

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

TEMA:

**Evaluación de un biocida orgánico a base de ají serrano
(*Capsicum annum* L.) para el control de la mosca blanca
(*Bemisia tabaci*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).**

AUTOR:

Figueroa Cox, Carlos Ignacio

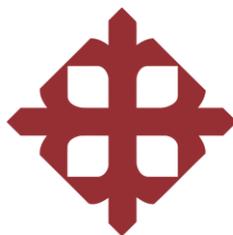
**Trabajo de integración curricular previo a la obtención del
título de INGENIERO AGROPECUARIO**

TUTORA

Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, MSc.

Guayaquil, Ecuador

18 de febrero de 2025



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular, fue realizado en su totalidad por **Figueroa Cox, Carlos Ignacio**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**

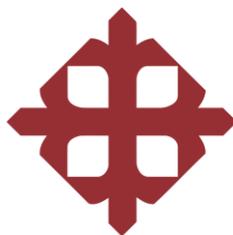
TUTORA

Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, MSc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefania, MSc.

Guayaquil, a los 18 días del mes de febrero del año 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Figueroa Cox, Carlos Ignacio**

DECLARO QUE:

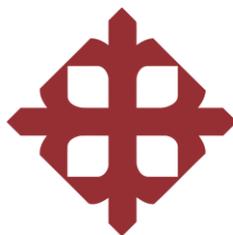
El Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación de un biocida orgánico a base de ají serrano (*Capsicum annuum* L.) para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 18 días del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR

Figueroa Cox, Carlos Ignacio



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

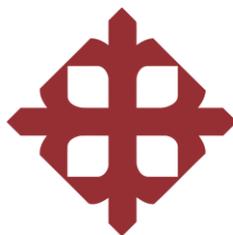
Yo, **Figueroa Cox, Carlos Ignacio**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación de un biocida orgánico a base de ají serrano (*Capsicum annum L.*) para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 18 días del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR:

Figueroa Cox, Carlos Ignacio



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA

CERTIFICADO DE COMPILATIO

Se revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación de un biocida orgánico a base de ají serrano (*Capsicum annum* L.) para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)** presentado por el estudiante Figueroa Cox Carlos Ignacio, de la carrera de Agropecuaria, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 3 % de coincidencias, considerando ser aprobada.

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

**Figueroa Cox Carlos UTE B
2024**

3%
Textos
sospechosos

0% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

< 1% Idiomas no reconocidos

2% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: Figueroa Cox Carlos UTE B 2024.docx
ID del documento: 04611aa6005436b828b96e5117fe5be88e539c40
Tamaño del documento original: 728,92 kB
Autores: []

Depositante: Noelia Carolina Caicedo Coello
Fecha de depósito: 17/2/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 17/2/2025

Número de palabras: 5484
Número de caracteres: 34.160

Tomado de COMPILATIO-Usuario Caicedo, 2025

Certifica,

Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, MSc.
TUTORA

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios, por darme fuerzas en días donde no podía continuar el camino para llegar a este gran logro, ha sido muy difícil y con mucho esfuerzo culmino una etapa increíble.

Agradecer a cada uno de mis familiares, en especial a mi papa Ignacio Figueroa que es el que además que me ayudo económicamente en la Universidad, es el que siempre me aconsejo y estuvo para mi en los peores momentos y siempre apoyándome, a mi madre Mery Cox quiero agradecerla por inculcarme todos los valores.

Agradecer a cada uno de mis docentes, en especial a la Ingeniera Noelia Caicedo, Ingeniera Paola Pincay y Licenciado Alfonso Llanderal, por el apoyo y conocimientos brindados en todos los ciclos de la carrera.

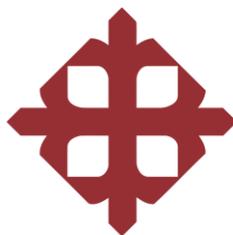
Agradecer a mis amistades y compañeros, colegas de carrera, por todas las vivencias y proyectos compartidos en todo este tiempo.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mi madre Mery, un ser maravilloso que me ha dado todo el amor y apoyo a lo largo de mi vida; mi hermana Domenica una mujer excepcional, mi mejor amigo, mi padre Ignacio, que gracias a él estoy incursionando en este mundo de la agricultura y desde muy pequeño me enseñó la importancia de los agricultores en la economía ecuatoriana; también dedicarle este proyecto a mi tía Karina, mujer con valores y cualidades que destacan por ella, gracias por el apoyo incondicional.

Mis tíos Demecio, Odally, Jhonny, mis primos en general, gracias por estar en los momentos más difíciles y ayudarme en ser un mejor profesional este logro también es para ustedes.

Y que no quede atrás dedicarles este logro a mis queridos abuelos Cristóbal y Ignalida, pero sobre todo a mi abuela Aminta quien siempre me ha apoyado desde muy pequeño para que su nieto salga adelante, y quien ha estado también involucrada en el mundo de la agricultura.



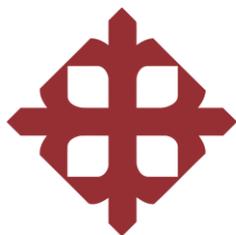
**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, MSc.
TUTORA

Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefanía, MSc.
DIRECTORA DE CARRERA

Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, MSc.
COORDINADORA DE TITULACIÓN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

CALIFICACIÓN

Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, MSc.

TUTORA

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	2
1.1	Objetivos	3
1.1.1	Objetivo general.....	3
1.1.2	Objetivos específicos.	3
2	MARCO TEÓRICO	4
2.1	Cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	4
2.1.1	Orígenes del pepino.....	5
2.1.2	Morfología del pepino.....	5
2.1.3	Variedades de pepino.	6
2.2	Plaga mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) en la agricultura	7
2.2.1	Ciclo de vida.	7
2.2.2	Morfología.	8
2.2.3	Comportamiento de la plaga mosca blanca.....	9
2.2.4	Daños directos.	10
2.2.5	Daños indirectos.	10
2.2.6	Impacto económico.....	10
2.3	Origen del Ají serrano (<i>Capsicum annum</i> L.)	11
2.3.1	Aspecto morfológico de la planta.	11
2.4	Efectos de la Capsaicina sobre plagas en cultivos.....	12
2.4.1	Interferencia con el sistema nervioso.....	12
2.4.2	Repelencia y Modificación del comportamiento alimentario.....	13
2.4.3	Propiedades citotóxicas.	13
2.4.4	Interrupción del Ciclo Reproductivo.	13
3	MARCO METODOLÓGICO	14
3.1	Ubicación del proyecto	14
3.2	Materiales Utilizados	14
3.3	Tipo de investigación y tratamientos.	15
3.4	Diseño experimental.....	15
3.5	Variables medidas	15
3.5.1	Número de hojas por planta a los 35 días.....	15
3.5.2	Número de hojas infectadas por planta a los 35 días.	16

3.5.3	Número de individuos <i>Bemisia tabaci</i> por hoja antes de la aplicación del Biocida.....	16
3.5.4	Número de moscas blancas por hoja a los 7 días de la aplicación del Biocida.....	16
3.6	Manejo del experimento	16
3.6.1	Preparación de camas.....	16
3.6.2	Siembra del cultivo.....	16
3.6.3	Tutorado.....	17
3.6.4	Elaboración del Biocida.....	17
3.6.5	Aplicación del biocida.....	17
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1	Número de hojas por planta a los 35 días.....	18
4.2	Número de hojas infectadas por planta a los 35 días.....	19
4.3	Número de individuos <i>Bemisia tabaci</i> por hoja antes de la aplicación del Biocida.....	20
4.4	Número de individuos <i>Bemisia tabaci</i> por hoja a los 7 días de la aplicación del Biocida.....	21
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de hojas por planta	18
Tabla 2. Número de hojas infectadas	19
Tabla 3. Número de individuos antes de la aplicación.....	20
Tabla 4. Número de individuos después de la aplicación.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Ensayo.....	14
Figura 2. Análisis estadístico de número de hojas por planta	19
Figura 3. Análisis estadístico de número de hojas por infectadas.....	20
Figura 4. Análisis estadístico de número de individuos después de la aplicación	22

