado con Microsoft Word, 2024.

2.11. MANEJO DEL EXPERIMENTO

2.11.1. Establecimiento del cultivo

El experimento fue establecido en un mega túnel con área de 50 x 17 metros, en el cual se realizaron 8 surcos.

2.11.2. Limpieza del área experimental

Se eliminaron malezas y residuos de cultivos anteriores que se encontraban en el lugar, lo anterior con el fin de que el terreno estuviera listo para ser mecanizado. Posteriormente se realizó la desinfección del área con Huwa-san TK 50 SL (peróxido de hidrógeno al 50%), tanto del suelo como de la malla antiviral. La formación de surcos, colocación cinta de riego y de mulch metálico se realizó con la ayuda de equipo de mecanización agrícola.



Figura 8

Desinfección del suelo



Nota. La figura 8 muestra el proceso de desinfección realizado en el área experimental antes del establecimiento del cultivo, dirigido específicamente al suelo, con el fin de controlar y reducir la presencia de organismos patógenos y otros agentes dañinos.



Figura 9

Desinfección de la malla antiviral



Nota. La figura 9 muestra el proceso de desinfección realizado en el área experimental antes del establecimiento del cultivo, dirigido específicamente a la malla antiviral, antes del establecimiento del cultivo.



Figura 10

Preparación del terreno



Nota. En la figura 10 se puede observar la utilización de equipo de mecanización agrícola para la implementación de surcos, lo cual fue útil para después realizar la aplicación de cinta de riego y mulch metálico en el área experimental.

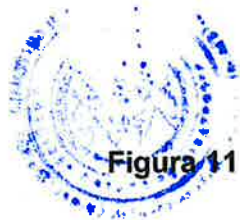


Figura 11

Aplicación de mulch metálico sobre los surcos



Figura 12



Nota. En la figura 11 se puede observar aplicación de mulch metálico (film de polietileno aluminizado) sobre surcos previamente preparados, este tipo de mulch generalmente actúa como barrera física contra malezas, ayuda a conservar la humedad del suelo y regula la temperatura. Durante este proceso se utilizó un tractor equipado con implementos especializados, lo que permitió una colocación rápida, uniforme y eficiente; optimizando tiempo y reduciendo costos en comparación con la instalación manual.

2.11.3. Obtención de pilones y siembra

Figura 12

Pilones utilizados en el experimento y siembra en campo



Nota. La figura 12 muestra A) el híbrido de tomate utilizado para la investigación listo para la siembra, B) la plántula ya sembrada en el área experimental.

Se utilizaron pilones de la variedad P52 F1, los cuales fueron obtenidos de la pilonera de la ENCA. La siembra se realizó a un distanciamiento entre plantas de 0.5 m, la fecha de siembra fue 1 de julio de 2024. Posterior a la siembra se procedió a colocar la rotulación respectiva de cada tratamiento y repetición experimental.

2.11.4. Riego

El riego normalmente era aplicado 5 veces por semana, una hora al día, exceptuando los días lluviosos.

2.11.5. Control de malezas

El control de malezas se realizó semanalmente, los primeros días de manera manual y posteriormente con implementos como machete y azadón.

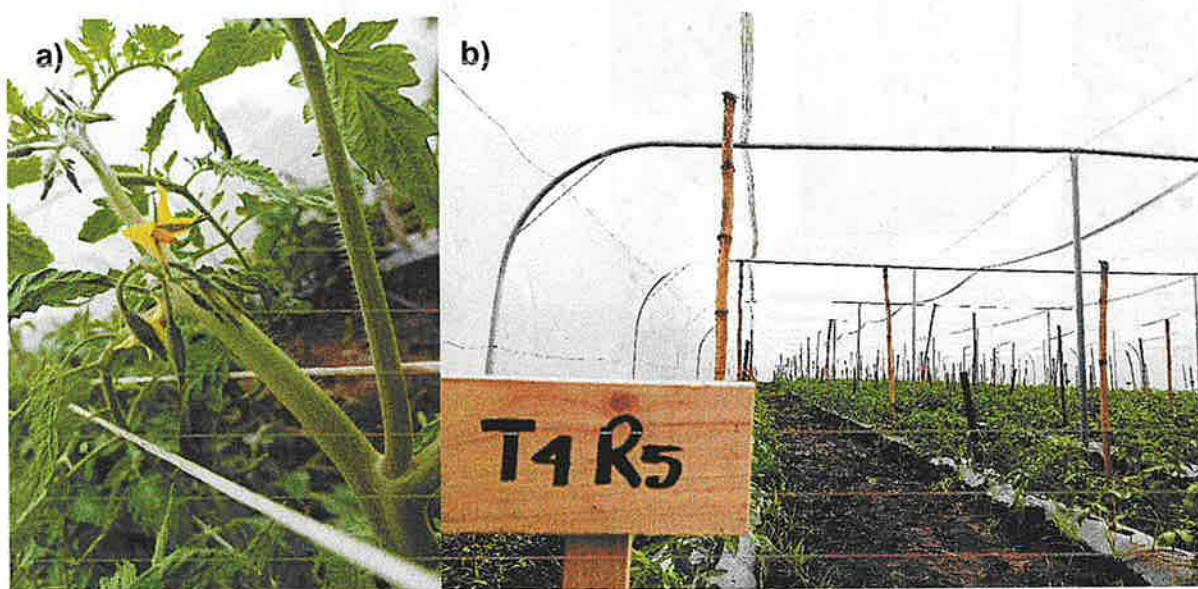


2.11.6. Tutordeo

El tutordeo consistió en primera instancia, en la colocación de estacas de bambú, las cuales fueron maseadas para que pudieran tener un buen soporte en el suelo. Posteriormente se iban colocando pitas a lo largo de cada surco, las pitas fueron colocadas conforme las plantas aumentaban su altura y necesitaban mayor soporte.

Figura 13

Tutordeo del cultivo de tomate

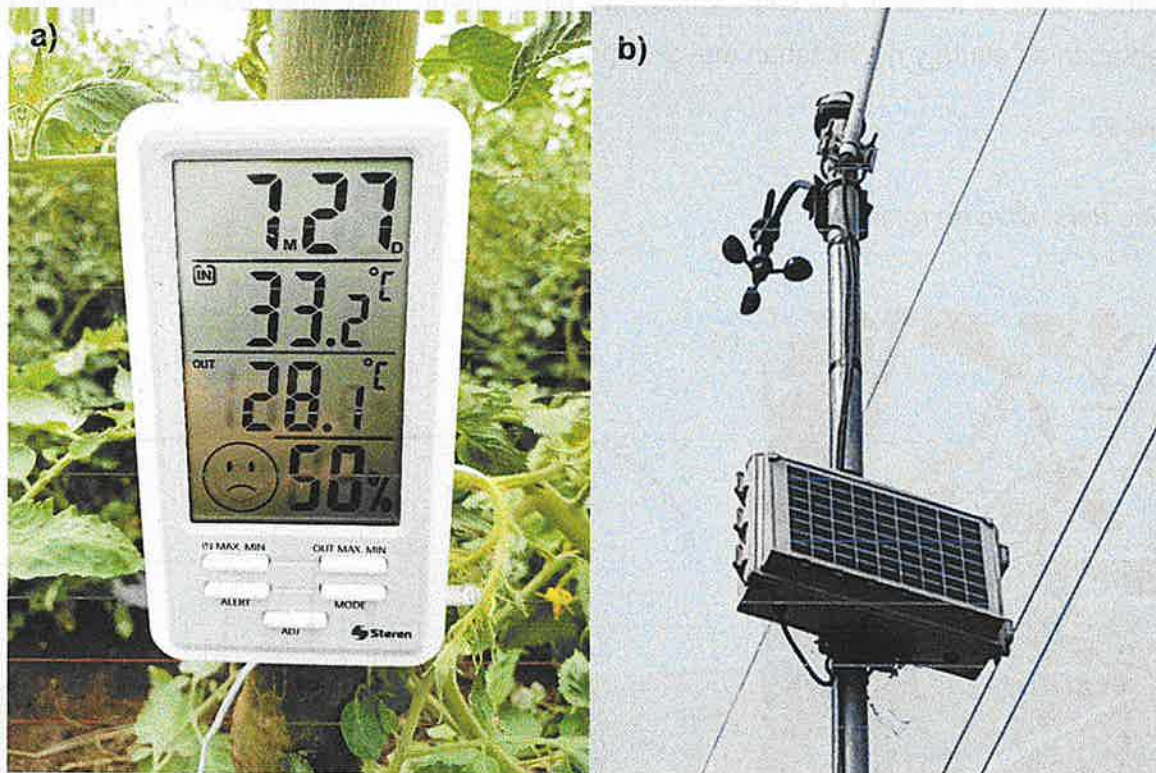


Nota. La figura 13 muestra A) el tutordeo realizado en el cultivo de tomate 3 semanas después del trasplante. Acción necesaria para que la planta tuviese un mejor soporte y pudiese crecer erguida, B) rotulación experimental para la identificación de cada tratamiento y repetición.

2.11.7. Registro de temperatura y humedad relativa

Debido a que el experimento fue establecido bajo estructuras de protección, se mantuvo un monitoreo constante sobre las temperaturas y humedad relativa dentro del mega túnel, así como también de los datos registrados por la estación meteorológica de la ENCA.

Registro de temperaturas y humedad relativa



Nota. La figura 14 muestra los instrumentos y recursos utilizados para el monitoreo y registro de temperaturas y humedad relativa, dentro y fuera del área experimental A) termómetro digital, B) estación meteorológica ubicada en la ENCA.

2.11.8. Aplicación de los tratamientos

Las dosis utilizadas fueron las recomendadas por el fabricante y fueron realizadas con una bomba de aspersión de mochila, con capacidad de 16 litros. La boquilla utilizada fue de cono hueco para los cuatro tratamientos, pues este tipo de boquilla forma un patrón circular, y garantiza una muy buena cobertura a la planta durante las aspersiones en campo.

Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron en las primeras horas de la mañana, de 6:00 a 8:00 de la mañana, en el caso de los hongos entomopatógenos *Purpureocillium lilacinum* e *Isaria fumosorosea* y de 8:00 a 10:00 de la mañana en el caso del testigo químico y el extracto vegetal de tomillo.



Figura 15

Aplicación de tratamientos



Nota. En la figura 15 se puede observar A) el proceso de colocación del equipo de protección personal conforme a las recomendaciones de seguridad agrícola, B) el momento de la preparación de premezclas y mezclas necesarias para la aplicación de cada uno de los tratamientos experimentales.

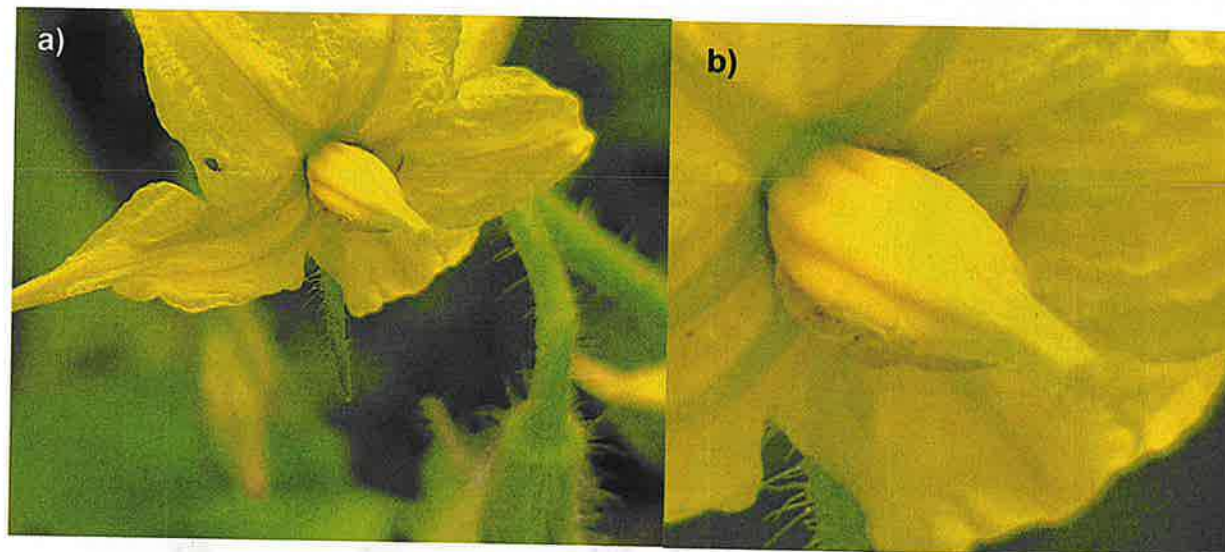
2.11.9. Muestreo

Los monitoreos iniciaron a partir de la primera semana después del trasplante y continuaron semanalmente, esto con el fin de tener noción del comportamiento poblacional de la plaga antes y después de las aplicaciones. Los muestreos oficiales, se realizaron después de cada aplicación de los tratamientos. Se realizó un muestreo estratificado, es decir que se tomaron estructuras de la parte alta, media y baja de la planta. Se muestrearon 10 plantas por unidad experimental y 6 flores por cada planta.



Figura 16

Muestreo en el cultivo de tomate



Nota. En la figura 16 se puede observar A) presencia de trips en flores de tomate (la fotografía fue tomada durante los muestreos), B) trips desplazándose activamente sobre las flores de las plantas de tomate, donde están causando daños visibles.

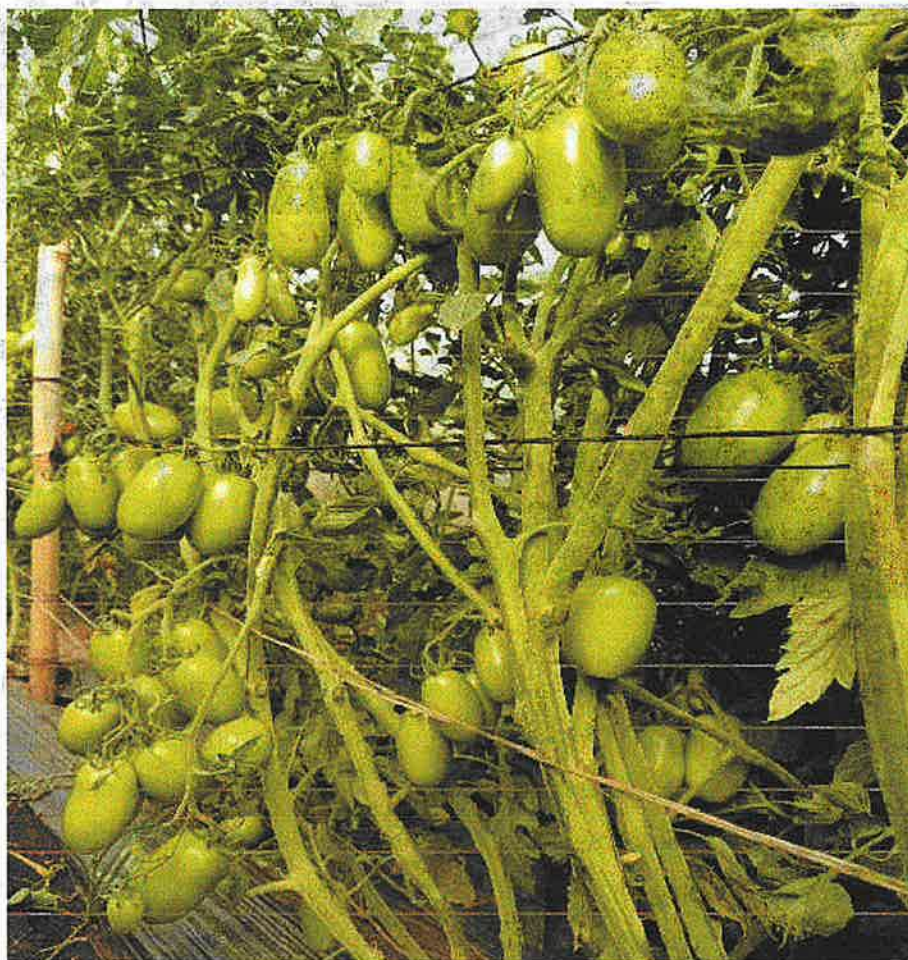
2.11.10. Podas

Las podas en el cultivo de tomate se llevaron a cabo de manera generalizada en todas las plantas, siguiendo un manejo agronómico adecuado. Esta práctica se realizó con el objetivo principal de favorecer una correcta aireación dentro del follaje, lo que contribuye a reducir la incidencia de enfermedades fúngicas y mejora el microclima alrededor de la planta. Asimismo, la poda permitió redirigir la energía vegetal hacia los procesos más importantes del desarrollo del cultivo, como la floración, la maduración y el engrosamiento de los frutos, lo que se traduce en una mejor calidad y uniformidad en la producción.



Figura 17

Podas dirigidas al cultivo de tomate



Nota. En la figura se puede observar las podas realizadas al cultivo de tomate durante la etapa de fructificación y engorde del fruto.

