



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

Proyecto de Investigación previo a la  
obtención del título de Ingeniero  
Agrónomo.

**Título del Proyecto de Investigación:**

Uso de caolín para el manejo de insectos plaga en el cultivo de tomate  
(*Solanum lycopersicum*)

**Autor:**

Dayann Andrea Vera Saltos

**Director del Proyecto de Investigación:**

Dra. Mayra Carolina Vélez Ruiz

Mocache - Los Ríos - Ecuador

2023

## DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Dayann Andrea Vera Saltos**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacerse uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Dayann Andrea Vera Saltos

C.I: 120702495-9

## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

La suscrita, **Dra. Mayra Carolina Vélez Ruiz** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Dayann Andrea Vera Saltos**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Uso de caolín para el manejo de insectos plaga en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

Dra. Mayra Carolina Vélez Ruiz  
**Directora del Proyecto de Investigación**

## REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

La suscrita, **Dra. Mayra Carolina Vélez Ruiz**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Directora del Proyecto de Investigación titulado “Uso de caolín para el manejo de insectos plaga en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)”, pertenece a la estudiante **Dayann Andrea Vera Saltos**, **CERTIFICA**: el cumplimiento de los parámetros establecidos por la SENESCYT, y se evidencia al reporte de la herramienta de prevención y coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 2%.



### Document Information

---

<b>Analyzed document</b>	Tesis_Vera_Dayan _Urkund.docx (D169583260)
<b>Submitted</b>	2023-06-03 04:56:00
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	mvelez@uteq.edu.ec
<b>Similarity</b>	2%
<b>Analysis address</b>	mvelez.uteq@analysis.urkund.com

---

Dra. Mayra Carolina Vélez Ruiz  
**Directora del Proyecto de Investigación**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“Uso de caolín para el manejo de insectos plaga en el cultivo de tomate  
(*Solanum lycopersicum*)”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de  
Ingeniero Agrónomo Aprobado por:

---

Ing. M.Sc. Moisés Arturo Menace Almea

Presidente del Tribunal

---

Dra. Marisol Rivero Herrada.

Integrante del Tribunal

---

Ing. M.Sc. Cristóbal Peñaherrera Chang

Integrante del Tribunal

Mocache - Los Ríos - Ecuador

2023

## **AGRADECIMIENTO**

Mi profunda gratitud a DIOS TODOPODEROSO, quien me ha guiado en el buen camino, por su amor y misericordia, por darme salud y permitir que culmine mis estudios satisfactoriamente.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por darme la oportunidad de prepararme en lo académico y profesional.

Quiero agradecer a mi directora la Dra. Mayra Carolina Vélez Ruiz por confiar en mí y brindarme los conocimientos necesarios para el trabajo de investigación, por ser paciente, y haberme dedicado parte de su tiempo en todo el trabajo experimental.

Agradezco a cada uno de mis docentes por haber impartido parte de sus conocimientos, y ayudarme en todo el trayecto de mis estudios en la universidad.

Le doy gracias a mis compañeros por su amistad y ayudarme en estos cinco años de estudios.

**Dayann Andrea Vera Saltos**

## DEDICATORIA

*Este trabajo se lo dedico a:*

*DIOS, porque está siempre conmigo en todo momento.*

*Mi esposo Andres por confiar en mí y estar siempre conmigo tanto en la tristeza y alegría.*

*A mis hijos Jordy y Arleth por ser mi motivación y mi orgullo en todo este proceso.*

*Mis madres Andrea y Alexandra porque sé que con esta meta cumplida son muy felices y orgullosas de mí.*

*Mis hermanos Andy, Genesis y Henry.*

*A mis tíos Fausto y Aracely por estar siempre conmigo, por darme consejos, y haberme brindado su apoyo.*

**Dayann Andrea Vera Saltos**

## RESUMEN

Una de las principales limitantes que afectan el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) son los insectos plaga los cuales ocasionan importantes pérdidas económicas. La principal forma de control de plagas es el uso de pesticidas altamente tóxicos. Medidas alternativas para el control de plagas son requeridas. La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de caolín para el manejo de insectos plaga en el cultivo de tomate. La investigación se realizó en el campus “La María” (Universidad Técnica estatal de Quevedo). Los tratamientos utilizados fueron: 20 g/L caolín (T1), 40 g/L caolín (T2), 60 g/L caolín (T3), agua (T4) e insecticida (T5). Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza y posteriormente a la prueba de Tukey al 95% para comparación de medias cuando requerido. Fueron identificadas cinco especies plaga en el cultivo de tomate (*Bemisia tabaci* (808), *Prodiplosis longifila* (219), *Euchistus* sp. (134), *Myzus persicae* (112), *Manduca sexta* (24)). Los valores más altos de diámetro del tallo, altura de la planta y rendimiento se obtuvo en los tratamientos en los que se utilizó caolín (T3 =1,24 mm; T2=105,73 cm and T1 =8958,71 kg/ha). Finalmente fue posible verificar que existe repelencia de *B. tabaci* a plantas expuestas a caolín durante 1h, 6h, 12h, y 24h de exposición ( $P<0,001$ ). El caolín permite el control de plagas, mejora las características agronómicas y productivas del cultivo de tomate, por lo tanto; su uso debe ser considerado dentro de los programas de manejo integrado de plagas.

**Palabras claves:** Control, bioinsecticida, mosca blanca, repelencia.

## ABSTRACT

One of the main limitations that affect the cultivation of tomato (*Solanum lycopersicum*) are pest insects which cause significant economic losses. The main form of pest control is the use of highly toxic pesticides. Alternative pest control measures are required. The objective of the research was to evaluate the effect of kaolin for the management of pest insects in tomato cultivation. The research was carried out on the "La María" campus (State Technical University of Quevedo). The treatments used were: 20 g/L kaolin (T1), 40 g/L kaolin (T2), 60 g/L kaolin (T3), water (T4) and insecticide (T5). The evaluated variables were subjected to the analysis of variance and later to the 95% Tukey test for comparison of means when required. Five pest species were identified in the tomato crop (*Bemisia tabaci* (808), *Prodiplosis longifila* (219), *Euchistus* sp. (134), *Myzus persicae* (112), *Manduca sexta* (24)). The highest values of stem diameter, plant height and yield were obtained in the treatments in which kaolin was used (T3 =1,24 mm; T2=105,73 cm and T1 =8958,71 kg/ha). Finally, it was possible to verify that there is repellency of *B. tabaci* to plants exposed to kaolin during 1h, 6h, 12h, and 24h of exposure ( $P<0.001$ ). Kaolin allows pest control, improves the agronomic and productive characteristics of the tomato crop, therefore; its use should be considered within integrated pest management programs.

**Keywords:** Control, bioinsecticide, repellency, white fly.

## TABLA DE CONTENIDO

Portada.....	i
Declaración de autoria y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación.....	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico.....	iv
Certificado de aprobación por tribunal de sustentación.....	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Tabla de contenido.....	x
Código dublín.....	xvii
Introducción.....	1
<b>CAPITULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>2</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Justificación.....	5
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo General.....	7
1.3.2. Objetivos Específicos.....	7
<b>CAPITULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>8</b>
2.1. Marco Conceptual.....	9
2.1.1. Plaga.....	9
2.1.2. Bemisia tabaci.....	9
2.1.3. Manejo integrado de plagas.....	9
2.1.4. Insecticidas.....	9
2.1.5. Caolín.....	10
2.2. Marco Referencial.....	11
2.2.1. Origen del Tomate.....	11
2.2.2. Distribución del Tomate.....	11
2.2.3. Importancia del Tomate en Ecuador.....	11
2.2.4. Clasificación Taxonómica del Tomate.....	12
2.2.5. Características Botánicas del Tomate.....	12
	x

2.2.5.1. Tallo.....	12
2.2.5.2. Hoja.....	12
2.2.5.3. Flor.....	12
2.2.5.4. Fruto.....	13
2.2.5.5. Sistema radicular.....	13
2.2.6. Fisiología del Cultivo.....	13
2.2.7. Manejo del Cultivo.....	13
2.2.7.1. Trasplante.....	13
2.2.7.2. Densidad de siembra.....	14
2.2.7.3. Podas.....	14
2.2.7.4. Tutorado.....	15
2.2.8. Requerimientos del Cultivo.....	15
2.2.8.1. Temperatura.....	15
2.2.8.2. Humedad relativa.....	15
2.2.8.3. Luminosidad.....	15
2.2.8.4. Agua.....	16
2.2.8.5. Suelos.....	16
2.2.9. Plagas.....	16
2.2.9.1. Negrita ( <i>Prodiplosis longifila</i> ).....	16
2.2.9.2. Larva ( <i>Manduca sexta</i> ).....	17
2.2.9.3. Pulgón ( <i>Myzus persicae</i> ).....	18
2.2.9.4. Chinchas ( <i>Euchistus sp.</i> ).....	18
2.2.9.5. Mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ).....	19
2.2.10. Métodos de Control de Plagas en el Cultivo de Tomate.....	20
2.2.10.1. Control Químico.....	20
2.2.10.2. Control Cultural.....	20
2.2.10.3. Control Mecánico.....	20
2.2.10.4. Control Biológico.....	20
2.2.10.5. Control Físico.....	21
2.2.11. Caolín.....	21
CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.1. Localización.....	25
3.2. Tipo de Investigación.....	25

3.3.	Método de Investigación.....	25
3.4.	Fuente de Recopilación de Información .....	26
3.5.	Diseño de la Investigación .....	26
3.5.1.	Factor de Estudio .....	26
3.5.2.	Tratamientos .....	26
3.5.3. 1	Diseño Experimental .....	27
3.5.3.1.	Esquema del Análisis de Varianza. ....	27
3.6.	Manejo del Experimento.....	28
3.6.1.	Manejo del Experimento en Condiciones Controladas y de Campo .....	28
3.6.1.1.	Cría y multiplicación de mosca blanca.....	28
3.6.1.2.	Preparación de soluciones de caolín.....	28
3.6.1.3.	Aplicación de soluciones de caolín en las plantas.....	28
3.6.1.4.	Preparación del terreno.....	29
3.6.1.5.	Preparación de semillero. ....	29
3.6.1.6.	Trasplante. ....	29
3.6.1.7.	Fertilización.....	29
3.6.1.8.	Riego. ....	30
3.6.1.9.	Control de malezas. ....	30
3.6.1.10.	Control fitosanitario. ....	30
3.6.1.11.	Cosecha. ....	30
3.6.2.	Variables a Evaluar .....	30
3.6.2.1.	Identificación de insectos plaga del cultivo de tomate.....	30
3.6.2.2.	Fluctuación poblacional de principales plagas del cultivo de tomate. ....	31
3.6.2.3.	Diámetro del tallo de tomate (cm).....	31
3.6.2.4.	Altura de la planta de tomate (cm). ....	31
3.6.2.6.	Rendimiento (kg/ha).....	31
3.6.2.7.	Repelencia. ....	32
3.7.	Tratamientos de los Datos.....	32
3.8.	Recursos Humanos y Materiales .....	32
3.8.1.	Recursos Humanos.....	32
3.8.2.	Material Genético.....	32
3.8.3.	Material de Campo .....	33
3.8.4.	Material de Oficina.....	33

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	34
4.1. Resultados.....	35
4.1.1. Identificación de los Principales Insectos Plaga del Cultivo de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) .....	35
4.1.2. Fluctuación Poblacional de los Principales Insectos Plagas en el Cultivo de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ).....	35
4.1.2.1. Fluctuación poblacional de mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ). .....	35
4.1.2.2. Fluctuación poblacional de la negrita ( <i>Prodiplosis longifila</i> ). .....	36
4.1.2.3. Fluctuación poblacional del chinche ( <i>Euschistus</i> sp.).....	37
4.1.2.4. Fluctuación poblacional de pulgones ( <i>Myzuz persicae</i> ). .....	38
4.1.2.5. Fluctuación poblacional de larvas de ( <i>Manduca sexta</i> ). .....	39
4.1.3. Características Agronómicas y Productivas del Cultivo de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) .....	41
4.1.4. Rendimiento del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ). .....	43
4.1.5. Efectos de Repelencia de Mosca Blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ) en Plantas de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ).....	44
4.2. Discusión .....	45
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	48
5.1. Conclusiones.....	49
5.2. Recomendaciones .....	50
CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA .....	51
6.1. Bibliografía.....	52
CAPITULO VII. ANEXOS.....	60
7.1. Anexos.....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características agro-climáticas .....	25
<b>Tabla 2.</b> Tratamientos utilizados en experimento de campo. ....	26
<b>Tabla 3.</b> Tratamientos utilizados en experimento de Repelencia de mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ).....	26
<b>Tabla 4.</b> Esquema de análisis de varianza para experimento en condiciones de campo. ..	27
<b>Tabla 5.</b> Esquema de análisis de varianza para experimento en condiciones controladas Repelencia de Mosca blanca ( <i>B. tabaci</i> ). ....	27
<b>Tabla 6.</b> Listado de principales especies plaga del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	35
<b>Tabla 7.</b> Medias de individuos colectados después de la aplicación de cada tratamiento.	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fluctuación poblacional de mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ) en el cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) .....	36
<b>Figura 2.</b> Fluctuación poblacional de la negrita ( <i>Prodiplosis longifila</i> ) .....	37
<b>Figura 3.</b> Fluctuación poblacional del chinche ( <i>Euschistus</i> sp.) .....	38
<b>Figura 4.</b> Fluctuación poblacional del pulgón ( <i>Myzus persicae</i> ) .....	39
<b>Figura 5.</b> Fluctuación poblacional de la larva ( <i>Manduca sexta</i> ) .....	40
<b>Figura 6.</b> Diámetro del tallo de plantas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) .....	42
<b>Figura 7.</b> Altura de plantas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) .....	43
<b>Figura 8.</b> Rendimiento del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) .....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Análisis (ADEVA) de altura de la planta. ....	61
<b>Anexo B.</b> Análisis (ADEVA) de diámetro de la planta. ....	61
<b>Anexo C.</b> Análisis (ADEVA) de rendimiento de la planta. ....	62
<b>Anexo D.</b> Croquis de la ubicación de las parcelas con los diferentes tratamientos usados en campo. ....	62
<b>Anexo E.</b> Análisis de suelo. ....	63
<b>Anexo F.</b> Delimitación de parcelas para ejecución de experimento de campo. ....	63
<b>Anexo G.</b> Trasplante de plántulas de tomate a sitio definitivo. ....	64
<b>Anexo H.</b> Riego en cada una de las parcelas. ....	64
<b>Anexo I.</b> Preparación de tratamientos para aplicación en plantas de tomate. ....	65
<b>Anexo J.</b> Identificación de los bloques con su respectivo tratamiento. ....	65
<b>Anexo K.</b> Identificación de principales insectos plaga del cultivo de tomate. ....	66
<b>Anexo L.</b> Monitoreo de <i>Bemisia tabaci</i> en plantas de tomate. ....	66
<b>Anexo M.</b> Cosecha de tomate en los tratamientos. ....	67
<b>Anexo N.</b> Peso del fruto de plantas de tomate por cada tratamiento. ....	67
<b>Anexo O.</b> Jaula entomológica para la cría y multiplicación de mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ). ....	68
<b>Anexo P.</b> Plantas de tomate usadas para la cría multiplicación de mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ). ....	68
<b>Anexo Q.</b> Jaulas entomológicas utilizadas para evaluar comportamiento de repelencia de mosca blanca. ....	69

## CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Uso de caolín para el manejo de insectos plaga en el cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )		
Autor:	<u>Vera Saltos Dayann Andrea</u>		
Palabras clave:	Tomate	Caolín	Insectos plaga
Fecha de publicación:			
Editorial:			
Resumen:	<p>Resumen. - Una de las principales limitantes que afectan el cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) son los insectos plaga los cuales ocasionan importantes pérdidas económicas. La principal forma de control de plagas es el uso de pesticidas altamente tóxicos. Medidas alternativas para el control de plagas son requeridas. La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de caolín para el manejo de insectos plaga en el cultivo de tomate. La investigación se realizó en el campus “La María” (Universidad Técnica estatal de Quevedo). Los tratamientos utilizados fueron: 20 g/L caolín (T1), 40 g/L caolín (T2), 60 g/L caolín (T3), agua (T4) e insecticida (T5) (...).</p> <p><b>Abstract.</b> - One of the main limitations that affect the cultivation of tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) are pest insects which cause significant economic losses. The main form of pest control is the use of highly toxic pesticides. Alternative pest control measures are required. The objective of the research was to evaluate the effect of kaolin for the management of pest insects in tomato cultivation. The research was carried out on the "La María" campus (State Technical University of Quevedo). The treatments used were: 20 g/L kaolin (T1), 40 g/L kaolin (T2), 60 g/L kaolin (T3), water (T4) and insecticide (T5).</p>		
Descripción:	87 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm		
URL:			

## INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una de las hortalizas de mayor importancia en el mundo debido a su calidad nutricional y organoléptica. El Ecuador tiene una superficie de 1.691 hectáreas, con una producción de 55 mil toneladas a escala nacional (1). La producción del tomate se da tanto en la región costa como en la región sierra del Ecuador y es una fuente de ingreso para la mayoría de los agricultores (2).