RESUMEN

Este estudio analiza un biocida orgánico hecho con ají serrano (*Capsicum annuum* L.) como opción para controlar la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivos de pepino (*Cucumis sativus*). Este insecto es una plaga importante en la agricultura debido a los daños que causa y su capacidad de transmitir enfermedades. Se realizó un experimento con cuatro tratamientos (tres concentraciones del biocida y un control) en un diseño de bloques aleatorizados. Se registraron variables como el número de hojas infectadas y la población de mosca blanca antes y después del tratamiento. Los resultados mostraron que las concentraciones del 20 % y 25 % fueron efectivas para controlar la plaga, pero causaron daños severos en las plantas de pepino, como necrosis y alta mortalidad. La concentración del 10 % disminuyó las infestaciones sin afectar gravemente al cultivo, aunque no fue suficiente para un control completo de la plaga. Estos resultados destacan la necesidad de mejorar las formulaciones para equilibrar la eficacia y la seguridad del biocida. El uso de biocidas orgánicos como el ají serrano es una opción sostenible, pero requiere ajustes en las concentraciones y métodos de aplicación para evitar daños colaterales. Se recomienda investigar combinaciones con otros compuestos naturales y métodos de aplicación más diluidos para optimizar la viabilidad del cultivo y la eficacia en el control de plagas.

Palabras claves: Biocida orgánico, Ají serrano, Mosca blanca, Pepino, fitotoxicidad

ABSTRACT

This study analyzes an organic biocide made from Serrano chili pepper (*Capsicum annuum* L.) as an option to control whitefly (*Bemisia tabaci*) in cucumber (*Cucumis sativus*) crops. This insect is an important pest in agriculture due to the damage it causes and its ability to transmit diseases. An experiment was conducted with four treatments (three concentrations of the biocide and one control) in a randomized block design. Variables such as the number of infected leaves and the whitefly population before and after treatment were recorded. The results showed that concentrations of 20 % and 25 % were effective in controlling the pest, but caused severe damage to cucumber plants, such as necrosis and high mortality. The 10 % concentration decreased infestations without seriously affecting the crop, although it was not sufficient for complete control of the pest. These results highlight the need to improve formulations to balance biocide efficacy and safety. The use of organic biocides such as Serrano pepper is a sustainable option, but requires adjustments in concentrations and application methods to avoid collateral damage. It is recommended to investigate combinations with other natural compounds and more diluted application methods to optimize crop viability and effectiveness in pest control.

Keywords: Organic biocide, Serrano pepper, Whitefly, Cucumber, phytotoxicity

1 INTRODUCCIÓN

El cultivo del pepino (*Cucumis sativus*) es conocido por ser una de las principales hortalizas para el consumo humano a nivel mundial. El pepino, en Ecuador, es cultivado en las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabí y Loja.

No obstante, este cultivo se enfrenta a múltiples problemas fitosanitarios, entre ellos el más destacado es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Esta plaga representa un gran infortunio para la economía del cultivo de pepino. Esta plaga se caracteriza por alimentarse de la savia de las plantas (sustancia nutriente que circula por las mismas), lo que origina daños de gravedad en la calidad y el rendimiento de los frutos del cultivo de pepino.

Para el control de esta plaga, se han aplicado métodos diferentes como; métodos químicos, métodos biológicos o métodos culturales, los métodos químicos son los más utilizados, pero, suelen generar toxicidad para el medio ambiente y para los humanos. Los métodos biológicos, son más sostenibles, no obstante, limitan su eficacia por sus condiciones ambientales. Los métodos culturales, como control de malezas, rotación de cultivos, entre otros, ayudan a reducir la población de esta plaga, sin embargo, no son lo suficientemente eficaces para el control de la plaga.

Actualmente, los biocidas orgánicos generan interés para el control de plagas, puesto que los mismos, se obtienen mediante fuentes naturales, que se consideran seguros para el medio ambiente. El ají serrano (*Capsicum annuum* L.) es una planta que contiene capsaicina, uno de los principales compuestos de los biocidas. La forma de actuar de la capsaicina en los insectos, es irritar hasta provocar la muerte. Este compuesto ha demostrado eficacia para el control del pulgón en cultivos como tomate, chile y col. Este biocida es amigable con el medio ambiente, contribuye a alcanzar objetivos de desarrollo sostenible relacionados con la salud, la producción, el consumo responsable y la vida de ecosistemas terrestres.

Por lo expuesto, los objetivos de la investigación son los siguientes:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Evaluar un biocida orgánico a base de ají serrano (*Capsicum annuum* L.) para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

1.1.2 Objetivos específicos.

- Evaluar el efecto de un biocida orgánico a base de ají para reducir la población de la plaga de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).
- Evaluar el impacto de un biocida orgánico para el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).
- Evaluar la viabilidad económica en comparación a métodos convencionales utilizados para el control de la mosca blanca y el uso de un biocida orgánico.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)

El pepino es una verdura que pertenece a la familia de las cucurbitáceas. Las flores monoicas significan que hay flores masculinas y femeninas en la misma planta. Dependiendo del tipo de semilla, también puedes encontrar pepinos híbridos. Son solitarias, es decir, tienen sólo flores femeninas, porque principalmente porque en condiciones normales las plantas de pepino tienden a producir hay más flores masculinas que femeninas. Hay muchas variedades de pepinos. Se encuentran en todo el mundo, cada uno adaptado a las condiciones climáticas y del suelo locales (Orzole et al, 2017).

Este cultivo al ser una de las hortalizas más consumidas, tiene una importancia económica significativa. El cultivo de pepino se destaca principalmente por ser una de las hortalizas más cultivadas en la región Sierra. Impulsando así a la economía rural y favoreciendo a las exportaciones agrícolas del país [Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador (MAG, 2020)].

Mientras que, en la Seguridad alimentaria, el pepino es una fuente de nutrientes básicos como vitaminas A y C, potasio y fibra dietética. Según la [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018)], el cultivo de pepino ayuda a diversificar la dieta de las poblaciones locales, mejorando la nutrición en las zonas rurales y seguridad alimentaria.

Este cultivo crea empleos en los procesos de comercialización del mismo, donde las zonas rurales de Ecuador se destacan por ser cultivadas mayormente por fincas pequeñas y medianas, lo cual genera miles de empleos en esta cadena de suministros (FAO, 2018). Este componente es fundamental para el desarrollo social y económico de las comunidades rurales.

2.1.1 Orígenes del pepino.

Los pepinos son originarios de la región subtropical del sur. En países como la India se cultiva desde hace unos 3 000 años. Se encuentran referencias al pepino en textos históricos como el Atharva Veda, que es considerada uno de los textos más arcaicos de la India, que se escribió a comienzos del siglo XIX. 1 000 a. C., este es el cuarto texto más antiguo del país. El pepino fue traído a Egipto desde la India, donde era uno de los productos alimenticios. Primera elección y exclusiva para Faraón y otros personajes importantes de la ciudad. También se extendió a Grecia a través de rutas comerciales (Axayacatl, 2021).

2.1.2 Morfología del pepino.

2.1.2.1 Raíces.

Las raíces esta conformadas por raíz principal, la cual es la más grande y profunda, que proporciona el soporte de la planta. Las raíces secundarias, se ramifican para aumenta la superficie de absorción de nutrientes y agua, mientras que, las raíces adventicias, son formadas por otras partes de la planta, que cumplen la misma función que las raíces secundarias (Carrión, 2022).

2.1.2.2 Tallo.

El pepino es una planta trepadora que tiene un tallo principal anguloso. El tallo principal es la estructura que sostiene la planta y de él crecen las ramas laterales. El tallo principal tiene un color verde oscuro y mide entre 20 y 30 centímetros de longitud. La planta en su totalidad puede alcanzar una longitud de hasta 3.5 metros (Muñoz, 2015).

2.1.2.3 Hojas.

Las hojas del pepino son grandes y alargadas, con una forma acorazonada. Tienen tres lóbulos, y están recubiertas de un vello fino. El color de las hojas es verde oscuro, y la nervadura es prominente (Pico, 2017).

