

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Documento Final del Proyecto de investigación como requisito para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo.

“EVALUACIÓN DE DOS PRODUCTOS Y TRES DOSIS DE VERTICILLIUM LECANII (*Verticillium lecanii*) PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*) EN TOMATE HOTÍCOLA (*Lycopersicon esculentum*)”.

Autora: Valeria Anahí Padilla Santana.

Tutor: Ing. Marco Pérez.

Cevallos – Ecuador

2017

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

La suscrita, VALERIA ANAHÍ PADILLA SANTANA, portadora de cédula de identidad número: 1804561619, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE DOS PRODUCTOS Y TRES DOSIS DE VERTICILLIUM LECANII (*Verticillium lecanii*) PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*) EN TOMATE HORTÍCOLA (*Lycopersicum esculentum*)” es original, autentico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

PADILLA SANTANA VALERIA ANAHÍ.

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DE DOS PRODUCTOS Y TRES DOSIS DE VERTICILLIUM LECANII (*Verticillium lecanii*) PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*) EN TOMATE HORTÍCOLA (*Lycopersicon esculentum*)” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

PADILLA SANTANA VALERIA ANAHÍ.

“EVALUACIÓN DE DOS PRODUCTOS Y TRES DOSIS DE VERTICILLIUM
LECANII (*Verticillium lecanii*) PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Bemisia
tabaci*) EN TOMATE HORTÍCOLA (*Lycopersicum esculentum*)”

APROBADO POR:

Ing. Marco Pérez

TUTOR

Ing. Daysi Guevara

ASESOR DE BIOMETRIA

REVISADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

FECHA: _____

Ing. Mg. Hernán Zurita

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Ing. Rita Santana

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Ing. Luis Villacís

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AGRADECIMIENTO

Un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Universidad, que a través de su Facultad de Ingeniería Agronómica, me brindó la oportunidad de prepararme como profesional y persona de bien.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza incondicional.

A mis compañeros y compañeras por el compartir fraterno.

A todas las personas que contribuyeron con su aporte importante y desinteresado a la feliz culminación del presente proyecto de tesis.

Valeria Anahí Padilla Santana

DEDICATORIA

Todo mi esfuerzo y trabajo puestos para la realización del presente proyecto de tesis, los dedico; a Dios, Señor de todas las acciones de mi vida, a mi padre Juan, a mi mamá Mercedes, mi hermano Andrés, y amigos de la vida, con mucho amor y cariño.

Valeria Anahí Padilla Santana

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	4
REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes investigativos	4
2.2. Categorías fundamentales o marco conceptual	9
2.2.1. Variable dependiente (Mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i>)	9
2.2.2. Variable independiente: <i>Verticillium lecanii</i>	14
2.2.3. Unidad de análisis: Cultivo de tomate hortícola (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	18
CAPÍTULO III	28
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	28
3.1. Hipótesis	28
3.2. Objetivos	28
3.2.1. Objetivo general	28
3.2.2. Objetivos específicos	28
CAPÍTULO IV	29
MATERIALES Y MÉTODOS	29
4.1. Ubicación del experimento (ensayo).....	29
4.2. Características del lugar	29
4.3. Equipos y materiales	30
4.3.1. Equipos	30
4.3.2. Materiales.....	30
4.4. Factores en estudio.....	31
4.4.1. Productos comerciales de <i>Verticillium lecanii</i>	31
4.4.2. Dosis de aplicación de <i>Verticillium lecanii</i>	31
4.5. Tratamientos	32

4.6.	Diseño experimental	32
4.7.	Variable respuesta.....	33
4.7.1.	Porcentaje de mortalidad de juveniles de <i>B. tabaci</i>	33
4.7.2.	Porcentaje de mortalidad de adultos de mosca blanca (<i>bemisia tabaci</i>).	33
4.7.3.	Determinación de la dosis óptima de cada producto de <i>Verticillum lecanii</i> . ¡Error! Marcador no definido.	
4.8.	Manejo del experimento.....	33
4.9.	Procesamiento de la información.....	39
CAPÍTULO V.....		40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		40
CAPÍTULO VI.....		46
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS		46
6.1.	CONCLUSIONES	46
6.2.	BIBLIOGRAFÍA	48
6.3.	ANEXOS	56
CAPÍTULO VII		68
PROPUESTA		68
7.1.	Datos informativos.....	68
7.2.	Antecedentes de la propuesta.....	68
7.3.	Justificación	68
7.4.	Objetivos.....	69
7.5.	Análisis de factibilidad.....	69
7.6.	Fundamentación.....	69
7.7.	Metodología, modelo operativo	70
7.8.	Administración.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE <i>B. tabaci</i>	9
Tabla 2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE <i>V. LECANII</i>	15
Tabla 3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE TOMATE (<i>Lycopersicum sculentum</i>).....	18
Tabla 4. REQUERIMIENTOS DE NITRÓGENO, FÓSFORO, POTASIO, AZUFRE Y MATERIA ORGÁNICA, PARA TOMATE (<i>Lycopersicum esculentum</i>)	23
Tabla 5. TRATAMIENTOS	32
Tabla 6. PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE NINFAS DE <i>B. tabaci</i> POR LA APLICACIÓN DE DOS PRODUCTOS Y 3 DOSIS DE <i>V. Lecanii</i>	41
Tabla 7. PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE ADULTOS DE <i>B. tabaci</i> POR LA APLICACIÓN DE DOS PRODUCTOS Y 3 DOSIS DE <i>V. Lecanii</i>	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estados ninfales de <i>B. tabaci</i>	10
Figura 2. Estado adulto de <i>B. tabaci</i>	11
Figura 3. Ciclo de vida de <i>B. tabaci</i>	12
Figura 4. Desarrollo de <i>V. lecanii</i> sobre <i>B. tabaci</i>	17
Figura 5. Cultivo de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>).	34
Figura 6. <i>B. tabaci</i> (momificada) infectada y muerta por <i>V. lecanii</i>	36
Figura 7. Ninfas de <i>B. tabaci</i> (recubiertas por micelio blanco) infectadas por <i>V. lecanii</i>	36
Figura 8. Malla de puntos sobre una hoja con ninfas de <i>B. tabaci</i> infectadas.	37
Figura 9. Gráfico guía de <i>V. lecanii</i>	38
Figura 10. Identificación de <i>Veticillium lecanii</i> en el laboratorio.	38
Figura 11. Identificación de <i>Veticillium lecanii</i> en el laboratorio.	39

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

En la actualidad el tomate hortícola es cultivado en casi todas las provincias de la sierra ecuatoriana, por su contenido nutricional y su demanda en la dieta diaria, pero su producción se ha visto afectada por mosca blanca (*Bemisia tabaci*) ocasionando graves pérdidas en los cultivos y aumentando los costos de producción, ya que afecta principalmente al follaje de la planta y por la transmisión de hongos y virus. La aplicación permanente de plaguicidas ha ocasionado que *B. tabaci* cree resistencias propiciando que su control sea poco efectivo, por lo que ha sido prioridad para los productores obtener un producto libre de contaminantes químicos para el consumo humano. El objetivo de esta investigación es reducir el consumo indiscriminado de plaguicidas e incentivar en el agricultor una producción limpia y amigable con el ambiente. Usando tecnologías innovadoras como es el control biológico mediante la aplicación de microorganismos benéficos. En este ensayo se evaluaron dos productos de *Verticillium lecanii* VERTIK ® con una concentración de 2.5×10^9 upc / cc y LECANICILLIUM con concentración de 1×10^8 upc/ cc, con tres dosis de 1cc/L, 2 cc/ L y 3 cc/ L, en el cual se observó la mortalidad y la reducción de población de *B. tabaci* en estado ninfal y adulto, para ninfas hubo efecto entre dosis y número de aplicación siendo la mejor 3cc/L con una sola aplicación con mortalidad de 74,10% en VERTIK y 85,53% con LECANICILLIUM, en adultos se presentó un diferencia entre dosis mostrando que la óptima fue 2 cc/L con mortalidad de 85% en VERTIK y 95,83% CON LECANICILLIUM. En cuanto a los productos se observó que, aunque la concentración fue menor, LECANICILLIUM fue superior según los resultados obtenidos.

Palabras clave:

Mosca blanca, *Verticillium lecanii*, upc (unidades propagadoras de colonias), hongos entomopatógenos, control biológico, mortalidad.

SUMMARY

Nowadays tomato is grown in almost all the provinces in the Ecuadorian Sierra region due to its nutritional content and its demand in daily diet but its production has been affected by the whitefly (*Bemisia tabaci*) which has caused serious losses among the crops and increasing production costs. The whitefly causes great damage to the foliage of the plant and transmits virus and fungus. The permanent application of pesticides has caused that *B. tabaci* develops resistance towards them and consequently it is difficult to control it. Thus, it has become a priority for producers to find a product free of chemical contaminants for human consumption. The objective of the present research is to reduce the indiscriminate consumption of pesticides and motivate farmers to have a clean production and environmentally friendly. It is suggested the use of innovative technologies such as biologic control by applying beneficial microorganisms. In this research two products of *Verticillium lecanii* VERTIK® were applied and evaluated, they were used with a concentration of 2.5×10^9 cfu/cc and LECANICILLIUM with a concentration of 1×10^8 upc/ cc with three doses of 1cc/l, 2 cc/ L y 3 cc/ L, where it was observed the mortality and the reduction of the population of *B. tabaci* in nymphal stage and adult stage, for nymphs there was an effect between doses and number of application being the best 3cc/L with only one application with mortality of 74,10% in VERTIK y 85,53% with LECANICILLIUM. In adults, there was a difference among doses and showing that the best dose was 2 cc/L with a mortality of 85% in VERTIK and 95,83% with LECANICILLIUM. Regarding the products it was observed that, even though the concentration was lower LECANICILLIUM was superior according to the obtained results.

KEY WORDS

Whitefly, *Verticillium lecanii*, cpu (colony propagating units), entomopathogenic fungi, biological control, mortality.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

SINAGAP (2015) menciona que a nivel mundial el segundo cultivo de más importancia es el tomate riñón, luego de la papa, el mismo que se puede cultivar en campo abierto o en invernadero, siendo esta última la práctica más común debido a que permite extender el ciclo de producción.

Según los datos procedentes de STATISTA (2017) los tres primeros productores de tomate son China con 50 millones de toneladas, India con 17, 5 millones de toneladas y Estados Unidos con 13, 21 millones de toneladas. En Ecuador la producción de tomate hortícola para el año 2015 fue de 68.355 toneladas (SINAGAP, 2015).

El Ecuador produce tomate en fresco para consumo nacional, así como para la agroindustria, también lo exporta e importa procesados de tomate y en algunas ocasiones pequeñas cantidades de tomate fresco. La demanda ha crecido continuamente y con esto su cultivo, producción y comercio (Álvarez et al., 2014).