Entre los limitantes que afectan la producción del cultivo de tomate podemos citar a las plagas. Existen varias enfermedades e insectos que afectan el cultivo y que ocasionan daños directos o indirectos. Entre las plagas de importancia en el tomate en el Ecuador se encuentran: mosca blanca (*Bemisia tabaci*), ácaros (*Eutetranychus* spp.), pulgones (*Toxoptera aurantii* y *Aphis gossypii*) y escama de nieve (*Unaspis citri* y *Pinnaspis strachani*) (3).

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es considerada la principal plaga en el cultivo de tomate. *Bemisia tabaci* posee un aparato bucal chupador que succiona la savia y jugos de la planta y a la vez transmiten virus y toxinas (4). Aunque existen diferentes métodos disponibles para el control de plagas en el cultivo de tomate, el uso de insecticidas sintéticos continúa siendo ampliamente usado, lo que pone en riesgo la salud del productor y consumidor de esta hortaliza, así como del medio ambiente (5).

El caolín es un mineral natural que posee propiedades insecticidas; este producto brinda protección a las hojas, frutos creando una película uniforme actuando como un repelente contra insectos, previene enfermedades por hongos, bacterias y reduce el estrés. La aplicación de este mineral actúa como barrera física en la planta. Algunos registros confirman el uso de caolín en el control de plagas como: Psylla del peral, trips, cicadélidos, curculiónidos y mosca blanca (6).

Considerando lo antes expuesto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del caolín para el manejo de insectos plaga en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) como alternativa adicional dentro de los programas de manejo de este cultivo.

**CAPITULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Planteamiento del problema**

El tomate es uno de los cultivos más vulnerables al ataque de insectos plagas, entre la más importantes, podemos encontrar una variedad de insectos del orden Hemiptera, los cuales la mayoría son transmisores de virus y toxinas que debilitan el cultivo. Además, otros grupos de insectos pertenecientes a los órdenes Diptera, Lepidoptera y Coleoptera son capaces de afectar todas las estructuras de la planta y consecuentemente reducir los rendimientos.

El cultivo de tomate por ser susceptible a varios insectos plagas los agricultores consideran como principal método de manejo y control el uso de los insecticidas sintéticos. El mal uso de los plaguicidas; produce resistencia y surgimiento de nuevas plagas y enfermedades, eliminación de organismos benéficos, acumulación de residuos tóxicos en frutos lo que afecta la salud de los consumidores. Por estos motivos, son requeridas nuevas alternativas que permitan el manejo de insectos plaga. El caolín puede ser utilizado en el control de plagas, su uso y aplicación requiere de estudios que permitan comprobar su eficiencia.

### **Diagnóstico del Problema**

El cultivo de tomate es afectado por varios daños relacionados con los insectos plagas por lo que los agricultores consideran como principal método el manejo de los insecticidas. El uso indiscriminado de insecticidas en los cultivos agrícolas ha generado una serie de inconvenientes, sobre la salud del productor, consumidor y los agroecosistemas. Además, procesos de resistencia de las plagas de tomate a los insecticidas han sido registradas, lo que limita cada vez el uso de estas moléculas. Dentro de los programas de manejo integrado de plagas existen varias alternativas disponibles para el control de insectos plagas, tales como: bioinsecticidas, polvos inertes, controladores biológicos, extractos, los cuales, deben ser explorados en los sistemas productivos con la finalidad de reducir el uso indiscriminado de pesticidas.

### **Pronóstico**

La falta de plantas, inadecuado manejo y la mala selección de plantas hospederas puede perjudicar la reproducción y multiplicación de la mosca blanca, por lo que la variable repelencia no podría ser evaluada. El mal manejo agronómico en el cultivo de tomate

especialmente durante las primeras fases de crecimiento de la planta puede ocasionar que las plantas no se desarrollen de forma adecuada.

### **Sistematización del Problema**

¿Cuáles son los principales insectos plaga del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)?

¿Cuál es el comportamiento de la fluctuación poblacional de insectos plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) tratadas con diferentes dosis de caolín?

¿Cuáles son los efectos de repelencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate tratadas con diferentes dosis de caolín?

¿Cómo influye el caolín en las características agronómicas y productivas del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)?

## 1.2. Justificación

El cultivo de tomate es afectado por diversas plagas las cuales afectan brotes, flores y frutos, consumen follaje, perforan el fruto o succionan savia y promueve la proliferación de fumagina interfiriendo en el desarrollo de la fotosíntesis (7).

Las principales plagas del cultivo de tomate en Ecuador son los ácaros: *Eutetranychus* spp., pulgones: *Toxoptera aurantii* y *Aphis gossypii*, escama de nieve: *Unaspis citri* y *Pinnaspis strachani*, y mosca blanca: *Bemisia tabaci*. Además, es posible encontrar otra serie de plagas como lepidópteros: *Agrotis ipsilon*, y *Spodoptera frugiperda*, coleópteros: *Phyllophaga* spp., *Diabrotica balteata*, hemípteros: *Myzus persicae*, *Trialeurodes vaporariorum* y dípteros como *Liriomyza sativae*, *L. trifolii* y *Prodiplosis longifila* (8).

El principal método de control de las plagas es a través del uso de pesticidas altamente tóxicos. Los plaguicidas tienen como finalidad combatir las plagas e incrementar la producción, sin embargo, el uso inadecuado de estos productos ha elevado las aplicaciones de 25 en el ciclo del cultivo a 40. Entre los insecticidas más usados para el control de plagas en el cultivo de tomate se encuentran los organofosforados, piretroides, carbamatos y neonicotinoides (9).

El uso de pesticidas es uno de los métodos de control más aplicados en los países Latinoamericanos. El ataque de plagas a los cultivos comúnmente lleva a los productores a realizar pulverizaciones frecuentes y excesivas de productos químicos. Además del impacto negativo que estas prácticas incorrectas causan en la salud de los productores, las comunidades agrícolas y el medio ambiente, otro factor importante, como es la resistencia de las plagas, que implica un aumento de las aplicaciones de pesticidas, y sus efectos negativos, así como el incremento de los costos de producción (10).

El caolín es un mineral natural a base de arcilla proviene de rocas feldespáticas, al aplicarlo a la planta provoca una película que cubre a las hojas, frutos, entre otras áreas, es utilizado en la agricultura como un repelente contra las plagas, también se lo usa para prevenir enfermedades en la planta. El caolín afecta al insecto en el movimiento, la oviposición y desarrollo de este. Se ha comprobado que el uso de caolín permite el control de las siguientes plagas: *Psylla* del peral, trips, cicadélidos, curculiónidos y mosca de los cítricos (6).

En el cultivo de tomate se han encontrado efectos de control sobre la mosca blanca (*B. tabaci*), sin embargo, se desconoce el efecto sobre otras plagas y las dosis requeridas para su control. Al utilizar productos orgánicos como el caolín se espera ofrecer una alternativa adicional especialmente para los pequeños productores de tomate de la región.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. *Objetivo General***

Evaluar el efecto de caolín para el manejo de insectos plaga en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

#### **1.3.2. *Objetivos Específicos***

- Identificar los principales insectos plaga del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).
- Observar la fluctuación poblacional de insectos plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) tratadas con diferentes dosis de caolín.
- Identificar efectos de repelencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) tratadas con diferentes dosis de caolín.
- Evaluar características agronómicas y productivas del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) expuestas a diferentes dosis de caolín.

**CAPITULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1.Marco Conceptual**

### **2.1.1. Plaga**

Una plaga es cualquier agente biótico que interfiere de forma perjudicial, y con carácter agresivo, en el normal desarrollo de un cultivo, sobre todo a nivel económico (11). Es una población de animales fitófagos (se alimentan de plantas) que disminuye la producción del cultivo, reduce el valor de la cosecha o incrementa sus costos de producción. Se trata de un criterio esencialmente económico (12).

### **2.1.2. Bemisia tabaci**

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es una de las plagas más importantes del cultivo del tomate. Causa daños directamente al cultivo de tomate al insertar el estilete en el tejido vegetal, succionar la sabia e inyectar sustancias fitotóxicas a la planta; pero también por la transmisión de virus tales como, el virus de la cuchara (TYLCV) y el virus de la clorosis del tomate (ToCV). Los virus en el tomate son capaces de devastar por completo un área determinada de cultivo, donde las etapas más críticas son las primeras semanas después de la germinación (13) (14).

### **2.1.3. Manejo integrado de plagas**

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED, por sus siglas en inglés) celebrada en Río de Janeiro en 1992, se especificó el Manejo Integrado de Plagas como una “forma eficiente para disminuir el efecto negativo de las actividades agrícolas sobre el medio ambiente, garantizando la continuidad del proceso de producción de alimentos y fibras” (15).

### **2.1.4. Insecticidas**

Los insecticidas son productos utilizados en diversos campos especialmente en la agricultura con el objetivo específico de matar plagas de insectos, sin embargo, su mal uso posee consecuencias que tienen un impacto letal en organismos que no son su objetivo (por

ejemplo, recicladores de nutrientes del suelo, polinizadores de plantas y depredadores de plagas) y reducir o contaminar productos alimenticios para los niveles tróficos superiores (16).

Los insecticidas sintéticos representan el 27% del total de plaguicidas importados, este grupo está considerado como el más peligroso dentro de los agroquímicos, principalmente porque entre ellos se ubican los de mayor toxicidad para los seres humanos y los más persistentes en el ambiente (17).

### **2.1.5. Caolín**

El caolín es un silicato de aluminio hidratado ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ), producto de la descomposición de rocas feldespáticas principalmente. El término caolín se refiere a arcillas en las que predomina la mineral caolinita, es de color blanco, aunque puede tener diversos colores debido a las impurezas; brillo generalmente terroso mate; es higroscópico (absorbe agua); su plasticidad es de baja a moderada (18).

El caolín es considerado como un protector de amplio espectro que además de disminuir los daños de las plagas, puede actuar como protector de las quemaduras solares y del estrés hídrico. La aplicación de caolín hace que la planta sea menos reconocible para la plaga y las partículas diminutas del caolín invaden el cuerpo del insecto provocando irritación y malestar que manifiestan su acción de repelencia (19).

## **2.2. Marco Referencial**

### **2.2.1. Origen del Tomate**

El tomate es originario de la región andina de América del Sur, fue llevado a Europa en el siglo XVI y en el XVIII se empezó a producir como cultivo comestible, en el siglo XX el fruto del tomate se adquirió como importancia alimenticia. En la actualidad es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial por los altos contenidos nutricionales y minerales (20).

### **2.2.2. Distribución del Tomate**

El tomate tiene una superficie cosechada de 4,69 millones de hectáreas, donde el 52,0 % está concentrado en cuatro países: China (20,9%), India (18,8%), Turquía (6,6%) y Nigeria (5,8%), la producción de tomate en el año del 2013 tuvo 163.96 millones de toneladas cosechadas (21).

### **2.2.3. Importancia del Tomate en Ecuador**

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es un cultivo de gran importancia para Ecuador ya que aporta a la economía ecuatoriana, además de ser un alimento básico en la canasta familiar, y uno de los principales productos que se consumen a nivel nacional (22). El tomate tiene cultivado 1.691 hectáreas generando una producción de 55 mil toneladas, dando empleo a 25.428 personas (1)

La mayor concentración de la producción de tomate se encuentra en la sierra con un porcentaje del 75,35% y el segundo lugar lo ocupa la región costa con un 24,65%. La provincia que lidera la producción de tomate riñón en la sierra es Cañar, seguida por Imbabura, Cotopaxi, Carchi, Tungurahua, Azuay y mientras que, en la región Costa son: Esmeraldas, Los Ríos, Manabí y Santa Elena (2).

Ecuador también realiza importaciones derivadas del tomate como la salsa de tomate, tomate hortícola en conserva y pasta de tomate a los principales países son: Italia, Chile y Perú (23).

#### **2.2.4. Clasificación Taxonómica del Tomate**

De acuerdo con Hazel (24), la taxonomía del tomate es la siguiente:

- Reino:        Plantae
- División:   Magnoliophyta
- Clase:        Magnoliopsida
- Orden:        Solanales
- Familia:      Solanaceae
- Género:      *Solanum*
- Especie:     *Solanum lycopersicum* L.

#### **2.2.5. Características Botánicas del Tomate**

Según Baudoin (25), el tomate es una planta perenne, se desarrolla de forma erecta o semirrecta y sus características botánicas son:

##### **2.2.5.1. Tallo.**

El tallo del tomate tiene un grosor que oscila entre 2-4 cm de diámetro en su base, en él se desarrollan las hojas, tallos secundarios e inflorescencias es ligeramente anguloso, semileñoso de grosor mediano, los nuevos primordios foliares y florales se encuentran en el meristemo apical.

##### **2.2.5.2. Hoja.**

Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo. Son compuestas e imparipinnadas, tiene entre 7 a 9 foliolos peciolados recubiertos de pelos glandulares.