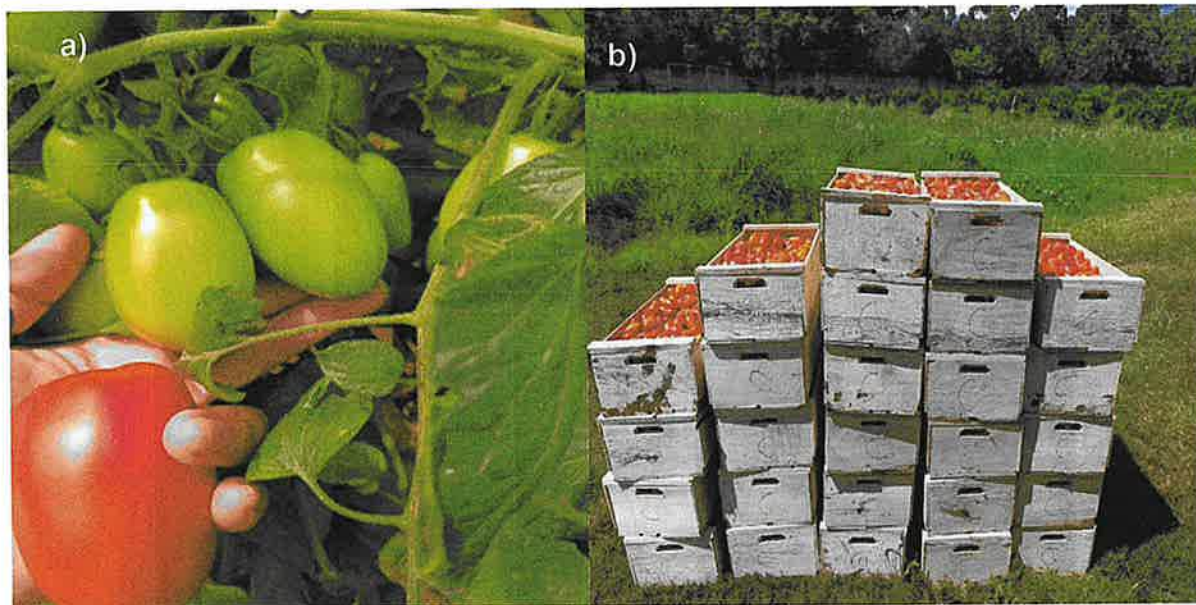
2.11.11. Cosecha

Se realizaron tres cosechas principales, en las cuales se clasificó el tomate por calidad y por tratamiento, es decir que por cada tratamiento se contabilizó el peso de tomate de primera, segunda y tercera calidad. Posteriormente se realizó el envío al centro de acopio de la ENCA, el cual es el área encargada de su valorización y comercialización.



Figura 18

Cosecha de los tratamientos



Nota. La figura 18 muestra A) el corte realizado en campo, momento en el que el tomate fue sometido a un proceso de clasificación inicial, en el cual se separaron los frutos según su tamaño, grado de madurez y calidad. Posteriormente, los productos fueron pesados con el fin de registrar el rendimiento obtenido y llevar un control detallado de la producción. B) Empaque y traslado del producto hacia al centro de acopio correspondiente, donde se gestionó su almacenamiento temporal y se dio inicio al proceso de comercialización.

2.11.12. Determinación de la incidencia de trips

La eficacia de control de cada tratamiento fue analizada a través de la fórmula de la incidencia, muestreando las plantas de cada tratamiento y registrando las plantas que contenían insectos.

$$\% \text{ DE INCIDENCIA} = \frac{\text{Cantidad de Plantas con trips}}{\text{Total de plantas muestreadas}}$$



2.11.13. Determinación de la relación beneficio costo

La rentabilidad se analizó por medio de un análisis económico, para determinar el tratamiento con mayor beneficio económico (relación beneficio/costo). Los factores que se tomaron en cuenta fueron: costos de producción, e ingresos.

Fórmula: $B/C = VAI/VAC$

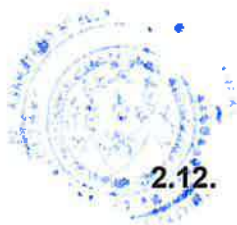
Dónde: B/C: Relación beneficio costo

VAI: Valor actual de los ingresos y beneficios

VAC: Valor actual de los costos

2.11.14. Análisis de la información

Para el análisis de la información se realizó la aplicación de la prueba de Duncan, esta nos permite discriminar con mayor facilidad entre los tratamientos, es decir, la prueba de Duncan indica resultados significativos en casos en que la prueba de Tukey no permite obtener significancia estadística. Tal como la prueba de Tukey, la de Duncan exige, para ser exacto, que todos los tratamientos tengan el mismo número de repeticiones (Bautista et., al 2016).



2.12. RESULTADOS

2.12.1. Determinación del porcentaje de incidencia de trips

Tabla 5

Descripción de los tratamientos y porcentaje de incidencia de trips

Tratamiento	Control	Dosis por Ha	Incidencia (%)
T1	Isocycloseram	0.6 L/Ha	32%
T2	Aceite de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>)	2.2 L/Ha	24%
T3	<i>Isaria fumosorosea</i>	1.5 L/Ha	43%
T4	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	0.1 Kg/Ha	51%

Nota. La tabla muestra la descripción de cada uno de los tratamientos evaluados, las dosis aplicadas y el promedio de los porcentajes de incidencia que obtuvo cada tratamiento. Donde, las aplicaciones realizadas con el aceite de tomillo (*Thymus vulgaris*) lograron reducir el índice de incidencia de trips a un 24%, a nivel de tratamiento. Los hongos entomopatógenos *Isaria fumosorosea* y *Purpureocillium lilacinum* redujeron el nivel de incidencia a un 43% y 51% respectivamente, y finalmente el testigo químico a un 32%. Elaborado con Microsoft Word, 2024.

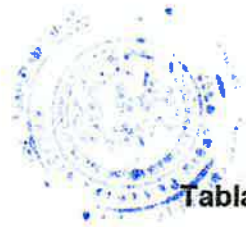


Tabla 6

Análisis de varianza (SC Tipo III) incidencia

Muestreo	variable	N	R2	R2Aj	CV
poblacional					
	Incidencia	24	0.87	0.86	11.51
Efecto					
F.V.	SC	gl	CM	F	p=valor
Modelo	2580.21	3	860.07	46.65	<0.0001
Tratamiento	2580.21	3	860.07	46.65	<0.0001
Error	368.75	20	18.44		
Total	2948.96	23			

Nota. La tabla muestra el análisis de varianza con resultados significativos sobre la incidencia de la plaga en el cultivo de tomate. Los datos analizados, nos muestran un análisis de varianza que determinó que los resultados para la variable respuesta incidencia, si fueron significativos, pues el p valor es menor a 0.05 por lo tanto, estadísticamente se puede decir que la aplicación de los tratamientos si influyó en la incidencia de la plaga sobre el cultivo. Además, podemos observar que la prueba obtuvo un coeficiente de variación de 11.51, un dato aceptable estadísticamente y un valor de r2 de 0.87, un dato bastante cercano a 1. Realizado con Infostat, 2024.

Tabla 7

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para la incidencia

Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
RDUO Incidencia	24	0.00	4.00	0.97	0.8062

Nota. Los resultados de la prueba de normalidad indican un p-valor igual a 0.8062, el cual es mayor a 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula y se establece que los datos si siguen una distribución normal. Realizado con Infostat, 2024.



Tabla 8

Prueba múltiple de medias de Duncan

ERROR:	18.4375	gl: 20		
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	23.75	6	1.75	A
1	31.67	6	1.75	B
3	42.92	6	1.75	C
4	50.83	6	1.75	D

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$). Para la tabla 8, los resultados de la prueba de Duncan, se encuentran ordenados de forma descendente, donde los tratamientos con mayor incidencia de trips, fueron los 4 y 3. Por otro lado, los de menor incidencia fueron el 1 y 2. En conclusión, la prueba de Duncan nos demuestra que todos los tratamientos son significativamente distintos a nivel estadístico. Realizado con Infostat, 2024.

2.12.1.1. Determinación de incidencia de trips por estratos.

La clasificación por estratos en los muestreos dirigidos a las flores de tomate representó una herramienta fundamental para obtener una evaluación precisa y representativa de la incidencia de trips (*F. occidentalis*), dado que estos insectos presentan ciertos comportamientos de distribución dentro de las plantas. El análisis por estratos (inferior, medio y superior) permitió identificar con mayor exactitud en qué parte de la planta se concentra la población de trips, lo cual es crucial para el diseño y aplicación de estrategias de manejo integrado de plagas.



Tabla 9

Descripción del porcentaje de incidencia de trips correspondiente a los distintos estratos muestreados

Tratamiento	Control	Incidencia (%)
Estrato alto		
T1	Isocycloseram	17%
T2	Aceite de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>)	16%
T3	<i>Isaria fumosorosea</i>	19%
T4	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	22%
Estrato medio		
T1	Isocycloseram	15%
T2	Aceite de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>)	14%
T3	<i>Isaria fumosorosea</i>	17%
T4	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	18%
Estrato bajo		
T1	Isocycloseram	4.2%
T2	Aceite de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>)	2.9%
T3	<i>Isaria fumosorosea</i>	8.3%
T4	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	7.1%

Nota. Esta tabla muestra la diferencia de incidencia obtenida en cada uno de los estratos (alto, medio y bajo) donde se realizó el muestreo en las plantas de tomate. Los resultados indican que los trips tuvieron mayor incidencia principalmente, en el estrato alto en comparación al estrato bajo. En cada uno de los estratos muestreados el tratamiento que logro reducir la incidencia con mayor efectividad fue el 2, logrando reducir la incidencia de la población de trips a un 16% en el estrato alto, 14% en el estrato medio y 2.9% en el estrato bajo. Realizado con Infostat, 2024.



Tabla 10

Análisis de varianza (SC Tipo III) incidencia entre estratos muestreados

Muestreo	variable	N	R2	R2Aj	CV
poblacional					
	Incidencia	12	0.99	0.98	6.98
Efecto					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	417.44	5	83.49	95.87	<0.0001
Estrato	372.88	2	186.44	214.09	<0.0001
Error	5.23	6	0.87		
Total	422.66	11			

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$). Esta tabla muestra que, para el análisis de varianza entre los estratos muestreados, se obtuvo un coeficiente de variación de 6.98, el cual al ser notablemente bajo es indicativo de precisión en el experimento. El p-valor es menor a 0.05, por lo tanto, se establece que, si hay diferencia significativa entre las medias de los grupos, por lo que se procedió a realizar la prueba de normalidad. Realizado con Infostat, 2024.

Tabla 11

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para la incidencia en cada estrato

Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
RDUO Incidencia	12	0.00	0.69	0.89	0.1921

Nota. Los resultados de la prueba de normalidad indican un p-valor igual a 0.1921, el cual es mayor a 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula, la cual indica que: los datos si siguen una distribución normal. Realizado con Infostat, 2024.

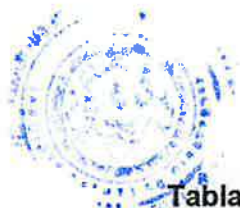


Tabla 12

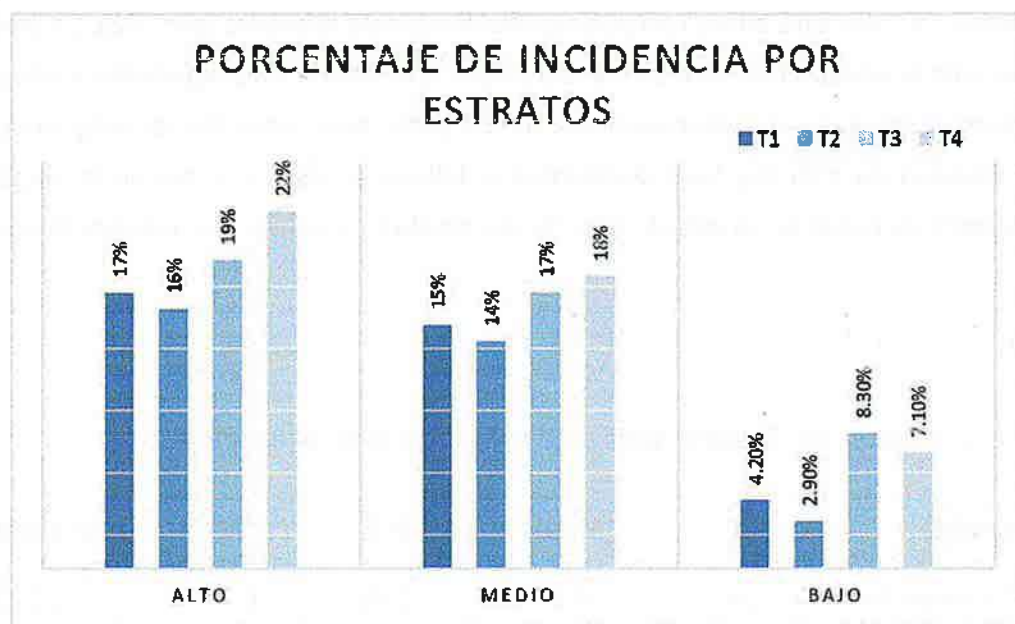
Prueba múltiple de medias de Duncan para la incidencia en cada estrato

ERROR:	0.8708	gl: 6		
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
ALTO	18.50	4	0.47	A
MEDIO	16.00	4	0.47	B
BAJO	5.63	4	0.47	C

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$). La tabla 12, nos indica que los tres estratos muestreados si obtuvieron diferencias significativas a nivel estadístico, respecto a la incidencia de trips. El estrato alto presentó mayor incidencia y el estrato bajo la presentó la menor incidencia. Realizado con Infostat, 2024.

Figura 19

Porcentaje de incidencia presentado en cada estrato



Nota. Esta figura nos muestra la diferencia resultante de la incidencia presentada en cada estrato muestreado. El estrato en el cual se presentó mayor incidencia en todos los tratamientos fue el estrato alto, es decir que se encontró mayor incidencia de trips en las partes altas de todas las plantas y menor incidencia en las partes bajas de las mismas. En cuanto al control realizado

por los distintos tratamientos, el más eficaz fue el tratamiento 2, realizado con aceite de tomillo. Realizado con Microsoft Excel, 2024.

Tabla 13

Análisis de varianza (SC Tipo III) incidencia estrato alto

Muestreo poblacional	variable	N	R2	R2Aj	CV
Efecto	Incidencia estrato alto	24	0.60	0.54	24.27
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	505.21	3	168.40	10.4	<0.0003
Tratamiento	505.21	3	168.40	10.4	<0.0003
Error	335.42	20	16.77		
Total	840.63	23			

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$). La tabla 13, nos indica que para el análisis de varianza los resultados si hay diferencia significativa sobre la media de los tratamientos, pues el p valor es menor a 0.05 por lo tanto, estadísticamente se puede decir que la aplicación de distintos los tratamientos si influyó en la incidencia de la plaga sobre el cultivo, específicamente en el estrato alto de las plantas muestreadas. Realizado con Infostat, 2024.

Tabla 14

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para la incidencia en el estrato alto

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
RDUO Incidencia	24	0.00	3.82	0.91	0.0929

Nota. Los resultados de la prueba de normalidad indican un p-valor igual a 0.0929, el cual es mayor a 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que los datos si siguen una distribución normal. Realizado con Infostat, 2024.

Tabla 15

Prueba múltiple de medias de Duncan para la incidencia en el estrato alto

ERROR:	16.7708	gl: 20			
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
2	11.25	6	1.67	A	
1	14.17	6	1.67	A	B
3	18.75	6	1.67		B C
4	23.33	6	1.67		C

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$). La tabla 15, nos indica que los tratamientos con menor incidencia de trips, fueron los tratamientos 2 y 1 y los de mayor incidencia fueron el 3 y 4 respectivamente. Así mismo, los resultados demuestran que los tratamientos 2 y 4 son significativamente distintos entre sí, y los tratamientos 1 y 3, denotan similitud a nivel estadístico. Realizado con Infostat, 2024.

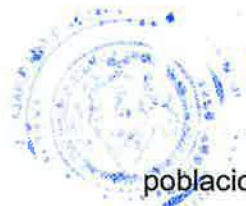
2.12.2. Determinación del promedio de trips por planta

Tabla 16

Análisis de varianza (SC Tipo III) cantidad de trips por planta

Muestreo	variable	N	R2	R2Aj	CV
poblacional					
Efecto	Cantidad de insectos por planta	24	0.90	0.89	9.76
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24.21	3	0.87	61.45	<0.0001
Tratamiento	24.21	3	0.87	61.45	<0.0001
Error	2.63	20	0.13		
Total	26.84	23			

Nota. El análisis de varianza determinó que, los resultados si fueron significativos, pues el p valor es menor a 0.05, lo que significa que la aplicación de los tratamientos si influyó en la dinámica



poblacional de trips por planta. Además, podemos observar que la prueba obtuvo un coeficiente de variación de 9.67. Realizado con Infostat, 2024.

Tabla 17

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para el promedio de trips / planta

Variable	n	Medía	D.E.	W*	p (Unilateral D)
RDUO Trips / Planta	24	0.00	0.34	0.95	0.5394

Nota. Los resultados de la prueba de normalidad indican un p-valor igual a 0.5394, el cual es mayor a 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que los datos, si siguen una distribución normal. Realizado con Infostat, 2024.

Tabla 18

Prueba múltiple de medias de Duncan para el promedio de trips / planta

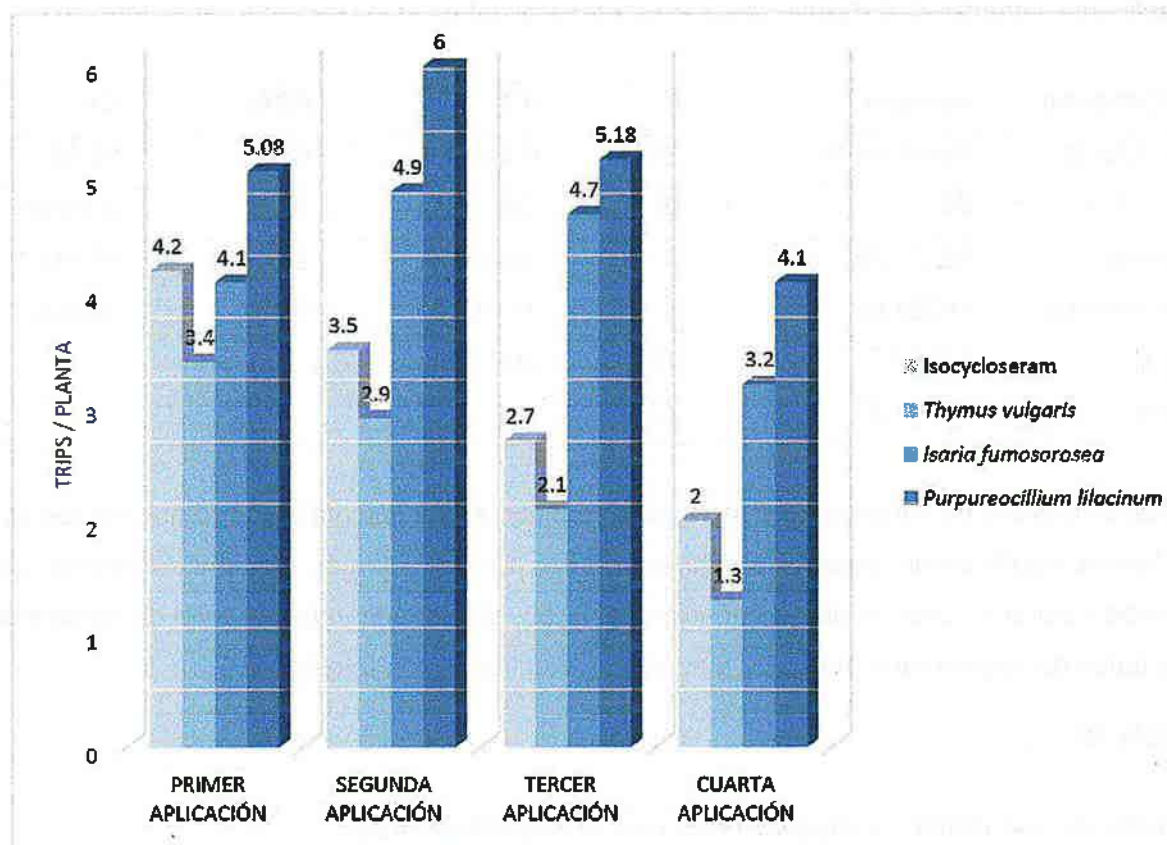
ERROR:	204.1500	gl: 20			
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
2	2.47	6	0.15	A	
1	3.08	6	0.15	B	
3	4.25	6	0.15	C	
4	5.05	6	0.15	D	

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$). Para la tabla 18, los resultados de la prueba de Duncan, nos muestran que todos los tratamientos son significativamente distintos entre sí. Realizado con Infostat, 2024.