El tomate es considerado de mayor importancia en muchos países del mundo ya que presenta una fuente de fibra, minerales como el potasio, el fósforo y vitaminas, además presenta un gran contenido de carotenos como el licopeno, y contiene una alta cantidad de antioxidantes sustancias que protegen el organismo, también interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes (Villacís, 2014).

Pero pese a que el tomate hortícola tenga una producción de calidad , es necesario prevenir plagas y enfermedades , una de las más importantes que atacan al cultivo es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), ya que causa graves daños al insertar el estilete en el tejido vegetal, succionar la savia e inyectar sustancias fitotóxicas a la planta, además en sus excreciones se producen hongos perjudiciales para la planta como la fumagina, que bloquea a la hoja y reduce el área foliar para realizar la fotosíntesis, reduciendo los rendimientos y aumentando los costos de producción (Jarquín, 2004).

Valarezo et al. (1995) manifiesta que en Ecuador se registraron 23 especies vegetales atacadas por la “mosca blanca”, siendo las más susceptibles: pimiento (62%), melón (58%), sandía (32%) y tomate (28%) (Valarezo et al., 1995). En el año 2015, la principal plaga que afectó el rendimiento del cultivo fue la mosca blanca (SINAGAP ,2015).

En la actualidad, se utilizan a nivel mundial grandes cantidades de plaguicidas con el propósito de eliminar mosca blanca que ataca al cultivo, los que se consideran compuestos microcontaminantes orgánicos que tienen efectos ecológicos, y de acuerdo al tipo de plaguicida será el daño o repercusión en los organismos vivos. (Martínez, 2010)

Por lo que nuevas alternativas para el manejo de mosca blanca requieren la integración del control biológico en cuanto sea posible. Este método emplea organismos vivos para reducir la densidad de la población de otros organismos plaga, además de evitar las pérdidas económicas y los daños ecológicos al ambiente (Hajek, 2004).

Dentro del control biológico se pueden usar microorganismos entomopatógenos. Según Asaff et al. (2002), son capaces de producir enfermedad y muerte de los insectos, ya que

los infectan directamente, mediante la penetración de la cutícula además ejercen múltiples mecanismos de acción, confiriéndoles una alta capacidad para evitar que el hospedero desarrolle resistencia.

Verticillium lecanii es más o menos específico y altamente patógeno a los insectos chupadores, como es el caso de áfidos, escamas y moscas blancas; no causa daño a otros organismos, posee residualidad en campo y es inocuo para el ambiente, también puede ser aplicado con insecticidas, fertilizantes foliares, bactericidas, algunos fungicidas sistémicas y cobres (Cavallazzi, Prieto & Ariza, 1998).

Por todo lo antes mencionado el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar 2 productos a base de *Verticillium lecanii* como biocontrolador de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate hortícola (*Lycopersicon esculentum*).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

En investigaciones realizadas con mosca blanca (*Bemisia tabaci*), se describe que fue originalmente observada en tabaco en Grecia, y fue descrita como *Aleyrodes tabaci*. Se recolectó en Estados Unidos por primera vez en 1897, donde fue descrita como *Aleyrodes inconspicua* Quaintance. Por la variación morfológica que tiene este insecto de acuerdo al hospedero donde ha sido encontrado, se le han otorgado 22 nombres, los cuales se consideran sinónimos de la especie *Bemisia tabaci*, lo que se conoce como complejo de especies de *Bemisia* (Perring, 2001).

Se ha encontrado a *B. tabaci* alimentándose de más de 600 especies de plantas hospederas. Estas especies se ubican en 74 familias, incluyendo hortalizas, plantas ornamentales, cultivos industriales y numerosas especies silvestres. Dentro de los hospederos afectados por este insecto se encuentran generalmente plantas de las familias Cruciferae, Cucurbitaceae, Solanaceae, Leguminosae (Brown, 1993).

Gerling (2000) menciona que las moscas blancas especialmente *Bemisia tabaci*, ameritan ser reinterpretadas, dada la gran cantidad de hallazgos recientes acerca de algunas características que incrementan su adaptabilidad. Ellas insertan sus huevos en el tejido foliar, tienen cuatro instares ninfales, casi todos sésiles, y adultos voladores. En la hoja, se enfrentan a competidores y enemigos naturales, tienen una gran capacidad de adaptabilidad ya que ésta no resulta afectada por las defensas de la planta que son

inducidas por la alimentación previa de *B. tabaci*, mejorando su habilidad competitiva y protegiéndose contra sus enemigos naturales. Entre éstos sobresalen la cera depositada por las hembras mientras ovipositan, la cera floculenta, las espinas que adornan a las ninfas, especialmente las ninfas que se desarrollan en hojas pubescentes, y las exuvias de los primeros instares, las cuales pueden permanecer adheridas a las ninfas por un tiempo. Asimismo, se ha documentado que las adaptaciones fisiológicas y etológicas de las moscas blancas a menudo están relacionadas con sus hábitos alimenticios y con el hecho de que muchas, y especialmente las especies policíclicas, necesitan cambiar de hospedante durante el año. *B. tabaci* puede cambiar de un estado fisiológico reproductivo a uno migratorio, variar su comportamiento de oviposición según la combinación de hospedantes que encuentre, y sus sistemas enzimáticos pueden adaptarse a los azúcares específicos presentes en cada especie vegetal de la cual se alimente. También puede resistir a temperaturas altas permaneciendo en el envés de la hoja, sintetizando proteínas de choque térmico y aumentando los niveles de sorbitol en su hemolinfa.

Los productores utilizan grandes cantidades de insecticidas, sin cumplir los periodos de carencia, dejando residuos tóxicos en los frutos, desarrollo de poblaciones resistentes a los productos, destrucción de organismos benéficos, intoxicación de mamíferos y contaminación del ambiente (Fajardo et al., 2013).

En consecuencia de la prolongada exposición a los insecticidas químicos, *B. tabaci* ha creado resistencia a una amplia gama de agentes de control químico, lo que ha dado lugar a la introducción de algunos insecticidas con nuevos modos de acción que no sean afectados por los mecanismos de resistencia a los organofosforados o piretroides. La resistencia a imidacloprid se demostró por primera vez en invernaderos al sur de España aunque también se detectó en Italia, Alemania. También se ha demostrado que *B. tabaci* también presenta resistencia a los insecticidas reguladores de crecimiento a pesar de que

estos poseen un modo de acción único, donde los cambios en la susceptibilidad se asociaron con aplicaciones repetidas del compuesto. (Fernández, 2013). En carbamatos como metomilo, ya en los años 90 se observaron resistencia en poblaciones en Pakistán (Ahmad et al., 2002).

Según Carreño (2003) indica que Zimmerman descubrió el hongo identificado como *Cephalosporium lecanii* en la isla de Java en el año 1898. En el año de 1939 el mismo hongo fue reportado como *Verticillium lecanii* por Viegas, quien mencionó al característico halo blanco formado por éste sobre el insecto *Coccus viridis* (Green) (Hem: Coccidae). Zare y Gams (2001) plantearon que los aislamientos de *Verticillium lecanii* sean renombrados como pertenecientes al género *Lecanicillium*. A partir de ciertos insectos como moscas blancas y pulgones se han desarrollado cepas de *L. lecanii* altamente virulentas y epizooticas como agentes biocontroladores.

Alean et al., (2004) mencionan que en Colombia existe un complejo de ocho especies de moscas blancas asociadas al cultivo de yuca. La especie predominante es *Aleurotrachelus socialis* Bondar la cual constituye el 92% de la población total y ocasiona pérdidas en rendimiento hasta del 79% en campos experimentales. Con el propósito de reducir los costos y el impacto ambiental, se evaluó la patogenicidad de del hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* (Zímm.) Viegas en diferentes formulaciones comerciales, sobre los diferentes estados ninfales y huevos de *A. sociales*. Con respecto a la mortalidad se seleccionó el aislamiento CIAT 215 de *V. lecanii* como el más promisorio por presentar la mortalidad más alta sobre los estados de desarrollo de *A. socialis* (67,3%). Como estado más susceptible se determinó el de huevo próximo a eclosionar.

Al evaluar la virulencia de dos cepas de *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare y Gams para el control biológico del pulgón de ciprés que es una de las cien plagas invasoras más importantes del mundo (SAG, 2005). Se determinó la cepa Futaleufú como la más virulenta, observándose que a las 72 horas después de la aplicación se mueren más del 50 % de la población de *C. cupressi* en las concentraciones de conidias más altas que se evaluaron (10^8 y 10^7 conidias/ml). Al analizar estas concentraciones mediante análisis Probit se determinó un CL50 de $3,7 \times 10^7$ conidias/ml (Retamal, 2008).

La presente investigación evaluó la patogenicidad de una cepa nativa VL·A del hongo *V. Lecanii* bajo condiciones de invernadero sobre el áfido *M. persicae* en el cultivo de crisantemos a tres concentraciones (1×10^4 , 1×10^6 y 1×10^8 conidias/ml). La tendencia en los datos muestra que a mayor concentración del hongo se aumenta el porcentaje de mortalidad. En relación con el tiempo que tarda en desarrollarse el hongo en el insecto también se encontró una relación directa, a medida que se incrementó la concentración del hongo se disminuyó el tiempo de desarrollo del hongo; a la concentración de 1×10^8 conidias/ml duró 3,25 días de inoculación a conidiogénesis, mientras que a la concentración de 1×10^4 conidias/ml, ésta tomó 9,25 días (Hincapie et al, 1990).

De acuerdo a lo indicado por Cavallazi et al (1998) el uso de *Verticillium lecanii* para el control de escama blanda (*Philephedra tuberculosa*) en el cultivo de guanábana (*Anona muricata* L.) resulta bastante eficaz ya que produce un alto porcentaje de mortalidad superior al 69,89% y también actúa en todas las etapas del ciclo de vida del insecto, lo cual representa muchas ventajas para el agricultor a la hora de manejar las poblaciones. La dosis de $1,8 \times 10^7$ conidias por mililitro de suspensión fue la mejor para el control de la escama. Mediante este ensayo se determinó que los individuos del segundo instar ninfal presentan la mayor susceptibilidad al ataque del hongo.

La patogenicidad de *V. lecanii* sobre *T. vaporariorum* se estudió usando plantas de frijol sembradas en macetas en las que se inoculó 150 adultos de *T. vaporariorum* y, posteriormente, se asperjó el hongo. Las pruebas de patogenicidad indicaron que aplicaciones de 10^8 conidias/ml de V1-MB causan mortalidad hasta del 72% en adultos de *T. vaporariorum*. Porcentajes de mortalidad superiores al 72 % para el estado adulto se podrían obtener usando concentraciones más altas del hongo (Bustillo, 1986).