##### **2.2.5.3. Flor.**

La flor se encuentra de forma helicoidal, consta de 5 o más sépalos, los estambres se alternan con los pétalos. La primera flor se forma en la yema apical y las demás debajo de la primera de forma lateral, alrededor del eje principal.

#### **2.2.5.4. Fruto.**

El fruto está constituido por el pericarpio, tejido placentario, semillas. Tiene forma de baya y puede pesar entre unos pocos miligramos a 600 gramos.

#### **2.2.5.5. Sistema radicular.**

Tiene una raíz pivotante conformada por raíces secundarias, la cual puede alcanzar una profundidad de hasta 2 metros.

#### **2.2.6. Fisiología del Cultivo**

La fisiología del cultivo es la respuesta a los factores ambientales y el manejo que se le dé, esto depende si se cultiva bajo invernadero o campo abierto. La primera etapa es el desarrollo vegetativo se da desde la germinación hasta el primer racimo floral es decir que la planta ya tenga de 5 a 10 hojas (26).

La segunda etapa se encuentra desde el crecimiento vegetativo y reproductivo donde se refleja la aparición de nuevas hojas y racimos florales en el cual se forman progresivamente los frutos. A continuación, es la etapa de producción donde se desarrolla los primeros frutos y luego su maduración (26).

#### **2.2.7. Manejo del Cultivo**

##### **2.2.7.1. Trasplante.**

El trasplante del cultivo de tomate se realiza entre las cuatro y cinco semanas después de la siembra, el desarrollo de la plántula dependerá de varios factores como la humedad adecuada, la profundidad de siembra, la calidad del material de propagación, el estado nutricional y fitosanitario. Se realizan camas a una altura mínima de 20 cm, luego se marcan los sitios donde se plantará después se hace un agujero de 5 cm de profundidad en el lugar seleccionado para la planta (27).

### **2.2.7.2. Densidad de siembra.**

La distancia de siembra para tomate se utiliza de cinco a seis pies entre bancos y de 18 a 24 pulgadas entre plantas en hilera sencilla. Con estas distancias de siembra se pueden obtener densidades poblacionales de 3.526 a 5.641 plantas por cuerda (28).

### **2.2.7.3. Podas.**

Según Lainez (29), la poda es imprescindible para cultivos, está dirigida a controlar el desarrollo vegetativo de la planta, definiendo la cantidad de hojas, de tallos productivos (chupones) y la cantidad de frutos; proporcionando frutos más grandes de excelente calidad.

#### **a) Poda de brotes**

Se eliminan los brotes axilares cuando tienen una longitud que van desde los 6 a 10 cm, mejorando el desarrollo del tallo principal; beneficia la floración y fructificación, además evita la pérdida de energía, generalmente se realiza una vez cada quince días.

#### **b) Poda de follaje**

Se eliminan las hojas viejas y enfermas o senescentes, permitiendo el equilibrio entre el follaje, fecundación y el desarrollo de los frutos, favoreciendo la aireación de la planta y se evita la incidencia de enfermedades del follaje.

#### **c) Poda apical**

Con la poda apical se detiene el crecimiento vertical de la planta principalmente en los cultivares de tipos indeterminados para mejorar el calibre de los frutos. Se debe dejar dos a cuatro hojas en la superior (última inflorescencia) protegiendo de los rayos solares y proteger el fruto. Generalmente se realiza entre el sexto y octavo racimo floral.

#### **2.2.7.4. Tutorado.**

El tutorado del tomate consiste en dar apoyo a las plantas durante su crecimiento, además de evitar el contacto de las plantas con el suelo, aumenta la ventilación y la iluminación. La ejecución del tutorado consiste en fijar las estacas, debe realizarse preferentemente antes de la plantación para evitar daños a las plántulas se recomienda utilizar bambú, colocar el alambre n.º 14 o n.º 16 debe estar a la altura a la que se vayan a tutorar las plantas, se pretende guiar las plantas con las piolas, una para cada tallo, se sujetan al alambre y a la base de la planta (30).

#### **2.2.8. *Requerimientos del Cultivo***

Según Silva (31), los requerimientos del cultivo de tomate son los siguientes:

##### **2.2.8.1. Temperatura.**

El rango óptimo para el desarrollo del cultivo esta entre los 28-30 °C en el día y 15 -18 °C por la noche, si la temperatura llega a más de 35 °C o menos de 10 °C provoca la caída de la flor y el cuajado del fruto.

##### **2.2.8.2. Humedad relativa.**

La humedad óptima para el cultivo esta entre un 60% y 80%, si la humedad aumenta el cultivo es expuesto a enfermedades, y también se dificulta la fecundación y ocurre el aborto de las partes florales.

##### **2.2.8.3. Luminosidad.**

Las respuestas al efecto de la luz en el tomate están relacionadas con el crecimiento vegetativo, como la elongación del tallo, crecimiento de hojas y raíces, independientemente de la clase fotoperiódica a la que pertenezcan se clasifica como una planta indiferente en términos de fotoperíodo, el efecto de la luz sobre la germinación de la semilla, el tomate está, sin embargo, muy influenciado por la exposición a la intensidad de la luz (32).

#### **2.2.8.4. Agua.**

Se estima que la planta del tomate necesita un 1,5 a 2 litros de agua al día durante la etapa de producción y de 2 a 6.6 mil m<sup>3</sup>/ha de agua por temporada para poder tener una producción alta por lo que el cultivo requiere que haya siempre disponibilidad del agua durante el desarrollo y producción para la formación de azúcares y mantener las células en buenas condiciones.

#### **2.2.8.5. Suelos.**

El cultivo de tomate se desarrolla preferentemente en suelos areno-arcillosa y ricos en materia orgánica a pesar de eso también se desarrolla en suelos arcillosos enarenados y el pH oscila entre 5,5 a 6,8 para que la planta tenga la disponibilidad máxima de nutrientes.

#### **2.2.9. Plagas**

El ciclo vegetativo del tomate se ve afectado por diversos insectos plagas responsables de la reducción de la productividad y calidad del fruto; entre las principales plagas encontramos:

##### **2.2.9.1. Negrita (*Prodiplosis longifila*).**

“La negrita”, “liendrilla” o “tostón”, *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) es considerada como el principal problema entomológico del tomate, *S. lycopersicum*, en Ecuador, los primeros brotes poblacionales causaron fuertes infestaciones en frutos del tomate, en Lima, Perú este fue destacado en 1979 (33).

##### **a) Ciclo de vida de *P. longifila***

El ciclo de vida de *P. longifila* empieza cuando la hembra deposita sus huevos en los brotes de manera uniforme tricomas, tienen una forma alargada con una longitud de 0,27 mm. La larva tiene dos estadios la primera larva es casi transparente y la segunda de un color hueso. Pasa a la etapa de prepupa de un tamaño 1,31 mm de longitud de color amarillo anaranjado, en esta fase abandona la hoja arrojándose al suelo para empezar a pupar (34).

La pupa tiene un tamaño de 0,9 mm se encuentra en las ramas o tallos de las plantas tiene un periodo de 4 a 5 días para entrar a la etapa de adulto, la cabeza es negra con ojos grandes y delicados, sus alas con venación reducida, el cuerpo del macho es curvado y con antenas moniliformes consta de 23 segmentos mientras que de la hembra es más grande presenta antenas filiformes con 21 segmentos (34).

#### **b) Daños que ocasiona *P. longifila***

Las hembras ponen sus huevos en las yemas de las hojas y las flores, así como debajo del cáliz Después de la eclosión de los huevos, las larvas pasan por tres estadios antes de convertirse en pupas. Las larvas succionan jugos de los tejidos epidérmicos de yemas de hojas, flores y frutos pequeños lo que da como resultado frutos dañados con bajo valor comercial. Las larvas de *P. longifila* son pequeñas y difíciles de detectar en condiciones de campo, por lo que se requiere información biológica para comprender el desarrollo del insecto en el cultivo (35).

### **2.2.9.2. Larva (*Manduca sexta*).**

#### **a) Ciclo de vida de *M. sexta***

Los huevos son de forma esférica u ovalada, tienen un diámetro aproximadamente de 1,50 mm, se depositan en la parte inferior del follaje y superior esta etapa dura de dos a ocho días, las larvas tienen forma cilíndrica y llevan cinco patas delanteras y tres pares de patas torácicas, la característica que se destaca es la estructura gruesa y puntiaguda ubicada dorsalmente en el segmento abdominal terminal, el desarrollo tiene un promedio de veinte días. Los adultos son polillas grandes con alas estrechas y robustas, son de color gris opaco o marrón, el abdomen generalmente están marcado con seis manchas de color amarillo anaranjado (36).

#### **b) Daños que ocasiona *M. sexta***

Las larvas afectan principalmente al cultivo, por poseer un aparato bucal masticador con un alto grado de digestibilidad del tabaco, ocasiona daños mecánicos en la hoja, principalmente los rebrotes nuevos y hojas en pleno desarrollo (37).

### **2.2.9.3. Pulgón (*Myzus persicae*).**

Es el vector de virus más dañino, capaz de transmitir más de 120 enfermedades afectando a más de 500 plantas de importancia económica (38).

#### **a) Ciclo de vida *M. persicae***

El pulgón (*M. persicae*) presenta tres estadios huevo, ninfas, adultos. En el estadio de huevo son de color negro brillante son depositados en la corteza de árboles frutales al pasar a ninfas con de color amarillo pálido con tres líneas oscuras en la parte posterior del abdomen presentan cuatro estados ninfales que es completado en 6 a 11 días (38).

Los adultos varían de color, de verde amarillo pálido, los alados son verdes con manchas negras o café oscuro en el abdomen, miden de 1 a 2 mm de longitud y sus antenas son largas como el cuerpo. Las hembras adultas dan nacimiento a 50 ninfas aproximadamente (38).

#### **b) Daños que ocasiona *M. persicae***

Succionan la savia de las plantas, causando encrespamiento de las hojas, amarillamiento y muerte de plantas. Favorecen, además, la presencia del hongo de la fumagina, *Capnodium* sp., sobre las secreciones azucaradas que producen y son vectores de los virus causantes de enfermedades como el mosaico de la arveja, la mancha negra anular del repollo, el enanismo amarillo de la cebolla y el mosaico de la coliflor y la lechuga (39).

### **2.2.9.4. Chinchas (*Euchistus* sp.).**

#### **a) Ciclo de vida de *Euchistus* sp.**

En la etapa de huevo se forma dos hileras con 5 a 15 huevos se encuentran en las hojas y en las vainas la forma es cilíndrica y de color amarillento, en la etapa de ninfa forma cinco estadios comienzan en los primeros estadios de color amarillo y no se alimentan permanecen agrupadas en los posteriores estadios son de color marrón se dispersan y buscan alimento. En la adultez se facilita su identificación contiene dos espinas puntiagudas laterales en el

tórax y una mancha blanca en la mitad inferior del dorso mide aproximadamente 1,2 cm de largo (40)

**b) Daños que ocasiona *Euchistus* sp.**

El daño que causa *Euchistus* sp. es conocido como “corazón muerto”, provoca el secamiento y muerte, se origina por la introducción del estilete del insecto, succión de savia provoca además la obstrucción y necrosamiento de los tejidos, debido a la saliva tóxica que inyecta a la planta (41).

**2.2.9.5. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*).**

La mosca blanca pertenece al orden Hemiptera, familia Aleyrodidae, tiene el cuerpo y alas cubiertas con un polvillo blanco son pequeñas moscas blancas con hábitos chupadores excretan sustancias azucaradas promoviendo la proliferación de fumagina (42).

**a) Ciclo de vida de *B. tabaci***

*Bemisia tabaci* pone sus huevos en el envés de las hojas de diferentes maneras como asilada, en semicírculo o grupos irregulares, dependiendo del hospedero los huevos empiezan la eclosión después de 5 a 9 días a 30 °C, luego que rompe el huevo sale una ninfa luego se fija y pasa por el segundo y tercer estadio, en el tercer estadio la ninfa pasa por dos fases donde se alimenta (43).

Se convierte en pseudopupa que dura aproximadamente 6 días, después se forma una ruptura en forma de “T” invertida donde el adulto emerge este se alimenta minutos después. El tiempo de vida de una mosca hembra dura alrededor de 60 días al contrario del macho que dura entre 9 y 17 días (43).

**b) Daños que ocasiona *B. tabaci*.**

La mosca blanca (*B. Tabaci*) se encuentra en la parte inferior del follaje donde succiona la savia de la planta y la debilita, tanto la larva y el adulto al succionar la savia causa daño

directo reduciendo el vigor de la planta, madurez temprana y coloración desigual de la fruta, el daño indirecto de la mosca blanca es vector del virus rizo de hoja amarilla (TYLC) (44).

### **2.2.10. Métodos de Control de Plagas en el Cultivo de Tomate**

#### **2.2.10.1. Control Químico.**

Para el control químico se debe monitorear al menos tres veces por semana para identificar la plaga antes de aplicar el plaguicida. Se puede hacer el uso de surfactantes, penetrantes o adherentes para garantizar y mejorar la efectividad del producto. Para el control de la mosca blanca se puede aplicar productos como Decís (Contacto), Confindor y Certero (Sistémico) en dosis de 100 ml/ha, con frecuencias de aplicación de 7 a 12 días (45).

#### **2.2.10.2. Control Cultural.**

El control cultural consiste en la eliminación inmediata de plantas que han terminado su ciclo vegetativo, con esto se evita la proliferación de plagas y enfermedades las técnicas utilizadas en el control cultural son: rotación de cultivo, eliminación de plantas hospederas, fertilización balanceada, uso de barreras vivas (46).

#### **2.2.10.3. Control Mecánico.**

El control mecánico consiste en la eliminación de plantas con sintomatología uso de trampas (amarillas) es un plástico se le incorpora aceite o grasa para que el insecto se pegue, además, del uso de cebos, pegamentos, repelentes y atrayentes (47).

#### **2.2.10.4. Control Biológico.**

Los organismos que se emplean como controladores biológicos de *B. tabaci* se agrupan según sus hábitos y relación con la mosca blanca en cuatro tipos: depredadores, parasitoides, parásitos, patógenos. Los enemigos naturales más comunes para *B. tabaci* son: *Crysopa*, *Nodita* Chrysopidae), *Cyrtopeltis* (Miridae), *Coleomegilla* (Coccinellidae), *Theridula* (Theridulidae), *Encarsia*, *Eretmocerus* (Aphelinidae) y *Paecilomyces* (hongo mitospórico) (48).

### **2.2.10.5. Control Físico.**

Según Centeno (49), el control físico consiste en el uso de agentes como la temperatura, humedad, insolación, fotoperiodismo y radiaciones electromagnéticas, que modifiquen el medio ambiente físico de la plaga de tal modo que ya no representen una amenaza al cultivo o al producto cosechado, entre estos se encuentran: polvos inertes (ej. caolín, ceniza de cáscara de arroz, ceniza de madera, arcilla, tierra de diatomea, talco), aceites minerales (ej. aceites etanólicos), térmicos (ej. agua caliente entre 43 ° y 55 °C), luz (radiación electromagnética, infrarroja), humedad (ej. riegos pesados para matar larvas y adultos de insectos que se entierran en el suelo por ahogamiento).