2.1.2.4 Flores.

Las flores de pepino son de dos tipos: femeninas y masculinas. Las flores femeninas son solitarias y se encuentran en la parte superior de la planta. Las flores masculinas se encuentran en grupos en la parte inferior de la planta. Las flores de ambos tipos tienen un color amarillo oro intenso (Piguave, 2021).

Las corolas de las flores de pepino están constituidas por cinco pétalos, estos miden de 3 a 4 centímetros de diámetro. El ovario es el órgano reproductivo femenino de la flor, que está fijado al cáliz y es fusiforme (Piguave, 2021).

2.1.2.5 Frutos.

El fruto del pepino es una baya falsa, también conocida como pepónide. Tiene forma oblonga y cilíndrica, y mide entre 15 y 35 centímetros de longitud. El interior del fruto es carnoso y de color blanco, mientras que el exterior es de color verde oscuro claro, áspero y verrugoso (Avalos, 2021).

En el estadio pequeño, los frutos del pepino tienen espinas erróneas de color blanco o negro, cerosas. Estas espinas se caen en el estadio juvenil, que es cuando el fruto está listo para la cosecha. En el estadio de madurez, el fruto adquiere un color amarillo (Avalos, 2021).

El interior del fruto del pepino contiene muchas semillas. Las semillas son de color blanco y tienen forma ovoide (Avalos, 2021).

2.1.3 Variedades de pepino.

Las variedades existentes para el consumo fresco son cultivares como: Green Bush, Rama, E1, Vegetable Marrow, White Bush Danish Strain, Ashley, Poinset, Sprint, Marketer. Mientras que para el consumo industrial existe: Calypso, Carolina, Peto Triplemech, Premier, Explorer, Pioneer. Cabe indicar que estas son las variedades existentes utilizadas en la actualidad en la agricultura (Callizaya, 2015).

2.2 Plaga mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en la agricultura

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es una plaga habitual en cultivos como pepino, melón, sandía, tomate, pimiento entre otros cultivos. Esta plaga se alimenta de la savia de las plantas, lo que ocasiona que la planta se debilite y su rendimiento menor. La misma no solo afecta a las plantas, sino que es tiene una gran magnitud para desarrollar enfermedades virales como el virus del tomate, lo que disminuye notablemente la producción y calidad de los cultivos (Gómez et al., 2019).

2.2.1 Ciclo de vida.

El ciclo de vida de la mosca blanca incluye cuatro fases principales: huevo, ninfa, pupa y adulto. Este ciclo puede completarse en 15 a 30 días, dependiendo de las condiciones ambientales, particularmente temperatura y humedad (Oliveira et al, 2001).

1. **Huevo:** Los huevos, usualmente de color amarillento, pero adquieren un tono marrón antes de la eclosión, son depositados en el envés de las hojas en forma de espiral o círculo.
2. **Ninfa (estadios I a III):** La ninfa recién nacida (estadio I) es móvil y busca un lugar adecuado para alimentarse; en los estadios posteriores se fija y se vuelve sedentaria.
3. **Pupa (estadio IV):** En esta etapa, la mosca desarrolla su forma adulta mientras permanece adherida a la hoja.
4. **Adulto:** Los adultos emergen de la pupa y comienzan a reproducirse en 1 o 2 días. Las hembras pueden poner entre 100 y 300 huevos en su vida (Byrne & Bellows, 1991).

2.2.2 Morfología.

De acuerdo a Gill et al, (2004), la morfología de la mosca blanca es la siguiente:

Huevo

- **Tamaño:** Los huevos son diminutos, de aproximadamente 0.2 mm de longitud.
- **Forma:** Tienen una forma ovalada y están ligeramente curvados.
- **Color:** Inicialmente son de color amarillento, pero adquieren un tono marrón antes de la eclosión.
- **Ubicación:** Son depositados en el envés de las hojas, dispuestos en espirales o agrupaciones dispersas (Gill et al, 2004).

Ninfa

- **Estadios:** La ninfa atraviesa cuatro estadios de desarrollo antes de convertirse en adulto.
- **Primer estadio:** Es móvil, translúcido y de forma aplanada.
- **Estadios intermedios (II y III):** Se vuelven inmóviles y opacas, adhiriéndose firmemente a la hoja.
- **Estadio IV (pupa):** Presenta una forma ovalada, ligeramente abombada y un color amarillento o verdoso.
- **Tamaño:** En su último estadio alcanza 0.7-1.2 mm de longitud (Byrne & Bellows, 1991).

Adulto

- **Tamaño:** Mide entre 1 y 2 mm de longitud.
- **Forma:** Su cuerpo es pequeño y de color amarillento.
- **Alas:** Presenta dos pares de alas blancas recubiertas de un polvo ceroso que le da su apariencia característica.
- **Cabeza y ojos:** Los ojos son compuestos y de color rojo. La cabeza es pequeña y angosta (Oliveira et al, 2001).

2.2.3 Comportamiento de la plaga mosca blanca.

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) conocida por su comportamiento adaptativo y capacidad para afectar de manera característica los cultivos agrícolas. Sus principales aspectos en su comportamiento (Oliveira et al. (2001).:

2.2.3.1 Alimentación.

La mosca blanca principalmente se alimenta de la savia de las plantas. Utilizando su aparato bucal especializado, que tiene de nombre estilete, que funciona para perforar las células del floema y extraer nutrientes. En este proceso, libera una sustancia que es conocida como melaza, que provoca la debilitación de las plantas, y fomenta el crecimiento de fumagina, un hongo negro que interfiere con la fotosíntesis de las plantas (Oliveira et al, 2001).

2.2.3.2 Reproducción.

Las moscas blancas poseen una alta capacidad reproductiva. Las hembras adultas ponen entre 100 a 300 huevos durante su vida (Byrne & Bellows, 1991). Los huevos son almacenados en el envés de las hojas, lo que protege a las crías de los depredadores y de condiciones ambientales adversas. Luego de la eclosión, las ninfas se fijan en las plantas y comienzan a alimentarse.

2.2.3.3 Dispersión.

Esta plaga tiene facilidad para dispersar su capacidad para volar, ya que los adultos son transportados por el viento y moverse a largas distancias, siendo intrusivos en nuevas áreas. Esta peculiaridad favorece la dispersión rápida en los cultivos, siendo un problema su control (Horowitz & Ishaaya, 2004).

2.2.3.4 Resistencia a biocidas.

La mosca blanca es conocida por su singular capacidad para desarrollar resistencia a los biocidas. Ya que estos pueden alterar sus genes que los permiten mantenerse a exposiciones prolongadas a productos químicos, que genera que manejarlos sea un desafío (Horowitz et al., 2004).

2.2.3.5 Interacción con otros organismos.

La mosca blanca también puede tener interacciones con otros organismos en el ecosistema, incluyendo depredadores naturales, competidores y huéspedes alternativos. Sin embargo, su capacidad para formar grandes colonias de ninfas y adultos en las plantas facilita su control, a menudo, mediante el uso de controles biológicos como predadores naturales como lo son los crisopas y parasitoides (Byrne & Bellows, 1991).

2.2.4 Daños directos.

La mosca blanca se alimenta succionando la savia de las plantas mediante su aparato bucal, lo que genera debilitamiento, clorosis y defoliación. Además, la producción de melaza favorece el desarrollo de fumagina, un hongo negro que reduce la capacidad fotosintética y afecta la calidad del producto final (Oliveira et al, 2001).

2.2.5 Daños indirectos.

El impacto más significativo está relacionado con la transmisión de enfermedades virales. *Bemisia tabaci* es vector de más de 100 virus de plantas, entre ellos los virus geminados, que causan enfermedades graves como el Virus del enrollamiento de la hoja del tomate (TYLCV) y el Virus del mosaico del pepino (CMV). Estos virus generan deformaciones, amarillamiento y pérdidas severas en el rendimiento de los cultivos (Jones, 2003).