La aplicación de bioplaguicidas disminuyó la población de *T. palmi* significativamente, en el cultivo de papa, respecto al testigo sin tratamiento, mostrando para *V. lecanii* el mayor porcentaje de mortalidad con la dosis de $1,5 \times 10^{13}$ conidios/ha. La patogenicidad de *V. lecanii* fue buena, entre el 60 y el 66% sobre los tres estadios de *T. palmi*, mayor sobre los adultos (Elizondo et al, 2011).

Rodríguez y Del Pozo (2003) indican que en Uruguay se ha estudiado a *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas como opción para el manejo de *Trialeurodes vaporariorum* en tomate orgánico. Al evaluar el efecto de concentraciones de 10^7 - 10^9 conidios.ml⁻¹ de dos aislamientos, VI-003 de la especie *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas, la mortalidad varió de 49.30 a 92.11 %. El mayor porcentaje de mortalidad se obtuvo con aislamientos de *Verticillium lecanii*, (93.5% para el VI-003 y 78.70% para el VI-001). Demostrándose la potencialidad de esta especie como agente de control biológico

2.2. Categorías fundamentales o marco conceptual

2.2.1. Variable dependiente (Mosca blanca *Bemisia tabaci*)

Tabla 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *B. tabaci*

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
Reino:	Animal
Phyllum:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Hemiptera
Suborden:	Sternorrhyncha
Superfamilia:	Aleyroidea
Familia:	Aleyrodidae
Género:	Bemisia
Especie:	Tabaci

Elaborado por: Padilla, 2017

Fuente: (Borrer et al, 1989)

Brown et al (1995), señala que *B. tabaci* es un insecto con aparato bucal picador-chupador, considerada como un complejo de biotipos en pleno cambio evolutivo. El complejo *B. tabaci* es caracterizado por ser el principal vector de virosis del grupo de los geminivirus los cuales son los de mayor impacto desde el punto de vista económico (Mabel, 2000). Presentan metamorfosis simple, esta es intermedia entre paurometabola y holometábola pasando por cuatro instares. El ciclo dura aproximadamente 4 semanas con temperaturas comprendidas entre 21 y 32°C. Los estados de desarrollo son huevo, ninfa, pupa y adulto. (Gonsebatt y Lietti, 2006)

- **Huevo:**

Los huevecillos tienen forma de huso, con la parte superior más aguda que la basal donde se une a un pedicelo, y son de color verde pálido recién ovipositados, posteriormente se tornan de color café oscuro, presentan corion completamente liso y brillante, miden 0.18 mm., de largo por 0.089 mm., de ancho y la incubación dura 5.4 días a una temperatura de 30 °C. (Ortega y González 1989).

- **Ninfa:**



Figura 1. Estados ninfales de *B. tabaci*.

Fuente: Investigación de campo y laboratorio.

La ninfa es oval de color blanco y presenta una franja amarilla en la parte media del abdomen; la parte anterior del cuerpo es más ancha que la posterior presentando un par de ojos rojos. En el extremo posterior, se observa un par de cerdas blancas de longitud considerada. Las ninfas al nacer se mueven por un tiempo variable antes de insertar sus partes bucales en un lugar determinado, pero al insertarlo se vuelve sésil. Con el tiempo la ninfa se torna de color verde amarillo, se atrofian sus antenas, los órganos de locomoción y aumentan de tamaño. La fase ninfal en la cual se asemejan a escamas pasa

por varios estadios, donde el primero tiene una duración que varía de cinco a seis días; de dos a cuatro días para el segundo y seis días para el tercero. Después del tercer estadio las ninfas pasan a un estado de inactividad y latencia denominada “pupa”, durante el cual no se alimenta hasta que llega al estado adulto. La duración de la fase de pupa es de seis a diez horas aproximadamente. El estado ninfal, incluye la fase de pupa variando de 10 a 14 días con temperaturas que fluctúan entre 20 y 28°C. Si la temperatura es de 30°C el tiempo de huevecillo a adulto se reduce a 16.6 días. La temperatura influye de manera importante en el desarrollo de este insecto, en general un incremento en la temperatura favorece el desarrollo y actividad, reduciendo el tiempo requerido para completar su ciclo de vida. La temperatura para el desarrollo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) oscila entre 10°C y 30°C. (Ortega y González, 1989).

- **Adulto:**



Figura 2. Estado adulto de *B. tabaci*.

Fuente: Investigación de campo y laboratorio

El adulto presenta a las cubiertas de un polvo ceroso blanco pudiendo haber también oscuras. Los apéndices y el cuerpo son de color amarillo. Miden en promedio 0.93 mm, de longitud por 0.27 mm, de ancho. Tienen tarsos de dos artejos y antena de siete segmentos. Acosta (1989) indica que el mayor número de adultos emerge del caparazón pupal entre las seis y las 12 horas de la mañana, pocos adultos emergen durante la tarde y ninguno en la noche. La duración del estado adulto varía considerablemente de machos a hembras, siendo de cinco a 15 días para los primeros y de cinco a 32 para las hembras.

- **Reproducción**

Los adultos copulan varias veces y la hembra oviposita en el envés de las hojas. La reproducción de *Bemisia tabaci* es básicamente sexual, aunque hembras no fecundadas pueden tener descendencia en forma partenogenética. (Cabezas, 1994). *B. tabaci* puede tener de 11 a 15 generaciones por año. (López y Ávila, 2004).

- **Ciclo biológico**

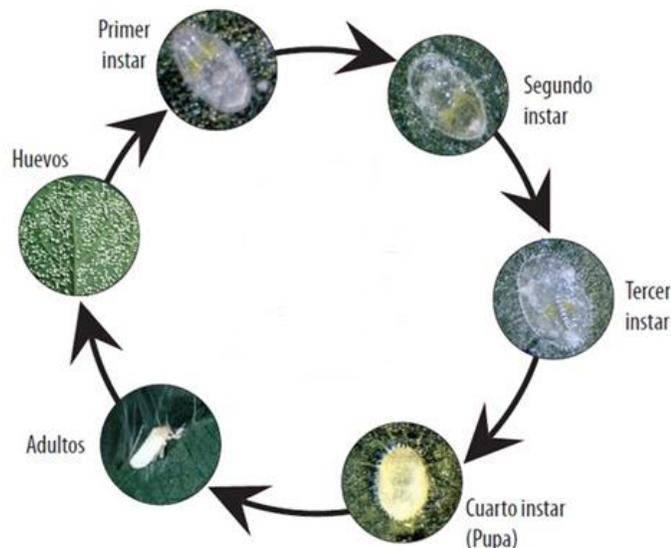


Figura 3. Ciclo de vida de *B. tabaci*.
Fuente: Cardona et al, 2005

La duración del ciclo total de huevo a emergencia del adulto es de 23 a 28 días, dependiendo de factores ambientales y biológicos, de acuerdo a lo afirmado por Morales et al (2006). Entre el ciclo biológico de *B. tabaci* y el desarrollo de la planta hospedera existe sincronización, la cual se aprecia en el patrón de distribución de la población de la mosquita blanca dentro de una planta infestada. En hojas jóvenes solo se encuentran adultos y huevecillos, en hojas subsecuentes predomina la fase ninfal; en el período de rápido crecimiento vegetativo, el mayor número de pupas se encuentra en las hojas más senescentes.

- **Daños**

El daño a los cultivos se debe a su alimentación directa en el floema, a los desórdenes fisiológicos causados por el biotipo B, y de modo indirecto, a la excreción de melaza que favorece el crecimiento de hongos y a la transmisión de virus. Estos son factores que afectan el rendimiento de los cultivos en términos cuantitativos y cualitativos. La magnitud de la infestación, la especie y variedad de planta, la época del año, el sitio geográfico y el biotipo de *B. tabaci* determinan los daños causados sobre un cultivo (Oliveira *et al.* 2001). Igualmente, la magnitud del daño causado por virus, depende de este mismo tipo de factores. (Brown y Bird, 1992)

La alimentación de unas pocas ninfas por planta induce fitotoxicidad o desórdenes fisiológicos (Costa *et al.* 1993). El desorden más comúnmente reportado es el plateado de las cucurbitáceas. Otros desórdenes incluyen la madurez irregular en el tomate, también conocido como arco iris, la decoloración o albinismo de los tejidos jóvenes y de las vainas del fríjol. (Rodríguez *et al.* 2005). En los frutos se evidencia melaza y fumagina, mientras que en hojas se evidencia amarillamiento, melaza y fumagina.

Virus transmitidos por *B. tabaci*

Haciendo referencia a lo manifestado por Jones (2003) uno de los daños indirectos y quizá el mayor problema generado por este insecto es la transmisión de virus. *B. tabaci* transmite virus pertenecientes a siete grupos que incluyen *Begomovirus*, *Carla-virus*, *Ipomovirus* y *Crinivirus*. Los virus más importantes por el daño causado son los *Begomovirus* y los *Crinivirus* (Closteroviridae: *Crinivirus*). A pesar de que la mayoría de los virus que infectan plantas (80 a 90%) tienen ARN de cadena sencilla como componente genético, los *begomovirus* poseen ADN de cadena sencilla. (Harrison 1985).

2.2.2. Variable independiente: *Verticillium lecanii*

González et al (2012) menciona que este hongo se encuentra frecuentemente atacando áfidos y escamas en zonas tropicales y subtropicales. Además ha sido encontrado sobre insectos del orden Coleóptera, Díptera, Himenóptera y sobre ácaros.

Rivas et al, (1996), reporta que el hongo *Verticillium* sp se ha encontrado en áreas tropicales y subtropicales, parasitando insectos, royas y otros hongos superiores; es un habitante común del suelo, donde sobrevive saprofiticamente en restos de plantas y otros tipos de materia en descomposición. No obstante Monzón (1992), lo ha señalado principalmente como un hongo entomopatógeno muy importante para controlar plagas de cultivos, tales como áfidos y escamas así también Romero y Camón, (1995), lo reportan como parásito de la mosca blanca.

Tabla 2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE V. LECANII

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
Reino:	Fungi
Filo :	Ascomycota
Clase:	Deuteromycetes
Orden:	Hypocreales
Género:	Verticillium
Especie :	Lecanii

Elaborado por: Padilla, 2017

Fuente: (Zare y Gams, 2001)

Se encontraba ubicado en la División Deuteromycota, Subdivisión Deuteromycotina en la cual se agrupaban aquellos organismos a los cuales no se les había asociado todavía una fase de reproducción sexual o perfecta (Zare y Gams, 2001)

En esta subdivisión se le ubicaba en una clase denominada Hyphomicetes, caracterizándose por poseer esporas asexuales; denominadas conidios, que crecían a partir de células conidiogénicas especializadas y que pueden formarse a partir de hifas simples o bifurcadas llamadas conidióforos; que con frecuencia pueden formar agregados de estos llamados synnemata o esporodoquios (Goettel, et. al; 2001).