### **2.2.11. Caolín**

El caolín es una arcilla, es un compuesto natural que se obtiene en depósitos mineros de la roca madre. El avance tecnológico ha hecho posible producir partículas de caolín con propiedades reflectantes de luz. Las partículas del caolín se pueden aplicar en cosmética, papel, pintura, plástico y pesticidas. El procesamiento, formulación y propiedades superficiales de las plantas han hecho posible el uso del caolín abriendo nuevas oportunidades en la agricultura (50).

#### **a) Características del caolín**

Según Glenn (50), las características del caolín son:

- Diámetro de la partícula de 2 μm.
- Se esparce y crea una película uniforme.
- Su partícula es químicamente inerte.
- Transmite radiación fotosintética activa (PAR).
- Forma una película porosa que no interfiere en el intercambio de gases de la hoja.
- Excluye la radiación ultravioleta (UV) e infrarroja hasta cierto punto.
- Altera el comportamiento de insectos /patógenos en la planta.

## **b) Caolín como uso fitosanitario contra insectos plaga**

La aplicación del caolín en la planta tiene el efecto de proteger hojas, frutos y tallos formando una película de color blanco sobre la superficie del tejido, también evita el estrés abiótico, reduce las altas temperaturas del tejido de la planta este efecto se demostró en almendras, uvas, café y banano (51).

El caolín funciona como activador fotosintético, regula las relaciones hídricas y evita el estrés por falta de agua. Además, ha incrementado el rendimiento de ciertos cultivos como el café con un 14 y 99% al pulverizarlos con caolín, en melón al aplicar una dosis de 0,5 kg/10 litros de agua aumento el rendimiento en 6,8 t/ha (51).

## **c) Modo de acción del caolín en las plagas**

El caolín altera el comportamiento de los artrópodos, al adherirse al cuerpo del insecto provoca interferencia con la alimentación, produce irritación y desecación, además de afectar el movimiento, la ovoposición y el desarrollo del insecto (52).

## **d) Uso del caolín en el control de plagas**

Según Nuñez (53), las primeras investigaciones sobre el uso de caolín se realizaron sobre plagas de granos almacenados mediante aplicación de espolvoreo, y para el control de insectos chupadores en frutales con formulaciones sólidas y líquidas, el uso de este mineral trajo numerosas ventajas al no interferir en procesos fotosintéticos de la planta.

Los insectos que han sido controlados a través del uso de caolín son : *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) sobre cebolla, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) sobre melón, *Circulifer tenellus* (Hemiptera: Cicadelidae) sobre ají; *Aphis spireacola* (Hemiptera: Aphididae), *Cacopsylla pyricola* (Hemiptera: Psyllidae), *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae) y *Empoasca fabae* (Hemiptera: Cicadelidae) en pera y manzanos; *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae); *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) en algodón *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae), *Rhagoletis indifferens* (Diptera: Tephritidae), en frutales; mosca de la fruta del olivo *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae);

*Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) *Pear psylla* (Hemiptera: Psyllidae);  
*Frankliniella* spp.(Thysanoptera: Tripidae) en arándano.

**CAPITULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización

La investigación se llevó a cabo en el Campus “La María” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 1/2 vía Quevedo – El Empalme, Provincia de Los Ríos, con las siguientes coordenadas geográficas 1°04′49″ de latitud Sur y 79°30′06″ de longitud Oeste y altitud de 66 msnm.

En la tabla 1, se muestran las características climáticas del Campus Experimental “La María”

**Tabla 1**

*Características agro-climáticas*

<b>Parámetros</b>	<b>Promedios anuales</b>
Temperatura	24.9 ° C
Precipitación	2295.1 mm
Heliofanía	870.2 h.
Humedad relativa	84%

Fuente. Estación meteorológica Pichilingue INAMHI- será multianual 1990-2019

### 3.2. Tipo de Investigación

La investigación es de carácter experimental, se realizó ensayos en condiciones controladas y condiciones de campo para evaluar el efecto de caolín en diferentes dosis para el manejo de insectos plaga en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

### 3.3. Método de Investigación

Para el estudio se implementó el método de observación, descriptivo, analítico, experimental y deductivo, basado en conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios que se pueden encontrar en los estudios preliminares sobre investigaciones previas, y las cuales permitirán comprender la efectividad del caolín para el control de insectos plagas en el cultivo de tomate.

### 3.4. Fuente de Recopilación de Información

En la investigación se utilizó fuentes de recopilación de información primaria como: observaciones directas y de fuentes de recopilación secundarias a partir del uso de revistas, textos, artículos científicos relacionados al uso del caolín para el control de insectos plagas.

### 3.5. Diseño de la Investigación

#### 3.5.1. Factor de Estudio

El factor de estudio fueron las diferentes dosis de caolín como medida de manejo de insectos plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

#### 3.5.2. Tratamientos

Se emplearon cinco tratamientos para los experimentos en campo (Tabla 2) y cuatro tratamientos en condiciones controladas (Tabla 3).

**Tabla 2**

*Tratamientos utilizados en experimento de campo.*

TRATAMIENTOS	
T1	Caolín (20g/L)
T2	Caolín (40g/L)
T3	Caolín (60g/L)
T4	Agua
T5	Insecticida

**Tabla 3**

*Tratamientos utilizados en experimento de Repelencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*).*

TRATAMIENTOS	
T1	Caolín (20g/L) vs Agua
T2	Caolín (40g/L) vs Agua
T3	Caolín (60g/L) vs Agua
T4	Insecticida vs Agua

### 3.5.3. Diseño Experimental

En el estudio se manejaron dos tipos de diseños experimentales. En condiciones controladas se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con 5 réplicas para cada tratamiento (Experimento de repelencia), mientras que, para el ensayo en campo se usó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con tres bloques y 10 repeticiones por cada tratamiento.

#### 3.5.3.1. Esquema del Análisis de Varianza.

En la tabla 4, se muestra el esquema de análisis de varianza utilizado para los ensayos en condiciones de campo.

**Tabla 4**

*Esquema de análisis de varianza para experimento en condiciones de campo.*

Fuente de variación		Grados de libertad	
Bloques	(r-1)	3-1	2
Tratamientos	(t-1)	5-1	4
Error experimental	(t-1) (r-1)	(5-1) (3-1)	8
Total	(tr-1)	(15-1)	14

En la tabla 5, se muestra el esquema de análisis de varianza utilizado para el ensayo en condiciones controladas.

**Tabla 5**

*Esquema de análisis de varianza para experimento en condiciones controladas (Repelencia de Mosca blanca (B. tabaci)).*

Fuente de variación		Grados de libertad	
Tratamientos	(t-1)	(4-1)	3
Error experimental	t(r-1)	4(5-1)	16
Total	(tr-1)	(20-1)	19

Para verificar diferencias entre las medias obtenidas de los datos se empleó la prueba de Tukey con un intervalo de confianza del 95%.

### **3.6. Manejo del Experimento**

#### **3.6.1. Manejo del Experimento en Condiciones Controladas y de Campo**

##### **3.6.1.1. Cría y multiplicación de mosca blanca.**

Para la multiplicación y crianza de las moscas blancas se recolectaron especímenes del cultivo de tomate en el campus experimental “La María”. Las moscas fueron ubicadas en una jaula de 1 m<sup>2</sup> la cual fue elaborada con tela organza y tubos PVC. En el interior de la jaula se encontraban 30 plantas de tomate para permitir la multiplicación de los insectos.

Dentro de jaulas forradas con tela organza (tamaño 50 cm x 50 cm ) se colocó dos plantas de tomate de dos meses de edad. Cada planta se ubicó en la jaula a una distancia de 40 cm. Previo a la colocación de las plantas dentro de la jaula, estas fueron tratadas con caolín en diferentes dosis o con insecticida y se las ubicó frente a una planta control (planta tratada con agua).

##### **3.6.1.2. Preparación de soluciones de caolín.**

Para la preparación de las soluciones de caolín se utilizó el producto comercial Surround WP (caolín 95%) y se lo mezcló con agua de acuerdo a las dosis para cada tratamiento. A cada solución se le agregó lecitina de soya (Lecithin Silicon Max, Inducampo, Guayaquil, Ecuador) con una dosificación de 2 ml por litro de agua.

##### **3.6.1.3. Aplicación de soluciones de caolín en las plantas.**

La aplicación de los tratamientos con caolín se la realizó de forma manual en una ocasión con una bomba pequeña de 2 litros, se aplicó 50 ml de solución por tratamiento de manera foliar. Se lo realizó un día antes del ingreso de las plantas a la jaula.

Al comienzo de cada prueba se colectaron 10 individuos de *B. tabaci* en un pequeño vial cilíndrico de plástico y se liberaron en el centro de cada jaula de tela organza.

#### **3.6.1.4. Preparación del terreno.**

Para la preparación del terreno, se controlaron las malezas de forma manual, se realizó arado y nivelado del terreno para dar aireación y retención de humedad en el suelo. La extensión de terreno utilizada para el experimento en campo fue de 24 m x 10 m, en las cuales se realizaron hileras separadas a 0,80 cm x 0,50 cm para el trasplante de las plantas.

#### **3.6.1.5. Preparación de semillero.**

Para realizar el semillero de tomate (híbrido Miramar), se utilizó como sustrato turba de fibra de coco, biabor y tierra de Monte en relación: 1:1:1. Se utilizó bandejas germinadoras donde fueron colocadas dos semillas por orificio. Cuando las plantas presentaron tres hojas verdaderas fueron colocadas en fundas negras con sustrato a base de tierra de sembrar y tamo de arroz.

#### **3.6.1.6. Trasplante.**

Una vez que las plántulas de tomate alcanzaron los 30 días en las fundas se procedió a trasplantarla en el lugar definitivo. El trasplante se realizó durante horas de la mañana. En el terreno previamente preparado se realizaron hoyos con excavadora a 0,30 cm de profundidad para luego colocar la planta.

#### **3.6.1.7. Fertilización.**

La fertilización edáfica se realizó de acuerdo con el análisis de suelo y al requerimiento del cultivo de tomate. Para ello se utilizó un fertilizante completo (20 gramos/planta). Se aplicó por tres ocasiones a los 8 días después del trasplante, 20 días y 30 días después de la siembra.

### **3.6.1.8. Riego.**

El riego de las plantas se realizó de forma manual y se lo administró dependiendo a las necesidades del cultivo (capacidad de campo). Las plantas fueron regadas durante horas de la mañana.

### **3.6.1.9. Control de malezas.**

El control de malezas se lo hizo de forma manual una vez por semana para evitar que el cultivo compita por nutrientes.

### **3.6.1.10. Control fitosanitario.**

Para el control de insectos plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) únicamente se aplicó el caolín en diferentes dosificaciones (20, 40, 60 g/L) cada dos semanas. y el insecticida de acuerdo al monitoreo de las plagas. En caso de las enfermedades se utilizó el fungicida FOZZY (P.A. Fosetil aluminio) en concentraciones de 450 g/L cuando se presentó signos de presencia de hongos fitopatógenos.

### **3.6.1.11. Cosecha.**

Se realizaron cuatro cosechas durante el experimento. Este proceso se realizó cuando el fruto estuvo desarrollado totalmente y mostraba el grado de maduración 5 (60 al 90% de la superficie del tomate con colores rosados o rojo) (54). Los frutos cosechados fueron pesados con una balanza electrónica SF-400.

## **3.6.2. Variables a Evaluar**

### **3.6.2.1. Identificación de insectos plaga del cultivo de tomate.**

Las especies de insectos fitófagos presentes en cada tratamiento se colectaron manualmente y fueron colocados en frascos de alcohol (70%). Los especímenes colectados fueron identificados observando caracteres morfológicos en el estereomicroscopio (Boeco BS 80) y considerando claves taxonómicas de Choi et al., (55) y MacLEOD et al., (56).

Adicionalmente, se contó con la colaboración de taxonomistas ecuatorianos para la identificación y confirmación de las especies.

### **3.6.2.2. Fluctuación poblacional de principales plagas del cultivo de tomate.**

Para verificar la fluctuación poblacional de las principales plagas del cultivo de tomate se realizaron muestreos dos días antes y dos días después de cada aplicación de caolín contabilizando el número de especímenes encontrados. Los muestreos se realizaron en 10 plantas por cada tratamiento a partir de las 9:00 am. Los muestreos de los insectos se realizaron observando el tercio superior de la planta.

### **3.6.2.3. Diámetro del tallo de tomate (cm).**

El diámetro del tallo del tomate se midió en 10 plantas por cada tratamiento durante la etapa de fructificación en la parte media de la planta con un calibrador graduado en centímetros.

### **3.6.2.4. Altura de la planta de tomate (cm).**

La altura de la planta del tomate se midió en 10 plantas por cada tratamiento durante la etapa de fructificación y se tomó desde el nivel del suelo hasta la base de la última hoja de la planta utilizando una cinta graduada en centímetros.

### **3.6.2.5. Peso del fruto de tomate (g).**

Durante cada cosecha se seleccionaron 10 frutos al azar por cada tratamiento y se lo pesó en una balanza electrónica (Sf-400) con los valores expresados en gramos.

### **3.6.2.6. Rendimiento (kg/ha).**

Para el cálculo de rendimiento de tomate se consideró el peso de los tomates (kg) por cada bloque y tratamiento, siguiendo la fórmula:

$$\text{kg/ha} = \frac{\text{Rendimiento por parcela útil (kg)} * 10000\text{m}^2}{\text{Área de parcela útil (m}^2\text{)}}$$

### **3.6.2.7. Repelencia.**

Para los ensayos de repelencia de mosca blanca (*B. tabaci*) se utilizó la metodología propuesta por Johnston et al., (57). Después de al menos la multiplicación de una generación de mosca blanca en condiciones controladas se utilizó adultos para el ensayo de repelencia.

Después de 1, 6, 12, 24 horas, se inspeccionaron visualmente las plantas tratadas con caolín o insecticida frente a las plantas control y se contabilizó el número total de moscas blancas adultas encontradas en cada una.

### **3.7. Tratamientos de los Datos**

Cada variable se evaluó con el análisis estadístico que se ajuste a los datos obtenidos. Para la variable de repelencia se utilizó la prueba de  $\chi^2$ , la variable de cantidad de insectos, diámetro del tallo (cm), altura de la planta (cm) y rendimiento, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA). La prueba de Tukey con un 95% de probabilidad se utilizó para comparar las medias obtenidas en los datos.

Los resultados obtenidos en cada variable estudiada se lo realizaron utilizando el programa estadístico Infostat (versión universitaria 2018) (58) y herramientas estadísticas del programa de R Studio (versión 3.6.1) (59) y Microsoft Excel 2016 (60).

### **3.8. Recursos Humanos y Materiales**

#### **3.8.1. Recursos Humanos**

- Docente director del proyecto de investigación
- Estudiante responsable de la investigación

#### **3.8.2. Material Genético**

- Semilla híbrido Miramar, distribuido por la empresa Agripac.