Figura 20

Infestación de trips / planta



Nota. La figura representa el promedio de trips / planta de cada tratamiento. Los datos fueron tomados después de que se realizara cada aplicación de productos de control. En la primera aplicación el tratamiento 2 fue marcando un notorio impacto sobre la dinámica poblacional de la plaga, viéndose reflejado en las siguientes aplicaciones, pues a partir de la primera aplicación el promedio de trips por planta fue disminuyendo. El tratamiento testigo y el tratamiento 3 tuvieron un comportamiento similar al tratamiento 2, pero en rangos de promedios menores. Realizado con Microsoft Excel, 2024.

2.12.3. Determinación del rendimiento

Tabla 19

Análisis de varianza (SC Tipo III) para el rendimiento total

Cosecha	variable	N	R2	R2Aj	CV
Efecto	Rendimiento	24	0.92	0.87	19.55
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	46532.95	8	5816.62	20.44	<0.0001
Tratamiento	44227.65	3	14742.55	51.81	<0.0001
Error	4268.27	15	284.55		
Total	50801.22	23			

Nota. El análisis de varianza para la variable respuesta rendimiento muestra que los resultados si fueron significativos, pues el p valor es menor a 0.05, Además, podemos observar que la prueba obtuvo un coeficiente de variación de 19.55, el cual nos indica el nivel de dispersión de los datos del experimento respecto a su media. Realizado con Infostat, 2024.

Tabla 20

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para el rendimiento total

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
RDUO Rendimiento	24	0.00	16.91	0.91	0.1101

Nota. Los resultados de la prueba de normalidad indican un p-valor igual a 0.0.1101, el cual es mayor a 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula, es decir, los datos si siguen una distribución normal. Realizado con Infostat, 2024.



Tabla 21

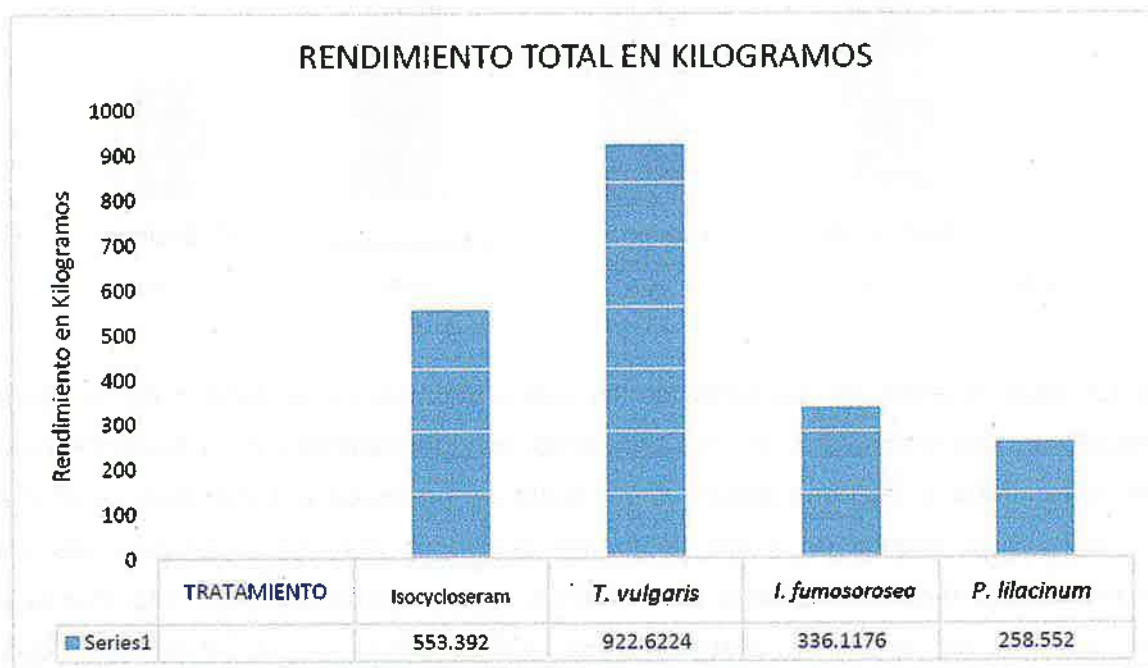
Prueba múltiple de medias de Duncan para el rendimiento total

ERROR:	284.5512	gl: 15		
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
4	43.09	6	6.89	A
3	56.02	6	6.89	A
1	92.23	6	6.89	B
2	153.77	6	6.89	C

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$). Se realizó la prueba múltiple de medias para la variable respuesta rendimiento, en función de las cuatro aplicaciones realizadas durante el experimento, en donde el tratamiento 4 y 3 resultaron iguales estadísticamente hablando, es decir que no tuvieron diferencia significativa, sin embargo, los tratamientos 1 y 2 sí lo hicieron. Realizado con Infostat, 2024.

Figura 21

Rendimiento total en kilogramos

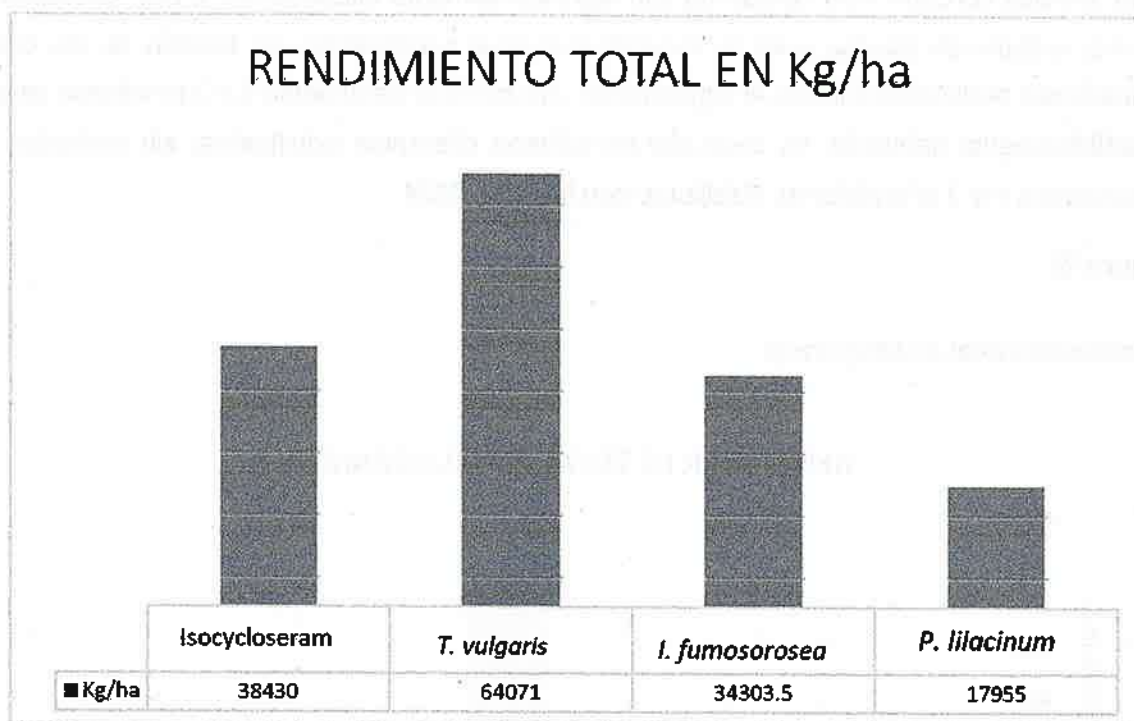




Nota. La figura muestra los resultados de los cuatro tratamientos en función del rendimiento expresado en kilogramos. Durante la investigación, se realizó el levantamiento de datos de los tres primeros cortes, los resultados a nivel gráfico, demuestran que las plantas a las que se les aplicó el aceite de tomillo obtuvieron mejor rendimiento total en comparación con los demás tratamientos. Obteniendo 922.6 kilogramos, lo que sería equivalente a aproximadamente 35 cajas de tomate de 60 libras cada una. Posteriormente tenemos al testigo químico *Isocycloseram*, *Isaria fumosorosea* y *Purpureocillium lilacinum*, con 553.2; 336.11 y 258.55 kilogramos respectivamente. Realizado con Microsoft Excel, 2024.

Figura 22

Rendimiento total en kilogramos / ha



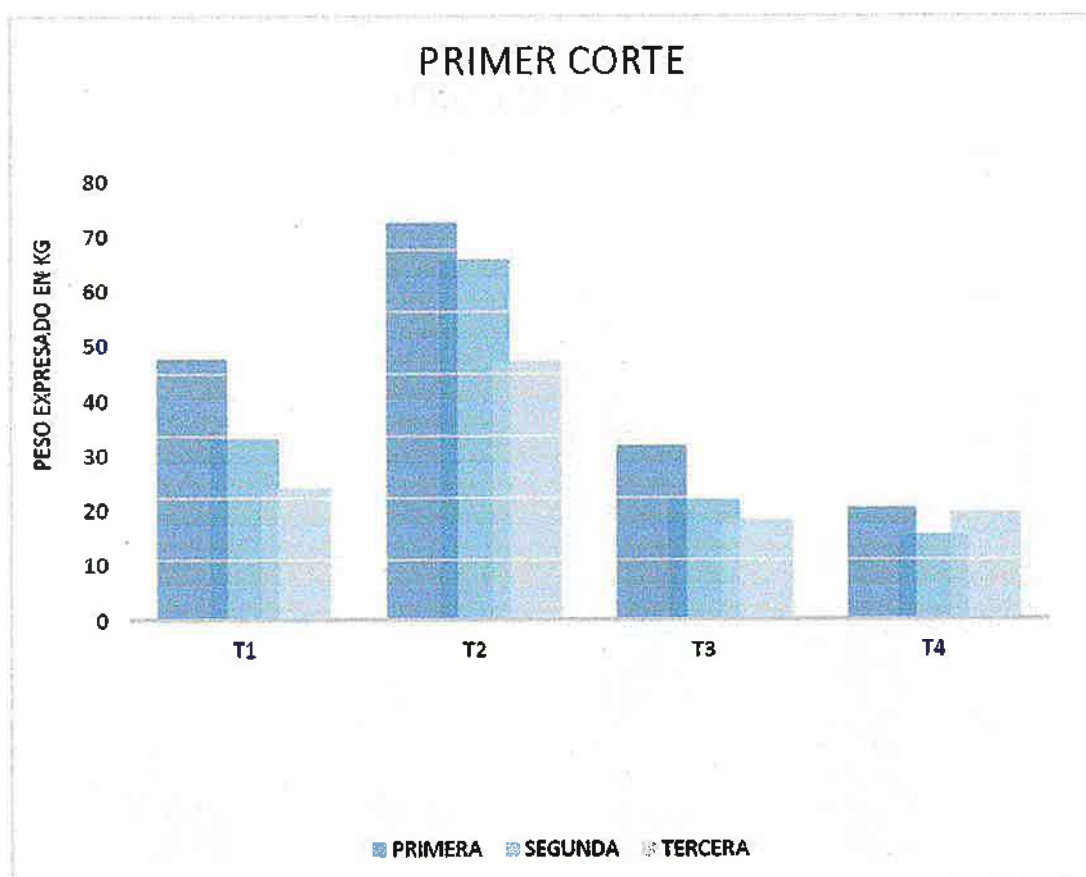
Nota. La figura muestra los resultados de los cuatro tratamientos en función del rendimiento, expresado en kilogramos/ha. Con fines comparativos y de planificación, la figura 28, muestra datos de rendimiento total en kilogramos por hectárea, en donde el tratamiento en el cual se utilizó el extracto vegetal de aceite de tomillo obtuvo un resultado superior a los demás tratamientos, con 64,071 kilogramos por hectárea, aproximadamente 64.07 t/ha. Porres et al. (2014, como se citó en Pérez, 2010; Jerónimo, 2009; Cifuentes et al. 2013) afirma que, en Guatemala el rendimiento promedio de tomate bajo invernadero es de 70 a 180 t/ha., variando



según el híbrido utilizado, la densidad de población y el manejo agronómico. Realizado con Microsoft Excel, 2024.

Figura 23

Rendimiento del primer corte



Nota. La figura muestra los resultados del primer corte en el cultivo de tomate, en la evaluación de tres métodos de control biológico de trips, en función del rendimiento.

Los resultados a nivel gráfico demuestran que, en primera instancia el tratamiento 2 obtuvo el mayor rendimiento a nivel general en el primer corte, seguido del tratamiento 1, 3 y 4 respectivamente. Es importante mencionar, que en La Escuela Nacional Central de Agricultura el centro de acopio clasifica el tomate recibido de las áreas de cultivo, en tres calidades, primera, segunda y tercera.

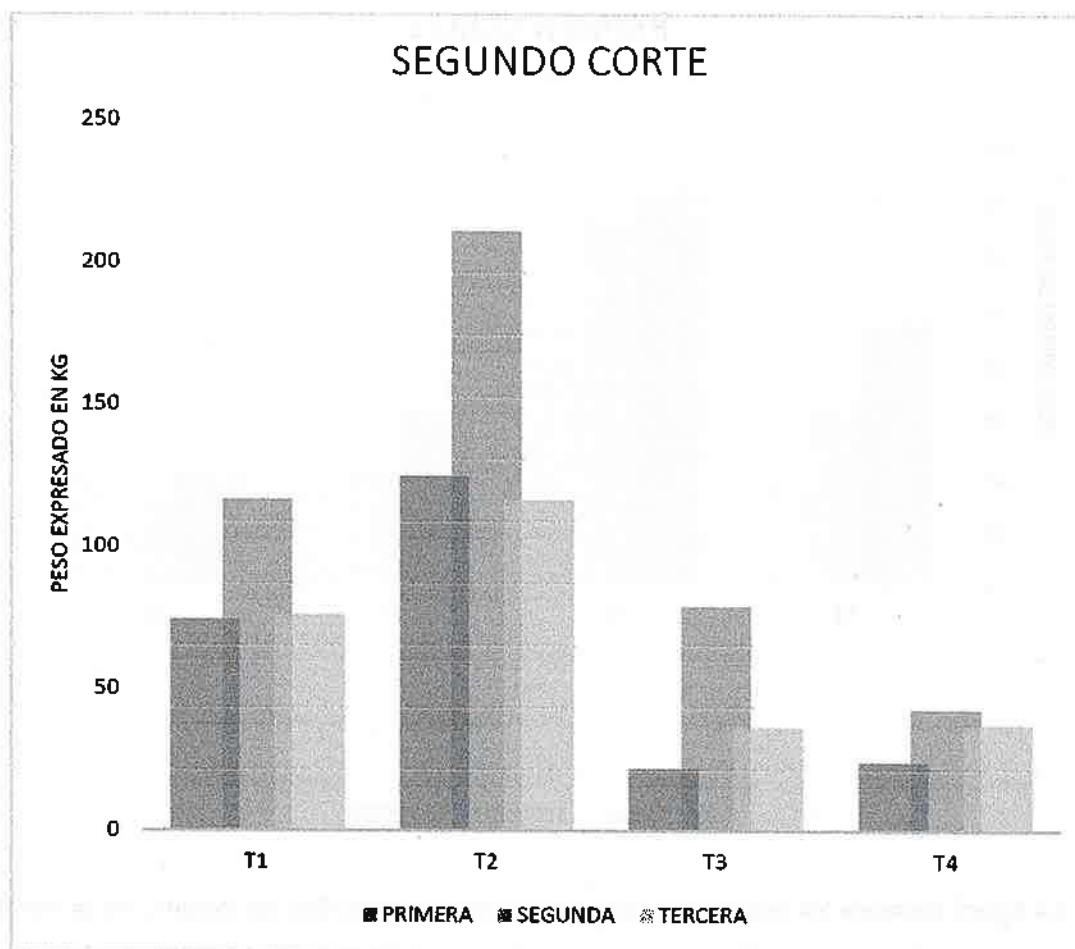
En la figura, vemos que en el primer corte se obtuvo una mayor cantidad de tomate de primera calidad, el tomate de segunda calidad tuvo mayor rendimiento en los tratamientos 1, 2 y 3, más



no en el 4, en este tuvieron mayor predominancia los frutos de tercera calidad. Finalmente, los frutos de tercera calidad obtuvieron en menor índice de rendimiento a nivel de calidad en todos los tratamientos a excepción del 4. Realizado con Microsoft Excel, 2024.