- **Características**

Conidióforos

Los conidióforos de las especies *Verticillium* son poco diferenciados de las hifas vegetativas y de las células conidiógenas. Pero de trecho en trecho sostienen a las

fiálides. El Conidióforo es grande o alto, erecto y septado, lleva fiálides solas o en grupos de 2-8. (Argueta, 2011)

Conidias

Las conidias de *V. lecanii* son pequeñas, y salen del extremo de las fiálides en un grupo formando cabezuelas. Son hialinas cilíndricas o elipsoidales y redondeadas en sus extremos, con medidas que varían de 2.3 –10.0 milimicras de largo por 1.0 a 2.5 milimicras de ancho. Estas conidias nacen en forma de gotas filamentosas o en cadenas. (Samsom y Rombach 1985)

Fiálides

Fiálides (células conidiógenas): son erguidas, en forma de verticilios o de punzón, son hialinas y lisas; con medidas de 11.9 a 14.3 μm de largo por 1.6 a 2.4 μm de ancho. Generalmente están en grupos de dos a seis o en algunos casos están solitarias sobre hifas o apicalmente sobre cortas ramificaciones, son ligeramente anchas en la base y terminan en una punta delgada por donde salen las conidias (Samsom y Rombach 1985).

- **Mecanismo de acción**

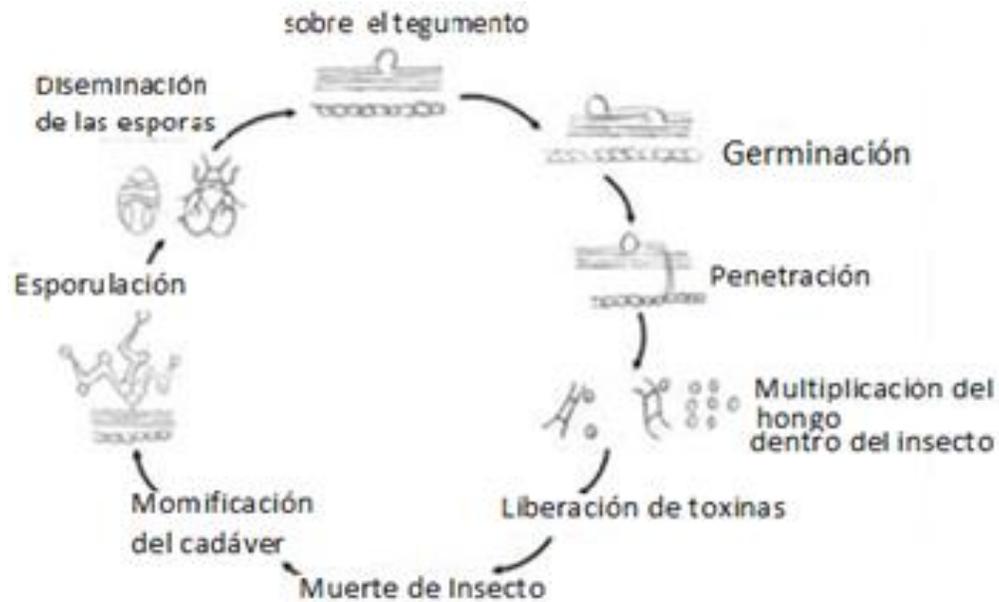


Figura 4. Desarrollo de *V. lecanii* sobre *B. tabaci*.

Fuente: Vázquez eta al, 2007.

El micelio del hongo de la *V. lecanii* produce una toxina llamada ciclo depsipéptido bassianolide, que ha demostrado matar a los gusanos de seda. El hongo produce otras toxinas insecticidas, como el ácido dipicolínico y el ácido oxálico. La actividad de *V. lecanii* depende de la cepa del hongo. Las cepas de *V. lecanii* con esporas pequeñas infectan a los áfidos, mientras que las cepas de hongos con esporas grandes, infectan a la mosca blanca. Los insectos se infectan cuando entran en contacto con el pegajoso de esporas de los hongos que crecen y luego invade el cuerpo y órganos internos y los consume, dando lugar a los insectos la muerte (Argueta, 2011).

- **Síntomas y signos**

Según Argueta (2011) el hongo crece en el tiempo a través de la cutícula y esporula en el exterior del cuerpo. Los insectos infectados aparecen de color blanco a amarillento

semejando partículas de algodón. Los insectos enfermos suelen aparecer en 7 días. Sin embargo, debido a las condiciones ambientales, puede haber un retraso en tiempo considerable desde la infección hasta la muerte de los insectos.

Las temperaturas óptimas para el desarrollo de *V. lecanii* son de 15 a 25 ° C y una humedad relativa de 85 a 90%. Haciendo referencia a lo mencionado por Argueta (2011) el hongo necesita humedad alta, por lo menos 10 a 12 horas para tener un buen desarrollo sobre su huésped; las esporas de *V. lecanii* son dañadas por la radiación ultravioleta. Las conidias menos virulentas se obtienen de los medios fermentados en comparación con los medios líquidos o sólidos. La formulación a partir de la producción de conidias puede durar hasta 1 año. Estos productos son fáciles de diluir para la fumigación. Además, el hongo puede adherirse a la superficie de las hojas y los insectos.

2.2.3. Unidad de análisis: Cultivo de tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum*)

Tabla 3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE TOMATE (*Lycopersicum sculentum*).

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
Reino:	Plantae
Subreio:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae.
Género:	Lycopersicum
Especie:	Esculemtum

Elaborado por: Padilla, 2017

Fuente: (Jaramillo 2007).

El tomate es la hortaliza más popular y difundida mundialmente, por lo tanto la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. Curiosamente, su incremento anual en cuanto a producción en estos últimos años, se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. (SICA, 2005)

- **Hojas.**

Corpeño (2004) señala que son hojas compuestas e imparipinnadas, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas.

- **Fruto**

Según Veracruz (2008), es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

Requerimientos del cultivo

- **Temperatura.**

Corpeño (2004) menciona que, los rangos para un desarrollo óptimo del cultivo oscilan entre los 28 - 30° C durante el día y 15 - 18° C durante la noche. Temperaturas de más de 35° C y menos de 10° C durante la floración provocan caída de flor y limitan el cuajado del fruto.

- **Humedad relativa.**

Según Cordero (2001) la humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%, de humedad relativa muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores.

- **Luminosidad**

Corpeño (2004) señala que el tomate es un cultivo que no le afecta el fotoperiodo o largo del día, sus necesidades de horas sol oscilan entre las 8 y 16 horas; aunque requiere buena iluminación. Los días soleados y sin interferencia de nubes, estimulan el crecimiento y desarrollo normal del cultivo. Por lo que esperaríamos que en nuestro medio, no se tengan muchos problemas de desarrollo de flores y cuaje de frutos por falta de luz.

- **Agua**

Según NETAFIM (2010), para tener una producción eficiente dentro del cultivo de tomate se requiere que siempre haya una disponibilidad de agua durante el transcurso de su desarrollo y producción, para ayudar a la formación de azúcares y mantener las células en buenas condiciones, se estima que la planta de tomate necesita un litro de agua diario durante la etapa de producción.

- **Suelos.**

Veracruz (2008) sostiene que la planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura arenosarcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos es decir debe oscilar entre 5,8 a 7,5 para garantizar la máxima disponibilidad de nutrientes.

- **Fenología del cultivo.**

Según INIAP (2001) el ciclo de cultivo del tomate tiene variaciones importantes, en las diferentes zonas agrícolas del país, sin embargo factores determinantes como la densidad de siembra, la disposición de agua y nutrientes, factores climáticos, variedades, intervienen directamente en la cantidad de días para llegar a la producción.

Jaramillo (2007) señala que la fase vegetativa de tomate se inicia desde la siembra en semillero, seguida de la germinación, la emergencia y el trasplante a campo, el cual se realiza con un promedio de tres a cuatro hojas verdaderas, entre 30 a 35 días después de la siembra y a partir del trasplante hasta el inicio o aparición del primer racimo floral.

La fase reproductiva se inicia desde la formación del botón floral, que ocurre entre los 30 y los 35 días después del trasplante, el llenado del fruto, que dura aproximadamente 60 días para el primer racimo, iniciándose la cosecha a los 90 días, con una duración de tres meses para una cosecha de 8 a 10 racimos. En total la fase reproductiva tiene una duración de 180 días aproximadamente.

- **Distancia de siembra**

Según AAIC (2003)

Las distancias más utilizadas entre hileras y plantas son las siguientes:

- Entre filas 1.20m de ancho y 0.35m entre plantas a doble eje
- Entre filas 1.20m de ancho y 0.30m entre plantas a doble eje
- Entre filas 1.20m de ancho y 0.15m entre plantas a un solo eje

Labores culturales

- **Riego**

Montenegro (2012) indica que el requerimiento hídrico varía de acuerdo a la variedad, el tipo de suelo y del tamaño de la planta, los riegos deben realizarse después del trasplante, aplicando de medio a un litro de agua por planta, posteriormente debe aplicarse al inicio de la poda y en tutorado 2 litros por planta y desde cuándo va a empezar a producir es aconsejable aplicar 4 litros de agua por planta, cada 5 u 8 días.

- **Fertilización**

Tabla 4. REQUERIMIENTO PROMEDIO DE NITRÓGENO, FÓSFORO, POTASIO, AZUFRE Y MATERIA ORGÁNICA, PARA TOMATE (*Lycopersicum esculentum*)

	N (Kg/ha)	P₂O₅ (Kg/ha)	K₂O (Kg/ha)	S (Kg/ha)	Materia Orgánica (T/ha)
Medio	250 – 400	80 – 150	200 – 400	40 – 60	20

Elaborado por: Padilla, 2017

Fuente: (INIAP E.E Santa Catalina, 2000)

Si el estado nutritivo de la planta se encuentra desequilibrado, ésta se pone más susceptible a plagas y enfermedades. Por ejemplo un desequilibrio por exceso de nitrógeno hará que la planta crezca muy rápido, y debido a que las células nuevas son relativamente débiles, ellas son más susceptibles a insectos penetrantes. (Berrios et al. 2007)

- **Deshierba**

Hernández, (2015) menciona que las malas hierbas disminuyen los rendimientos del cultivo y sirven como hospederos de plagas y enfermedades. La eliminación de las malezas se debe realizar superficialmente, tratando de no lastimar las raíces de la planta.