2.2.6 Impacto económico.

La infestación de mosca blanca en cultivos agrícolas puede causar pérdidas económicas considerables, tanto por la reducción del rendimiento como por el aumento de costos en el manejo de la plaga. Su alta tasa reproductiva, rápido ciclo de vida y capacidad de desarrollar resistencia a biocidas hacen que su control sea un desafío continuo para los agricultores (Horowitz & Ishaaya, 2004).

2.3 Origen del Ají serrano (*Capsicum annum* L.)

Todas las especies del género *Capsicum* son nativas de América. Éste la distribución de este género puede diferir de la mayoría regiones templadas cálidas desde el sur de Estados Unidos hasta el sur de América del Sur. Según su descubrimiento, una de las hipótesis más aceptadas dice que parte del importante género *Capsicum* se originó en la "región central" del centro-sur de Bolivia y luego migró a los Andes y las tierras bajas. Amazonas. México y Centroamérica también son considerados Origen del ají (Guevara et al., 2018).

2.3.1 Aspecto morfológico de la planta.

2.3.1.1 Raíz.

Es un órgano vegetal subterráneo que consta de una raíz en forma de axón que el conjunto de ramas laterales de la raíz alcance profundidad 30-60 cm de suelo, con ramas más grandes en la superficie. Horizontalmente, el crecimiento se extiende unos 30-50 cm desde el eje encargada de tomar los nutrientes del suelo y proporcionárselos a la planta (Staller, 2012).

2.3.1.2 Tallo.

La planta es casi resistente, aunque también hay plantas casi igual de bajas, de 0.60 m de altura según la variedad de pimiento, tienen brotes angulosos que se vuelven cilíndricos cuando maduran y la estructura básica es leñosa. Su desarrollo es semideterminista, en la zona aérea del árbol se ramifica mucho. Justo antes de que comience la floración, el tallo puede tener de 8 a 15 hojas (Jurado y Nieto, 2018).

2.3.1.3 Hojas.

Crecen alternativamente en el tallo, tienen pecíolos largos, lóbulos enteros, liso, con picos muy claros ubicados en los nudos del tallo color de verde claro a verde oscuro, limbo más o menos alargado. Radio es liso y suave al tacto. La longitud de la lámina de la hoja madura es de aprox. 20 cm de largo, 11 cm de ancho, los pecíolos alcanzan los 8-10 cm longitud (Mármol, 2010).

2.3.1.4 Frutos.

Los frutos crecen especialmente solitarios y caídos. Se describe como una fruta hueca con de dos a cinco hojas o células separadas por paredes internas que se cruzan. Estas paredes están incompletas, por lo que se forma una cavidad interna a medida que crece el fruto. Además de las diferencias en picante, sabor y usos, se observan grandes variaciones en tamaño, forma y color en los frutos (Fornaris, 2005).

2.3.1.5 Semillas.

Los frutos crecen especialmente solitarios y caídos. Se describe como una fruta hueca con de dos a cinco hojas o células separadas por paredes internas que se cruzan. Estas paredes están incompletas, por lo que se forma una cavidad interna a medida que crece el fruto. Además de las diferencias en picante, sabor y usos, se observan grandes variaciones en tamaño, forma y color en los frutos de las otras 4 444 especies de chile de la especie *C. annuum*. Las semillas se encuentran dentro del fruto y están adheridas a la pared del fruto. El color es crema, la forma es lisa, el espesor es de 2.5-3.5 mm. Si el ambiente en el que se encuentra la fruta es caliente, perderá su valor de germinación cuando se extraiga de la fruta. Si es necesario, guarde inmediatamente el en un lugar fresco (Orellana et al., 2000).

2.4 Efectos de la Capsaicina sobre plagas en cultivos

2.4.1 Interferencia con el sistema nervioso.

La capsaicina se interrelaciona con los receptores sensoriales de los insectos, concretamente con los receptores de dolor (TRPV1), lo que incita una sobreestimulación de las neuronas sensoriales. Esta sobreestimulación origina una resistencia de resguardo en los insectos, ocasionando irritación e impidiendo que prolonguen la alimentación de plantas tratadas (Chapa & Mejía, 2016).

2.4.2 Repelencia y Modificación del comportamiento alimentario.

La capsaicina ejerce como un potente repelente para insectos herbívoros. Cuando los insectos ingresan en relación a una sustancia, se inhibe su conducta alimentaria, lo que los desarraiga de consumir las plantas y, en ciertos casos, les provoca la muerte por inanición (Singh & Ray, 2017).

2.4.3 Propiedades citotóxicas.

La capsaicina en concentraciones altas, puede alcanzar efectos citotóxicos sobre los insectos, ya que perturba sus membranas celulares e induce a la muerte celular. Esta acción a sido observada en diferentes tipos de plagas, lo que lo hace una alternativa eficaz a los biocidas químicos (Koul & Walia, 2018).

2.4.4 Interrupción del Ciclo Reproductivo.

La exposición de capsaicina también puede comprimir la capacidad productiva de los insectos, afectando su fecundidad y comprimiendo las poblaciones a largo plazo. Este resultado es particularmente ventajoso en el manejo de plagas crónicas en la agricultura (Baldin & Silva, 2019).

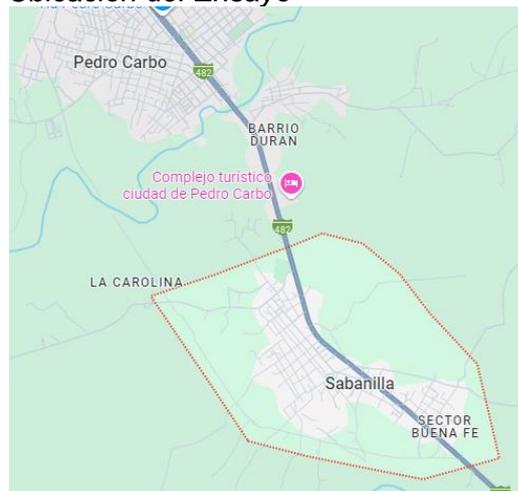
3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del proyecto

El Trabajo de Integración Curricular se desarrolló en la parroquia Sabanilla del cantón Pedro Carbo, ubicado al noroeste de la prov. del Guayas.

Figura 1.

Ubicación del Ensayo



Nota: Tomado de Google Earth, 2025

3.2 Materiales Utilizados

Los materiales utilizados en el experimento fueron:

- Ají serrano (*Capsicum annuum* L.) con un rango reportado entre 10 000 y 23 000 SHU de Scoville (García, 2014).
- Agua
- Alcohol
- Pipeta
- Pulverizador
- Plantas de pepino Aodai (*Cucumis sativus*) infestadas con mosca blanca.

3.3 Tipo de investigación y tratamientos.

La investigación tuvo un enfoque de tipo cuantitativo con un alcance correlacional y explicativo de tipo experimental. El experimento contó con 4 tratamientos y cada tratamiento constó de 18 plantas.

A continuación, se describen los Tratamientos:

- Tratamiento 1: Biocida a base de ají serrano a una concentración de 10 %.
- Tratamiento 2: Biocida a base de ají serrano a una concentración de 20 %.
- Tratamiento 3: Biocida a base de ají serrano a una concentración de 25 %.
- Tratamiento 0: Testigo.

3.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de diseño de bloques aleatorizados, con los siguientes tratamientos:

- Tres repeticiones por tratamiento
- Seis plantas por repetición
- Los tratamientos fueron distribuidos al azar en las parcelas experimentales.
- La población de la mosca blanca se midió a los 7 posteriores a la aplicación del biocida.

3.5 Variables medidas

Las variables consideradas fueron:

3.5.1 Número de hojas por planta a los 35 días.

Se realizará un conteo en general de todas las hojas de forma manual de cada una de las plantas, los cuales luego serán anotados y divididos por cuadro, cada cuadro tiene 6 plantas lo que existe un total de 72 plantas, una vez que se tenga el conteo se vuelve a contar con los datos anotados para tener certeza de que todos los datos estén bien.

3.5.2 Número de hojas infectadas por planta a los 35 días.

Se realizará un conteo en forma general de todas las hojas infectadas por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en las cuales se encuentre dicho insecto, se realizará en conteo manual y serán anotado por cuadros cada uno de los datos recogidos, una vez que se termine de hacer el conteo se vuelve a hacer un recuento de los datos para tener certeza que se hayan cogido bien los datos.