Figura 24

Rendimiento del segundo corte



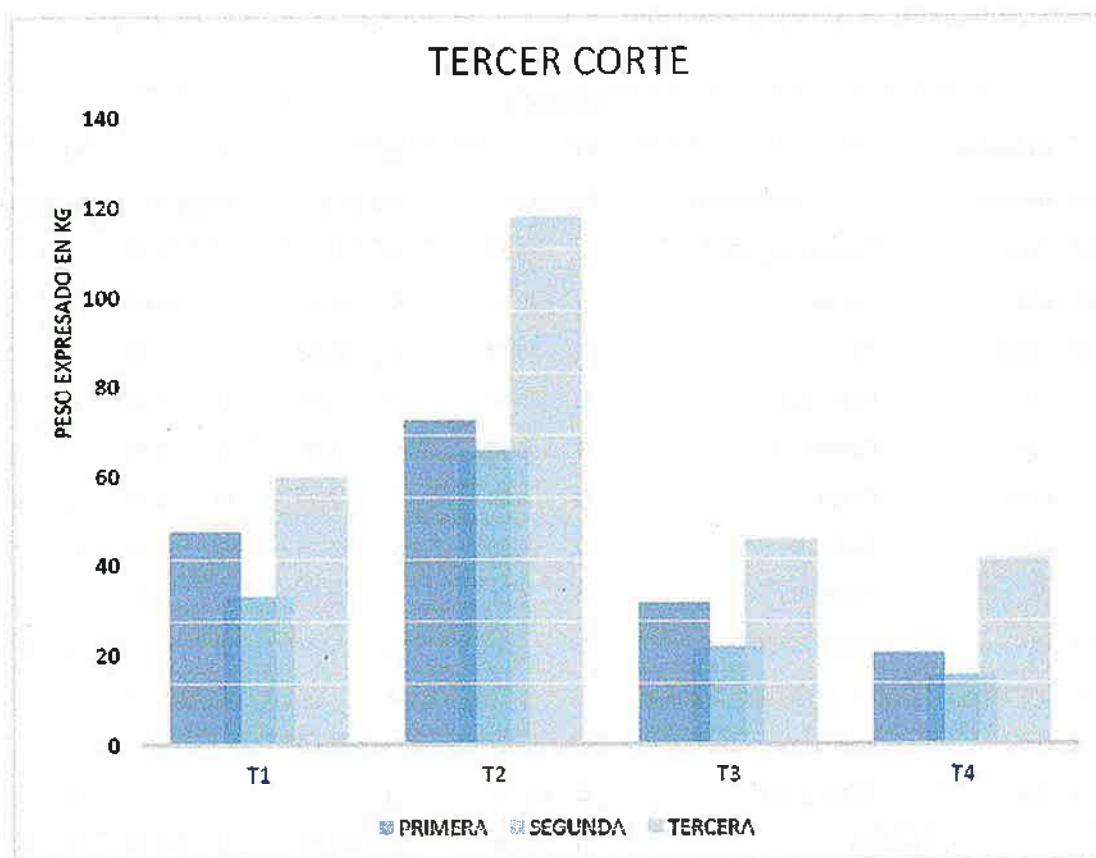
Nota. La figura 24 muestra los resultados del rendimiento obtenido del segundo corte de tomate, en la evaluación de tres métodos de control biológico de trips, Los resultados a nivel gráfico demuestran que, el tratamiento 2 obtuvo mayor rendimiento a nivel general en el segundo corte, seguido del tratamiento 1, 3 y 4 respectivamente.

En el segundo corte, el tomate de segunda calidad fue predominante en todos los tratamientos. Los frutos de primera calidad tuvieron mayor dominancia respecto al rendimiento, en los tratamientos 1 y 2, quedando con los menores rendimientos en los tratamientos 3 y 4. Los frutos

de tercera calidad obtuvieron menores rendimientos únicamente en el tratamiento 2. Realizado con Microsoft Excel, 2024.

Figura 25

Rendimiento del tercer corte



Nota. La gráfica muestra los resultados del tercer corte del cultivo de tomate, en la evaluación de tres métodos de control biológico de trips. Los resultados para el tercer corte demostraron que, a nivel general, los tratamientos 3 y 4 obtuvieron rendimientos muy similares, obteniendo los mejores rendimientos los tratamientos 1 y 2. En el tercer corte, el tomate de tercera calidad fue predominante en todos los tratamientos, seguido del tomate de primera calidad, ya que en todos los tratamientos fue el segundo con mayores rendimientos. Los frutos de segunda calidad obtuvieron menores rendimientos a nivel de calidad en todos los tratamientos. Realizado con Microsoft Excel, 2024.



2.12.4. Rentabilidad

La rentabilidad fue evaluada bajo el indicador financiero de Relación Costo / Beneficio. En donde se evaluaron los ingresos totales sobre los costos totales de producción.

Tabla 22

Determinación de los costos y beneficios.

INSUMOS						
Unidad de			T1	T2	T3	T4
Cantidad	medida	Descripción	Precio Q	Precio Q	Precio Q	Precio Q
180	Pilón	Tomate var. P52 F1	Q 0.75	Q 0.75	Q 0.75	Q 0.75
1/4.	Litro	Kelpak	Q 40.00	Q 40.00	Q 40.00	Q 40.00
50	Libras	Mop	Q 68.53	Q 68.53	Q 68.53	Q 68.53
1	Litro	Foliar plus	Q 10.00	Q 10.00	Q 10.00	Q 10.00
1	Litro	Calcio-Boro	Q 8.75	Q 8.75	Q 8.75	Q 8.75
1	Litro	Calcio	Q 8.00	Q 8.00	Q 8.00	Q 8.00
1	Litro	Bayfolan	Q 21.25	Q 21.25	Q 21.25	Q 21.25
15	cc	Adherente	Q 5.00	Q 5.00	Q 5.00	Q 5.00
0.5	litro	Incipio 20 SC	Q -	Q -	Q -	Q 290.00
25	gramos	Purpureocillium lilacinum		Q -	Q 250.00	
1	litro	Isaria fumosorosea		Q 185.00		
1	litro	Thlme guard	Q 400.00	Q -	Q -	Q -
Subtotal			Q 562.28	Q 347.28	Q 412.28	Q 452.28

MATERIAL Y EQUIPO						
Unidad de			T1	T2	T3	T4
Cantidad	medida	Descripción	Precio Q	Precio Q	Precio Q	Precio Q
1	unidad	Bomba de mochila	Q -	Q -	Q -	Q -
2	Rollo	Pita	Q 20.00	Q 20.00	Q 20.00	Q 20.00
1	kg	adhesivo	Q 50.00	Q 50.00	Q 50.00	Q 50.00
1	Rollo	Mulch metálico	Q 50.00	Q 50.00	Q 50.00	Q 50.00
Subtotal			Q 120.00	Q 120.00	Q 120.00	Q 120.00

Continúa en la siguiente página...



Continuación de la tabla 22...

MANO DE OBRA						
Unidad de			T1	T2	T3	T4
Cantidad	medida	Descripción	Precio Q	Precio Q	Precio Q	Precio Q
1	día	Corte	Q 500.00	Q 500.00	Q 500.00	Q 500.00
1	día	Tutoreo	Q 500.00	Q 500.00	Q 500.00	Q 500.00
1	día	Desmalezado	Q 500.00	Q 500.00	Q 500.00	Q 500.00
Subtotal			Q 1,500.00	Q 1,500.00	Q 1,500.00	Q 1,500.00
RIEGO Y RENTA						
Unidad de			T1	T2	T3	T4
Cantidad	medida	Descripción	Precio Q	Precio Q	Precio Q	Precio Q
850	metros	Área de trabajo	Q -	Q -	Q -	Q -
250	metros	Cinta de riego	Q 25.00	Q 25.00	Q 25.00	Q 25.00
Subtotal			Q 25.00	Q 25.00	Q 25.00	Q 25.00
VENTAS						
Unidad de			T1	T2	T3	T4
Cantidad	medida	Descripción	Precio Q	Precio Q	Precio Q	Precio Q
4605	libras	Tomate var. P52 F1	Q 6,780.00	Q 7,830.00	Q 2,610.00	Q 2,610.00
Subtotal			Q 6,780.00	Q 7,830.00	Q 2,610.00	Q 2,610.00
TOTALES						
			T1	T2	T3	T4
INGRESOS POR ÁREA			Q 6,780.00	Q 7,830.00	Q 2,610.00	Q 2,610.00
COSTOS TOTALES DE CADA PROYECTO			Q 2,207.28	Q 1,992.28	Q 2,057.28	Q 2,097.28
BENEFICIO / COSTO CALCULADO			3.0716538	3.93017048	1.26086542	1.24448903
UTILIDAD NETA			Q 4,572.72	Q 5,837.72	Q 552.72	Q 512.72
MARGEN DE UTILIDAD NETA			0.674442478	0.74555811	0.211770115	0.196444444
%			67.44%	74.56%	21.18%	19.64%

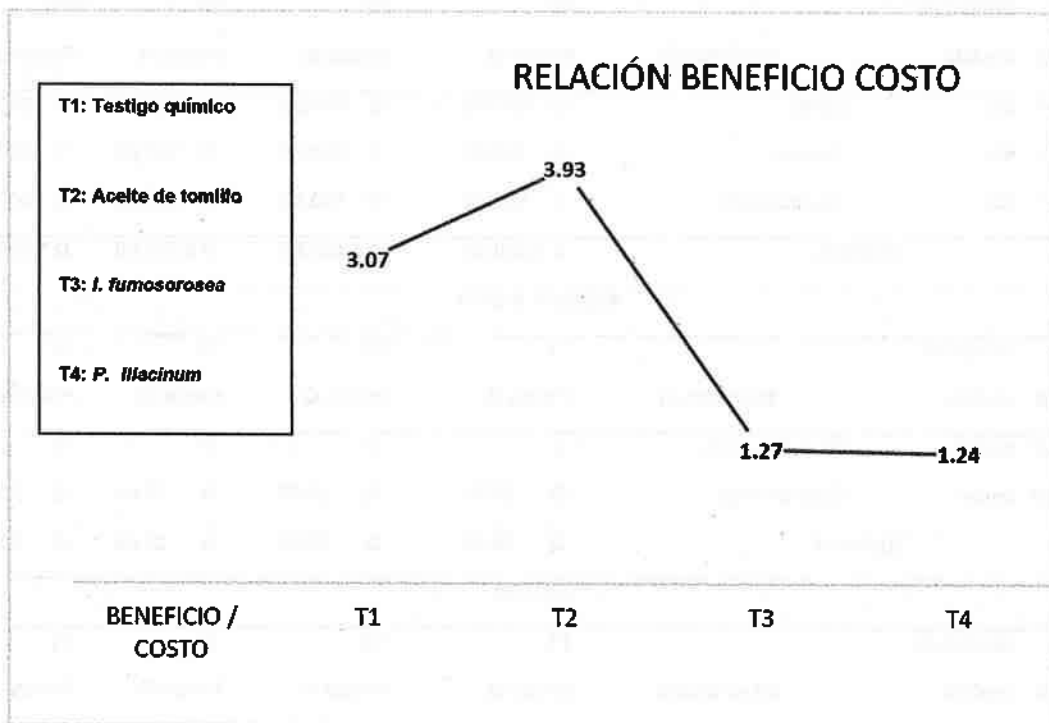
Nota. La tabla muestra los resultados de la determinación de costos y beneficios de cada uno de los tratamientos, así como también el cálculo de la relación beneficio costo, utilidad y margen de utilidad neta. Realizado con Microsoft Word, 2024.



Figura 26



Relación Beneficio Costo



Nota. La figura muestra los resultados de la determinación de costos y beneficios del proyecto, así como también el cálculo de la relación beneficio costo. Los resultados del análisis económico señalan que, al comparar los costos e ingresos obtenidos de cada tratamiento, el tratamiento 2 resulto ser el más viable, con un resultado de 3.93, lo que significa que los beneficios obtenidos son mayores, en comparación con los gastos, ya que el valor es mayor a 1. De la misma manera sucedió con todos los tratamientos, aunque cabe resaltar que el tratamiento menos rentable resulto ser el tratamiento 4. La relación Costo / Beneficio fue evaluada durante el periodo que duro el ciclo de cultivo, es decir 5 meses. Realizado con Microsoft Excel, 2024.



Tabla 23

**Rentabilidad de los tratamientos**

Tratamiento	Dosis	Costos / Ha	Beneficios / Ha	Relación B/C	C.C.
Isocycloseram	600 ml/ Ha	103872.00	319058.82	3.07	
Aceite de tomillo	1300 ml/ Ha	93754.35	368470.59	3.93	
<i>Isaria fumosorosea</i>	1500 ml/ Ha	96813.18	122823.53	1.27	
<i>P. lilacinum</i>	100 gr/ Ha	98695.53	122823.53	1.24	

El criterio de clasificación para el análisis de rentabilidad es el siguiente:

Relación <1	No es rentable y genera pérdidas.	
Relación =1	No es rentable pero tampoco genera pérdidas.	
Relación >1	Es rentable y genera ganancias.	

Nota. En la tabla No. 23, se pueden observar datos alusivos a costos y beneficios de cada tratamiento en una hectárea. Así como también la relación beneficio costo de cada uno y el criterio de comparación del mismo según su resultado. Realizado con Microsoft Excel, 2024.



2.13. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Después de las aplicaciones de los tratamientos y realización de muestreos poblacionales, se determinó que a nivel general el mejor tratamiento fue al que se le aplicó el extracto vegetal de aceite de tomillo, a una dosis de 1.3L/Ha. Dichas aplicaciones lograron reducir el porcentaje de incidencia de trips de manera gradual a un 24%, un dato interesante, ya que, según Prieto et al., (2021) el aceite esencial de tomillo puede llegar a mostrar una residualidad mayor a 14 días.

El testigo químico *Isocycloseram* se mantuvo cerca de los niveles de incidencia del mejor tratamiento, con un 32%, *Isaria fumosorosea* con 43% y el tratamiento con mayor incidencia fue el evaluado con *P. lilacinum*, con 51%.

Según Saltos et al., (2022) los aceites esenciales pueden aumentar la permeabilidad y la desnaturalización de las proteínas de la membrana celular, afectar el metabolismo energético al alterar la transferencia de electrones y la síntesis de ATP, dañar el material genético al inhibir la expresión génica y causar daño a la pared celular, sin generar resistencia.

A nivel estadístico, para las variables respuesta Incidencia y rendimiento, se lograron resultados significativos, lo que significa que ningún tratamiento fue igual a otro, por lo tanto, la dinámica poblacional de la plaga y su efecto sobre el rendimiento del cultivo, se vio afectado de manera distinta en cada tratamiento.

En cuanto al rendimiento, el tratamiento que alcanzó mejores resultados fue el tratado con el aceite de tomillo, con un total de 922.6 kg y el menor rendimiento lo obtuvo *Purpureocillium lilacinum*, con 258.55 kg. Sedy et al., (2002) afirma que el uso de timol (compuesto orgánico del aceite de tomillo), en aplicaciones al follaje, puede reducir ligeramente el daño que *Frankliniella occidentalis* causa al momento de alimentarse, pues evita que el insecto oviposite y por ende se reproduzca y se desarrollen nuevas generaciones en la planta.

El efecto en las plantas producido por el hábito alimenticio de los trips, genera daños no sólo en el follaje, sino también a las flores, tallos y al fruto, lo que reduce notablemente la capacidad fotosintética del cultivo, mermando de manera directamente la producción a nivel agrícola.

Durante los meses de junio a octubre, (meses en los que se llevó a cabo la investigación) se registraron datos temperaturas máximas durante el día de 25 a 27°C por la estación climática ubicada en la Escuela Nacional Central de Agricultura. En contraste, los datos promedio registrados durante el mismo tiempo por el termómetro digital colocado dentro del megatúnel, fueron de 27 a 31°C.

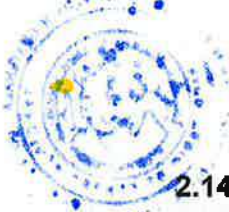


Según FASAGUA (2012) El ciclo de vida del Trips (*F. occidentalis*) depende de la temperatura, ya que se desarrollan más rápido a 30°C, mientras que por encima de 35°C no hay desarrollo absoluto. Por lo tanto, es evidente que la temperatura dentro del área de investigación, no solo favoreció e influyó en la tasa de reproductividad de los trips, sino también en la efectividad de los hongos entomopatógenos, cuyos resultados a nivel general fueron los menos eficientes.

Según Tkaczuc et al., (2023) en su investigación denominada "Temperature requirements for the colony growth and conidial germination of selected isolates of entomopathogenic fungi of the *Cordyceps* and *Paecilomyces* genera", la temperatura óptima para un mejor desarrollo del *Isaria fumosorosea* es de 25°C, al igual que *Purpureocillium lilacinum*.

Por otra parte, el análisis costo/beneficio determinó que el tratamiento más rentable fue el tratado con aceite de tomillo, con un indicador de 3.93, un valor mayor a 1, lo que significa que por cada quetzal invertido en las aplicaciones del tratamiento se recuperaron 3.93 quetzales. A nivel general todos los tratamientos obtuvieron un indicador mayor a 1, lo que significa que todos fueron rentables y generaron ganancias.

Las ganancias finales que se obtuvieron en cada tratamiento fueron representadas por la utilidad neta, en donde el tratamiento evaluado con Isocycloseram tuvo una utilidad neta de Q 4,572.72, el tratado con Aceite de tomillo Q 5,837.72, *Isaria fumosorosea* Q 552.72 y *Purpureocillium lilacinum* Q 512.72.



2.14. CONCLUSIONES

- Las aplicaciones realizadas con el extracto vegetal de tomillo y los hongos entomopatógenos (*Isaria fumosororea* y *Purpureocillium lilacinum*) tuvieron un efecto notable sobre la reducción de la incidencia de trips en el cultivo de tomate. Sin embargo, mediante el muestreo estratificado realizado, se pudo determinar que desde el punto de vista estadístico y con base al análisis de varianza, las aplicaciones realizadas con el extracto vegetal de tomillo, obtuvieron mejores resultados; logrando reducir la incidencia al 24%. Así también, se determinó que en todos los tratamientos hubo mayor incidencia de insectos en las partes altas y medias de las plantas, en comparación con las zonas bajas. Cabe recalcar que el muestreo fue realizado directamente en flores.
- En cuanto al rendimiento, el mejor tratamiento fue en el que se aplicó el extracto vegetal de tomillo. La dosis utilizada fue 2.2 L/ha y obtuvo un rendimiento total de 350,806.9 kg/ha. La producción promedio del híbrido utilizado para la investigación (P52 F1) es de 120 toneladas por hectárea, aproximadamente 120,000 kg/ha. En contraste con el resultado, se puede decir que el rendimiento obtenido con este tratamiento, fue mejor de lo esperado.