### **3.8.3. *Material de Campo***

- Jaulas entomológicas
- Tela organza
- Tubos PVC de ½ pulgada
- Regaderas
- Machetes
- Bomba pequeña
- Bomba de mochila
- Balanza
- Cinta métrica
- Estacas
- Calibrador
- Piola
- Cañas
- Martillo
- Guantes
- Mascarilla
- Pala
- Rastrillo
- Alambre
- Fundas de vivero
- Surround WP (caolín 95%)
- Lecithin Silicon Max
- FOZZY (fungicida)
- Engeo (Insecticida)

### **3.8.4. *Material de Oficina***

- Cuaderno de apuntes
- Lapiceros
- Laptop
- Cámara fotográfica

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados

### 4.1.1. Identificación de los Principales Insectos Plaga del Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum*)

Observando las características morfológicas de los especímenes colectados, las descripciones taxonómicas propuestas por Choi et al., (55) y MacLEOD et al., (56), fue posible la identificación de cinco especies consideradas plaga en el cultivo de tomate. Los monitoreos fueron realizados durante 9 semanas. En la tabla 6, se indican las especies más abundantes y la cantidad de individuos monitoreados.

**Tabla 6**

*Listado de principales especies plaga encontradas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)*

<b>Orden</b>	<b>Especies</b>	<b>Número de especímenes muestreados</b>
Hemiptera	<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889)	808
Diptera	<i>Prodiplosis longifila</i> (Gagne, 1986)	219
Hemiptera	<i>Euschistus</i> sp. (Fabricius 1794)	134
Hemiptera	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	112
Lepidoptera	<i>Manduca sexta</i> (Linnaeus, 1763)	24

### 4.1.2. Fluctuación Poblacional de los Principales Insectos Plagas en el Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum*)

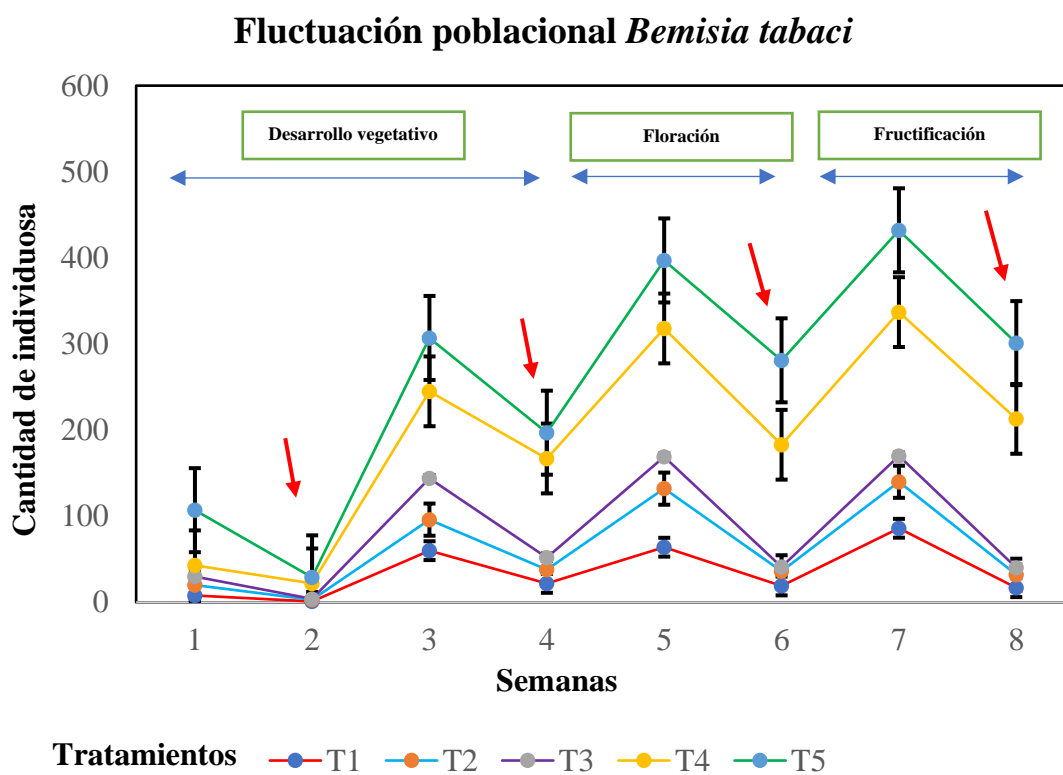
#### 4.1.2.1. Fluctuación poblacional de mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Considerando el análisis descriptivo realizado, la fluctuación poblacional de *B. tabaci* varía durante las evaluaciones realizadas antes y después de la aplicación de los tratamientos

(Figura 1). La población de *B. tabaci* disminuye cada dos días después de haberse realizado la aplicación de los tratamientos. Además, se puede observar que en la floración y fructificación hay mayor incidencia de mosca blanca.

**Figura 1**

*Fluctuación poblacional de mosca blanca (Bemisia tabaci) en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) expuesta a diferentes tratamientos (T1 = Caolín 20 g/L, T2= Caolín 40 g/L, T3= Caolín (60 g/L), T4= agua, T5= insecticida. \*Flechas indican monitoreos realizados después de la aplicación de cada tratamiento.*



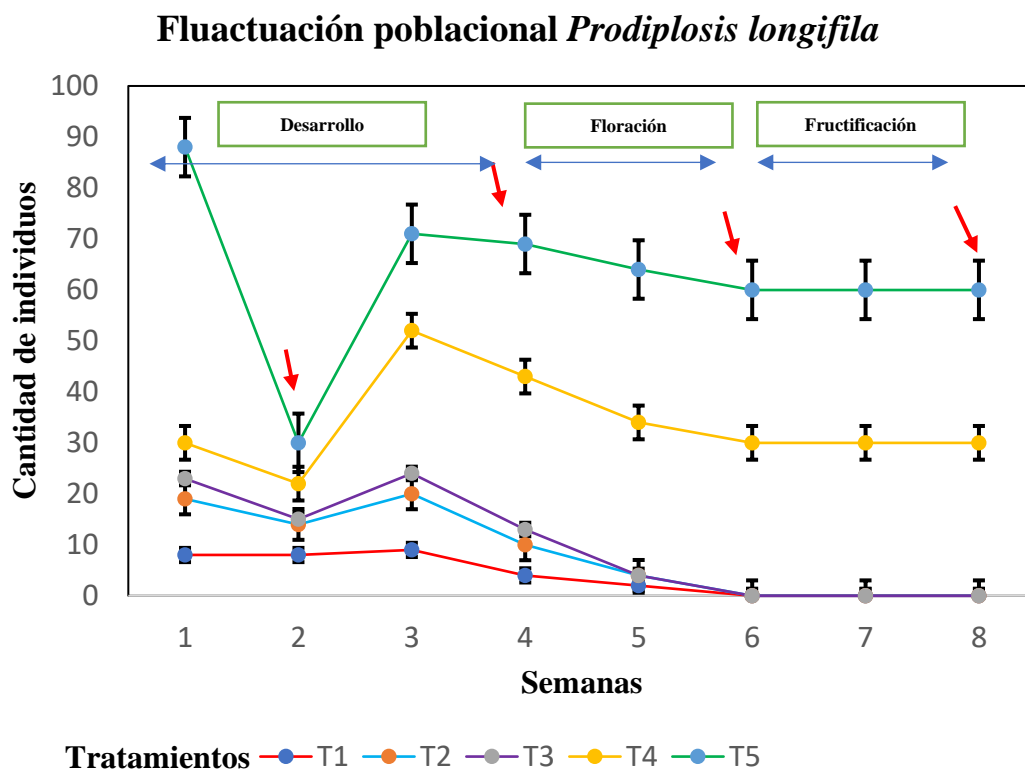
#### 4.1.2.2. Fluctuación poblacional de la negrita (*Prodiplosis longifila*).

Considerando el análisis descriptivo realizado, la fluctuación poblacional de *P. longifila* varía durante las evaluaciones realizadas antes y después de la aplicación de los tratamientos (Figura 2). La población de *P. longifila* disminuye cada dos días después de haberse realizado la aplicación de cada tratamiento, sin embargo, en el primer monitoreo realizado después de la aplicación de cada tratamiento, la reducción de la población fue más evidente.

Se puede observar que la fluctuación de *P. longifila*, en todo el desarrollo de la planta, floración y fructificación está presente en los tratamientos 4 (agua) y 5 (insecticida).

**Figura 2.**

*Fluctuación poblacional de la negrita (Prodiplosis longifila) en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) expuesta a diferentes tratamientos (T1= Caolín 20 g/L, T2= Caolín 40 g/L, T3= Caolín (60 g/L), T4= agua, T5= insecticida. \*Flechas indican monitoreos realizados después de la aplicación de cada tratamiento.*



#### 4.1.2.3. Fluctuación poblacional del chinche (*Euschistus* sp.).

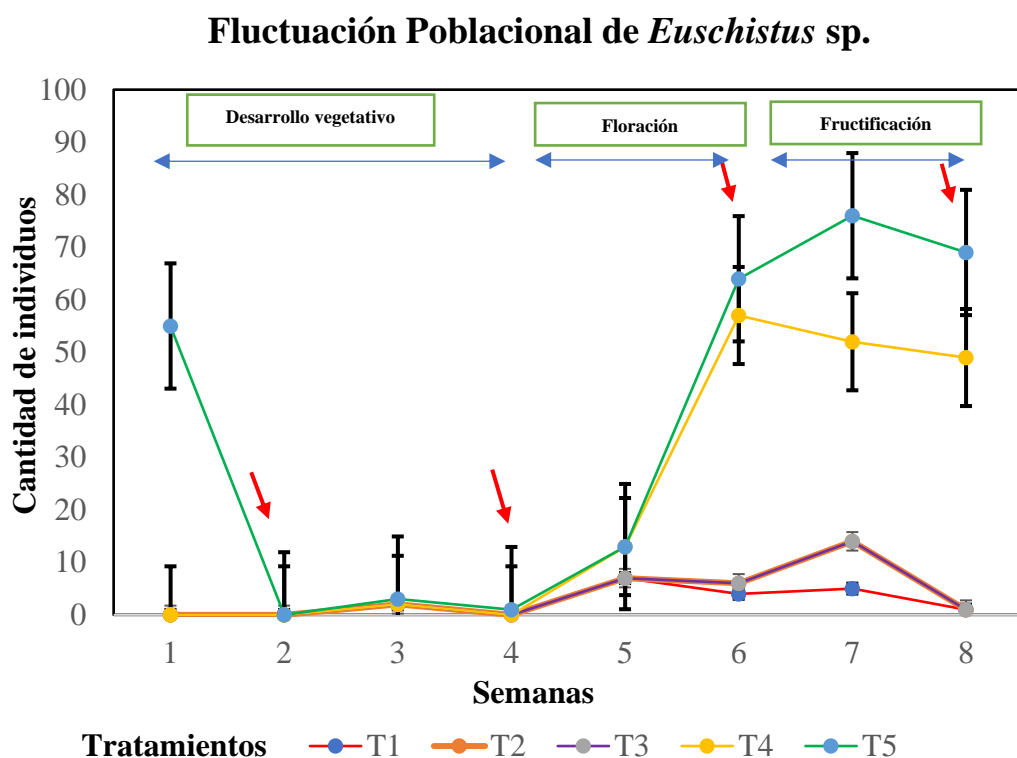
La fluctuación poblacional de *Euschistus* sp. varía durante las evaluaciones realizadas antes y después de la aplicación de los tratamientos (Figura 3).

La población de *Euschistus* sp. disminuye cada dos días después de haberse realizado la aplicación de cada tratamiento, sin embargo, en el primer monitoreo realizado después de la aplicación de cada tratamiento, la reducción de la población fue considerable, mientras que,

en los tratamientos de agua e insecticida la densidad poblacional se elevó, esto se puede observar en las etapas de floración y fructificación.

**Figura 3**

*Fluctuación poblacional del chinche (Euschistus sp.) en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) expuesta a diferentes tratamientos (T1= Caolín 20 g/L, T2= Caolín 40 g/L, T3= Caolín (60 g/L), T4= agua, T5= insecticida. \*Flechas indican monitoreos realizados después de la aplicación de cada tratamiento.*

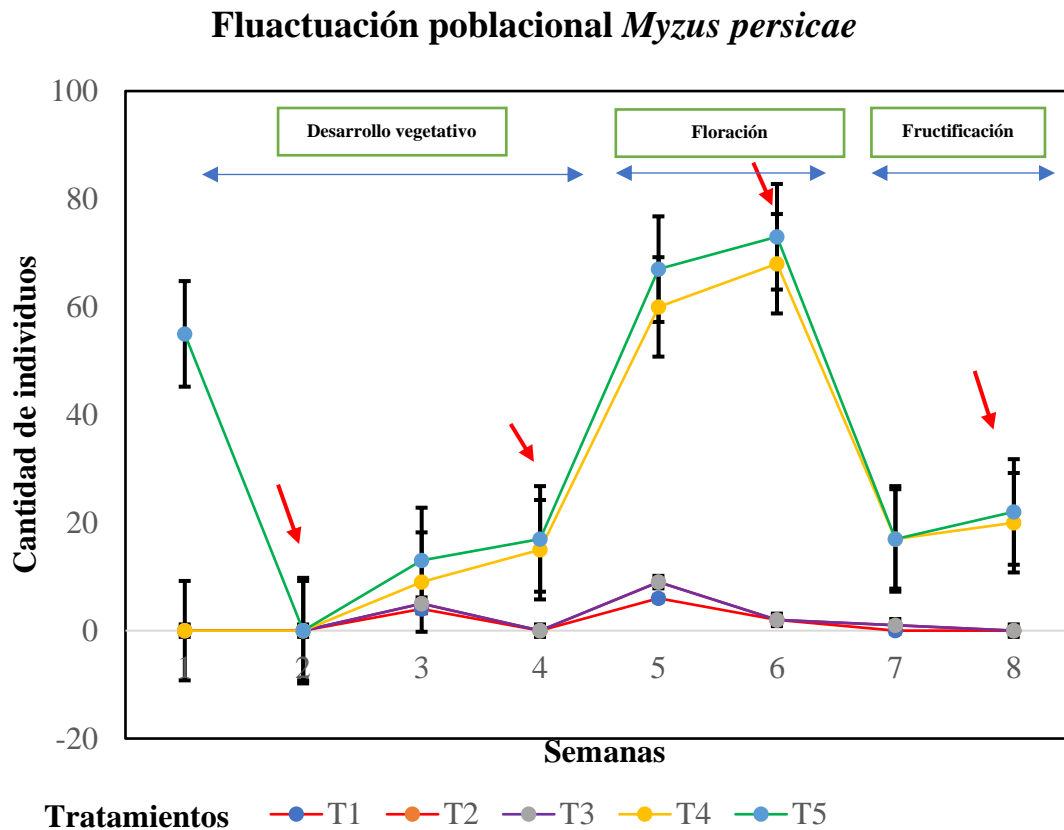


#### 4.1.2.4. Fluctuación poblacional de pulgones (*Myzuz persicae*).

Considerando el análisis descriptivo realizado, la fluctuación poblacional de *M. persicae* varía durante las evaluaciones realizadas antes y después de la aplicación de los tratamientos (Figura 4). La reducción de la población de *M. persicae* disminuye cada dos días después de realizada la aplicación de cada tratamiento, sin embargo, los tratamientos en los que se utilizó caolín (Tratamiento 1, 2 y 3) fue más evidente en comparación con los tratamientos 4 (agua) y 5 (insecticida) en la etapa de fructificación.