3.5.3 Número de individuos *Bemisia tabaci* por hoja antes de la aplicación del Biocida.

Se realizará un conteo aleatorio de las hojas de cada planta en las cuales se van a elegir tres hojas en diferentes alturas, las cuales van a ser las hojas bajas, hojas intermedias y hojas altas, la toma de estos datos serán de forma manual los cuales serán anotado en una tabla y divididos por cuadros.

3.5.4 Número de moscas blancas por hoja a los 7 días de la aplicación del Biocida.

Se realizará un conteo aleatorio de las hojas de cada planta en las cuales se van a elegir tres hojas en diferentes alturas, las cuales van a ser las hojas bajas, hojas intermedias y hojas altas, esto se lo hará a cada una de las plantas, la toma de datos se la hará de forma manual hoja por hoja una vez cogidos estos datos se los anotará en un cuadro que será dividido por cuadros existen un total de 12 cuadros cada uno de ellos tienen 6 plantas.

3.6 Manejo del experimento

3.6.1 Preparación de camas.

Las camas tuvieron una dimensión de 63 metros cuadrados totales, los cuales se dividieron en 12 camas, cada una tiene una dimensión de un metro de ancho por un metro de largo, la distancia entre camas es de un metro.

3.6.2 Siembra del cultivo.

El cultivo se sembró a una distancia de 20 cm, y existe una distancia entre planta y extremo de tratamiento de 50 cm, en cada punto de siembra se pusieron 2 plantas de pepino Aodai.

3.6.3 Tutorado.

Se colocaron un total de 6 estacas en cada lado de las camas, se le cruzó un alambre de lado a lado en el cual se le pusieron unas cuerdas fibriladas para poder guiar el cultivo de pepino Aodai, y poder tener mejor control del mismo.

3.6.4 Elaboración del Biocida.

Los pasos a seguir para elaborar el biocida, fueron los siguientes:

- Se obtuvieron los ajíes serranos maduros (*Capsicum annuum* L.) del Mercado Municipal del cantón Pedro Carbo.
- Los ajíes se lavaron y se seleccionaron.
- Se utilizó un procesador de alimentos para obtener una pasta.
- Se agregó agua a la pasta hasta que se obtuvo una mezcla homogénea.
- Se filtró la mezcla a través de una tela fina para eliminar los residuos sólidos.
- Se agregó alcohol a la mezcla filtrada hasta obtener una concentración final del 10 %, 20 % y 25 %.
- Se almacenó en un recipiente hermético en un lugar fresco y seco hasta el momento de su uso (4 días posteriores).

3.6.5 Aplicación del biocida.

El biocida orgánico fue aplicado en las plantas de pepino infestadas con mosca blanca con un pulverizados. El biocida fue aplicado al atardecer cuando la luz solar es menos intensa.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a las variables estudiadas los resultados fueron los siguientes:

4.1 Número de hojas por planta a los 35 días

A los 35 días del cultivo, antes de la aplicación del producto, se realizó el conteo de hojas por planta de forma directa, sin estropear el cultivo.

Estos resultados fueron de gran utilidad para evaluar el número de hojas infestadas por la *Bemisia tabaci*. Los resultados se expresan en la siguiente Tabla.

Tabla 1.

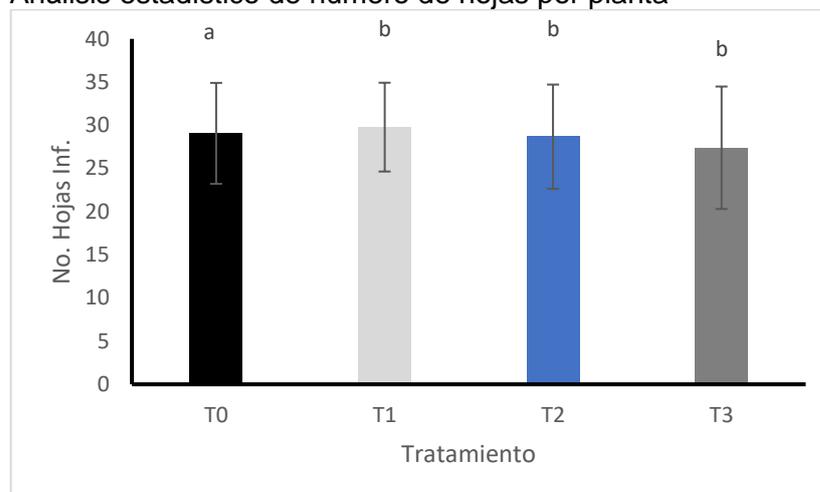
Número de hojas por planta

Tratamiento	Número promedio
T0	29.05
T1	29.77
T2	28.66
T3	27.38

El Tratamiento 1, tuvo un promedio de 29.77 hojas por planta, el T2 28.66, el T3 27.38 mientras que el T0 o Testigo, tuvo un promedio de 29.05 hojas por planta. De acuerdo al ANOVA existen diferencias significativas entre el T0 y el resto de Tratamientos. Es necesario mencionar que los tratamientos tuvieron igual manejo agrícola hasta el día 35. A continuación se presenta la Figura 2, con el análisis de los resultados.

Figura 2.

Análisis estadístico de número de hojas por planta



4.2 Número de hojas infectadas por planta a los 35 días

Luego del conteo de hojas por planta también se identificó el número de hojas infectadas por la *Bemisia tabaci*.

Esta información fue necesaria para poder evaluar la eficiencia del biocida posterior a su aplicación, ya que de acuerdo al estudio se realizó un conteo de hojas infectadas posterior a los 7 días.

Tabla 2.

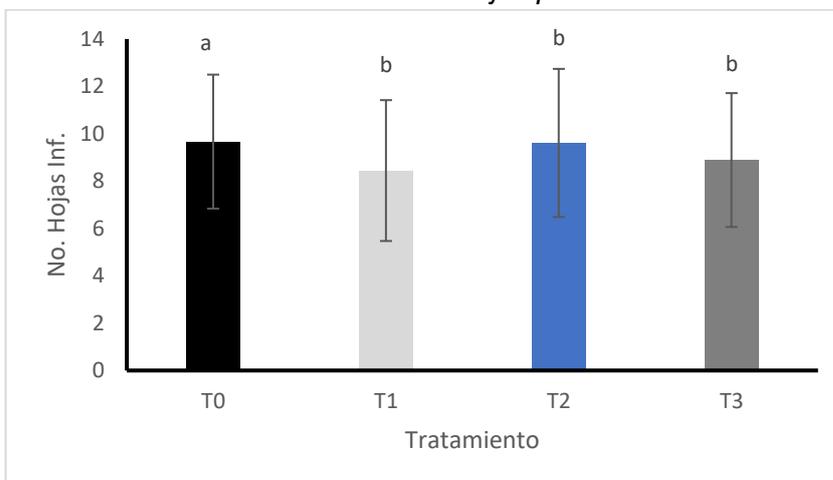
Número de hojas infectadas

Tratamiento	Número promedio
T0	9.60
T1	8.40
T2	9.61
T3	8.80

El Tratamiento 1, tuvo un promedio de 8.40 hojas infectadas por planta, el T2 9.61, el T3 8.80 mientras que el T0 o testigo, tuvo un promedio de 9.60 hojas infectadas por planta. De acuerdo al ANOVA existen diferencias significativas entre el T0 y el resto de Tratamientos. Los tratamientos hasta el día 35 tuvieron igual manejo agrícola. A continuación, en la Figura 3, se presentan las diferencias encontradas.

Figura 3.

Análisis estadístico de número de hojas por infectadas



4.3 Número de individuos *Bemisia tabaci* por hoja antes de la aplicación del Biocida

Después del conteo de hojas infectadas por planta se realizó el conteo de individuos *Bemisia tabaci* por hoja antes de la aplicación del biocida.

Se consideró el conteo de Mosca blanca, ya que se necesitaba evaluar la eficacia del biocida a los 7 días de aplicación sobre la población existente.