Es importante mencionar que, para todos los tratamientos, el rendimiento obtenido fue directamente proporcional al índice de incidencia presentado. De este modo, se puede inferir que al haber menor cantidad de trips sobre las plantas evaluadas, se pudo apreciar un mejor desarrollo en las plantas, frutos mejor desarrollados y de mejor calidad, así como también follaje sano y sin síntomas de virulencia.

- La relación beneficio/costo fue un indicador clave para evaluar la rentabilidad de cada uno de los tratamientos del proyecto de investigación. Este indicador financiero permitió establecer una comparación directa entre los costos de cada tratamiento y los beneficios económicos generados por las ventas de producción. Dado que el manejo agronómico fue homogéneo en todas las parcelas experimentales, las diferencias observadas en la rentabilidad se atribuyen exclusivamente a dos factores: el costo específico de cada producto aplicado y el rendimiento total. Esto hace que el análisis de la relación beneficio/costo sea aún más relevante, ya que permitió identificar



qué tratamiento ofreció el mejor retorno económico por cada unidad monetaria invertida, considerando tanto el gasto inicial como la producción obtenida.

En este contexto, el tratamiento donde utilizó aceite esencial de tomillo destacó significativamente frente a los demás, al presentar no solo el mayor rendimiento en términos de producción, sino también la relación beneficio/costo más alto, con un valor de 3.93. Esto significa que, por cada unidad monetaria invertida en este tratamiento, se obtuvo un retorno de casi cuatro veces ese valor en ingresos, lo que representa una viabilidad económica notable.

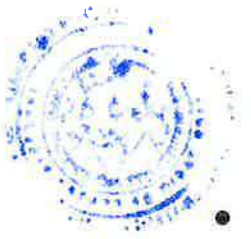
Por lo tanto, el tratamiento con aceite de tomillo no solo resultó agrónomicamente efectivo, sino que también demostró ser la opción más rentable desde una perspectiva económica. Esto resalta la importancia de considerar la relación beneficio/costo como un criterio fundamental en la toma de decisiones para la implementación de tecnologías o insumos agrícolas, especialmente cuando se busca optimizar los recursos sin comprometer la productividad.



2.15. RECOMENDACIONES



- Utilizar el aceite de tomillo como método de control biológico, a una dosis de 2.2 L/ha, en el cultivo de tomate o chile pimiento para el control de trips (*F. occidentalis*).
- Realizar aplicaciones preventivas con hongos entomopatógenos (*I. fumosorosea* y *P. lilacinum*) para prevenir ataques de plagas como trips, mosca blanca y algunas enfermedades presentes en el suelo, teniendo el control y monitoreo de la temperatura y humedad relativa dentro de los megatúneles e invernaderos.
- Realizar monitoreos de plagas de manera constante, con el fin de evitar que estas alcancen niveles poblacionales altos, de tal manera que su control sea efectuado sin mayores complicaciones. Con esto se podrían evitar costos de producción innecesarios pues se reducirían las aplicaciones directas en campo al tratarse de aplicaciones preventivas.
- Se recomienda implementar métodos de control biológico para el control de trips, en combinación con un buen manejo integrado de plagas para reducir el impacto ambiental que se produce, especialmente en áreas que se dedican netamente a la explotación agrícola.
- Implementar la rotación de ingredientes activos aplicados a los cultivos, es de suma importancia para evitar la resistencia a las moléculas químicas que pueda dejar sin efecto parcial o total las aplicaciones fitosanitarias.
- Realizar capacitaciones dirigidas al personal de campo para promover el uso adecuado de plaguicidas agrícolas (dosis y utilización del equipo de protección personal).
- Continuar con la evaluación de hongos entomopatógenos y extractos vegetales, con el fin de determinar si la actividad plaguicida de ambos se ven potenciados o inhibidos al momento de ser aplicados a diversos cultivos, especialmente hortalizas.



- Realizar investigaciones en las cuales se compare la residualidad del aceite de tomillo en las plantas, bajo condiciones de laboratorio y/o invernadero después de ser aplicado en campo.

2.16. APÉNDICE

Figura 27A

Resultados del análisis químico del agua.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE ANALISIS
DE SUELO, AGUA Y PLANTA
"SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



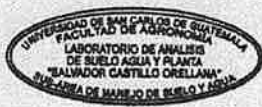
INTERESADO: CLAUDIA AVILA
PROCEDENCIA: CIUDAD DE GUATEMALA

ANALISIS QUIMICO DE AGUA

IDENT	pH	µS/cm C.E.	Meq/litro				Ppm				RAS	CLASE
			Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn		
M-1	7.4	302.0	0.85	0.68	1.30	0.19	0	0	0	0	1.49	C2S1

C2 : AGUAS DE MEDIANA SALINIDAD CUYA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA VARIA ENTRE 250 A 750 µS/cm.

S1: AGUAS DE BAJA SODICIDAD (Bajo contenido de Sodio y cuyo RAS varía entre 0 y 10

CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA
CÓDIGO POSTAL 01012. APARTADO POSTAL 1545. TEL.: (502) 24189308 (502) 24189300

Nota. La figura muestra los resultados del análisis químico de agua realizado al reservorio del área de Consulado Oriente, con fines de riego y aplicaciones fitosanitarias.



2.17. BIBLIOGRAFÍA

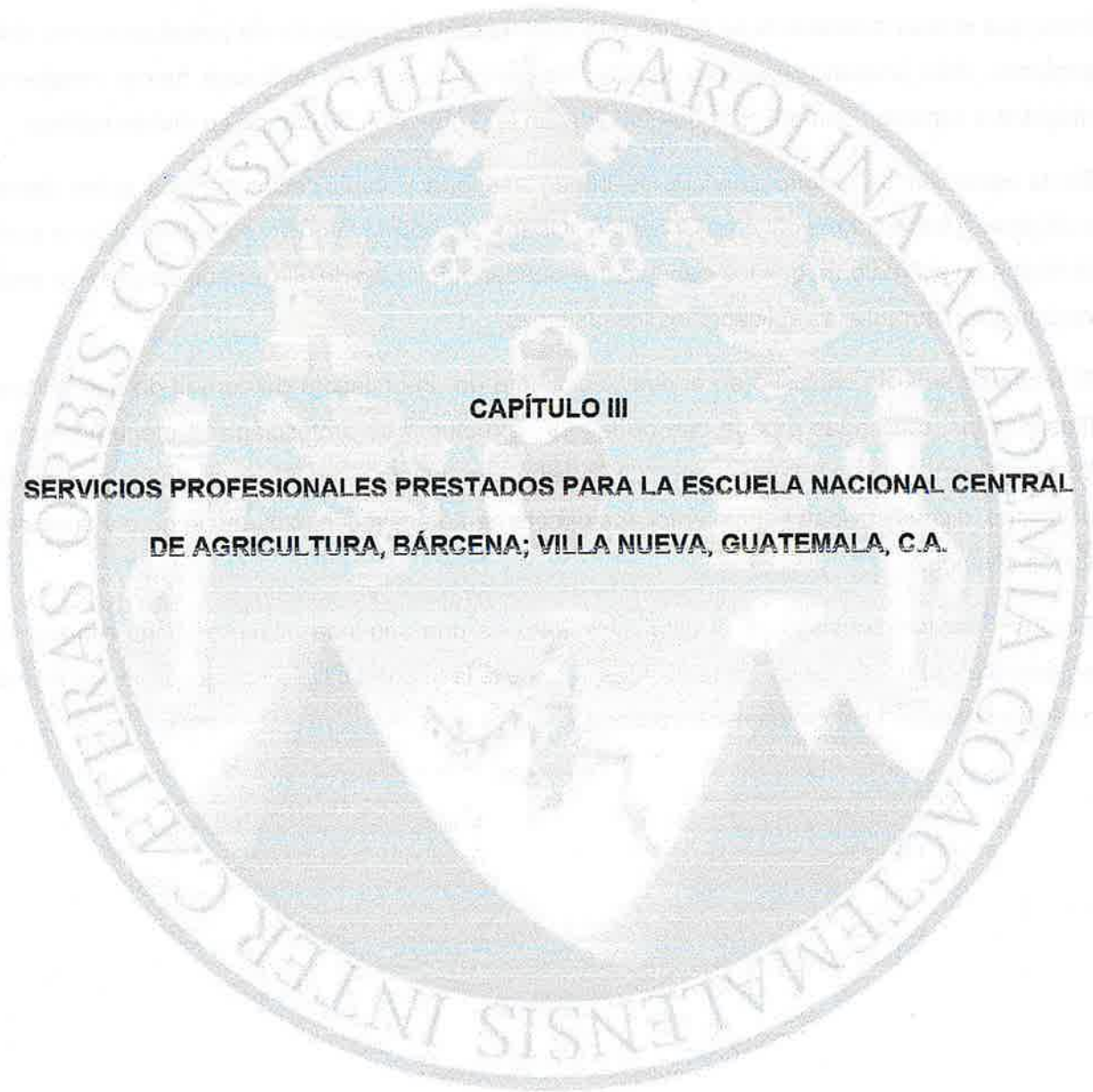
1. Agroquimex. (s.f.). *Thyme Guard*. <https://agroquimex.com/products/thyme-guard>
2. Arévalo M. (2004). *Estudio de la rentabilidad económica del repollo y del tomate, para los agricultores de la zona alta de San Ignacio y La Palma, Chalatenango*. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Desarrollo Rural.
3. Balado E., Marrero M., Lamarca A., Jiménez J., Cuadau J., (2019) *El Tomate*. Trabajo de investigación. Universidad Jaume I. España.
4. Biobest. (2012). *Side Effect Manual*. <https://www.biobestgroup.com/en/side-effect-manual>
5. BIOEXPORT S.A. (s.f.). *Proud 3*. <https://www.bioexport.com.gt/proud-3.html>
6. Bioquirama. (s.f.). *Isaria fumosorosea*. <https://bioquirama.com/index.php/14-sample-data-articles/80-biofum-s-c>
7. Brodsgaard H. F. (1987). *Frankliniella occidentalis (Thysanoptera; 89 Thripidae) a new pest in Danish glasshouses. A review*. Danish J.Plant Soil Science, p 83-91.
8. Cáceres, S. (2020). *Gula práctica para la identificación y el manejo de las plagas del tomate*. Compilado por Sara Cáceres; fotografías de Valeria Soledad Miño. 1ra. edición ilustrada. Bella Vista.
9. Childers C.C. y Achor, D. (1995). *Thrips feeding and oviposition injuries to economic plants, subsequent damage and host responses to infestation*. Thrips biology and management, 276,31-51. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1409-5_3
10. De Borbón C.M. (2005). *Los trips del suborden Terebrantia de la Provincia de Mendoza*. 1ra ed. Luján de Cuyo INTA. 38 pp.
11. East West Seed. (s.f.). *P52 F1*. <https://www.eastwestseed.com/crops/#compare-varieties>
12. Balado E., Marrero M., Lamarca A., Jiménez J., Cuadau J., (2019) *El Tomate*. Trabajo de investigación. Universidad Jaume I.



13. FASAGUA (Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala). 2012. *Manejo integrado de trips en invernadero*. Guatemala. Consultado 20 febrero 2025. https://issuu.com/fasagua/docs/revista_fasagua_30
14. Gómez H., Zapata A., Torres E., Tenorio M. (2014). *Manual de producción y uso de hongos entomopatógenos*. Perú, Servicio Nacional de Seguridad Agraria. 37 p. <https://www.senasa.gob.pe/senasa/wpcontent/uploads/2017/09/ManualdeProduccion%83%C2%B3n-y-Uso-de-Hongos-Entomopat%C3%83%C2%B3genos.pdf>
15. José Luis M. Pall & Romina Gisela Kihn. (2024). *Introducción al Manejo Integrado de Plagas y Control Biológico*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Uruguay, Santa Rosa, La Pampa.
16. Sedy K. Koschier E. (2003). *Institute for plant protection*. University of Agricultural Sciences (BOKU) Vienna, Peter Jordanstrasse 82, 1190 Vienna.
17. López Bautista, González Ramírez. (2016). *Diseño y Análisis de Experimentos, Fundamentos y Aplicaciones en Agronomía*. 2ª. Edición Revisada y Ampliada. Universidad de San Carlos de Guatemala.
18. López Lambertini, P., Williams, L., Shohara, K., and Ducasse, D. (2003). *Diagnosis of three Tospovirus species by rapid immunofilter paper assay*. J. Gen. Plant Pathol. 69: 339-341.
19. López K., Navarro M., Cartín L., Fernández M., Marín A. (2024). *Tomate (Solanum lycopersicum) Manual de buenas prácticas agrícolas con enfoque de adaptación al cambio climático*. Revista Técnica. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. San José, Costa Rica, p 28.
20. Mendoza G., Márquez J. (2019). *El uso de agentes biológicos para el control de Frankliniella occidentalis (Pergande) en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.)*. Universidad Zamorano. Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2adf3d82-4d21-404e-b4a9-069ec24c49bb/content>
21. Meyling N. & Eilenberg J. (2007) *Ecology of the entomopathogenic fungi Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae in temperate agroecosystems: potential for conservation biological control*. Biological Control, p. 145-155. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.07.007>
22. MICSA. (s.f.). *Faisenonema 8 WP*. <https://micsagt.com/productos-y-soluciones/>

- 
- 
23. Motta Delgado P., & Ordoñez. (2011). *Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas*. Universidad de la Amazonía, Florencia, Caquetá, Colombia. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.187>
 24. Navarro González, I., & Periago, M. J. (2016). *El tomate, ¿alimento saludable y/o funcional?* Revista Española de Nutrición Humana y Dietética. <https://doi.org/10.14306/renhyd.20.4.208>
 25. Panyasiri, C.; Supothina, S.; Veeranondha, S.; Chanthaket, R.; Boonruangprapa, T.; Vichai, V. (2022). *Control efficacy of entomopathogenic fungus *Purpureocillium lilacinum* against chili thrips (*Scirtothrips dorsalis*) on chili plant*. Insects. <https://doi.org/10.3390/insects13080684>
 26. Porres, V.; de León, E.; Cifuentes, R. (2014). *Evaluación de cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero en los departamentos de Sololá y Suchitepéquez*. Revista 27. Centro de Estudios Agrícolas y Forestales, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala. https://res.cloudinary.com/webuvgl/image/upload/v1542748204/WEB/Servicios/Editorial%20universitaria/PDF/27/REV_ART_8_evaluacion_de_cultivares.pdf
 27. Prieto, M.C., Vázquez, C., Bergesse, A., Camiletti, O., Lucini, E., Grosso, N., Asensio C. (2021). *Libro de Resúmenes: 5to. Congreso Argentino de Fitopatología*. Asociación Civil Argentina de Fitopatólogos. Córdoba, Argentina. ISBN 978-987-24373-3-6.
 28. Puterka G. J., Humber R.A. y Poprawski T.J. 1994. *Virulence of fungal pathogens (imperfect fungi: Hyphomycetes) to pear psylla (Homoptera: Psyllidae)*. Environ. Entomol, pp. 514-520.
 29. Saltos L., Da Silveira P., Tavares D., Moreira S., Alves T., Botelho D. (2022). *Thyme essential oil reduces disease severity and induces resistance against *Alternaria linariae* in tomato plants*. Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras. Lavras, Brazil. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100919>
 30. Scorsetti, A.C., De Gregorio C., Cedola C., Cáceres S., López Lastra C.C. (2006). *Nuevos registros de hongos entomopatógenos (Ascomycota: Hypocreales) presentes en *Bemisia tabaci* (Gennadius) y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae), plagas de cultivos hortícolas de Argentina*. Horticultura Argentina Vol 25 (59): 50 (105).

- 
- 
31. Syngenta Guatemala. (s.f.). *Incipio 20 SC*. <https://www.syngenta.com.gt/product/crop-protection/insecticida/incipio-20-sc>
 32. Shipp J. L., Wang K., Binns M. R. (2000). *Economic injury levels for western flower thrips (Tysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber*. Journal of Economic Entomology.
 33. Tkaczuk C., Anna Majchrowska-Safaryan A. (2023). *Temperature requirements for the colony growth and conidial germination of selected isolates of entomopathogenic fungi of the Cordyceps and Paecilomyces genera*. Faculty of Agricultural Sciences, Institute of Agriculture and Horticulture, University of Siedlce. Białowieza, Polonia. <https://doi.org/10.3390/agriculture13101989>
 34. Vinaches Villarta, P. (2021). *Estudio de la eficacia de diferentes extractos vegetales y minerales como solución natural sostenible para el control de trips (Frankliniella occidentalis) en los cultivos de berenjena (Solanum melongena) y tomate (Solanum lycopersicum) bajo condiciones de invernadero*. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Producción Vegetal, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. <https://riunet.upv.es/handle/10251/174599>.
 35. Vilmorin & Seed Generation. (s.f.). *Retana F1*. https://0201.nccdn.net/1_2/000/000/154/f60/tomate-retana-f1-ficha-tecnica-.pdf
 36. Vista Volcanes. (s.f.). *Vista Isaria 2 SC*. <https://vistavolcanes.com/productos/>
 37. Wang S.B., Miao X.X., Zhao W.G., Huang B., Fan M.Z., Li Z.Z. y Huang Y.P. (2005). *Genetic diversity and population structure among strains of the entomopathogenic fungus, Beauveria bassiana, as revealed by inter-simple sequence repeats*.





3.1. PRESENTACIÓN

Conforme al diagnóstico anteriormente ejecutado, se realizó un plan de acción, en el cual se establecieron tres servicios en función de la matriz de priorización de problemas, dicho plan se ejecutó durante el periodo del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el Área de Consulado Oriente / Producción.

Dado que el área establecida se dedica principalmente a la producción de hortalizas como, chile pimiento, chile jalapeño, pepino y tomate, los servicios que se realizaron fueron netamente dirigidos a contribuir con mejoras que fortalezcan la producción en campo de dichos cultivos.