Esto se realiza para mantener limpio y evitar la competencia del cultivo con las malezas por nutrientes y agua. Además se logra una mejor oxigenación de la raíces.

- **Podas**

Según AAIC (2003) menciona que el sistema de poda debe permitir la mayor accesibilidad de operarios a esta parte terminal de la planta para las diversas etapas de cultivo y no dificultar el proceso. Una vez realizadas las podas, los restos se deben eliminar del cultivo.

- **Tutoreo**

Es una labor que se realiza cuando la planta mide aproximadamente de 25 a 30 cm de altura, en donde se colocan ejes tutores para sostener a la planta y evitar que los frutos estén en el suelo. Con este sistema las plantas son guiadas verticalmente, para lo cual es recomendable el uso de abrazaderas, alambre galvanizado número 10 o 12 y cuerdas plásticas resistentes, esto deberá ser colocado a una altura de 2. 50 m (Infoagro, 2007).

- **Cosecha**

La cosecha del tomate riñón de invernadero se inicia según la variedad, entre los 80 y 90 días después del trasplante, cuando los frutos están en estado verde – pintón, la distribución de la cosecha se da en un 25% al primer mes, 50% segundo mes y 25% al tercer mes (proyecto SICA, 2008). La recolección es una labor muy importante, dependiendo de la variedad la cosecha se realiza cada dos o tres días según la temperatura y la velocidad de maduración. Se puede recolectar manual o mecánicamente, en el Ecuador la cosecha manual es la más utilizada, en donde se

requiere cestos y cajones para el transporte de la plantación hacia la sección de clasificación y empaque. Según el mercado y de acuerdo a las necesidades del cliente (AAIC, 2003).

- **Variedades**

Tomate híbrido Michaela

Según Donoso & Asociados (2007) citado por Cornejo (2009) menciona que Michaela presenta características importantes como:

- Crecimiento indeterminado muy productivo
- Mayor tolerancia a nematodos
- Su fruta es de color rojo y tiene vida prolongada y racimos uniformes.
- Su peso promedio de fruto es de 120 - 180 g. La forma de su fruto es redondo/achatado
- Su producción promedio es de 7-9 kg/planta
- Alta vida en el anaquel

Principales plagas y enfermedades en el tomate

- **Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)**

Este insecto se alimenta succionando a la planta, debilitándola y provocando un marchitamiento general, además de transmitir virus y en sus excretas se originan hongos como la fumagina.

Daños directos

Producidos por la succión de savia, en este proceso se inyectan toxinas a través de la saliva lo que ocasiona el debilitamiento de la planta y a veces manchas cloróticas. En ataques intensos se producen síntomas de deshidratación, disminución y detención del crecimiento.

Madurez Irregular del tomate.

Causado por *Bemisia tabaci*. En la parte externa del fruto se generan zonas longitudinales o manchas sin madurar. En el interior se generan zonas de color verdoso, que pasan al blanco al madurar el tomate, algo más duras que el resto y de consistencia harinosa

Daños Indirectos

Por la eliminación de sustancias ricas en hidratos de carbono sobre las cuales se desarrollan hongos (“fumagina”), lo cual produce una disminución de la superficie fotosintética, dificulta la evapotranspiración y puede manchar hojas y frutos, disminuyendo su calidad comercial y aumentando los costos de poscosecha.

- Alto residuo en frutos de agroquímicos.
- Transmisión de virosis a las plantas en las que se hospedan

Enfermedades

Fumagina (*Capnodium elaeophilum*)

La fumagina se encuentra asociada a la presencia de insectos secretores de sustancias azucaradas que se depositan sobre la superficie de tallos, hojas y frutos, que favorecen el

crecimiento del hongo (Tamayo, 2007), el cual forma una película de color negro en la superficie de los órganos e impide que los rayos solares lleguen a los tejidos, consecuentemente evita el funcionamiento normal de la planta ya que dificulta el proceso de fotosíntesis, inhibe el intercambio gaseoso y transpiración al ocluir los estomas, por lo que infestaciones severas de fumagina retardan el crecimiento, floración, reducen el potencial productivo de la planta y demerita la estética del fruto (Mata y Mosqueda, 1995).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. Hipótesis

La aplicación de *Verticilium lecanii* controla el ataque de mosca blanca y reduce su población en tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum*).

3.2. Objetivos

3.2.1. Objetivo general

Reducir la población de mosca blanca mediante el uso de *Verticilium lecanii* en tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum*).

3.2.2. Objetivos específicos

Determinar la dosis óptima de *Verticilium lecanii* de cada producto para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum*).

Determinar el porcentaje más alto de mortalidad de ninfas y adultos de mosca blanca (*B. tabaci*) de cada dosis de VERTIK Y LECANICILLIUM en tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum*).

Proponer el uso de un producto de *Verticilium lecanii* y dosis más adecuada para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum*).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del experimento (ensayo)

La investigación se realizó en Granja Agroecológica del Gobierno Provincial de Tungurahua en la parroquia la Matriz del cantón Píllaro, provincia de Tungurahua. Con las coordenadas geográficas: 01° 10'00" Latitud Sur y 78° 32'00" Longitud Oeste (Instituto Geográfico Militar, 1999).

4.2. Características del lugar

Según los datos registrados en la estación meteorológica localizada en el colegio "Jorge Álvarez" el Cantón Píllaro posee:

Temperatura media anual: 13.46 °C.

Temperatura máxima anual: 19.12 °C.

Temperatura mínima anual: 7.86 °C.

Precipitación media anual: 1468 mm

Humedad relativa: 86.6%

Velocidad del viento: 2.6m/s.

4.3. Equipos y materiales

4.3.1. Equipos

- Refrigerador.
- Estereoscopio.
- Incubadora.
- Microscopio.
- Cámara fotográfica.

4.3.2. Materiales

- Invernadero
- Riego por goteo
- 180 plántulas de tomate hortícola variedad Michaela
- Goteros de 3 ml.
- Vasos de medición de 1l.
- Balde
- Bomba mochila de 16 litros.
- Lente 10 aumentos.
- Malla de puntos.
- Lámpara.
- Aguja de disección.
- Material de escritorio.

4.3.3. Insumos

- 2 productos comerciales de *Verticillium lecanii* (VERTIK Y LECANICILLIUM LECANII).
- Adherente (ácidos fúlvicos).

4.4. Factores en estudio

4.4.1. Productos comerciales de *Verticillium lecanii*

- P1: Producto 1 VERTIK 2.5×10^9 upc/cc
- P2: Producto 2 LECANICILLIUM 1×10^8 upc/cc

4.4.2. Dosis de aplicación de *Verticillium lecanii*

D0: Testigo 0 cc/L H₂O (control).

D1: 1 cc *Verticillium lecanii* /L H₂O.

D2: 2 cc *Verticillium lecanii* /L H₂O.

D3: 3 cc *Verticillium lecanii* /L H₂O.

4.5. Tratamientos

Tabla 5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos constituyen la combinación de factores en estudio.

NÚMERO	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
1	P1D0	Testigo
2	P1D1	1 cc Vertik/l H ₂ O
3	P1D2	2 cc Vertik/l H ₂ O
4	P1D3	3 cc Vertik/l H ₂ O
5	P2D0	Testigo
6	P2D1	1 cc Lecanicillium/l H ₂ O
7	P2D2	2 cc Lecanicillium /l H ₂ O
8	P2D3	3 cc Lecanicillium /l H ₂ O

4.6. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un diseño de tratamientos en parcelas divididas siendo la parcela principal los productos y la subparcela la dosis de aplicación.

4.7. Variable respuesta

4.7.1. Porcentaje de mortalidad de juveniles de *B. tabaci*.

Para determinar el valor de esta variable se usó la malla de puntos, colocándola sobre el envés de las hojas de tomate hortícola y marcando 5 cuadros al azar, de 1 cm² cada uno, dentro de los que se procedió a contar las ninfas vivas y muertas, identificando los signos del hongo en la plaga, principalmente el micelio blanquecino algodonoso, también ciertos puntos blancos alrededor de la ninfa y la planicie de estas ya que se secan al estar infectadas. Este procedimiento se realizó 10 días luego de cada aplicación. Con lo que se estableció el número de total de ninfas por centímetro cuadrado y el número de ninfas vivas y muertas, por centímetro cuadrado.

4.7.2. Porcentaje de mortalidad de adultos de mosca blanca (*bemisia tabaci*).

Se realizó el conteo de moscas blancas en estado adulto, vivas y muertas, en hojas seleccionadas de la parte media de la planta, transcurridos 12 días luego de cada aplicación. Para poder determinar la población de adultos se contó el número de adultos vivos en las hojas seleccionadas, se identificó, antes de la aplicación de Vertik y Lecanicillium.

4.8. Manejo del experimento

En el ensayo de campo se aplicaron 2 productos de *Verticillium lecanii* uno comercial VERTIK® y otro artesanal LECANICILLIUM cada uno con tres dosis, para cada dosis se realizaron 3 parcelas con 5 plantas cada una y con un espacio de separación de 5 plantas entre parcela y parcela, por lo que se usaron 180 plántulas.

- **Preparación del suelo**

Se realizó la limpieza del terreno y se eliminó las malas hierbas, luego se realizaron las camas.

- **Abonado de terreno**

Se incorporaron a las camas 6 qq de materia orgánica.

- **Trasplante**



Figura 5. Cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*).

Fuente: Investigación de campo.

Se usaron plantas de tomate riñón de variedad Micaela, previo al trasplante se realizó el riego correspondiente mediante goteo, se usó la distancia de 0,30 m entre plántulas y 1,20 entre hileras, posteriormente se realizó un poda de formación con un brazo de producción.

- **Identificación de adultos de *B. tabaci*.**

El invernadero en el que se realizó el experimento estaba previamente infestado de *B. tabaci*. Por la presencia de plantas de pimiento.

- **Obtención de *V. lecanii***

Se utilizaron 2 productos de *V. lecanii* VERTIK adquirido en el laboratorio MIKROBEN y LECANICILLIUM proveniente de laboratorio NATURALEZA VIVA.

- **Aplicación de *Verticillium lecanii* en el cultivo**

Se aplicó *Verticillium lecanii* más ácido fulvico que ayudará a la nutrición y establecimiento del hongo, según las dosis y productos previstos para este ensayo, la aplicación se realizó entre las 6 y 8 a.m., ya que entre estas horas la plaga está menos activa que en las siguientes y su capacidad de volar es menor.

- **Bomba de aspersión**

Para aplicar *V. lecanii* en las unidades de experimentación cc/L, se utilizó una bomba manual con capacidad de 16 litros. La bomba fue de uso exclusivo para el

bioinsecticida, se inició aplicando desde la dosis más baja de cada producto, antes de usar cada tratamiento se lavó la bomba. La aplicación se realizó desde abajo hacia arriba principalmente en el envés.