Tabla 3.

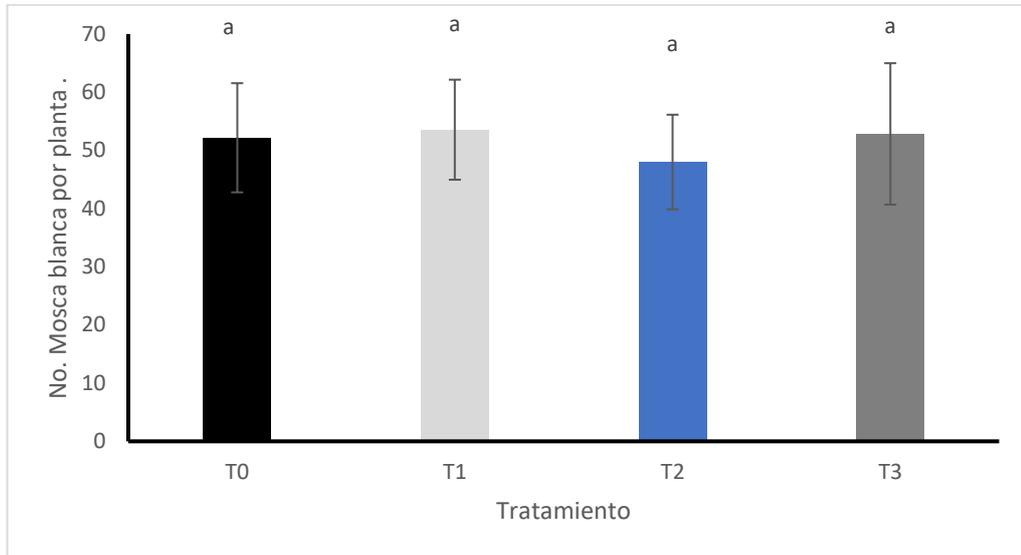
Número de individuos antes de la aplicación

Tratamiento	Número promedio
T0	52.16
T1	53.55
T2	48.00
T3	52.83

El Tratamiento 1, tuvo un promedio de 53.55 individuos por hoja antes de la aplicación directa, el T2, 48, el T3, 52.83 mientras que el T0 o testigo, tuvo un promedio de 52.16 individuos por hoja antes de la aplicación directa. De acuerdo al ANOVA no existen diferencias significativas entre los Tratamientos, esto se debe a que el manejo de las camas hasta el día 35 fue igual para todos los tratamientos.

Figura 4.

Análisis estadístico de número de individuos antes de la aplicación



4.4 Número de individuos *Bemisia tabaci* por hoja a los 7 días de la aplicación del Biocida.

Posterior a la aplicación del Biocida, 42 días de cultivo, se realizó el conteo de individuos *Bemisia tabaci* por hoja.

Los resultados se expresan en la siguiente Tabla:

Tabla 4.

Número de individuos después de la aplicación

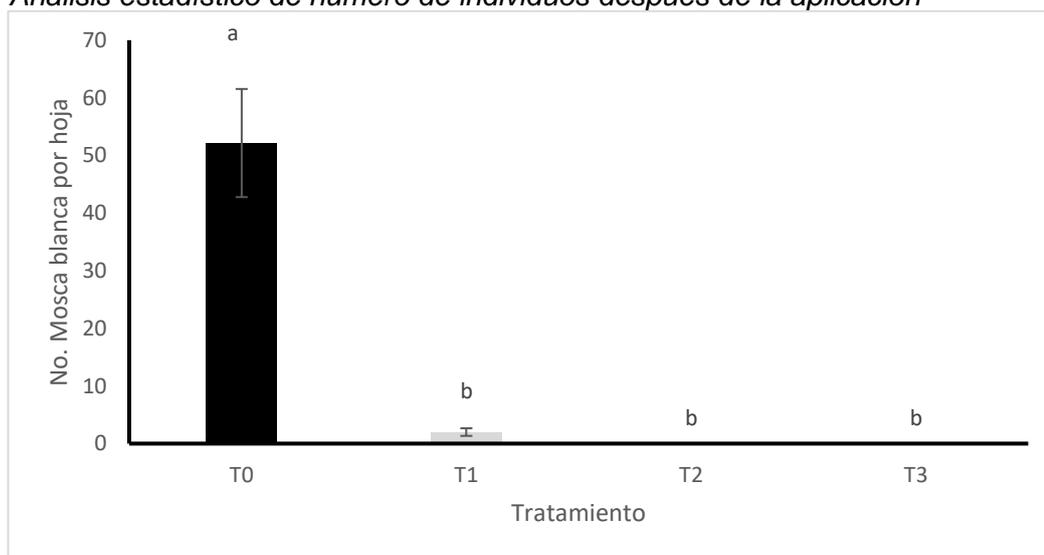
Tratamiento	Número promedio
T0	53
T1	2
T2	0
T3	0

El Tratamiento 1, tuvo un promedio de 2 individuos por hoja después de la aplicación, el T2 0, el T3 0 mientras que el T0 o testigo, tuvo un promedio de 53 individuos por planta después de la aplicación. De acuerdo al ANOVA existen diferencias significativas entre el T0 y el resto de Tratamientos. Es necesario mencionar que los tratamientos tuvieron igual manejo agrícola hasta el día 42. Se debe mencionar que se reportan cero individuos en los Tratamientos 2 y 3, ya que estos presentaron quemaduras en las hojas como

resultado de la aplicación de dosis mayores a las recomendadas por la literatura del biocida a base de ají, la biomasa de estos tratamientos no permitió el respectivo análisis; sin embargo, se realizó la comparación entre el testigo dosis 0 y el T1 dosis recomendada. A continuación, se reflejan los resultados en la Figura 5.

Figura 4.

Análisis estadístico de número de individuos después de la aplicación



Durante la evaluación del biocida orgánico a base de ají serrano (*Capsicum annuum* L.) para el control de la mosca blanca en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), se pudo observar que los tratamientos aplicados no arrojaron los resultados esperados debido a la fitotoxicidad. A pesar de las propiedades del biocida del ají serrano, las plantas de pepino mostraron síntomas severos de daño foliar y necrosis, lo cual produjo una alta mortalidad del cultivo.

Estos resultados adversos cooperaron a que existe una alta concentración de compuestos activos del biocida orgánico, que si bien, fueron eficaces para el control de la plaga mosca blanca, resultaron fitotóxicos para el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Por consiguiente, los resultados alcanzados advierten que es imprescindible ajustar las concentraciones de las dosis del biocida o considerar alternativas que aseguren la viabilidad del cultivo, al mismo tiempo que se controla la plaga con eficiencia.

El Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS, s/f) menciona que los biocidas cada vez se diseñan para que sean más potentes y resistentes, no obstante, esto conlleva un problema de toxicidad no solo para la planta y medio ambiente sino también para los seres humanos. En la investigación presentada por Urriola et al. (2021), se observó que las semillas de pepino expuestas a los tratamientos, mostraron efectos fitotóxicos significativos, este resultado sugiere que dicho abono contiene compuestos que inhiben la germinación y el crecimiento de las plantas.

Por añadidura, en estos tratamientos se presentaron altas concentraciones de metabolitos que fueron fitotóxicos para las plantas, ya que estos compuestos son conocidos por su condición de aquejar negativamente el crecimiento de las semillas. Esta investigación se destaca por su importancia en la evaluación de fitotoxicidad de abonos antes que su aplicación para cultivos agrícolas.

Rojas et al., (2014), comenta que no la fitotoxicidad en cultivos de pepino y lechuga, no solo puede ser causada por el uso de altas concentraciones de biocidas, sino que también pueden influir otros factores como absorción de agua, como en su experimento, en donde los semilleros de lechuga se vieron afectados por materiales que utilizaron para la siembra como aserrín y viruta, que compitieron con las raíces de las plantas por agua, lo que afectó significativamente al cultivo.