En la ejecución del primer servicio, se brindó asesoría y capacitación técnica sobre camas biológicas a trabajadores del área Consulado Oriente; así como también, se estableció una cama biológica en el área para que los trabajadores puedan hacer uso de ella, dando paso a una mejor organización durante las aplicaciones fitosanitarias.

El segundo servicio consistió en el establecimiento de una bitácora de control de aplicaciones fitosanitarias, realizadas a cada una de las 19 estructuras de protección (14 megatúneles y 5 invernaderos). Así como también, se llevó a cabo el recuento y organización de los plaguicidas utilizados, dicha actividad estuvo enfocada directamente al almacenamiento seguro y adecuado de los mismos.

El tercer servicio consistió en el establecimiento de una segunda bitácora, dicho registro fue enfocado al control de los cortes realizados durante la fase productiva de cada cultivo y al ingreso que se generaba, económicamente hablando.



3.2. SERVICIO UNO: ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN SOBRE “USO E IMPORTANCIA DE LAS CAMAS BIOLÓGICAS EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS”

3.2.1. Marco conceptual

3.2.1.1. ¿Qué son las camas biológicas?

Las camas biológicas son una tecnología sustentable y biológicamente activa que retiene y degrada microbiológicamente, y de manera efectiva, los excedentes de productos fitosanitarios, tanto solos como en mezclas (Elorzar, 2020).

3.2.1.2. ¿Cómo funcionan las camas biológicas?

La capacidad de degradación de los fitosanitarios en las camas biológicas es muy elevada, siendo capaces de reducir la concentración de los fitosanitarios a niveles muy bajos, hasta, en algunos casos, eliminarlos completamente. Esta acción degradadora se realiza en el componente más importante de la cama biológica, que es la biomezcla, cuya composición físico-química proporciona un ambiente óptimo para el crecimiento de un grupo específico de microorganismos, los cuales son los responsables de la degradación de los fitosanitarios (Elorzar, 2020).

3.2.1.3. Ventajas de una cama biológica

Las camas biológicas cuentan con las siguientes ventajas: son fáciles de utilizar y construir, son económicamente rentables y permiten organizar las labores agrícolas de protección vegetal minimizando el impacto ambiental y, como tal, forman parte fundamental de las Buenas Prácticas Agrícolas. La biomezcla permite la retención y posterior biodegradación de los productos fitosanitarios, reduciendo su concentración, debido principalmente a la degradación por los microorganismos presentes en ella (Norma IRAM 29.561, 2020).



3.2.2. Antecedentes

Dentro del área de Consulado Oriente, al momento de realizar el diagnóstico, no se contaba con camas biológicas, ni ningún tipo de estructura similar que sirviera para que los trabajadores de campo pudiesen realizar mezclas de plaguicidas y el triple lavado a los envases de utilizados, Así como también, en ocasiones los residuos de plaguicidas utilizados a nivel fitosanitario eran desechados en lugares inespecíficos, por lo que la contaminación de suelo y agua era constante.

3.2.3. Objetivos

3.2.3.1. General

- Proporcionar a los trabajadores una herramienta tecnológica, pero sencilla, de bajo costo, que permita captar y degradar los productos fitosanitarios provenientes de la limpieza de los equipos de aplicación y de derrames accidentales que pudiesen ocurrir durante la preparación del caldos químicos y llenado de equipos de aplicación.

3.2.3.2. Objetivos específicos

- Asesorar y capacitar al personal de campo, sobre el uso e importancia de las camas biológicas en la producción agrícola.
- Establecer una cama biológica cerca de cada mini acopio de envases de productos químicos.

3.2.4. Metas esperadas

- Evitar la contaminación del suelo y agua por parte de los trabajadores, a través del uso de camas biológicas.
- Concientizar a los trabajadores del impacto ambiental que generan los residuos de plaguicidas.

3.2.5. Metodología

3.2.5.1. Materiales y equipo

- Manuales sobre el establecimiento de camas biológicas
- Manuales sobre la importancia de camas biológicas

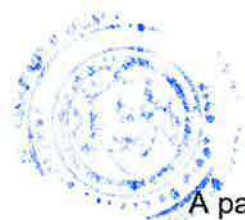


- Computadora
- 40 blocks de construcción
- Cemento
- Arena
- Piedrín
- Arcilla
- Sustrato
- Grama
- Tuvo PVC
- Pegamento PVC
- Codos de PVC
- Llave de agua
- Estacas
- Malla de metal
- Nivel
- Azadón
- Alicata
- Carreta
- Pala
- Cuchara para albañil

3.2.5.2. Fase de gabinete

Como parte de la fase de gabinete y previa preparación para la realización de servicio, se recibió una capacitación por parte de Greimiagro. En donde se abordaron temas de suma importancia como:

- Uso y manejo seguro de insumos agrícolas.
- Uso de camas biológicas.
- Importancia de las camas biológicas.
- Fuentes puntuales de contaminación por plaguicidas en el campo.
- Diseño de una cama biológica.
- Cálculo del tamaño de una cama biológica.



A partir de los conocimientos adquiridos durante la jornada formativa, se organizó una actividad de réplica dirigida al personal operativo en el área de campo. Durante esta réplica, se utilizó material didáctico adaptado al contexto, incluyendo carteles demostrativos y ejemplos prácticos, con el fin de facilitar la comprensión y promover la adopción de esta tecnología ecológica en las labores agrícolas cotidianas de los trabajadores.

Esta iniciativa permitió reforzar capacidades técnicas a nivel local, contribuyendo a una producción más sostenible y a una mejor gestión de los residuos de plaguicidas, uno de los principales objetivos del uso de camas biológicas en el ámbito agrícola.

Figura 28

Capacitación sobre camas biológicas



Nota. La figura muestra la capacitación recibida por profesionales agrícolas, con el fin de mejorar los conocimientos y capacidades sobre el tema “Camas biológicas”.

3.2.5.3. Fase de campo

La fase de campo consistió en la elaboración de una cama biológica cerca del área de invernaderos y en la réplica de información dirigida a los trabajadores de campo, en función de la capacitación recibida por Gremiagro.



3.2.5.3.1. Elaboración de una cama biológica

3.2.5.3.2. Cálculo del tamaño de la cama biológica

esto se realizó en función de las aplicaciones diarias y el volumen de agua utilizado cada día, según información dado por los trabajadores en campo.

Para ello se hizo necesario conocer los siguientes datos:

Tabla 24

Datos para el cálculo del tamaño de una cama biológica

TAMAÑO DE LA CAMA BIOLÓGICA			
Símbolo	Dato	Cantidad	Dimensional
F	Frecuencia de aplicación.	3	Veces por semana
V	Volumen de agua contaminada por lavado del equipo de aplicación.	5	Litros
T	Temporada de aplicación.	20	semanas

Nota. Datos necesarios para el cálculo del tamaño de una cama biológica. Tomado de *Camas biológicas y manejo de envases de agroquímicos UCAP CIAG 25082020*, por Gremiagro CIG, 2020. [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/1c6eGTZKZXA>

Posteriormente se realizó la determinación del volumen total de agua contaminada, que se estima estaría siendo tratada en la cama biológica durante una temporada de aplicación.

$$(F \times V \times T) / 1000 = V_{To}$$

$$(3 \times 5 \times 20) / 1000 = 0.3 \text{ m}^3$$

3.2 m es la cantidad de agua contaminada aproximadamente en el área durante una temporada de aplicación. Así también para la determinación de las dimensiones de la cama biológica se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:



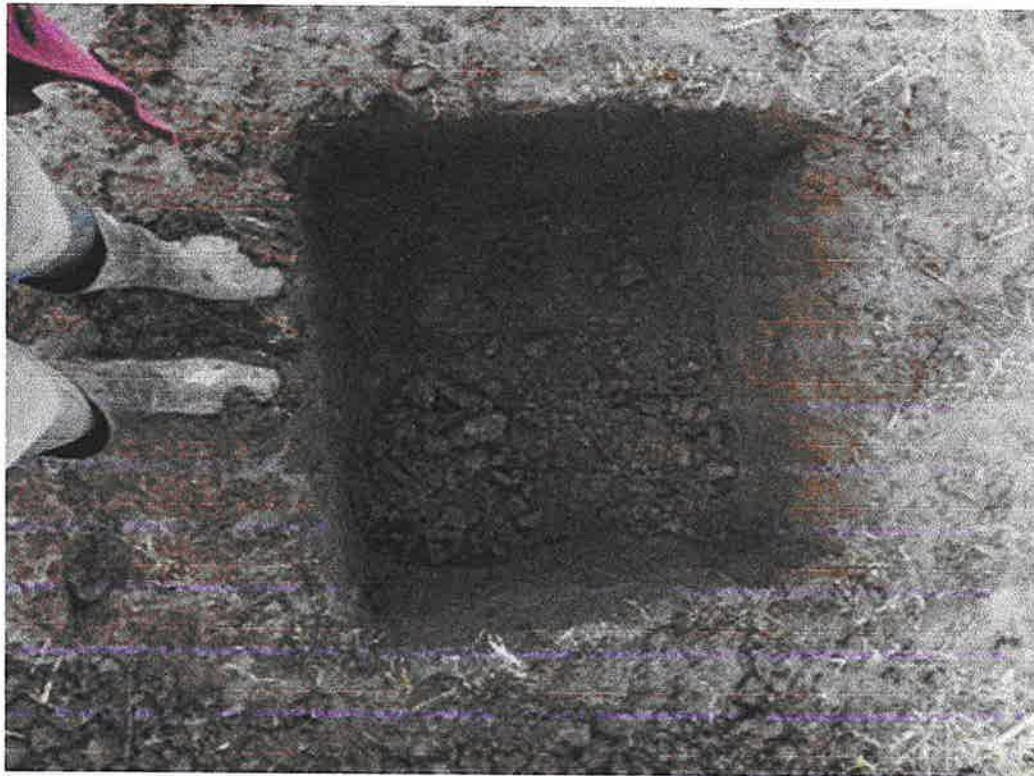
- Ancho: se fijó de acuerdo al tamaño de equipo de aplicación, con el fin de garantizar que el mismo quede adentro de la cama biológica, para una mochila de aspersión es de 1 metro.
- Profundidad: La profundidad es una constante de 0.6 metros.
- Largo: Se calcula con la fórmula $2V_{To} (m^3) = Ancho (m) * Largo (m) * Profundidad (m)$, en donde la fórmula ya despejada quedaría de la siguiente manera:
$$2V_{To} / (A * P) = L$$
$$(2 * 0.3) / (1 * 0.6) = 1 \text{ metro.}$$

Pasos que se siguieron para la elaboración de la cama biológica:

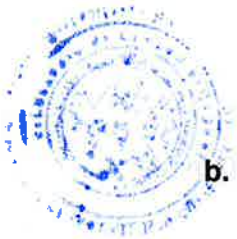
- a. **Excavación de un agujero:** según los cálculos realizados en campo, las dimensiones fueron 1 metro de largo, 1 metro de ancho y 0.6m de profundidad.

Figura 29

Excavación del agujero



Nota. Excavación de un agujero de dimensiones 1*1*0.60 para la elaboración de la cama biológica.



- b. **Colocación del bordillo de block:** para el bordillo se colocó block de construcción alrededor de la cama biológica.
- c. **Colocación de capas:** las capas aplicadas a la cama biológica fueron 10 cm de arcilla, al fondo de la cama, sustrato de caña de maíz ya madurado y finalmente la capa de grama.
- d. **cubierta:** se colocó una cubierta de material impermeable compuesto de nylon.
- e. **Colocación de una llave de agua:** Para este paso, se procedió a excavar y ubicar tubería para hacer la conexión de un tubo PVC el cual llegaría hasta la cama biológica.

Figura 30

Aplicación de arcilla y sustrato a la cama biológica



Nota. En la figura se observa el proceso final de la conformación de la cama biológica, donde se aplica una capa de arcilla como base impermeable, seguida por el sustrato orgánico que facilita



la retención de nutrientes, en proporción de 0.10 m. de arcilla, 0.5 m. de sustrato y 0.10 m. de grama.

Figuras 31

Aplicación de grama a la cama biológica



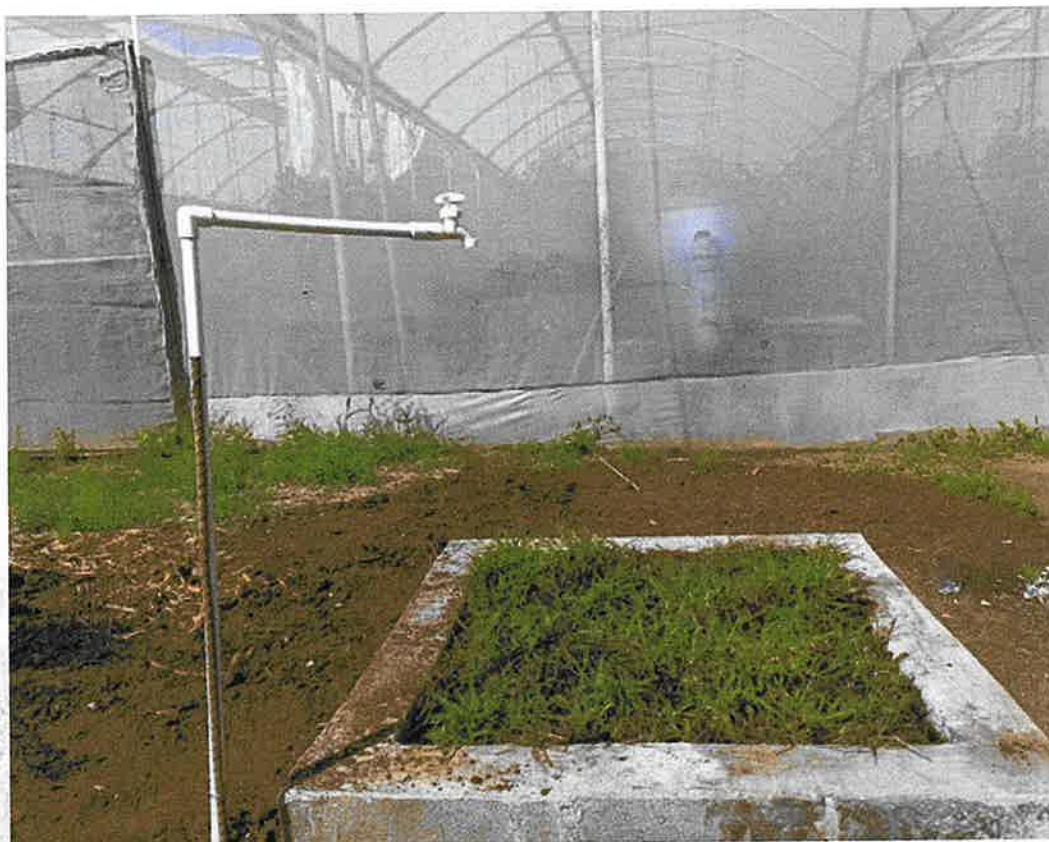
Nota. Las figuras muestran la aplicación de grama a la cama biológica, la cual contribuye a la filtración natural y al mantenimiento ecológico del sistema, proceso esencial para garantizar la eficiencia en la bio-remediación de residuos contaminantes.



Figuras 32



Implementación de una llave de lavado



Nota. La figura muestra la implementación de una llave de agua para el lavado de manos, adquisición de agua para mezclas y lavado de equipos de aplicación.

3.2.5.3.3. Capacitación brindada a trabajadores sobre el “uso e importancia de camas biológicas en la agricultura”

Como parte del primer servicio, se realizó una capacitación dirigida a trabajadores del área Consulado Oriente, en la cual se abordaron los siguientes temas:

- Uso y manejo seguro de insumos agrícolas.
- Uso de camas biológicas.
- Importancia de las camas biológicas.
- Cálculo y diseño de una cama biológica.



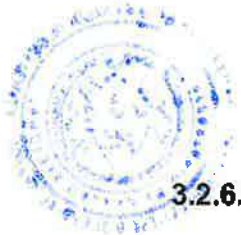
Figuras 33



Capacitación dirigida a trabajadores del área Consulado Oriente



Nota. Capacitación dirigida a trabajadores de campo sobre el uso, manejo de camas biológicas y gestión segura de residuos químicos. Lo anterior, con el fin de reducir el impacto ambiental y mejorar las condiciones de trabajo. La actividad formó parte de las acciones institucionales orientadas a la formación continua y la implementación de soluciones ecológicas en los distintos ámbitos de gestión.



3.2.6. Resultados y discusión

En el área de Consulado Oriente se logró implementar con éxito una estructura funcional y sostenible, diseñada específicamente para la retención y degradación microbiológica de residuos o excedentes de plaguicidas agrícolas que se generan durante las labores agrícolas.

Esto representa un avance significativo en términos de protección ambiental, ya que permite manejar de forma segura los residuos de agroquímicos, evitando la contaminación del suelo y fuentes de agua. Asimismo, se elimina la práctica inadecuada de utilizar áreas al azar para el lavado de equipos de aplicación, lo que garantiza una mayor responsabilidad en el manejo de insumos agrícolas y promueve el uso de zonas designadas para tales fines.

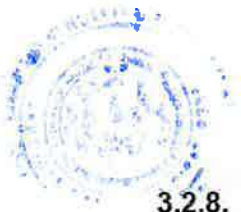
Paralelamente, se llevó a cabo una capacitación dirigida al personal de campo, enfocada no solo en el funcionamiento y mantenimiento adecuado de las camas biológicas, sino también en el fortalecimiento de sus conocimientos técnicos. Esta formación busca asegurar que los trabajadores cuenten con herramientas adecuadas y mejoren su preparación frente a las exigencias ambientales y laborales que su entorno solicita.

Con esta iniciativa, se avanza hacia una gestión más consciente y eficiente de los recursos, reafirmando el compromiso institucional con el desarrollo sostenible y la mejora continua en las prácticas agrícolas.