**Figura 4**

*Fluctuación poblacional del pulgón (Myzus persicae) en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) expuesta a diferentes tratamientos (T1= Caolín 20 g/L, T2= Caolín 40 g/L, T3= Caolín (60 g/L), T4= agua, T5= insecticida. \*Flechas indican monitoreos realizados después de la aplicación de cada tratamiento.*

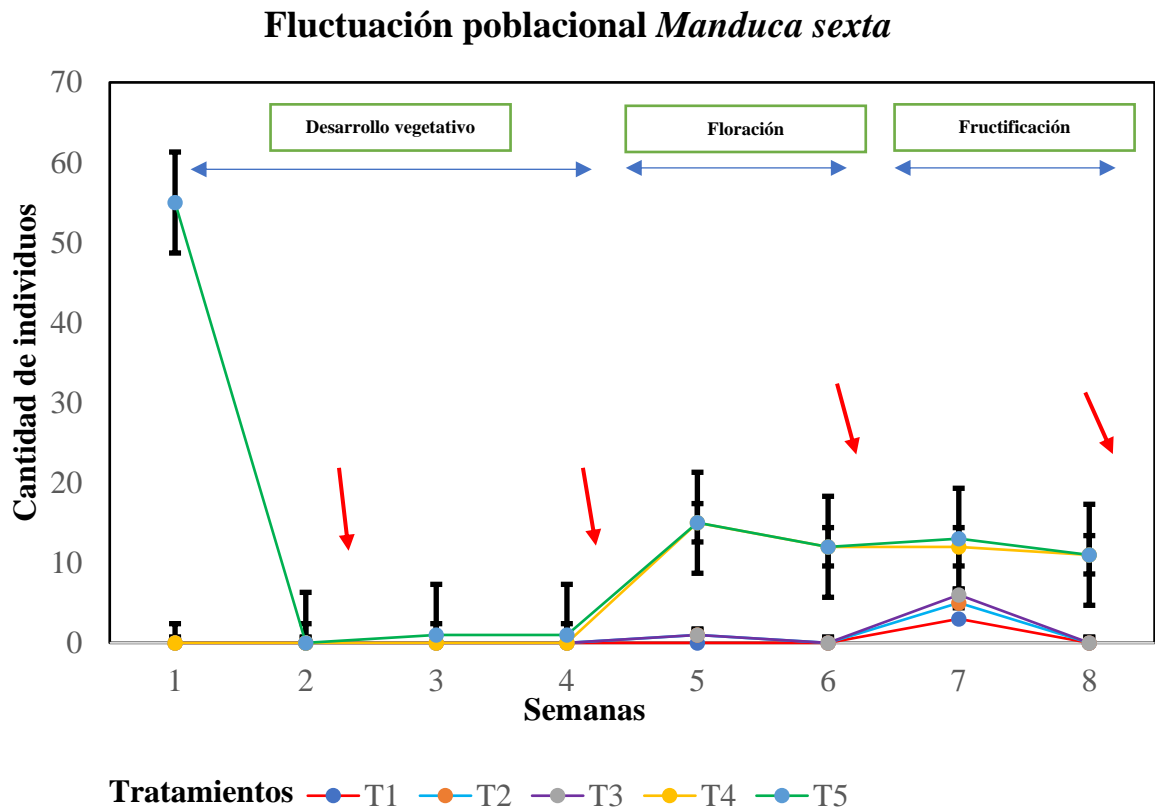


#### 4.1.2.5. Fluctuación poblacional de larvas de (*Manduca sexta*).

La fluctuación poblacional de *M. sexta* varía durante las evaluaciones realizadas antes y después de la aplicación de los tratamientos (Figura 5). Durante el desarrollo vegetativo los primeros monitoreos realizados el comportamiento de la población fue similar entre los tratamientos, sin embargo, a partir del cuarto monitoreo la reducción de la población de *M. sexta* fue evidente en comparación con los tratamientos 4 (agua) y 5 (insecticida) que se elevaron en la etapa de floración y fructificación.

**Figura 5**

*Fluctuación poblacional de la larva (*Manduca sexta*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) expuesta a diferentes tratamientos (T1= Caolín 20 g/L, T2= Caolín 40 g/L, T3= Caolín (60 g/L), T4= agua, T5= insecticida. \*Flechas indican monitoreos realizados después de la aplicación de cada tratamiento.*



La cantidad de individuos de las principales plagas del cultivo de tomate después de la aplicación de los tratamientos fue analizado estadísticamente. En la tabla 7, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza y comparación de medias de cada una de las especies de insectos plaga identificadas.

**Tabla 7**

Medias de individuos colectados después de la aplicación de cada tratamiento. \*Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey 95 %).

Tratamientos	Especies				
	<i>Bemisia Tabaci</i>	<i>Prodiplosis longifila</i>	<i>Euschistus sp.</i>	<i>Myzus Persicae</i>	<i>Manduca sexta</i>
T1= Caolín (20 g/L)	19,67 c	4,00 b	1,67 c	0,47 b	0,00 b
T2= Caolín (40 g/L)	16,67 c	4,00 b	0,67 c	0,00 b	0,00 b
T3= Caolín (60 g/L)	9,33 c	1,33 b	0,00 c	0,00 b	0,00 b
T4= Agua	149,33 a	32,33 a	33,00 a	5,62 a	7,67 a
T5= Insecticida	74,33 b	31,33 a	9,33 b	1,69 b	0,33 b
CV	12,36	16,50	19,50	61,28	21,35
P-valor	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0011	<0,0001

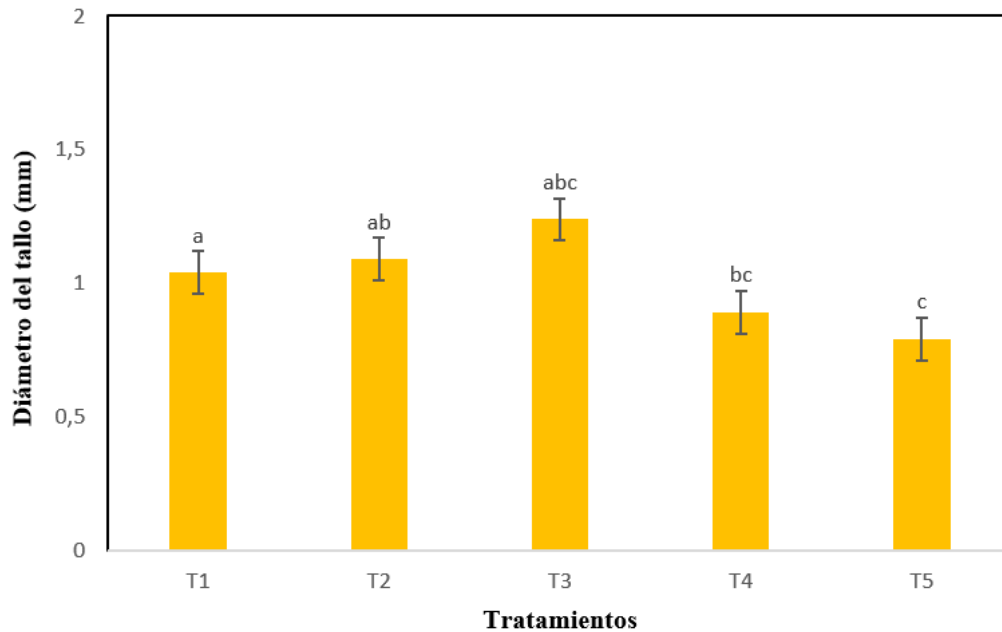
#### 4.1.3. Características Agronómicas y Productivas del Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum*)

##### a) Diámetro del tallo

El análisis de varianza realizado para la variable de diámetro del tallo de tomate durante la etapa de fructificación indicó que el tratamiento 3 (Caolín 60 g/L) obtuvo el valor más alto 1,24 mm seguido de los tratamientos 2 (Caolín 40 g/L) y el tratamiento 1 (Caolín 20 g/L) con 1,09 mm y 1,04 mm respectivamente. El tratamiento 4 y 5 obtuvieron los promedios de diámetro más bajos con 0,89 mm y 0,79 mm respectivamente (Figura 6).

**Figura 6**

*Diámetro del tallo de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) expuesta a diferentes tratamientos (T1= Caolín 20 g/L, T2= Caolín 40 g/L, T3= Caolín (60 g/L), T4= agua, T5= insecticida).*

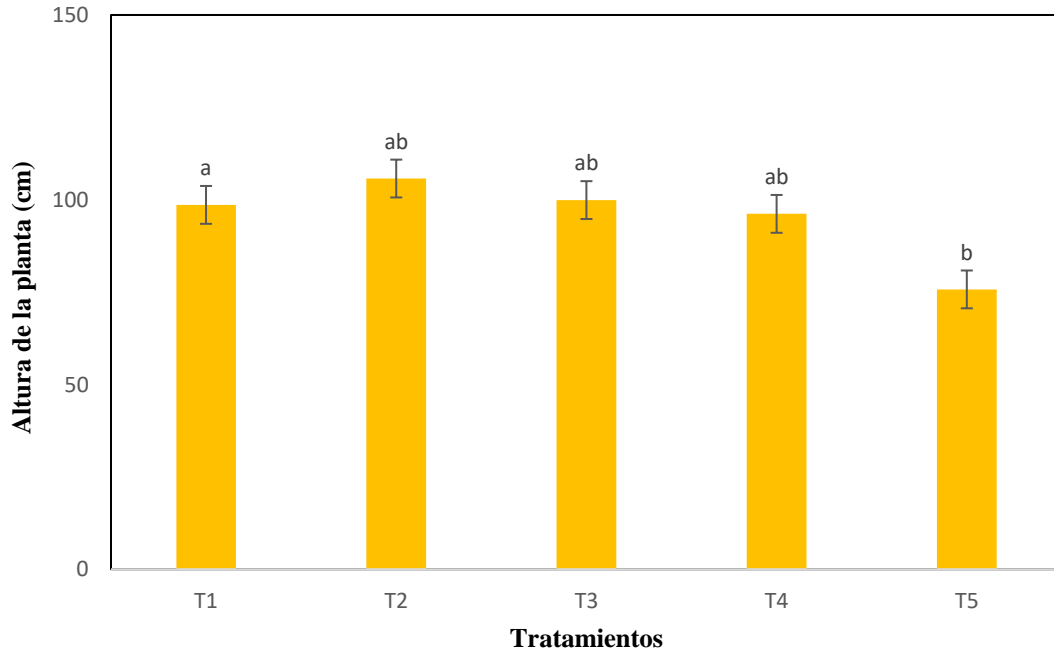


**b) Altura de la planta**

El análisis de varianza realizado para la variable de altura de la planta de tomate durante la etapa de fructificación indicó que en el tratamiento 2 (Caolín 40 g/L) alcanzó el promedio de altura más alto 105,73 cm, los tratamientos 1 (Caolín 20 g/L) y 3 (Caolín 60 g/L) obtuvieron resultados semejantes, en el tratamiento 4 (Agua) tuvo un promedio de altura de 96,17 cm. El tratamiento 5 (Insecticida) tuvo el menor promedio de altura en la planta con 75,73 cm en comparación a los otros tratamientos evaluados (Figura 7).

**Figura 7**

*Altura de plantas de tomate (Solanum lycopersicum) expuesta a diferentes tratamientos (T1= Caolín 20 g/L, T2= Caolín 40 g/L, T3= Caolín (60 g/L), T4= agua, T5= insecticida.*

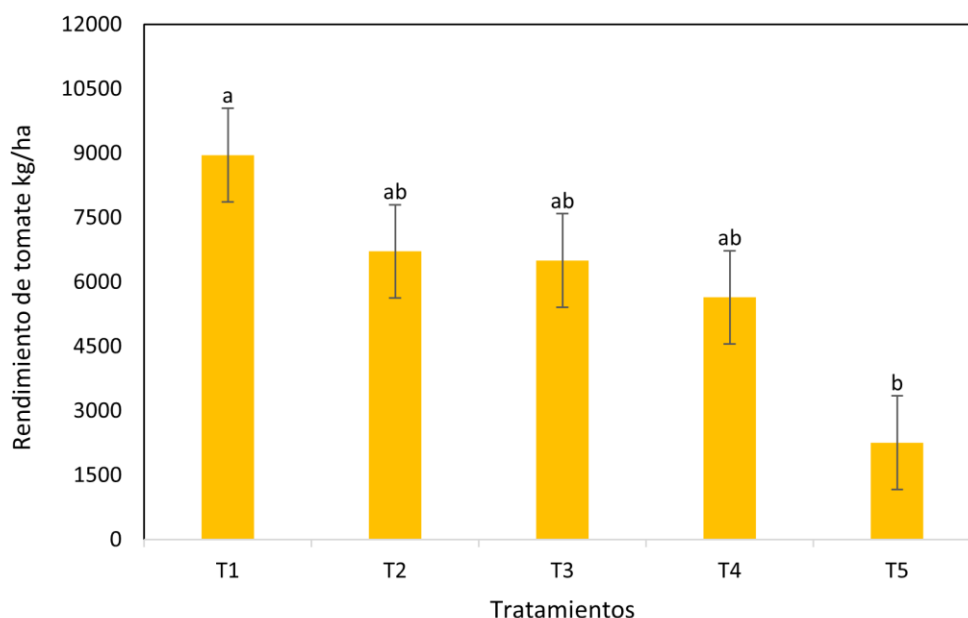


#### **4.1.4. Rendimiento del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum)**

El análisis de varianza realizado para la variable de rendimiento del cultivo de tomate indicó que existen diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento 1 (Caolín 20 g/L) obtuvo el mayor rendimiento alcanzando el valor de 8958,71 kg/ha. No hubo diferencias estadísticas entre el tratamiento 2 (Caolín 40 g/L), tratamiento 3 (Caolín 20 g/L) y tratamiento 4 (Agua) los cuales obtuvieron T2= 6715,09 kg/ha, T3= 6501,44 kg/ha y T4=5642,04 kg/ha respectivamente. El tratamiento 5 (insecticida) obtuvo el rendimiento más bajo con 2260,48 kg/ha.