Pese a que, el Tratamiento T1 consiste en la aplicación de una concentración más baja del biocida a base de ají serrano, permitió mantener la salud de algunas plantas sin causar fitotoxicidad. Esta baja concentración redujo el impacto de la plaga y preservó fuerza en la planta. De alguna forma, igualmente se implicó una menor consecuencia en el control de plagas, con la mosca blanca, en equiparación con concentraciones más altas. Si bien evita el daño en algunas plantas, el control de plagas debe de ser lo suficientemente bueno para que se equilibre la eficacia de un biocida orgánico y la salud del cultivo con estrategias de manejo integrado de plagas.

Este resultado encaja en la invención de Macías & Sornoza (2016), los cuales en su estudio emplearon un tratamiento de 25 m/l de extracto de ají (*Capsicum frutescens*) para regular el control de plagas en cultivo de pimiento. Sin embargo, en su estudio manifestaron que este tratamiento, aunque fue efectivo en la reducción de la incidencia de plagas, no destacó como el tratamiento más eficaz en semejanzas con otras concentraciones evaluadas.

Del mismo modo, Iruca (2022), localizó en su estudio que las concentraciones menores del biocida a base de ají en cultivos de babaco no expusieron una mejora significativa en el combate de plagas en comparación de otros tratamientos estudiados. Por consecuencia los resultados sugieren que, si bien las dosis bajas alcancen ser menos fitotóxicas y más inequívocas para las plantas, su capacidad para controlar plagas posiblemente no sería suficiente para conseguir los niveles esperados a favor de los cultivos.

Velásquez & Valle (2017), observaron fitotoxicidad que se caracterizó por necrosis foliar, lo que propone que el biocida pudo haber generado un estrés en la planta, posiblemente afectando la permeabilidad de las membranas celulares, lo que indujo a una reacción adversa en los tejidos vegetales. Además, estos autores también relacionan los efectos negativos en la planta que podrían estar relacionados con patógenos del suelo, como *Verticillium*, *Phytophthora*, entre otros, los mismos que han sido identificados como agentes responsables de necrosis foliar en otros cultivos. La combinación de biocidas con posibles factores predisponentes, como la presencia de estos patógenos, podría tener un alcance de haber sido exacerbado como la respuesta fitotoxicidad que existió en el cultivo de pepino.

Estos estudios resaltan la necesidad de continuar investigando y ajustando las concentraciones de biocidas orgánicos para optimizar su uso en programas de manejo integrado de plagas, asegurando que se maximice su eficacia sin comprometer la salud y sobre todo la vitalidad de los cultivos.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los tratamientos con un biocida orgánico elaborado a partir de ají serrano lograron reducir considerablemente la población de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en los cultivos de pepino. Las concentraciones del 20 % y 25 % fueron fitotóxicas para el cultivo.

Aunque su eficacia para el control de plagas, las concentraciones altas del biocida orgánico produjeron efectos fitotóxicos graves para el cultivo de pepino, donde se vio comprometida su factibilidad como alternativa sostenible sin arreglos agregados.

Altas dosis de la aplicación del biocida provocaron daños representativos en el follaje, como necrosis y una elevada mortalidad del cultivo, dando como resultado la escasez de optimización para una dosis que no ponga en riesgo la salud del cultivo de pepino.

Al utilizar biocidas orgánicos a base de ají serrano como una opción optimista para la conducción del manejo de plagas, que representaron una necesidad para adecuar la formulación en donde se garantice la eficacia en el control de plagas, la protección del cultivo y del medio ambiente.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda que se ejecuten nuevos estudios en donde se utilicen concentraciones más bajas del biocida (menores al 20 %), además de probar diferentes métodos de aplicación, como puede ser en una pulverización más diluida o con intervalos de tiempo más largos, para que se minimicen los efectos que perjudiquen a las plantas. Adicionalmente, se recomienda que se investigue la combinación de otros compuestos naturales para disminuir la agresividad del biocida en los cultivos de pepino y se mejore su eficacia de una forma más sostenible y amigable para el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Avalos, J. (2021). Efecto de la aplicación de microorganismos mediante el método Jadan coreano (SMJ) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Guayaquil - Ecuador: Universidad de Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/56194/1/Avalos%20Quinde%20Jael%20Zoraida.pdf>
- Axayacatl, O. (2021). Agricultura Orígenes: Orígenes del pepino. Recuperado de Blog de Agricultura Web Site: <https://blogagricultura.com/origen-del-pepino/>
- Baldin, EL, y Silva, AR (2019). La capsaicina como inhibidor reproductivo en el manejo de plagas: eficacia y perspectivas futuras. *Pest Management Science*, 75(4), 789-796.
- Byrne, D. N., & Bellows, T. S. (1991). Whitefly biology. *Annual Review of Entomology*, 36(1), 431-457. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.36.010191.002243>
- Callizaya, S. (2015). Efecto de la aplicación de Biol sobre el comportamiento productivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de carpas solar. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andres, Viacha, La Paz, Bolivia.
- Carrión, K. (2022). Interferencia de maleza en diferentes distanciamientos de siembra en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Milagro Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CARRION%20VALERO%20KEVIN%20WILMER.pdf>
- Chapa-Oliver, AM, y Mejía-Teniente, L. (2016). Capsaicina y sus usos en el manejo de plagas de insectos: mecanismos y aplicaciones. *Journal of Pest Science*, 89(4), 631-645.
- Del Toro, B., Baños, H., Cabrera, M., Morejón, C., Martínez, M. 2019. Biología y parámetros poblacionales de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) sobre pimiento (*Capsicum annuum* L.) y berenjena (*Solanum melongena* L.). *Revista de Protección Vegetal* 31(2): 87-93.

- FAO. (2018). *La agricultura y la seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Fernández, A. 2019. Resultados de un estudio de especies de pulgones de los cítricos en Cuba. 89-92 p. En: Citrus Tristeza virus y Toxoptera cítricos en Centroamérica: Desarrollo de estrategias de manejo y uso de biotecnología para su control. Maracay, Venezuela.
- Fornaris, G. (2005). Características de la planta de pimiento (*Capsicum annum* L.). La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico. Recuperado el 29 de 02 de 2019, de <http://136.145.11.14/eea/wpcontent/uploads/sites/17/2016/03/PIMIEN TO-Character%C3%ADsticas-dela-Planta-v2005.pdf>
- Gill, R. J., Anderson, P. K., & Miller, D. R. (2004). Morphological and molecular identification of *Bemisia tabaci* and related species. *Bulletin of Entomological Research*, 94(3), 205-216.
- Gómez, R., Rodríguez, F., & Hernández, M. (2019). *Impacto de la mosca blanca en los cultivos de hortalizas y frutas en América Latina*. Revista Latinoamericana de Agricultura, 45(3), 230-245.
- Google earth (2024). [recuperado, 22 de enero de 2024] Obtenido de https://earth.google.com/web/search/facultad+tenica+ucsg/@-2.182761,-79.9038716,16.86969888a,844.54711135d,35y,0h,0t,0r/data=CoABGIYSUAoIMHg5MDJkNmRINDQ1ZTM yOTZkojB4MjEyNjU1YmFIY2QzYzM2MxnB3y9mS3YBwCEgckQI2fITwCoVZmFjdWx0YWQgdGVjbmljYSB1Y3NnGAlgASImCiQJMZdUwkpAcARs7RZCUx7AcAZQUUhWav5U8Ah_55ntwb6U8A6AwoBMA
- Guevara, R., Pons, J., Torres, I., y González, M. (2018). Manual práctico para el cultivo de chile. Madrid: Mundi-Prensa. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=nil3DwAAQBAJ&pg=PA55&dq=variedades+de+capsicum+annuum+I+manual&hl=es&sa=X&ved=0hUKEwiQ5vrGhtDgAhURCawKHQI0DoAQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false>