- **Identificación de signos de *Verticillium lecanii* sobre ninfas y adultos de *B. tabaci***



Figura 6. *B. tabaci* (momificada) infectada y muerta por *V. lecanii*. (a: observada en campo; b: observada en laboratorio, bajo el estereoscopio, se muestra la presencia del micelio blanco amarillento de *V. lecanii*).

Fuente: Investigación de campo y laboratorio.

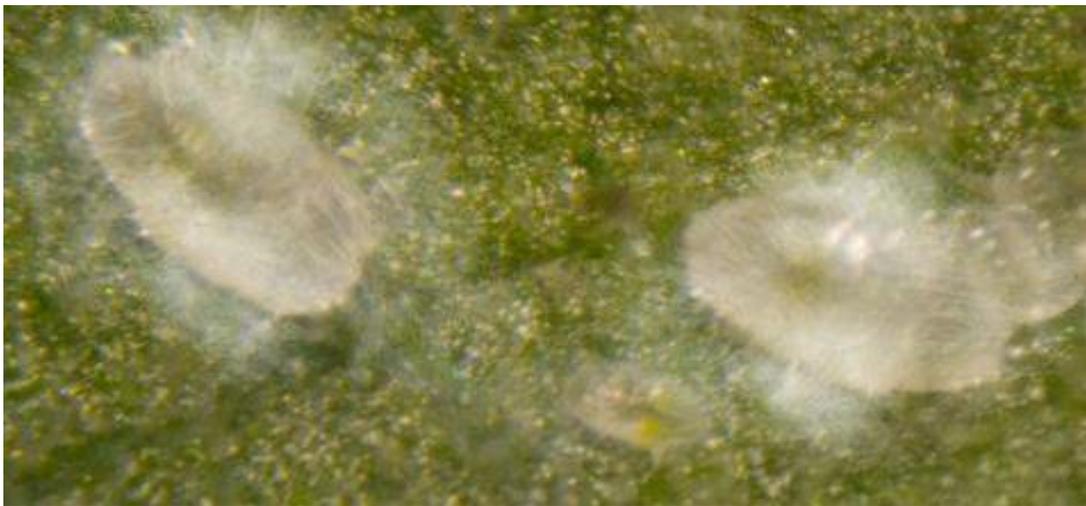


Figura 7. Ninfas de *B. tabaci* (recubiertas por micelio blanco amarillento) infectadas por *V. lecanii*, vistas en el estereoscopio.

Fuente: Investigación de campo y laboratorio.

Las hifas del hongo penetran la cutícula de *B. tabaci* y al transcurrir 7 días se puede observar los signos presentes en el insecto que son la presencia de un micelio blanco amarillento algodonoso, las ninfas se tornan planas y secas, se puede notar una franja blanca alrededor de estas, *B. tabaci* en estado adulto también se seca y las que están infectados y todavía no han muerto presentan una coloración blanca alrededor de estas en la hoja.

- **Toma de datos.**

El intervalo de aplicación de *V.lecanii* al cultivo fue de 15 días, para cada dosis, realizando 4 aplicaciones por dosis y por producto (1cc/L, 2cc/L y 3cc/L).

Ninfas.

Para conteo de ninfas vivas y muertas se utilizó la malla de puntos, y se realizó el muestreo 10 días luego de cada aplicación, usando un lente de 10X para la diferenciación.



Figura 8. Malla de puntos sobre una hoja con ninfas de *B. tabaci* infectadas.

Fuente: Investigación de campo y laboratorio.

Adultos.

Se contó el número de adultos vivos y muertos de *B. tabaci* con signos de haber sido infectados por *V. lecanii*.

- **Identificación de *V. lecanii* en el laboratorio**

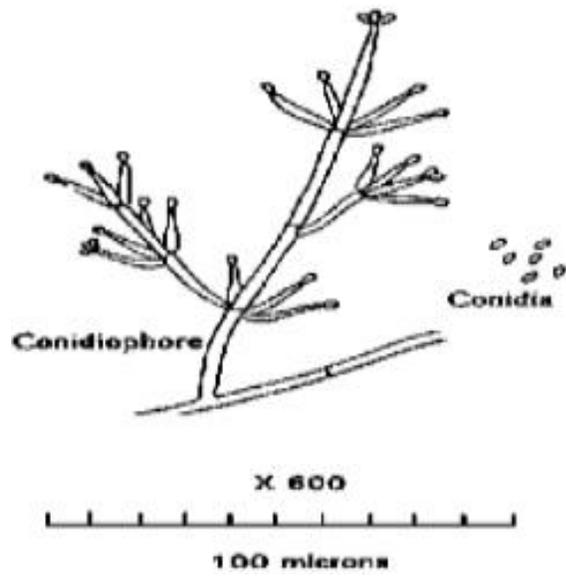


Figura 9. Gráfico guía de *V. lecanii*.
Fuente: Argueta, 2011



Figura 10. Identificación de *Veticillium lecanii* en el laboratorio.

Fuente: Investigación de laboratorio.

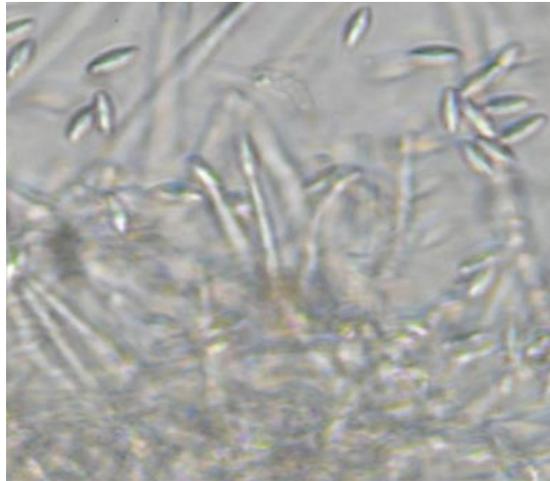


Figura 11. Identificación de *Veticiillium lecanii* en el laboratorio.

Fuente: Investigación de laboratorio.

4.9. Procesamiento de la información

Los datos de mortalidad obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y aquellas variables que mostraron diferenciaciones significativas fueron sometidas a prueba de media según Tukey ($p < 0,001$) usando el paquete estadístico Statistix para windows versión 9.0.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Mortalidad de ninfas**

La comparación entre productos no fue significativa sobre la mortalidad de ninfas de *B. tabaci* en plantas de tomate riñón, sin embargo si se observó efecto tanto de la dosis ($p < 0,01$; $F = 865,66$; g.l.= 3) como de la interacción de dosis por el número de aplicaciones ($p < 0,01$; $F = 15,25$; g.l.= 9) realizadas en el cultivo (Tabla 6). El incremento en la dosis del producto Vertik® provocó mayor porcentaje de mortalidad en ninfas con un número menor de aplicaciones necesarias, siendo mayor cuando se usaron 3 cc/L del producto con una sola aplicación (74,10%), así mismo la dosis 2 cc/L provocó 70% de mortalidad con dos aplicaciones mientras que la dosis 1 cc/L requirió tres aplicaciones consecutivas para mostrar niveles de mortalidad de 75,83%.

De manera similar, el Lecanicillium produjo los mismos efectos que el Vertik, puesto que la tasa de mortalidad fue mayor a medida que se aumentó la dosis del producto en un número menor de aplicaciones (Tabla 6). La aplicación de 1 cc/L causó hasta un 85,37% de mortalidad acumulada de ninfas después de la tercera aplicación, mientras que con la dosis 3 y 2 cc/L el mayor nivel de control fue alcanzado con una o dos aplicaciones sucesivas, respectivamente.

La mortalidad provocada por la aplicación de 1 cc/L de Vertik fue 75,13% mayor en relación al tratamiento control. La utilización de las mayores dosis evidenciaron tasas de mortalidad de 69,57 y 74,10% mayor que el control. De manera similar, para

Lecanicilium la diferencia de mortalidad de ninfas con relación al control fueron 84,67; 83,37 y 85, 53% mayor con dosis de 1, 2 y 3 cc/L, respectivamente.

Tabla 6. PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE NINFAS DE *B. tabaci* POR LA APLICACIÓN DE DOS PRODUCTOS Y 3 DOSIS DE *V. Lecanii*.

TRATAMIENTO	N° DE APLICACIÓN	VERTIK	LECANICILLIUM
Control	1	0,00 e ± 0,00	0,00 d ± 0,00
	2	0,43 e ± 0,8	0,43 d ± 0,8
	3	0,70 e ± 0,8	0,70 d ± 0,8
	4	0,33 e ± 0,3	0,3333 d ± 0,3
Dosis 1 (1cc/L)	1	54,43 d ± 1,616	54,87 bc ± 3,21
	2	58,23 d ± 1,55	57,23 bc ± 6,32
	3	75,83 a ± 6,70	85,37 a ± 3,2
	4	52,10 d ± 3,93	55,80 bc ± 6,51
Dosis 2 (2cc/L)	1	56,87 bcd ± 9,56	63,60 abc ± 4,61
	2	70,00 ab ± 8,66	83,80 a ± 8,55
	3	48,43 d ± 3,56	51,20 c ± 18,45
	4	65,50 abcd ± 6,78	62,60 abc ± 6,42
Dosis 3 (3cc/L)	1	74,10 a ± 8,19	85,53 a ± 3,09
	2	60,20 cd ± 10,51	58,13 bc ± 14,08
	3	63,43 d ± 5,36	54,47 bc ± 12,53
	4	74,43 abc ± 9,38	78,80 ab ± 2,40

Valores promedios en una columna seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas de acuerdo a Tukey en las dosis de aplicación ($p < 0, 01$; $F = 865, 66$) y en los tiempos de aplicación ($p < 0,01$; $F = 15,25$).

- **Mortalidad de adultos**

Realizado el análisis estadístico no se observó diferencia entre los productos comerciales sobre la mortalidad de adultos de *B. tabaci*, del mismo modo que no se encontró interacción de número de aplicación y dosis, no obstante si se mostró efecto entre la dosis de cada producto Vertik® ($p=0,01$; $F= 31,28$; g.l.= 3) y Lecanicillium ($p= 0,01$; $F= 32,80$; g.l.= 3), aplicadas en el cultivo (tabla 7). Para el producto Vertik la dosis de 2cc/L fue en la que se evidenció mayor porcentaje de mortalidad (85,00%), disminuyendo el porcentaje de mortalidad para la dosis 1 cc/L y 3 cc/L con 73,48% y 61,85% respectivamente.