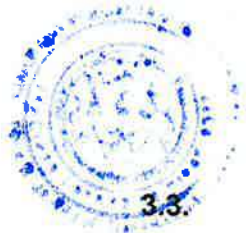
3.2.7. Conclusiones

- la capacitación dirigida al personal de campo permitió no solo mejorar sus conocimientos técnicos sobre el uso y mantenimiento de las camas biológicas, sino también concientizar sobre la importancia de adoptar prácticas agrícolas más responsables con el medio ambiente. Gracias a esta iniciativa, se logró reducir significativamente el riesgo de contaminación del suelo y fuentes de agua, al evitar derrames accidentales.
- La instalación de una cama biológica demostró ser una solución tecnológica, sencilla, de bajo costo y altamente efectiva para mitigar el impacto ambiental generado por el manejo de equipos de aplicación agrícola. Así también, se aseguró la proximidad de la cama biológica a los centros de acopio de envases químicos, lo que representa un avance en la implementación estratégica e integral para el manejo de insumos agrícolas, asegurando un entorno de trabajo más seguro y libre de contaminantes químicos. Esto reafirmó el compromiso institucional con una producción sostenible, alineada con las exigencias actuales en materia de salud ambiental y responsabilidad social, al contar con un sistema diseñado específicamente para captar y degradar estos residuos de manera segura y controlada.



3.2.8. Recomendaciones

- Establecer programas de capacitación periódica para los trabajadores que manipulan plaguicidas y participan en actividades agrícolas. Esta formación debe incluir temas como el uso seguro de productos químicos, manejo de residuos, técnicas de aplicación responsable, primeros auxilios en caso de exposición y normativas ambientales vigentes. La actualización constante garantiza prácticas seguras, eficientes y respetuosas con el medio ambiente.
- Las camas biológicas deben ser colocadas a no menos de 15 metros de fuentes de agua superficial o subterránea, tales como ríos, quebradas, pozos o manantiales. Esta distancia tiene como objetivo reducir el riesgo de contaminación de los cuerpos de agua y proteger la salud humana y ambiental.
- Se recomienda evaluar las características del suelo y la pendiente del terreno para evitar escurrimientos químicos accidentales.
- Considerar la variabilidad en la degradación de plaguicidas, ya que no todos los plaguicidas se degradan de la misma manera ni al mismo ritmo. Factores como la composición química del producto, condiciones ambientales, tipo de suelo y características del sistema de las camas biológicas influyen significativamente en el proceso de degradación.
- Realizar una correcta identificación de los productos utilizados y adaptar las prácticas de manejo y tratamiento de residuos en función de sus propiedades específicas, priorizando aquellos que minimicen su persistencia y toxicidad.



3.3.

SERVICIO DOS: ESTABLECIMIENTO Y GESTIÓN DE UN SISTEMA DE REGISTRO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LABORES AGRÍCOLAS, VINCULADO A LA ETAPA DE COSECHA.

3.3.1. Antecedentes

En el área de Consulado Oriente de la Escuela Nacional Central de Agricultura, diariamente se realizan cosechas de productos perecederos, como chile pimiento, chile jalapeño, pepino y tomate, provenientes de distintos megatúneles e invernaderos. Hasta hace poco, la toma de datos en campo y el registro sistemático de las labores agrícolas relacionadas con la cosecha no formaban parte de las prácticas operativas regulares en esta área. Sin embargo, se identificó la necesidad urgente de implementar un sistema de registro, no solo como una herramienta de documentación, sino como un recurso estratégico para la gestión, análisis y mejora continua de los procesos productivos, ya que el manejo de bitácoras permite registrar con precisión las actividades e identificar los momentos específicos de mayor o menor productividad (temporadas altas y bajas de cosecha), y detectar tanto fortalezas operativas como limitaciones técnicas o logísticas.

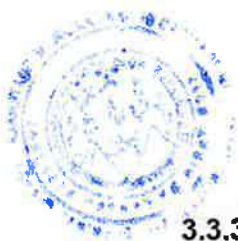
3.3.2. Objetivos

3.3.2.1. General

- Establecer un sistema de registro para el control y monitoreo de labores agrícolas vinculadas a la etapa de cosecha.

3.3.2.2. Específicos

- Generar una base de datos para el análisis de la información recolectada en campo de cosecha.
- Establecer temporadas altas y bajas de cosecha en el área de Consulado Oriente.



3.3.3. Metas esperadas

- Mantener un registro sistemático y continuo de las cosechas realizadas en el área, con el fin de identificar las temporadas de mayor productividad, facilitar la planificación estratégica y optimizar la distribución de cultivos, orientando estos procesos al cumplimiento eficiente de las metas productivas establecidas.

3.3.4. Metodología

3.3.4.1. Materiales y equipo

- Libro de bitácoras
- Libreta
- Lápiz
- Calculadora
- Computadora

3.3.4.2. Fase de campo

Durante esta fase, se estableció un sistema estructurado de recolección de información mediante el uso de una bitácora técnica, con el propósito de registrar de forma sistemática y diaria los datos relacionados con la cosecha. Este mecanismo permitió documentar de manera ordenada y precisa las actividades realizadas en campo, facilitando así el control y monitoreo de la producción.

En el área de trabajo, cada operario tenía asignado uno o varios megatúneles o invernaderos, lo cual permitía delimitar claramente la procedencia de cada cosecha. La cuantificación de los productos recolectados se efectuaba directamente en campo al momento del corte, y posteriormente, previo a su envío al centro de acopio para su comercialización, se realizaba una segunda verificación y registro de los datos correspondientes a cada lote.

La bitácora diseñada incluía campos específicos para el registro de la fecha de cosecha, origen del producto (invernadero o megatúnel), número correlativo de envío, destino, tipo de cultivo, cantidad, unidad de medida y precio estimado. Este formato permitió comparar y validar los datos obtenidos en campo con los reportes generados por el centro de acopio, asegurando así la consistencia y trazabilidad de la información a lo largo del proceso productivo y comercial.



La recolección de datos mediante este sistema se llevó a cabo durante el período comprendido entre los meses de abril y octubre, generando una base de datos útil para análisis posteriores, planificación de cosechas y evaluación del rendimiento por estructura de producción.

Figura 34

Recolección de datos en campo



Nota. La figura muestra la recolección de datos de cosecha realizada de manera directa a cada trabajador en campo.

3.3.4.3. Fase de gabinete

Durante esta fase se organizaron los datos de cada corte diariamente, tomando en cuenta cada recibo o envío que el centro de acopio enviaba. Posteriormente se procedía a su integración en



los libros de registros de actividades agrícolas. Así como también se realizaba una base de datos en Excel, que consistía en una compilación de información, donde ya se incluían datos de precios de cada venta, pues el precio de compra en el centro de acopio de los productos perecederos, no fue constante.

Durante esta fase, se llevó a cabo la organización y procesamiento diario de los datos correspondientes a cada corte de hortalizas, utilizando como fuente principal los recibos y reportes de envío emitidos por el centro de acopio. Esta información permitió realizar un seguimiento detallado de la producción diaria y su correspondiente comercialización.

Una vez verificados, los datos eran integrados en los libros de registro de actividades agrícolas, los cuales servían como soporte físico para el control de las labores en campo. Paralelamente, se desarrolló una base de datos digital en Microsoft Excel, que funcionaba como una herramienta centralizada de almacenamiento, procesamiento y análisis de la información recolectada.

Dicha base de datos incluía no solo los datos operativos básicos (como fecha, tipo de cultivo, cantidad, unidad de medida y destino), sino que también incorporaba los precios unitarios de venta asignados por el centro de acopio. Cabe destacar que los precios de compra de los productos perecederos no fueron constantes durante el período evaluado, lo cual hacía necesario mantener un registro actualizado que reflejara las variaciones del mercado y permitiera realizar análisis económicos y comparativos a lo largo del tiempo.

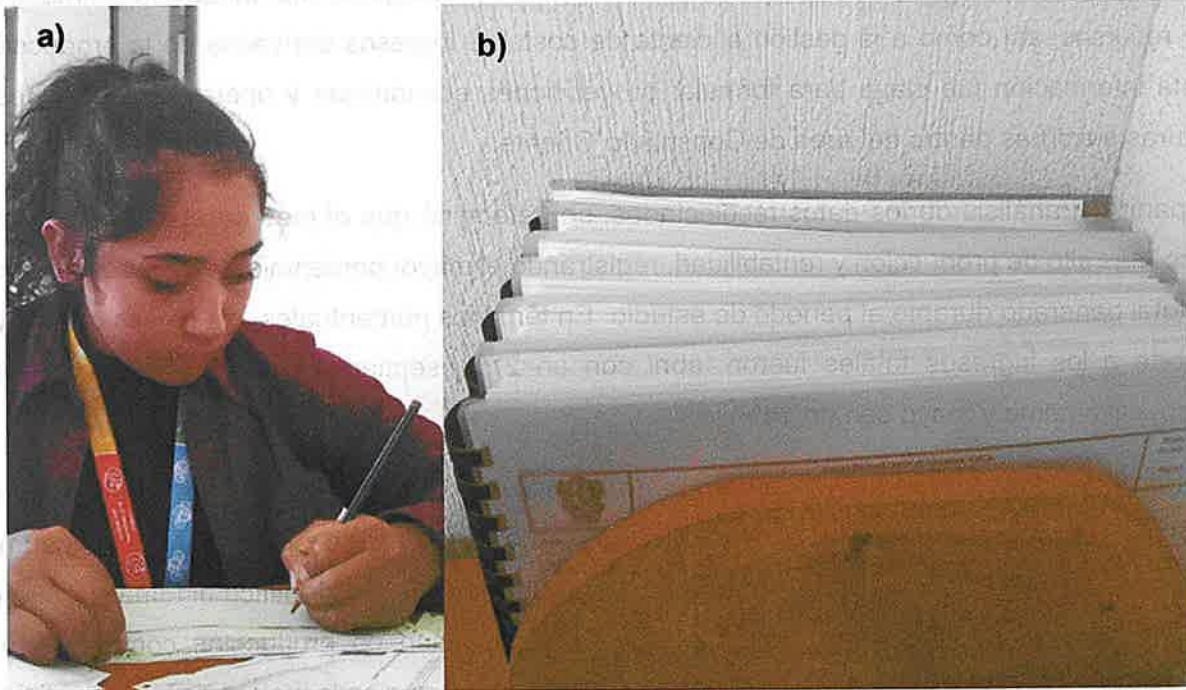
Este enfoque permitió mejorar la trazabilidad, transparencia y control económico de las actividades agrícolas durante la etapa de cosecha, así como generar un banco de datos para la toma de decisiones en la planificación de próximas siembras y proyecciones de ingresos.

[illegible]

Nota. La figura muestra el modelo de bitácora en el cual fueron registrados los datos de cosecha durante los meses de abril a octubre.

Figura 36

Registro de datos de cosecha



Nota. La figura muestra A) el registro de los datos que fueron recolectados en campo, B) registro de datos provenientes de los envíos generados por el centro de acopio.

Figura 37

Base de datos registrada en Excel

[illegible]

Nota. La figura muestra el modelo de registro que se utilizaba para la base de datos en Excel, en el cual se calculaban los ingresos totales de cosecha durante cada mes. Realizado con Microsoft Excel, 2024.



3.3.5. Resultados y discusión

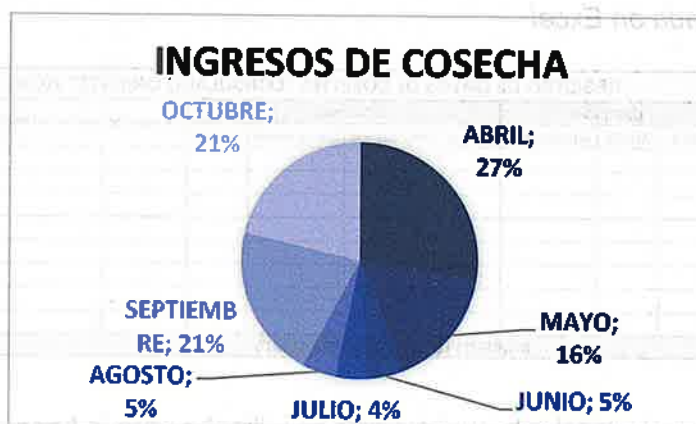
El registro sistemático de las cosechas desempeñó un papel fundamental en el proceso de gestión agrícola, ya que permitió realizar planificaciones estratégicas orientadas a la optimización de recursos, así como a la gestión eficiente de costos e ingresos derivados de la producción. Esta información fue clave para formular proyecciones económicas y operativas aplicables a futuras siembras dentro del área de Consulado Oriente.

A partir del análisis de los datos recolectados, se determinó que el mes de abril representó el pico más alto de producción y rentabilidad, registrando el mayor porcentaje de ingresos respecto al total generado durante el período de estudio. En términos porcentuales, los meses con mayor aporte a los ingresos totales fueron: abril con un 27%, septiembre y octubre con un 21% respectivamente y mayo con un 16%.

Estos resultados evidenciaron la existencia de temporadas altas de corte, lo que resulta útil para ajustar los calendarios agrícolas, prever la demanda de mano de obra y planificar insumos logísticos y operativos. En cuanto a los cultivos predominantes, se identificó al tomate y al chile pimiento como los principales productos, tanto por volumen de producción como por valor comercial. Estos datos pueden permitir enfocar futuros esfuerzos en la mejora de la productividad de dichos cultivos.

Figura 38

Ingresos mensuales



Nota. La figura muestra la distribución porcentual de los ingresos generados por la comercialización de productos hortícolas durante el período comprendido entre los meses de



abril a octubre, en relación con el 100% del total de ingresos obtenidos en dicho intervalo de tiempo. Esta representación gráfica permite visualizar de forma clara la variabilidad en el rendimiento económico mensual, facilitando la identificación de los periodos de mayor productividad y rentabilidad dentro del ciclo de cosecha. Realizado con Microsoft Excel, 2024.



3.3.6. Conclusiones

- La implementación sistemática del registro de datos agrícolas en campo permitió establecer un proceso ordenado y confiable para la documentación de las actividades de cosecha de hortalizas en el área de Consulado Oriente. Esta estrategia facilitó la recolección diaria de información precisa y detallada, que fue registrada en bitácoras de campo estructuradas, convirtiéndose en una fuente primaria de datos técnicos esenciales para la gestión agrícola.

Los datos recopilados incluyeron variables clave como el tipo de cultivo cosechado, la cantidad obtenida por jornada y el ingreso económico generado por cada lote de producción, lo cual permitió conformar una base de datos consolidada y de fácil acceso. Esta base de datos no solo brindó un panorama claro del rendimiento productivo del área durante el período evaluado, sino que también sentó las bases para el análisis estadístico, la planificación futura y la toma de decisiones estratégicas orientadas al fortalecimiento de las actividades agrícolas.

- El análisis de los datos recolectados permitió identificar con claridad las fluctuaciones estacionales en la producción, determinando que la temporada alta de cosecha se concentró principalmente en el mes de abril, cuando se registró el mayor porcentaje de ingresos respecto al total. Esta etapa coincidió con condiciones climáticas favorables y una alta productividad de los cultivos.

Por otro lado, se identificó que los meses de junio, julio y agosto constituyeron la temporada baja de cosecha, caracterizada por una disminución significativa en el volumen de producción y, en consecuencia, en los ingresos generados. Esta caída estuvo estrechamente relacionada con el incremento en las precipitaciones propias de la época lluviosa, lo que afectó tanto las condiciones del cultivo como las actividades logísticas y operativas en campo.

Estos hallazgos fueron fundamentales para establecer estrategias de planificación agrícola más eficientes, como el ajuste de calendarios de siembra, la selección de variedades más resistentes a las condiciones climáticas adversas, y la gestión adecuada de recursos humanos y materiales según la estacionalidad de la producción.



3.3.7. Recomendaciones

- Fortalecer el uso de bitácoras técnicas en actividades agrícolas, para que, en la ENCA, se institucionalice el manejo y recopilación de información orientada a la planificación, ejecución y evaluación. Esto permitirá una mejor trazabilidad de las labores realizadas en campo, facilitando la toma de decisiones basada en datos históricos y contribuyendo a una mayor eficiencia en la gestión operativa.
- Integrar tecnologías de información para el registro, almacenamiento y análisis de actividades agrícolas, como herramientas digitales (aplicaciones móviles, hojas de cálculo estructuradas, softwares agrícolas). Lo que permitirá acceso rápido a la información y facilitará el análisis de tendencias productivas.



3.4. SERVICIO TRES: IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN TÉCNICA DE UN KARDEX DE PLAGUICIDAS AGRÍCOLAS Y REGISTRO SISTEMATIZADO DE APLICACIONES FITOSANITARIAS EN CAMPO

3.4.1. Antecedentes

Hoy en día, el uso de plaguicidas agrícolas en los cultivos de hortalizas es una práctica ampliamente extendida y considerada esencial para garantizar la protección de los cultivos frente a plagas y enfermedades. Sin embargo, el uso de estos productos implica también una gran responsabilidad, ya que un manejo inadecuado puede generar riesgos significativos para la salud humana, la seguridad alimentaria y el medio ambiente.

En este contexto, la toma de registros sistemáticos de las aplicaciones fitosanitarias en campo se vuelve una actividad crucial. Contar con datos detallados como: fechas de aplicación, productos utilizados, dosis, cultivos tratados y observaciones técnicas; permite mejorar el control de los tratamientos realizados, facilitar auditorías, tomar decisiones agronómicas adecuadas y cumplir con normativas ambientales y de inocuidad alimentaria.

Históricamente, en la ENCA, el registro técnico de aplicaciones fitosanitarias no era una práctica formalmente integrada dentro de las actividades rutinarias. Esto representaba una debilidad significativa en la gestión agronómica, ya que dificultaba el seguimiento de las aplicaciones, la evaluación de su efectividad y la prevención de efectos colaterales negativos derivados de un uso inadecuado o excesivo de plaguicidas.

Adicionalmente, se identificó que no se contaba con un sistema estructurado tipo kardex para el control del inventario de plaguicidas agrícolas, lo cual limitaba aún más la capacidad de gestionar adecuadamente estos insumos.

3.4.2. Objetivos

3.4.2.1. General

- Gestionar y establecer un sistema de recopilación de información, relacionado directamente al control fitosanitario de los cultivos en el área Consulado Oriente de la Escuela Nacional Central de Agricultura.