**Figura 8**

*Rendimiento del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) expuesto a diferentes tratamientos (T1= Caolín 20 g/L, T2= Caolín 40 g/L, T3= Caolín (60 g/L), T4= agua, T5= insecticida.*



#### **4.1.5. Efectos de Repelencia de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) en Plantas de Tomate (*Solanum lycopersicum*)**

De acuerdo al análisis de  $\chi^2$  utilizado para verificar la repelencia de *B. tabaci* a diferentes tratamientos, fue posible identificar que en cada periodo de evaluación realizado existen diferencias significativas entre los tratamientos: 1h ( $X^2= 14,41$ ;  $df=3$ ;  $P=0,002$ ), 6 h ( $X^2= 20,24$ ;  $df=3$ ;  $P<0,001$ ), 12h ( $X^2= 15,67$ ;  $df=3$ ;  $P=0,001$ ), 24 h ( $X^2= 22,47$ ;  $df=3$ ;  $P<0,001$ ). Considerando el test de t, todos los tratamientos evaluados (tratamientos 1-4) presentaron diferencias significativas ( $P<0,005$ ).

## 4.2. Discusión

El tomate es un cultivo de importancia económica a nivel mundial. En el Ecuador se produce tomate para consumo nacional, agroindustria, exportación e importación de procesados, su producción es considerada como una forma de fortalecimiento para la agricultura campesina Álvarez et al., (61).

En el presente estudio fue posible identificar cinco especies que presentaron la mayor abundancia en el cultivo de tomate; mosca blanca (*Bemisia tabaci*), negrita (*Prodiplosis longifila*), chinche (*Euschistus* sp.), pulgón (*Myzus persicae*), larva (*Manduca sexta*). Estas especies de insectos son bastante comunes en el cultivo de tomate y coinciden con lo mencionado por Álvarez et al., (62); Calderón et al., (63); Santos & Tavares, (64); Borgues et al., (65); Garvey et al., (66), los cuales indican que las especies antes mencionadas son plaga clave del cultivo y que causan importantes pérdidas económicas.

El caolín es un polvo inerte que tiene importantes funciones para la planta, una de ellas es su acción insecticida Pedreira et al., (67). El uso de caolín como producto insecticida ha sido confirmado en varias especies de insectos, sus propiedades permiten la reducción de la población de especies tales como: *Diaphoria citri*, psílicos Pedreira et al., (67); pulgón de la col (*Brevicoryne brassicae*) Valverde et al., (68); ácaro (*Oligonychus yothersi*) Gonzakes et al., (69); polillas (*Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*) Mamani et al., (70); gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*) Aguayo et al., (71); mosca del olivo (*Bactrocera oleae*), el tigre del almendro (*Monosteira unicostata*), gusano cabezudo (*Capnodis tenebrionis*) González et al., (72), mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*) Mazor & Erez., (73).

En la presente investigación el uso de caolín al 95% permitió la reducción de las poblaciones de mosca blanca (*B. tabaci*), negrita (*P. longifila*), chinche (*Euschistus* sp.), pulgón (*M. persicae*), larva (*M. sexta*). Al menos para la especie *B. tabaci* los resultados coinciden con los propuestos por Johnston et al., (57) quienes confirman que el uso de caolín y limoneno reducen la población de *B. tabaci* en el cultivo de pimiento. El caolín reduce las tasas de oviposición de la mosca blanca y la cantidad de adultos que se asientan cuando se rocía sobre hojas de vegetales Liang & Liu., (74).

Según Moarefi, (75), el caolín al 5% fue eficaz al controlar el chinche (*Euschistus* sp.) en el cultivo de melocotón al crear una barrera física en la planta, creando un ambiente desconocido para la plaga evitando conocer a su huésped. En otra investigación Galdino et al., (76) demostraron la mortalidad de larvas (Lepidoptera: Noctuidae) usando el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y caolín. Un estudio realizado por Barker, (77), demostró que el caolín proporciona una barrera física contra las plagas mostrando un potencial para controlar *M. persicae* al evitar la planta huésped pulverizada con caolín.

En hojas de col se aplicó Surround (caolín) 60 g/L produciendo la mortalidad de larvas de *Trichoplusia ni* esto se produjo porque las partículas de caolín afectan la movilidad del insecto provocando la deshidratación, además de modificar el estímulo gustativo (78); consideramos que en la presente investigación probablemente el caolín en las diferentes dosis utilizados tuvo el mismo modo de acción que lo ocurrido con Liang & Liu, (74).

El caolín además de causar la mortalidad de varias especies de insectos tiene propiedades repelentes. La repelencia de caolín a los insectos está dada por las señales visuales que tienen para reconocer su hospedero Glenn, (79).

En el estudio realizado fue evidente que el producto de caolín al 95% causó repelencia en todas las dosis utilizadas. La mosca blanca (*B. tabaci*) es una especie que se siente atraída visualmente por las longitudes de onda de luz amarilla y verde reflejadas por ciertas plantas hospedantes vegetales Hasanuzzaman, (80); Johnston & Martini (81); (57), al rociar las hojas con caolín se cubre la planta con una película blanca y esto puede tener el potencial de interrumpir las señales visuales regulares que presenta *B. tabaci* Johnston et al., (57).

Investigaciones realizadas por Pedreira et al., (67) mencionan que al aplicar caolín al 3% en la naranja se alteró la capacidad de localización de huéspedes por parte de *Diaphoria citri* en los cítricos haciendo que los psílidos eviten los árboles tratados con caolín probablemente a los cambios en las características visuales de la planta. El caolín cambia la luz que se refleja en la planta y la película que forma este producto cambia la textura de la hoja y fruto actuado como un repelente de insectos Glenn, (79).

La altura, diámetro y rendimiento del cultivo de tomate presentó los valores más altos cuando se utilizó caolín; probablemente estos resultados se deben a que este polvo inerte actúa como

protector frente al estrés por calor y a reducir el estrés hídrico en la producción de tomate Catore et al., (82). El caolín permite alta absorción de humedad y tiene propiedades adherentes, estas características evitan la disminución del crecimiento de la planta o reducción de la actividad fotosintética Sétamou, (83); Muñoz, (84), su modo de acción puede estar directamente relacionado en los valores de rendimiento obtenidos en este estudio.

Investigaciones realizadas confirman que entre los varios beneficios del uso de caolín permite el aumento de los rendimientos, por ejemplo, en los cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.) maíz (*Zea mays*), fríjol (*Phaseolus vulgaris*) fruto del olivo (*Olea europaea*), melón (*Cucumis melo* L.) Río et al., (85); Sevilla, (86); Nuñez, (53); Saour & Makee, (87); Robledo et al., (88).

**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- Cinco especies de insectos plagas fueron identificadas en el cultivo de tomate siendo la *Bemisia tabaci* la más abundante (Nº 808 especímenes), seguida de las siguientes especies: *Prodiplosis longifila* (Nº 219), *Euschistus* sp. (Nº 134), *Myzus persicae* (Nº 112), *Manduca sexta* (Nº 24).
- El uso de caolín (Surround WP, caolín 95%) en las dosis 20, 40, y 60 g/L, reducen significativamente la población de *Bemisia tabaci*, *Prodiplosis longifila*, *Euschistus* sp., *Manduca sexta* y *Myzus persicae*, al crear una barrera física entre el insecto y el hospedero.
- El caolín en las diferentes dosis e insecticida repele a la mosca blanca (*B. tabaci*) durante las primeras 24 horas de aplicación del producto. Esto se debe a que se forma una película blanca que genera repelencia en el insecto.
- Los valores más altos de diámetro del tallo, altura de la planta y rendimiento se obtuvo en los tratamientos en los que se utilizó caolín (T3=1,24 mm; T2=105,73 cm y T1=8958,71 kg/ha respectivamente). Probablemente estos resultados se presentaron debido a que el caolín evita el estrés de la planta y funciona como un activador fotosintético.

## **5.2. Recomendaciones**

- Aplicar 20 g/L de caolín con una frecuencia de cuatro veces durante el ciclo vegetativo del cultivo de tomate.
- Evaluar la repelencia de caolín e insecticida por periodos mayores a 24 horas en condiciones controladas.
- Realizar pruebas fisiológicas para verificar los efectos benéficos del caolín en los rendimientos del cultivo de tomate.
- Identificar coadyuvantes naturales con la finalidad de reducir los costos de producción del cultivo de tomate.

**CAPITULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía

1. SIPA. Boletín situacional cultivo de tomate riñón. [Online].; 2022.. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-agricolas/situacional-tomaterinon>.
2. Cacoango PM. Estudio de la adaptación y rendimiento de 10 variedades de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L) bajo invernadero, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2018.
3. Zamora R, Villafuerte A. Diagnóstico de uso e impactos de plaguicidas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en la parroquia Río Chico, Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, Ecuador.
4. Porcuna JL. Moscas Blanca *Bemisia tabaci*. Servicio de Sanidad Vegetal. 2010.
5. Rodríguez S, Ortiz O, Castillo J. Evaluation of the environmental impact of pesticides for pestcontrol in the main horticultural crops of the Chancay-Huaralvalley, Lima. Peruvian Journal of Agronomy. 2023.
6. Valverde A. Bacillus sp y Caolín en el Control de *Oligonychus* sp en el Cultivo del Palto Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán; 2021.
7. Ampuero PE. Guía para el reconocimiento de enfermedades e insectos plagas en los cultivos de tomate, pimiento, sandía, melón y pepino Guayaquil: Instituto Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias; 2009.
8. Jaramillo J, Rodriguez V. Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. ed. CORPROICA , editor. Colombia; 2007.
9. Moreno I, Belando A. Evolución de la resistencia de *Bemisia tabaci* (Gennadius) a ciantraniliprol en 2016 y 2017. 6th Workshop on Agri-food Research. 2017;; p. 93-94.
10. Colmenarez Y, Vásquez C, Corniani N. Control Biológico de los programas de Manejo Integrado de Plagas en América Latia: Potencial y Desafíos Ambato: Universidad Técnica de Ambato; 2021.
11. Moreno A. Control de Plagas y Enfermedades Forestales. En. España: Ediciones Mundi-prensa; 2017. p. 14.
12. Falconi JS. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en el Cultivo de Kiwicha Perú: Agrobano; 2013.

13. Jiménez E, Chavarría A, Rizo Á. Manejo de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius.) y Geminivirus en semilleros de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo Protección Física y Química y su efecto en la producción. La Calera. 2011;; p. 6.
14. Santos B, Manuel S, Hinojosa B, Perera S. Control de Mosca Blanca en Cultivos Jóvenes de Tomate. En.: AgroCabildo; 2020.
15. CEDRSSA. Manejo Integrado de Plagas, ua Alternativa ante el Uso de los Plaguicidas. En. México: Centro de Estudios para el Desarrollo Rural y Sostenible y la Soberanía Alimentaria; 2020. p. 15.
16. Devine G, Eza D, Ogusuku E, Furlong M. Uso de Insecticidas: Contexto y Consecuencias Ecológicas. En. Perú: Revisión Peru Med Exp Salud Publica ; 2008.
17. Valarezo O, Muñoz X. Insecticidas de Uso Agrícola en el Ecuador. En.: Estación Experimental Portoviejo; 2011.
18. Brian M, Berry L. Perfil de Mercado del Caolín. En.: Dirección General de Desarrollo Minero; 2020. p. 5.
19. Perera S, Trujillo D, Medina G. Efecto de la Aplicación de Caolín e Olivo en el Sur de Tenerife (II). En.: AgroCabildo; 2015.
20. López MM. Manual Técnico de Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum*).
21. FIRA. Tomate Rojo. En Panorama Agroalimentario. México: Fidecomisos Instituidos en Relación con la Agricultura; 2016.
22. Barahona A, Manobanda J. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa asociativa de producción y comercialización de tomate riñón bajo invernadero de los pequeños agricultores de la parroquia de Ascázubi, Cantón Cayambe, provincia de Pichincha Quito: Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito; 2015.
23. Álava GP. Boletín Situacional cultivo de Tomate Riñón Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería; 2020.
24. Hazael A. El cultivo de tomate: Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora"; 2016.
25. Baudoin A. Manual Técnico de Producción de Tomate con Enfoque de Buenas Prácticas Agrícolas Bolivia: Ministerio de desarrollo Rural y Tierras; 2017.
26. Ávila EP. Manual: Tomate. Cámara de Comercio de Bogotá ed. Bogotá: Cámara de Comercio Bogotá; 2015.

27. Escobar H, Cooman A, Fuentes L. Manejo del Cultivo Colombia: Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales; 2009.
28. Martínez S. Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate. En. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico; 2007.
29. Lainez S. Comportamiento agronómico de once líneas promisoras de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) tolerantes al estrés hídrico en el sector Velasco Ibarra, Cantón la Libertad. En. Santa Elena: Universidad Estatal Península de Santa Elena; 2019.
30. Ferreira W, Wamser A, Feltrin A, Suzuki A, Pereira J, Valmorbidia J, et al. Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri. 2016;; p. 30-31.
31. Silva M. Evaluación de cuatro programas de fertilización foliar complementaria en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) L.var.Sheila bajo invernadero Quito: Universidad Central del Ecuador; 2015.
32. Silva J, Pereira T, Nascimento J, Tannure F, Duarte M. Germinação e crescimento inicial de tomate italiano (*Lycopersicon esculentum* Mill.): efeitos do fotoperíodo. Natureza on line. 2012;; p. 184.
33. Geraud F, Garces A, Contreras N, Geraud J. *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae), evolución como plaga y un método para evaluar sus poblaciones en tomate. Revista Colombiana de Entomología. 2022; 48: p. 2.
34. Avila J. Tecnologías fitosanitarias para el manejo de la negrita (*Prodiplosis longifila*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador; 2020.
35. Duque V, Manzano M, Rodriguez E. Biology of *Prodiplosis longifila* Gagné and population fluctuation in tomato crops sprayed with insecticides. Revista Facultad Nacional de Agronomía. 2018; 71(1): p. 8352.
36. Villanueva R. Tobacco Hornworm, *Manduca sexta* (Linnaeus), and Tomato Hornworm, *Manduca quinquemaculata* (Haworth), (Insecta: Lepidoptera: Sphingidae) Gainesville: University of Florida IFAS Extendiom; 2010.
37. Rivera E. Insectos plagas defoliadores del cultivo de Tabaco (*Nicotiana tabacum*) en el Ecuador Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo; 2022.

38. Garza UE. Manejo integrado de las plagas del chile y jitomate en el altiplano de San Luis Potosí México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; 2007.
39. Moya JH. Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario; 2012.
40. Molinari A, Massaro R, Perotti E. La "chinche marron" (*Euchistus*) heros (F). en Soja Argentina: SUMMITAGRO; 2015.
41. Pérez C. Manejo integrado de las chinches *Tibraca limbativentris* y *Euchistus* sp. en el cultivo de arroz Colombia: Fondo Nacional del Arroz; 2006.
42. Morales P, Cermeli M. Evaluación de la preferencia de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cinco cultivos agrícolas. ENTOMOTROPICA. 2001;; p. 2.
43. Martínez G. Ficha técnica. Tecámac, Estado de México, 21 p..
44. Claude J, Kouame C, Guetta A, Fondio L, Djidji A, Sangare A. Evolution des populations de *Bemisia tabaci* Genn. selon les variétés de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) au Centre de la Côte d'Ivoire. Sciecies & Nature. 2010; 7(1): p. 32.
45. Corpeño B. Manual del Cultivo de Tomate El Salvador: Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agronegocios; 2004.
46. Chavarría C, Martínez M, Chávez J, Ramírez J, Garza E. Guía para cultivar jitomate en condiciones de malla sombra en San Luis Potosí. En. México: inifap: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; 2012. p. 24.
47. Saldaña C, Sarmiento J, Sánchez G. Manejo integrado de plagas en el cultivo industrial de tomate (*Lycopersicum esculatum* Mill.) en el valle de Barranca, Lima, Perú. Revista Peruana de Entomología. 2003; 43: p. 156.
48. Vásquez L. Control biológico de la mosca blanca *Bemisia tabaci*. En. Cuba: INISAV: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal; 2007. p. 4.
49. Centeno G. Fundamentos del Manejo Integrado de Insectos Plagas.
50. Glenn M. Particle Films: A New Technology for Agriculture: United States Department of Agriculture; 2005.
51. Gómez F, Heredia L. Efecto de dosis y frecuencia de aplicación de arcilla de caolinita en la producción de lechuga a campo abierto.