De la misma manera, el Lecanicillium produjo un efecto similar al Vertik, ya que el porcentaje de mortalidad más alto para adultos de *B. tabaci* fue con la dosis 2 cc/L (95,83%), mientras que con la dosis 1 cc/L se observó un menor porcentaje de mortalidad con 72,70% y con 3 cc/L se obtuvo el 61,11%.

La mortalidad causada por la aplicación de 2 cc/L de Vertik fue 81,07% mayor en relación al control, mostrando tasas de mortalidad 64,17% y 60,55%, con la aplicación de diferentes dosis. De la misma forma para Lecanicillium la diferencia de mortalidad de adultos con relación al control fueron 92,91; 71,4 y 57,18% mayor con dosis de 2, 1 y 3 cc/L, respectivamente.

Tabla 7. PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE ADULTOS DE *B. tabaci* POR LA APLICACIÓN DE DOS PRODUCTOS Y 3 DOSIS DE *V. Lecanii*.

TRATAMIENTO	N° de		
	APLICACIÓN	VERTIK (%)	LECANICILLIUM(%)
Control	1	1,30 b	1.30 c
	2	2,92 b	2.92 c
	3	3,93 b	3.93 c
	4	9,31 b	9.31 bc
Dosis 1 (1cc/L)	1	59,45 a	72.70 abc
	2	63.82 a	69.64 abc
	3	54,44 a	37.96 abc
	4	73.48 a	70.00 abc
Dosis 2 (2cc/L)	1	47.78 a	66.43 abc
	2	59.54 a	95.83 a
	3	85.00 a	83.33 ab
	4	38.50 a	52.68 abc
Dosis 3 (3cc/L)	1	61.85 a	51.09 abc
	2	52.06 a	40.00 abc
	3	60.00 a	61.11 abc
	4	52.26 a	60.49 abc

Valores promedios en una columna seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas de acuerdo a Tukey en las dosis de aplicación para Vertik ($p = 0, 01$; $F 31,28$) y para Lecanicillium ($p = 0,01$; $F = 32,80$).

Al observar la patogenicidad en ninfas, se obtuvieron resultados de mortalidad semejantes al de algunas investigaciones como lo indicado por Bustillo (1986) en la que se mostró que *V. lecanii* causó mortalidad hasta del 72% en adultos de *T. vaporariorum* en plantas de fríjol con una concentración de 10^8 conidias/ml, además menciona que se pueden obtener porcentajes superiores al 72 % para el estado adulto usando concentraciones más altas del hongo. Puesto que en el presente estudio la respuesta de

la mortalidad de ninfas de *B. tabaci* en función de la dosis y número de aplicación mostró una relación inversa, en la que se observó que a mayor dosis de *V. lecanii*, fue menor el número de aplicaciones para los dos productos Vertik y Lecanicillium, pero se observó una relación directa entre el porcentaje de mortalidad y la dosis así: a mayor dosis mayor porcentaje de mortalidad, en este caso la dosis óptima fue 3cc/L ya necesitó solo una aplicación alcanzando entre un 74,10% y 85, 53% de mortalidad respectivamente, VERTIK presentó una concentración de 2.5×10^9 upc /cc y LECANICILLIUM 1×10^8 upc/ cc.

En la mortalidad de adultos de *B. tabaci* hubo reacción ante la dosis, pero no al número de aplicación, presentando como mejor alternativa 2 cc/L de cada producto que mostró los porcentajes más altos entre 85% y 95,83% de mortalidad, pero con diferente número de aplicaciones. Se observó que con la dosis 3 cc/L disminuyó el porcentaje de mortalidad, esto se debe a que la población no es constante por su movilidad y la capacidad de volar.

De tal manera se puede decir que en comparación con estudios realizados en *Trialeurodes vaporariorum* en tomate orgánico, por Rodríguez y Del Pozo (2003)_ se obtuvieron resultados similares presentando un porcentaje entre 49.30 a 92.11 % de mortalidad de *T. vaporariorum*, mostrando también la misma relación directa a mayor dosis mayor porcentaje de mortalidad, con concentraciones de 10^7 - 10^9 conidios.ml⁻¹ de *V. lecanii*, respectivamente. De la misma forma se puede citar a Hincapie et al (1990) que evaluó a una cepa de *V. lecanii* bajo condiciones de invernadero sobre el áfido *Myzus persicae* en crisantemos, nos menciona que a medida que se incrementó la concentración del hongo se disminuyó el tiempo de desarrollo del hongo con los siguientes resultados 1×10^8 conidias/ml duró 3,25 días de inoculación a conidiogénesis, mientras que a la concentración de 1×10^4 conidias/ml, ésta tomó 9,25 días.

Según las investigación de Cavallazi et al (1998) en la que se probó *V. lecanii* como controlador de escama blanda (*Philephedra tuberculosa*) en guanábana en la cual se presentó un alto porcentaje de mortalidad superior al 69,89% con dosis de $1,8 \times 10^7$ conidias por mililitro, señalando que también actúa en todas las etapas del ciclo de vida del insecto lo que le hace un hongo entomopatógeno muy eficiente y apto para controlar *B. tabaci* en tomate hortícola.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

Finalizada la investigación “Evaluación de dos productos y tres dosis de *Verticillium lecanii* (*Verticillium lecanii*) para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate hortícola (*Lycopersicon esculentum*)” se establecen las siguientes conclusiones.

- Se redujo la población de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) mediante el uso de *Verticillium lecanii* en el cultivo de tomate hortícola (*Lycopersicon esculentum*) ya que se mostraron tasas de mortalidad de adultos y ninfas, aunque no existió diferencia significativa entre los dos productos Vertik y Lecanicillium.
- Se determinó la dosis óptima de cada producto, en Vertik para controlar ninfas la dosis fue de 3 cc/L con una sola aplicación presentando mortalidad del 74,10% y para adultos fue de 2 cc/L con 85% de mortalidad. Al usar Lecanicillium la mejor dosis para control de ninfas fue 3 cc/L con una sola aplicación y para adultos 2 cc/L con un porcentaje de mortalidad del 95,83%.
- El porcentaje de mortalidad para ninfas se determinó mediante el uso de la malla de puntos obteniendo el número de ninfas vivas y muertas en la muestra y para determinar el porcentaje de mortalidad en adultos se realizó el conteo de población inicial y final viva e infectada. Los mayores porcentajes de mortalidad de ninfas con Vertik utilizando 1 cc/L fue de 75,83% con 3 aplicaciones; con 2 cc/L fue de 70 % con dos aplicaciones; con 3 cc/L fue de 74,10% con una sola aplicación. Para

adultos al usar 1 cc/L el porcentaje fue de 73,48 %; con 2 cc/L presentó un porcentaje de mortalidad de 85% y con 3 cc/L se presentó un 61,85 % de

mortalidad. Al utilizar *Lecanicillium* los mayores porcentajes de mortalidad en ninfas fueron los siguientes: con 1 cc/L mostró un 85,37 % con tres aplicaciones; con 2 cc/ L se obtuvo un porcentaje de 83,80% con dos aplicaciones; con 3 cc/L se presentó un 85,53 % de mortalidad. Para el control de adultos de *B. tabaci* los mayores porcentajes de mortalidad fueron los siguientes con cada dosis: para 1 cc/L se obtuvo 72,70%; con 2 cc/L se observó 95,83% y con 3 cc/L se mostró 61,11 %.

6.2. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, L. (1989). Ecología de Virus Transmisibles por Mosquita Blanca en Fríjol en el Trópico Mexicano. *Ecología de Insectos Vectores de Virus en Plantas Cultivadas*. 112. Recuperado de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Unarrow/0041.pdf>
- Ahmad, M., Arif, M., Ahmad, Z., Denholm, I. (2002). Cotton whitefly, *Bemisia tabaci* resistance to organophosphates and pyrethroid insecticides in Pakistan. *Pest Manag, Sci*, 58, 203-208.
- AIC. (2003). El Cultivo De Tomate Rinon En Invernadero *Lycopersicum Esculentum*. *Asociacion de Indígenas Del Cañar*.
- Alean, I., Morales, A., Holguín, C., & Bellotti, A. (2004). Patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de *Aleurotrachelus socialis* (Homoptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. *Revista Colombiana de Entomología*, 30(1), 29-36. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882004000100005&lng=es&tlng=es.
- Álvarez, T., Bravo, E., Armendaris, E. (2014). SOBERANÍA ALIMENTARIA Y ACCESO A SEMILLAS HORTÍCOLAS EN EL ECUADOR. *LA GRANJA*. *Revista de Ciencias de la Vida*, 45-57.
- Argueta, I. (2011). *Evaluación del hongo entomopatógeno Verticillium lecanii (Zimmerman) Viegas como Bio-controlador de garrapatas en perros (Canis domesticus L)*. Universidad de el Salvador.

- Asaff, T., Reyes, V., Lopez, L., De La Torre, M. (2002) Guerra entre insectos y microorganismos: una estrategia natural para el control de plagas. *Avance y Perspectiva*, 21, 291-295.
- Berrios, M., Arredondo, C., & Tjalling, H. (2007). Guía de Manejo de Nutrición Vegetal de Especialidad. Pimiento. *SQM*, 1–103.
- Brown, J., Bird, J. (1992). Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean Basin. *Plant Disease*, 76(3), 220-225.
- Brown, J. 1993. *Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992. En: Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe.* CATIE.
- Brown, J., Bird, J., Frohlich, D., Rosell, R., Bedford, I. (1995). The relevance of variability within the Bemisia tabaci complex to epidemics caused by subgroup III geminiviruses. *Gerling. Taxonomy, biology, damage, control and management, Intercept Ltd.* 77-89
- Bustillo, A., Gonzáles, J., & Tamayo, P. (2015). Evaluación del hongo Verticillium lecanii en el control de mosca blanca, Trialeurodes vaporariorum en frijol. *Revista Colombiana de Entomología*, 12(2), 26–31.
- Cabezas, M, F. 1994. Apuntes de Entomología. *Revista de la Universidad Autónoma Agraria Antonio*. 69. Recuperado de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Unarrow/0041.pdf>
- Carreño, I. (2003). *Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la yuca Aleurotrachelus sociales Bondar (homoptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero.* Universidad Javeriana

- Cavallazzi, G., Prieto, A., & Ariza, R. (1998). Evaluación del entomopatógeno *Verticillium lecanii* (Zimm) Viegas en el control de la escama blanda *Philephedra tuberculosa* Nakahara & Gill en guanabana (*Anona muricata* L.). *Agronomía Colombiana*, 15(2,3), 106–111.
- Cornejo, Ch. (2009). *Evaluación de la respuesta agronómica bajo cubierta de dos híbridos de tomate de riñón (Lycopersicon esculentum) de crecimiento indeterminado Dominique y Michaella*. Escuela Politécnica del Ejército. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec>.
- Corpeño, B. (2004). Manual Del Cultivo De Tomate. *Centro de Investigación, Desarrollo Y Exportación de Agronegocios*, (114), 38. Recuperado de http://www.fintrac.com/docs/elsalvador/Manual_del_Cutivo_de_Tomate_WEB.pdf
- Costa, H., Ullman, D., Johnson, M., & Tabashnik, B. (1993). Squash silverleaf symptoms induced by immature, but not adult, *Bemisia tabaci*. *Phytopathology*, 83, 763-766. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882006000100001&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Diario el comercio. (2011). Variedades del cultivo de tomate riñón. Recuperado de http://www.elcomercio.com.ec/agromar/variedades-tomate-rinon-mercados-locales_0_442755750.html.
- Eliazondo, A., Murguido, C., & Matamoros, M. (2011). PATOGENICIDAD DE LOS HONGOS *LECANICILLIUM LECANII* (ZIMM .) ZARE & GAMS Y *BEAUVERIA BASSIANA* (BALS. -CRIV.) VUILL. SOBRE THRIPS Y PALMI KARMY EN EL CULTIVO DE LA PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM* L.). *FITOSANIDAD*, 15(3), 147–151.