3.4.2.2. Específicos

- Establecer un sistema estructurado tipo kardex para el control del inventario de plaguicidas agrícolas.
- Crear una base de datos para el análisis de la información recolectada en campo de cosecha.

3.4.3. Metas esperadas

- Establecer un registro tipo kárdex para conocer con precisión la cantidad de plaguicidas disponibles, fechas de ingreso y egreso, unidades utilizadas por lote y por ciclo de cultivo, así como la rotación y el vencimiento de los productos almacenados en bodega. Asimismo, administrar una bitácora de registros de aplicaciones fitosanitarias, incentivando a los trabajadores de campo a llevar un mejor control de cada plaguicida aplicado y de este modo, gestionar de manera responsable cada producto y la dosis utilizada.

3.4.4. Metodología

3.4.4.1. Materiales y equipo

- Libro de bitácoras
- Libreta
- Lápiz
- Calculadora
- Computadora

3.4.4.2. Fase de campo

Durante esta fase, se llevó a cabo la recolección sistemática y diaria de la información relacionada con las aplicaciones fitosanitarias realizadas en los diferentes cultivos. Para ello, se solicitó a cada trabajador el registro detallado de las actividades efectuadas, de manera individual y conforme al área de producción que le fue asignada, fuese megatúnel o en invernadero. Esta dinámica permitió recopilar datos específicos sobre los productos aplicados, las dosis utilizadas, las fechas de aplicación, así como las observaciones de campo asociadas a cada aplicación. La



información obtenida en esta etapa constituyó un punto fundamental para el análisis del manejo fitosanitario implementado y para la evaluación de su efectividad en cada unidad de producción.

Con el objetivo de establecer un control más preciso y eficiente sobre el uso de los productos fitosanitarios, se llevó a cabo un proceso detallado de recuento y clasificación de todos los plaguicidas agrícolas almacenados. Esta actividad consistió en verificar físicamente cada producto presente en bodega, registrando su cantidad, nombre comercial, ingrediente activo, y fecha de vencimiento. Posteriormente, se procedió a su clasificación según el tipo de plaguicida (insecticida, fungicida, herbicida, etc.) y su formulación (líquida, sólida, granulada, entre otras). Esta organización permitió no solo identificar el inventario real disponible, sino también facilitar su manejo, almacenamiento adecuado y uso racional conforme a las recomendaciones técnicas y normativas de seguridad agrícola.

3.4.4.3. Fase de gabinete

Con base en la información recopilada en campo y tras realizar un recuento físico exhaustivo de todos los plaguicidas almacenados en la bodega, se procedió a la elaboración de un registro detallado tipo kárdex. Este procedimiento fue fundamental para establecer un control minucioso y ordenado tanto de los productos aplicados en campo como de los almacenados, ya que hasta ese momento no se contaba con ningún registro formal que permitiera conocer con precisión los plaguicidas utilizados para el control de plagas y enfermedades, las dosis aplicadas, la frecuencia de uso, ni las cantidades y características de los productos disponibles en inventario.

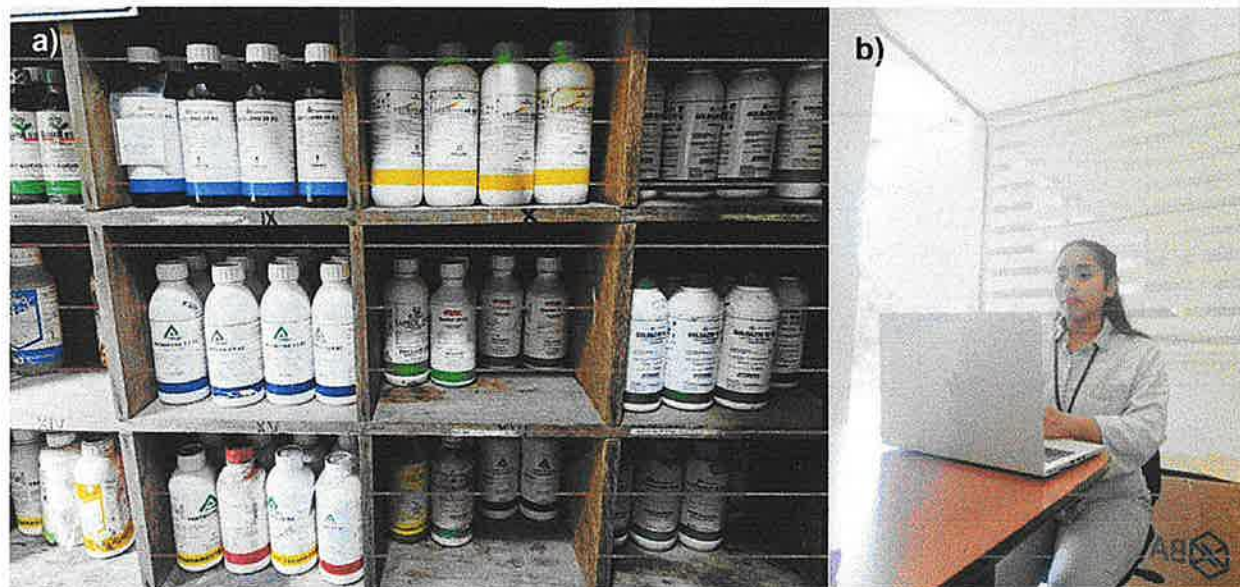
La creación de este kárdex facilitó no solo la organización del stock, sino también la identificación rápida de los productos, ayudando así a mejorar la gestión y el manejo de los insumos dentro de la bodega, garantizando un seguimiento adecuado y evitando posibles pérdidas o descontrol en el inventario.



Figura 39



Recuento y clasificación de plaguicidas agrícolas.



Nota. La figura muestra A) el recuento y clasificación detallada de los plaguicidas agrícolas almacenados; organizados cuidadosamente según diversos criterios fundamentales, tales como el tipo de producto, el nivel de toxicidad, la formulación química específica y la fecha de vencimiento de cada producto, B) el registro de datos y análisis de la información para el control de existencias y planificación de futuras adquisiciones o aplicaciones en campo.



Bitácora de control fitosanitario.

[illegible]

Nota. La figura muestra el modelo de bitácora en el cual fueron registrados los datos de aplicaciones fitosanitarias durante los meses de abril a octubre.

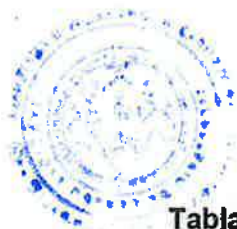


Tabla 25

Recuento de plaguicidas agrícolas

LISTADO DE PLAGUICIDAS EN BODEGA DE CONSULADO ORIENTE			
FECHA DE REALIZACIÓN: 25 de octubre de 2024			
Cantidad	Tipo de producto	Producto	Presentación
18	Goldazim	Fungicida	1 litro
1	Nativo 30 SC	Fungicida	1 litro
1	Derosal 50 SC	Fungicida	1 litro
7	Clorotac 72 SC	Fungicida	1 litro
2	Biotac	Pegamento	1 litro
1	Neem-X 0.40 SL	Insecticida	1 litro
3	Dipel 6.4 WG	Fungicida	0.5 kg
2	Serifel 10 WP	Fungicida	500 gr
12	Clorfos 48 EC	Fungicida	1 litro
6	Sportak 45 EC	Fungicida	1 litro
1	Saprol 19 EC	Fungicida	1 litro
4	Fight CT 60 SC	Fungicida	1 litro
1	Halcon Extra 28 SC	Fungicida	1 litro
1	Decis 10 EC	Fungicida	500 ml
23	Alfan 45 EC	Fungicida	1 litro
16	Artillero 25 EC	Insecticida	1 litro
11	Cinta Negra 2.5 EC	Insecticida	1 litro
7	King 24 SL	Insecticida	1 litro
3	Tratasem 35 SC	Insecticida	1 litro
1	Flex 25 SL	Insecticida	1 litro
4	Totem 72 SL	Insecticida	1 litro
3	Gusafin 10 EC	Insecticida	1 litro
1	Silvacur Combi 30 EC	Insecticida	1 litro
1	Diazinon 60 EC	Insecticida	500 ml

Continúa en la siguiente página...

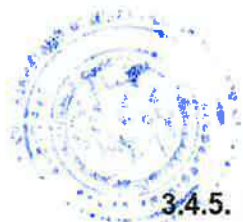


Continuación de la tabla 25...



Cantidad	Tipo de producto	Producto	Presentación
1	Karate Zeon 5 CS	Insecticida	1 litro
3	Wetagro	Adherente	1 litro
1	Aquawett 99 SL	Adherente	1 litro
11	Tregua 45 EC	Insecticida	500 ml
6	Curafos 55 EC	Insecticida	500 ml
2	Curafos 55 EC	Insecticida	1 litro
9	Curagro 55 EC	Insecticida	1 litro
8	Previente 40 EC	Insecticida	1 litro
6	Captan 50 WP	Fungicida	800 gramos
5	Urgente 50 WG	Fungicida	500 gramos
8	Pronto 50 WP	Fungicida	1 kilogramo
8	Zero QK-S 0.4 DP	Insecticida	1 kilogramo
48	Mancozeb 80 WP	Fungicida	800 gramos
5	Aliette 80 WG	Fungicida	500 gramos
2	Nativo 75 WG	fungicida	85 gramos
2	Actara 25 WG	Insecticida	150 gramos
1	Lanza 25 WG	Insecticida	150 gramos
2	Rescate 20 SP	Insecticida	150 gramos
12	Kumulus 80 WG	Fungicida	1 kilogramo
5	Curennox 50 WP	Fungicida	1 kilogramo
7	Antracol 70 WP	Fungicida	750 gramos
1	Benomil 50 WP	Fungicida	1 kilogramo
1	Twin 38 WG	Fungicida	1 kilogramo
2	Huwa-san TK 50 SL	Desinfectante	18.92 Litros
3	Complemip	Adherente	18.92 Litros
4	Agrifol	Fertilizante foliar	4 galones
3	Super Boro	Fertilizante foliar	3 galones

Nota. La figura muestra la hoja de recuento de plaguicidas agrícolas realizado a la bodega de Consulado Oriente. Realizado con Microsoft Word, 2025.



3.4.5. Resultados y discusión

Dentro del ámbito agrícola, es fundamental considerar la aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA), las cuales constituyen un conjunto de principios y técnicas orientadas a garantizar la inocuidad de los productos, así como la mitigación de riesgos durante la producción en campo. Entre estas prácticas se destacan el uso de sistemas de registro como el Kardex y las bitácoras de aplicaciones fitosanitarias, herramientas clave para lograr una gestión eficiente y transparente de los insumos agrícolas.

Con el objetivo de facilitar la toma de decisiones en cuanto a la planificación de nuevas compras, evitar pérdidas por vencimiento o exceso de inventario, y cumplir con los estándares de trazabilidad necesarios para cumplir con por las BPA, se implementaron estos sistemas de registro en Consulado Oriente. Gracias a su uso, fue posible documentar de manera precisa cada aplicación realizada en campo, generando así un respaldo técnico confiable sobre las prácticas ejecutadas.

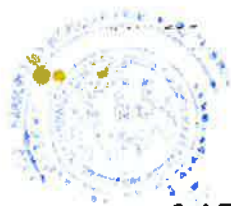
Estos registros permitieron construir un historial detallado de los productos utilizados en cada cultivo y en cada estructura de protección. A partir de esta trazabilidad, se pudo analizar con mayor precisión la frecuencia y continuidad en el uso de determinadas moléculas, lo cual facilitó la planificación adecuada de rotaciones de ingredientes activos. Esta estrategia fue esencial para prevenir la aparición de resistencias en plagas y enfermedades, y para mantener la eficacia de los tratamientos fitosanitarios a lo largo del tiempo.

En resumen, la implementación de estos sistemas de registro fortaleció el compromiso con una agricultura sostenible, eficiente y responsable, alineada con los principios de las buenas prácticas agrícolas.



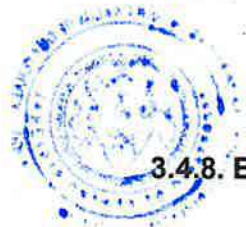
3.4.6. Conclusiones

- El establecimiento de un sistema de registro estructurado tipo kardex permitió organizar de manera clara y funcional la información relacionada con los insumos agrícolas, específicamente los plaguicidas. Esta organización no solo facilitó la consulta rápida y precisa de datos históricos, sino que también hizo posible identificar tendencias en el uso de productos, anticipar necesidades futuras y tomar decisiones fundamentadas sobre la gestión de los insumos. Al convertir los registros en una fuente de conocimiento operativo, se fortaleció la capacidad para responder de manera planificada y oportuna ante las exigencias del manejo agrícola.
- La creación de una base de datos con la información recolectada en campo durante las aplicaciones de productos químicos, representó un avance significativo en el análisis técnico de las condiciones agrícolas. Esta herramienta permitió observar comportamientos repetitivos, por ejemplo, mayor número de aplicaciones de un plaguicida y en dosis mayores a las recomendadas por los fabricantes. Por lo que se generaron escenarios de intervención ajustados a la realidad y necesidades de cada cultivo. El procesamiento de los datos no se limitó a un almacenamiento pasivo, sino que se convirtió en un motor para diseñar acciones concretas, más coherentes con las necesidades detectadas. Así, se logró pasar de la simple observación empírica a una gestión técnica más fundamentada y propositiva.



3.4.7. Recomendaciones

- Dar continuidad y mantenimiento al sistema de registro tipo kardex, asegurando que se actualice de manera periódica con datos precisos sobre el ingreso, uso y disponibilidad de plaguicidas. Además, es necesario capacitar al personal encargado del manejo de estos registros para garantizar un uso eficiente y estandarizado del sistema.
- Ampliar el uso del sistema de registro a otros insumos agrícolas como fertilizantes, semillas o equipos, con el fin de extender los beneficios organizativos y generar una visión más integral de la gestión de recursos en la unidad productiva.
- Integrar nuevas herramientas tecnológicas, como aplicaciones móviles o plataformas en la nube, que permitan registrar datos en tiempo real desde el campo y facilitar su procesamiento y análisis posterior. Esto ayudaría a reducir errores de transcripción y a tomar decisiones más ágiles y contextualizadas.



3.4.8. Bibliografía

1. Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). (2020). *Guía para la construcción y el manejo de Camas Biológicas*. Esquema A. Norma Calidad ambiental. Buenos Aires, Argentina.
2. Elorzar, F. (2020). *Camas biológicas, una alternativa sustentable para la mitigación de riesgos*. Cámara de Seguridad Agropecuaria y Fertilizantes. <https://www.casafe.org/pdf/2020/Federico-Elorza-2020-CAMAS-BIOLOGICAS-Una-alternativa-sustentable-para-la-mitigacion-de-riesgos.pdf>
3. Gremiagro CIG. (25 de agosto de 2020). de *Camas biológicas y Manejo de Envases de Agroquímicos* UCAP CIAG 25082020 [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=q0jrHltjm7M>



3.4.8. APÉNDICE

Figura 41A.

Listado de asistencia a capacitación sobre camas biológicas



LISTADO DE ASISTENCIA	
TEMA:	"IMPORTANCIA Y USO DE CAMAS BIOLÓGICAS"
IMPARTIDO POR:	Claudia Haide Avila Pernillo (Estudiante de EPS).
FECHA:	22 de octubre de 2024.
HORA:	13:00 a 14:00 horas.

No.	NOMBRE	DPI	FIRMA
1	José Carlos Hernández Moniquez	2617589640116	
2	Adolfo Antonio Arce	7810770780115	
3	Enrique Alberto Velásquez López	1653914560115	
4	Estuardo Adalberto García	2021146460101	ESTUARDO GARCÍA
5	Ricardo Orosco	1818834751221	
6	Martín Castillo	1675502150715	
7	Alejandro Romay	22984104930715	

Nota. La figura muestra el listado de asistencia de la capacitación sobre Camas Biológicas, brindada a trabajadores del área de Consulado Oriente.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



Universidad de San Carlos de Guatemala

Educación Superior
pública y gratuita



007

Centro Universitario de Chimaltenango-CUNDECH

CONSTANCIA DE BIBLIOTECA DE REVISIÓN BIBLIOGRAFÍA DE EPS INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Licda.: Olga Yolanda Marroquín Espinoza

Recibo: EPS:

“EVALUACIÓN DE DOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS Y UN EXTRACTO VEGETAL PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis* P.), EN EL CULTIVO DE TOMATE; BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA”.

PARA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

DEL ESTUDIANTE

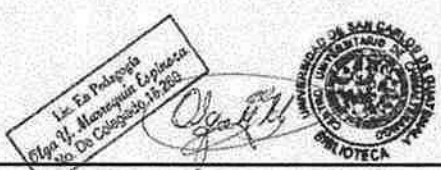
Nombre: Avila Pernillo Claudia Haide

No de CUI: 3064 74433 0401

Registro Estudiantil: 201940364

Carrera: Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola

La presente constancia que **ACREDITA** la **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA** del EPS CDs en pdf digital, que cumple con los requisitos de la **NORMA APA 7ª Ed.**


Licda. Olga Yolanda Marroquín Espinoza
Auxiliar de Biblioteca I
No de Colegiado 15,260

Chimaltenango 14/10/2025



Chimaltenango, 05 de mayo del 2025.

Ing. Agr. Alan Brainer Cael otzoy
Coordinador de Ejercicio Profesional supervisado,
Carrera de Agronomía, CUNDECH, USAC.

Estimado Ingeniero.

Por este medio informo a usted que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante: Claudia Haide Avila Pernillo, con número de Registro Académico 201940364, titulado: **"EVALUACIÓN DE DOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS Y UN EXTRACTO VEGETAL PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis*) EN EL CULTIVO DE TOMATE; BÁRCENAS VILLA NUEVA, GUATEMALA"**. El cual revise y considero que cumple con los requerimientos, según guía para elaborar el trabajo de graduación; por lo tanto, apruebo y solicito su recepción en el Instituto de Investigaciones del Centro Universitario de Chimaltenango, de la USAC, para el seguimiento en el proceso.

Atentamente,

Ing. Agr. M.A. Augusto Velásquez Juárez

Colegiado 1901.

Asesor de EPS.

Nota: envió número de WhatsApp del estudiante. 31833441

Adjunto documento de Informe final, para su revisión.