- Harvard Business Review. (2023). Cómo el e-commerce está revolucionando los mercados internacionales. Recuperado de <https://hbr.org/ecommerce-global-impact>.
- Hernández, R., y Domínguez, L. (2020). Seguridad ambiental de la capsaicina como pesticida natural. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 194, 110401.
- Horowitz, A. R., & Ishaaya, I. (2004). Biorational insecticides: Mechanisms, selectivity and importance in pest management. *Advances in Insect Control: The Role of Transgenic Plants*, 1(3), 136-157.
- Irua Quilca, E. J. (2022). *Aplicación de extracto vegetal del ají mediante endoterapia para el control de Tetranychus urticae en el cultivo de babaco (Vasconcellea x heilbornii)* (Bachelor's thesis).
- ISTAS. (sf). Base de datos de sustancias tóxicas y peligrosas RISCTOX. recuperado de <https://risctox.istas.net/index.asp?idpagina=1192>
- Jones, D. R. (2003). Plant viruses transmitted by whiteflies. *European Journal of Plant Pathology*, 109(3), 195-219. <https://doi.org/10.1023/A:1022846630513>
- Jurado, A., y Nieto, M. (2018). Técnicas de de producción en cultivos protegidos. Madrid: Ediciones Agrotécnicas, S.L. Obtenido de https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo_Pimiento_Invernadero.pdf
- Kishaba, A., Castle, S., Coundriet, D. 2018. Virus transmission by *Aphis gossypii* Glover to Aphid-resistant and susceptible muskmelons. *J. Amer. Revista Sociedad Horticola* 117: 248-254.
- Koul, O., y Walia, S. (2018). La capsaicina como biobocida: potencial y modo de acción. *Journal of Applied Entomology*, 142(1), 9-19.
- Lomeli F., Peña, L., Gardugno, P. 2019. Opciones de biocontrol de Toxoptera citricida (Kirkaldy) en México. Memorias del XXI Congreso Nacional de Control Biológico. Río Bravo, Tamaulipas, México. 31-32.
- Macías, P., & Sornoza, J. (2016). Efecto de insecticida orgánico de ají (*Capsicum pubescens*) sobre el control de trips (*Frankiniella occidentalis*) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*).
- MAG. (2020). *Estudio sobre la producción de hortalizas en Ecuador*. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador.

- Mármol, J. (2010). Cultivo de pimiento dulce en invernadero (Primera edición ed.). Ediciones de Andalucía, S.L.
- Muñoz, G. (2015). Efecto de bioestimuladores foliares en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en la zona Sabanetillas, provincia de Bolívar. Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil. Recuperado de <http://cia.uagraria.edu.ec/archivos/MU%C3%91OZ%20RENDON%20GILSON%20ARIEL.pdf>
- Oliveira, M. R. V., Henneberry, T. J., & Anderson, P. (2001). History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*, 20(9), 709-723.
- Orellana, F., Escobar, E., Morales, A., Méndez, I., Cruz, R., y Castellón, M. (2000). Guía técnica del cultivo de chile dulce. La libertad: Centa. Obtenido de <https://docplayer.es/3436351-Guia-tecnica-cultivo-de-chile-dulce.html>
- Orzolek, M., Kime, L., y Bogash, S. (2017). Alternativas agrícolas: Producción de pepino. Proyecto de Agricultura de Pequeña Escala y de Tiempo Parcial en Penn State. Universidad Estatal de Pensilvania, Pensilvania, Estados Unidos
- Pico, K. (2017). Fertilización foliar a base de algas marinas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en época lluviosa en la zona de Quevedo. Quevedo – Los Ríos – Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3303/1/T-UTEQ-0133.pdf>
- Piguave, D. (2021). Efecto de fertilizantes formulados edáficos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Milagro - Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PIGUAVE%20DUARTE%20DARWIN%20JOSE.pdf>
- Rojas, C., Orellana, R., Sotomayor, E., & Varnero, M. T. (2014). Fitotoxicidad de extractos de residuos orgánicos y su efecto sobre el índice de germinación de rabanito y pepino1 organic wastes extract phytotoxicity and its effect on germination index of.

- Singh, R., y Rai, S. (2017). Función de la capsaicina en la modificación del comportamiento alimentario de los insectos: implicaciones para el control natural de plagas. *Insect Science*, 24(3), 452-462.
- Staller, M. (2012). Caracterización morfológica, agronómica y de calidad del pimiento y pimentón de la variedad tap de cortí. Posgrado, Universitat de les Illes Balear. Recuperado el 20 de 02 de 2019, de <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST65ZI138528&i d=138528>
- Urriola, L., Castillo, K. M., & Vergara, M. D. (2021). Evaluación de la fitotoxicidad de abonos orgánicos comerciales usando semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y pepino (*Cucumis sativus*). *Revista Científica Semilla del Este*, 1(2), 1-11.
- Velásquez-Valle, R., & Reveles-Torres, L. R. (2017). Necrosis foliar; nuevo síntoma asociado a la pudrición de la raíz de chile (*Capsicum annuum*) en Durango y Zacatecas, México. *Revista mexicana de micología*, 46, 47-53.
- Wang, X., et al. (2022). Digital Platforms and Consumer Trust in Organic Products. *Journal of Agricultural Economics*, 73(2), 145-158.

ANEXOS

Anexo 1. Plántulas de pepino



Anexo 2. Elaboración de las camas



Anexo 3. Trasplantación del pepino



Anexo 4. Cultivo de pepino



Anexo 5. Verificación de la *Bemisia Tabaci*



Anexo 6. Tutorado del cultivo de pepino



Anexo 7. Elaboración de la concentración de 10%



Anexo 8. Elaboración de la concentración de 20 %



Anexo 9. Elaboración de la concentración del 25 %



Anexo 10. Maceración del concentrado de ají serrano.



Anexo 11. Distribución al azar de las parcelas experimentales.



Anexo 12. Aplicación del 10% de concentrado.



Anexo 13. Aplicación del 20 % de concentrado.



Anexo 14. Aplicación del 25 % de concentrado.



Anexo 15. Fitotoxicidad del cultivo de pepino a los 7 días de aplicación.





**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Figuroa Cox, Carlos Ignacio**, con C.C: # **0951701754** autor del Trabajo de Integración Curricular: **Evaluación de un biocida orgánico a base de ají serrano (*Capsicum annum L.*) para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **18 de febrero de 2025**

Nombre: **Figuroa Cox, Carlos Ignacio**

C.C: **0951701754**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación de un biocida orgánico a base de ají serrano (<i>Capsicum annum L.</i>) para el control de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>)		
AUTOR(ES)	Figueroa Cox, Carlos Ignacio		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Noelia Carolina Caicedo Coello		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Agropecuaria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agropecuario		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	18 de febrero de 2025	No. DE PÁGINAS:	34 p.
ÁREAS TEMÁTICAS:	Estructura agraria, Sostenibilidad, Producción vegetal, Control biológico, Cultivo, Horticultura.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Biocida orgánico, Ají serrano, Mosca blanca, Pepino, fitotoxicidad		
RESUMEN/ABSTRACT	<p>Este estudio analiza un biocida orgánico hecho con ají serrano (<i>Capsicum annum L.</i>) como opción para controlar la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) en cultivos de pepino (<i>Cucumis sativus</i>). Este insecto es una plaga importante en la agricultura debido a los daños que causa y su capacidad de transmitir enfermedades. Se realizó un experimento con cuatro tratamientos (tres concentraciones del biocida y un control) en un diseño de bloques aleatorizados. Se registraron variables como el número de hojas infectadas y la población de mosca blanca antes y después del tratamiento. Los resultados mostraron que las concentraciones del 20 % y 25 % fueron efectivas para controlar la plaga, pero causaron daños severos en las plantas de pepino, como necrosis y alta mortalidad. La concentración del 10 % disminuyó las infestaciones sin afectar gravemente al cultivo, aunque no fue suficiente para un control completo de la plaga. Estos resultados destacan la necesidad de mejorar las formulaciones para equilibrar la eficacia y la seguridad del biocida. El uso de biocidas orgánicos como el ají serrano es una opción sostenible, pero requiere ajustes en las concentraciones y métodos de aplicación para evitar daños colaterales. Se recomienda investigar combinaciones con otros compuestos naturales y métodos de aplicación más diluidos para optimizar la viabilidad del cultivo y la eficacia en el control de plagas.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 960230908	E-mail: carlos.figueroa02@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Noelia Caicedo Coello		
	Teléfono: +593-987361675		
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			