52. Prado E. Uso de caolín como protección contra el golpe de sol Chile: Tierra adentro-frutales y viñas; 2004.
53. Nuñez D. Influencia de caolín (partícula inerte) sobre el desarrollo de poblaciones de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) y la interacción fisiológica en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2014.
54. Rivero ML, Quiroga MI, Gonzalez O, Moraga L. Postcosecha de tomate.
55. Choi H, Kim H, Lee W, Shin S, Lee S. Taxonomic Review of *Genus Myzus* (Hemiptera: Aphididae) in The Korean Peninsula with Descriptions of Three New Species. Journal of Asia-Pacific Entomology. 2019; 22(3).
56. MacLEOD N, Canty R, Polaszek A. Morphology-Based Identification of *Bemisia tabaci* Cryptic Species Puparia via Embedded Group-Contrast Convolution Neural Network Analysis. En Biologists SoS, editor.; 2021. p. 1-15.
57. Johnston N, Paris T, Paret M, Freeman J, Martini X. Repelling whitefly (*Bemisia tabaci*) using limonene-scented kaolin: A novel pest management strategy. Protección de Cultivos. 2022.
58. InfoStat. InfoStat versión 2018. Universidad Nacional de Córdoba ed. Argentina: Grupo Infostat; 2018.
59. RStudio T. RStudio: Integrated Development Environment for R. [Online]; 2015. Disponible en: <http://www.rstudio.com/>.
60. Excel M. [Online]; 2016.
61. Álvarez T, Bravo E, Armendaris E. Soberanía alimentaria y acceso a semillas hortícolas en el Ecuador. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. 2014; 20(2): p. 45-57.
62. Álvarez J, Cortez H, García I, Ceja L, Pérez J. Incidencia de plagas en injertos de jitomate (*Solanum lycopersicum*) sobre parientes silvestres. Revista Colombiana de Entomología. 2009; 35(2): p. 150-155.
63. Calderón O, Bolaños A, Muriel M. Evaluación de daño causado por *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: cecidomyiidae) en el cultivo de *Solanum lycopersicum* L. en Gigante, Huila. Agricolae & Habitat. 2018; 1(1).
64. Santos S, Tavares M. Monitoramento de insetos em plantio de tomate com ADUBAÇÃO silicatada. Tevista Biodiversidad. 2017; 16(3): p. 60-67.

65. Borgues M, Zhang A, Camp M, Aldrich J. Adult Diapause Morph of the Brown Stink Bug, *Euschistus servus* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). *Neotropical Entomology*. 2001; 30(1).
66. Garvey M, Creighton C, Kaplan I. Tritrophic interactions reinforce a negative preference–performance relationship in the tobacco hornworm (*Manduca sexta*). *Ecological Entomology*. 2020; 45(4): p. 783-794.
67. Pedreira M, Tomaseto AF, Zanuzo O, Linhares HX. HLB: influencia del caolín sobre la capacidad de localización de plantas huésped por parte de *Diaphoria citri* en condiciones de campo. *PHYTOMA*. 2017.
68. Valverde A, Valverde N, Solano R. Eficacia del aceite de neem, aceite de eucalipto y caolín en el control biológico de *Brevicoryne brassicae*. *Agroindustrial Science*. 2021; 11(2): p. 185-192.
69. Gonzales F, Jacobo S, Valverde R. Efectividad de *Bacillus* sp y caolín en el control de *Oligonychus yothersi* (McGregor) en el cultivo del palto. *Manglar*. 2020; 17(3): p. 233-238.
70. Mamani D, Sporleder M, Kroschel J. Efecto de materiales inertes de fórmulas bioinsecticidas en la protección de tubérculos almacenados contra las polillas de papa. *Revista Peruana de Entomología*. 2011; 46(2): p. 43-49.
71. Aguayo G, González P, Hepp R, Casals P. Control de *Sitophilus zeamais* motschulsky con polvos inertes. *Agrociencia*. 2004; 38(5): p. 529-536.
72. González M, Sánchez I, Cobos G, Marcotegui A, Cobo A, Pascual S. Evaluación del caolín como herramienta de control de plagas en cultivos mediterráneos ecológicos. *Agricultura Sostenible*. 2011; 7: p. 12-23.
73. Mazor M, Erez A. Processed kaolin protects fruits from Mediterranean fruit fly infestations. *Crop Protection*. 2004; 23(1): p. 47-51.
74. Liang G, Liu T. Repellency of a Kaolin Particle Film, Surround, and a Mineral Oil, Sunspray Oil, to Silverleaf Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on Melon in the Laboratory. *Horticulture Entomology*. 2002; 95(2): p. 317-324.
75. Moarefi M, Seddigh S, Hamrahi , Ali. Effects of processed kaolin on *Aphis fabae* and *Hippodamia variegata* on broad bean: A lab and field case study. *Crop Protection*. 2022; 11(2): p. 211-227.

76. Galdino , S , Silva C, Zanuncio J, Castellani M. Susceptibility of *Alabama argillacea* and *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae to *Beauveria bassiana* associated with kaolin. Brazilian Journal of Biology. 2021.
77. Barker J, Holaschke M, Fulton A. Effects of kaolin particle film on *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) behaviour and performance. Bulletin of Entomological Research. 2007; 97(5).
78. Díaz B, Garzo E, Duque M. Partículas de caolín: efecto sobre la mortalidad y desarrollo de *Trichoplusia ni* Hubner. Centro de ciencias medioambientales, CSIC. 2002.
79. Glenn M. The Mechanisms of Plant Stress Mitigation by Kaolin-based Particle Films and Applications in Horticultural and Agricultural Crops. HortScience. 2012; 47: p. 710-711.
80. Hasanuzzaman A, Islam M, Zhang Y, Zhang C, Liu T. Leaf morphological characters can be a factor for intra-varietal preference of whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) among eggplant varieties. PLoS ONE. 2016; 11(4).
81. Johnston N, Martini X. The Influence of Visual and Olfactory Cues in Host Selection for *Bemisia tabaci* Biotype B in the Presence or Absence of Tomato Yellow Leaf Curl Virus. Insects. 2020; 11(2): p. 115.
82. Catore V, Pace B, Albrizio R. Kaolin-based particle film technology affects tomato physiology, yield and quality. Environmental and Experimental Botany. 2009; 66: p. 279-288.
83. Sétamou M, Sanchez A, Patt J, Nelson S, Jifon J. Diurnal patterns of flight activity and effects of light on host finding behavior of the Asian citrus psyllid. Journal of Insect Behavior. 2012; 25: p. 264-276.
84. Muñoz C, Brainard A. Uso de bioestimulantes caolín y ácidos fúlvicos en la producción y calidad poscosecha de sandía (*Citrullus lanatus*) tutorada. En. Honduras: Zamorano; 2022.
85. Río M, Quiroz J, Atuna O, Espinoza A. Respuesta Agronómica de cuatro híbridos de maíz utilizando caolinita para reducir el efecto de estrés por altas temperaturas en Torreón, Coahuila. Revista Tecnológica CEA. 2021;(15): p. 90-94.
86. Sevilla MA. Efecto del uso de extractos vegetales en la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en papa (*Solanum tuberosum* L.) Cotacachi, Imbabura. En. Ibarra: Universidad Técnica del Norte; 2022.

87. Saour G, Makee H. Effects of kaolin particle film on olive fruit yield, oil content and quality. Horticultural Science. 2003; 17(4): p. 204-206.
88. Robledo L. Evaluación de caolín para protección de frutos de melón (*Cucumis melo* L.), municipio de Jícaro, el progreso Guatemala, diagnóstico y servicios realizados en la dirección de sanidad vegetal del Visar-Maga, Guatemala C.A. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2017.

**CAPITULO VII**  
**ANEXOS**

## 7.1. Anexos

### Anexo A. Análisis (ADEVA) de altura de la planta.

Nueva tabla\_3 : 1/6/2023 - 17:24:14 - [Versión : 20/9/2018]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Media	15	0,73	0,53	9,11

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1638,18	6	273,03	3,63	0,0483
Bloque	64,73	2	32,36	0,43	0,6646
Tratamiento	1573,45	4	393,36	5,23	0,0228
Error	601,91	8	75,24		
Total	2240,09	14			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=15,67577

Error: 75,2388 gl: 8

Bloque	Medias	n	E.E.
3	98,16	5	3,88 A
2	93,90	5	3,88 A
1	93,62	5	3,88 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=24,46764

Error: 75,2388 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	105,73	3	5,01 A
3	99,90	3	5,01 A B
1	98,60	3	5,01 A B
4	96,17	3	5,01 A B
5	75,73	3	5,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

### Anexo B. Análisis (ADEVA) de diámetro de la planta.

Nueva tabla\_5 : 1/6/2023 - 17:25:35 - [Versión : 20/9/2018]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Media	15	0,84	0,72	9,40

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,38	6	0,06	6,92	0,0078
Tratamiento	0,37	4	0,09	10,37	0,0030
Bloque	4,8E-04	2	2,4E-04	0,03	0,9740
Error	0,07	8	0,01		
Total	0,45	14			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26809

Error: 0,0090 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3	1,24	3	0,05 A
2	1,09	3	0,05 A B
1	1,04	3	0,05 A B C
4	0,89	3	0,05 B C
5	0,79	3	0,05 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17176

Error: 0,0090 gl: 8

Bloque	Medias	n	E.E.
1	1,02	5	0,04 A
3	1,01	5	0,04 A
2	1,00	5	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

## Anexo C. Análisis (ADEVA) de rendimiento de la planta.

Nueva tabla\_1 : 1/6/2023 - 17:56:12 - [Versión : 20/9/2018]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Kg	15	0,67	0,41	36,99

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	78684863,63	6	13114143,94	2,65	0,1017
Tratamiento	70883038,15	4	17720759,54	3,58	0,0504
Bloque	7801825,48	2	3900912,74	0,79	0,4872
Error	39616851,70	8	4952106,46		
Total	118301715,33	14			

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6277,20017

Error: 4952106,4630 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	8958,71	3	1284,80 A
2	6715,09	3	1284,80 A B
3	6501,44	3	1284,80 A B
4	5642,04	3	1284,80 A B
5	2260,48	3	1284,80 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

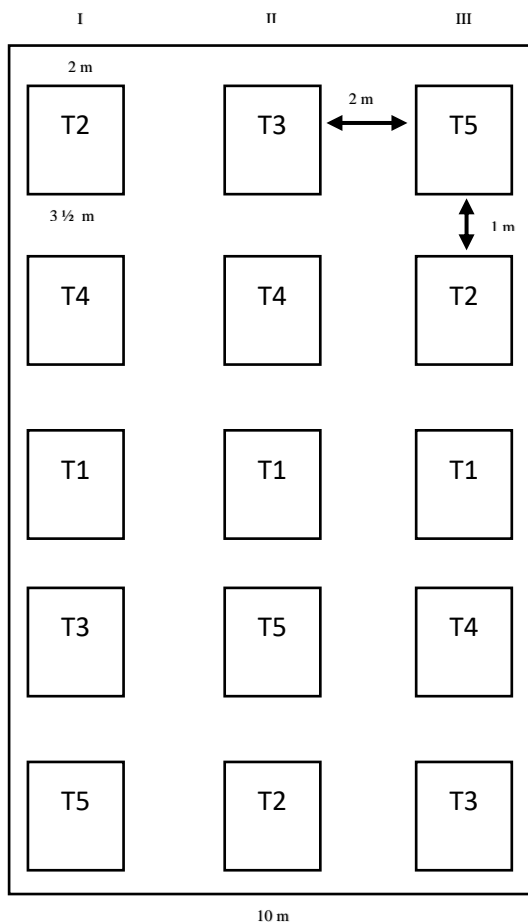
### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4021,63595

Error: 4952106,4630 gl: 8

Bloque	Medias	n	E.E.
3	7035,25	5	995,20 A
2	5524,35	5	995,20 A
1	5487,06	5	995,20 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

## Anexo D. Croquis de la ubicación de las parcelas con los diferentes tratamientos usados en campo.



**Anexo E. Análisis de suelo**



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "FICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf. 052 783044 suelos.ctp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b>			<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>			<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b>			
Nombre :	Buena Fe/Los Rios		Nombre :	S/N		Cultivo Actual :			
Dirección :	Buena Fe		Provincia :	Los Rios		N° Folio :	7977		
Ciudad :	Buena Fe		Cantón :	Mocache		Fecha de Muestreo :			
Teléfono :			Parroquia :			Fecha de Ingreso :			
Fax :			Ubicación :			Fecha de Salida :			

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
102031	Finca La Maria		5,6 MeAc	23 M	35 A	0,88 A	7 M	1,1 M	5 B	10,4 A	11,1 A	371 A	27,9 A	0,32 B	



INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH				Elementos: de N a B		
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAI = Ligt. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olson Modificado
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio	N,P,B = Colorimetria	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto	S = Turbidimetria	Fosfato de Calcio Monobasico
					K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S



**RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS**



**RESPONSABLE LABORATORIO**

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo de 8 a 12 horas para el análisis.

**Anexo F. Delimitación de parcelas para ejecución de experimento de campo.**



**Anexo G.** Trasplante de plántulas de tomate a sitio definitivo.



**Anexo H.** Riego en cada una de las parcelas



**Anexo I.** Preparación de tratamientos para aplicación en plantas de tomate.



**Anexo J.** Identificación de los bloques con su respectivo tratamiento.



**Anexo K.** Identificación de principales insectos plaga del cultivo de tomate.



**Anexo L.** Monitoreo de *Bemisia tabaci* en plantas de tomate.



**Anexo M.** Cosecha de tomate en los tratamientos.



**Anexo N.** Peso del fruto de plantas de tomate por cada tratamiento.



**Anexo O.** Jaula entomológica para la cría y multiplicación de mosca blanca (*Bemisia tabaci*).



**Anexo P.** Plantas de tomate usadas para la cría multiplicación de mosca blanca (*Bemisia tabaci*)



**Anexo Q.** Jaulas entomológicas utilizadas para evaluar comportamiento de repelencia de mosca blanca.