- Fajardo, S., Soto, A., & Kongson, J. (2013). Eficiencia de productos alternativos contra *Trialeurodes vaporariorum* (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE). *Museo de Historia Natural*, 17(1), 91–97.
- FAO. (2011). El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>.
- Fernández, M. (2013). *Resistencia a insecticidas en Bemisia tabaci (Gennadius): nivel de resistencia, resistencias cruzadas y mecanismos implicados*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Gerling, D. (2000). Una reinterpretación sobre las moscas blancas 1. (63), 13–21.
- Goettel, M., & Inglis, G. (2001). Fungi Hyphomycetes, En: Lawrence Lacey. *Manual of techniques in insect pathology*. 213 - 249.
- Gonsebatt, G., Lietti, M. (2006). Presencia de *Bemisia tabaci* en el Cinturón Hortícola de Rosario: primeros registros. *Revista agromensajes*. 1 – 2.
- González, M., Aguilar, C., & Herrera, R. (2012). Control de insectos plaga en la agricultura utilizando Hongos Entomopatogenos: Retos y perspectivas. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 8 (4), 48. Recuperado de <http://cia.uagraria.edu.ec/archivos/SUAREZ%20GARCIA%20MIGUEL%20ANGE L.pdf>
- Guevara, F., & Estrella, N (2008). *Determinación y caracterización de enfermedades bacterianas del tomate riñón (Lycopersicon Sculentum), cultivado bajo invernadero en doce áreas de la cordillera central del Ecuador*. Escuela Politécnica del Ejército
- Hajek, A. (2004). *Natural Enemies. An introduction to biological control*. Estados Unidos, New York. Cambridge University Press. Recuperado de

https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=6zNey_Cdl3UC&oi=fnd&pg=PP13&dq=Hajek++A.E.++2004.++Natural++Enemies.++An++introduction++++to++biological++++control.++Cambridge+University+Press,+New+York.&ots=gZSoTy6u7C&sig=mFAg5rWxoni2NpILIk0CuSdKMKo#v=onepage&q&f=false

- Harrison, B. (1985). Advances in geminiviruses research. *Annual Review of Phytopathology*, 23, 55-82.
- Hernández, F. (2015). *Comportamiento agronómico de tomate (Lycopersicum esculentum mill) con cuatro densidades de siembra bajo invernadero en Quinsaloma*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Hincapie, R., Ospina, H., Bustillo, A., & Saldarriaga, A. (1990). Evaluación del entomopatógeno *Verticillium lecanii* en el control del áfido *Myzus persicae* en crisantemos. *Revista Colombiana de Entomología*, 16(2), 21–27.
- Infoagro. (2007). El cultivo de tomate riñón (1era parte). Recuperado de <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>
- Jarquín, D. (2004). *Evaluación de cuatro variedades de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.), basado en el complejo Mosca blanca (Bemisia tabaci) Geminivirus, en la comunidad de Apompuá, Potosí, Rivas, Nicaragua*. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- López, & Ávila, A. (2004). Manejo integrado de moscas blancas. *Bemisia tabaci* y *Aleurotrachelus* sociales. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/8282/1/yeimygarciavalencia.2012.pdf>
- Mabel, M. (2000). “*Estudios biológicos sobre Aleyrodidae (Insecta : Hemiptera) con especial énfasis en el complejo Bemisia tabaci (Gennadius) y su posible control biológico*”. Universidad de Buenos Aires.

- Martínez, N. (2010). Manejo integrado de plagas: Una solución a la contaminación ambiental. *Comunidad y Salud*, 8(1), 073-082. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-32932010000100010&lng=es&tlng=es.
- Morales, F., Cardona, C., Bueno, M., Rodríguez, I. (2006). Manejo Integrado de Enfermedades de Plantas causadas por virus transmitidos por moscas blancas. *CIAT*, 43.
- Monzón, J. 1992. *Distribución de Verticillium sp en tres zonas cafetaleras en Nicaragua y evaluación de dos aislamientos del hongo como agente de control biológico de la roya (Hemileia vatatrix) del café (Coffea arabica L.)*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Olimpia G, (2000). Mejora genética y manejo del Cultivo del Tomate para la Producción en el Caribe. *Revista Arbitrada Multidisciplinaria*, 15(4), 371 – 375.
- Oliveira, R., Henneberry, T., & Anderson, P. (2001). History, current status, and collaborative research projects for *B. tabaci*. *Crop Protection* (20). 709-723.
- Ortega, A. L. D. y H., Gonzalez H. (1989). *Mosquitas Blancas (Homoptera:Aleyrodidae) Vectores en Virus en Hortalizas*. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Perring, T. (2001). The Bemisia tabaci species complex. *Crop Protection*, 20, 725-737.
- Ramirez, G. (2013). *Evaluación agronomica bajo cubierta de tres híbridos de tomate riñon (Lycopersicon sculentum Mill), en la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas*. Escuela Politécnica del Ejército.

- Retamal, C. (2008). *Evaluación de la virulencia de dos cepas de Lecanicillium lecanii (Zimm.) Zare y Gams para el control biológico de Cinara cupressi (Buckton)*. Universidad Austral de Chile. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fifm763e/doc/fifm763e.pdf>
- Rivas. Z., Leguizamon C., & Ponce. D. (1996). Estudios histológicos, anatómicos y morfológicos de *Verticillium lecanii* y *Talaromyces wortmanii* con *hemileia vastatrix*. *Cenicafe* 47. 16-31.
- Rodríguez, A., & Del Pozo, E. (2003). Alternativa para el manejo de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood en tomate orgánico en Uruguay. 211–218.
- Rodríguez, I., Morales, H., Bueno, J., & Cardona, C. (2005). El biotipo B de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aley-rodidae) adquiere mayor importancia en el Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*, 31(1), 21-28.
- Romero, A., & Camon, G. (1995). Patogenicidad de *Verticillium lecanii* sobre la roya de frijol en condiciones de invernadero. *Fitopatología*. 1-6
- Quillota, F. 2003. *Efecto de la aplicación foliar de óxido de calcio sobre la clorosis marginal en hojas jóvenes de tomate cv. Fortaleza bajo invernadero frío*. Universidad Central de Venezuela
- Samsom, R., & Rombach. M. (1985). Biology of the fungin *Verticillium lecanii* and *Aschersonia*. In.: Biological pest control. *The glass house experience*. Blandford press, (2). 34 -42
- SICA. 2005. Tomate Riñón. Recuperado de <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1183/1/164.pdf>

- SINAGAP. (2015). Boletín Situacional Tomate Riñón, 1–6. Recuperado de http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2016/boletin_situaciona_l_tomate_rinon_2015.pdf
- STATISTA. (2017). Ranking de los principales productores de tomate a nivel mundial en el 2015 (en millones de toneladas). Recuperado de <https://es.statista.com/estadisticas/613401/principales-paises-productores-de-tomates-en-el-mundo/>
- Villacís, C. (2014). *Elaboración y comprobación de la eficacia in vivo de crema humectante con extracto de tomate (*Lycopersicum esculentum*, Solanáceae) y arazá (*Eugenia stipitata*, Myrtáceae)*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Valarezo, O., Cañarte, E., Navarrete, B., Guerrero, J., & Arias, B. (1995). Diagnóstico de la “mosca blanca” en Ecuador. *La Granja*, 13, 13–20.
- Zare, R., Gams, W. (2001). A revision of *Verticillium*. The genera *Lecanicillium* y *Simplicillium*. *Nova Hedwigia*, 73, 1- 50. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fifm763e/doc/fifm763e.pdf>

6.3. ANEXOS

Anexo 1. Datos de mortalidad de ninfas

Número total de ninfas y número de ninfas parasitadas en la 1 era aplicación

Tratamiento	Repeticiones					
	I		II		III	
	Ninfas parasitadas	Ninfas totales	Ninfas parasitadas	Ninfas totales	Ninfas parasitadas	Ninfas totales
P1D0	0.00	14	0.00	11	0.00	12
P1D1	2.33	4.27	2.60	4.93	2.53	4.53
P1D2	0.60	1.07	0.67	1.40	0.67	1.00
P1D3	1.27	1.93	0.60	0.73	0.60	0.80
P2D0	0.00	14	0.00	11	0.00	12
P2D1	1.47	2.73	1.60	2.73	0.73	1.40
P2D2	0.67	1.13	1.07	1.67	1.13	1.67
P2D3	2.53	2.93	3.47	3.93	1.53	1.87

Número total de ninfas y número de ninfas parasitadas en la 2 da aplicación

Tratamiento	Repeticiones					
	I		II		III	
	Ninfas parasitadas	Ninfas totales	Ninfas parasitadas	Ninfas totales	Ninfas parasitadas	Ninfas totales
P1D0	0.00	11	0.13	10	0.00	13
P1D1	2.27	3.93	2.13	3.73	1.20	2.00
P1D2	0.60	0.80	0.80	1.07	0.20	0.33
P1D3	1.73	3.53	1.07	1.73	0.93	1.33
P2D0	0.00	11	0.13	10	0.00	13
P2D1	0.73	1.47	1.40	2.33	8.07	13.07

P2D2	8.20	9.00	5.27	6.13	1.93	2.60
P2D3	4.27	5.73	0.20	0.40	0.67	1.33

Número total de ninfas y número de ninfas parasitadas en la 3era aplicación

Tratamiento	Repeticiones					
	I		II		III	
	Ninfas parasitadas	Ninfas totales	Ninfas parasitadas	Ninfas totales	Ninfas parasitadas	Ninfas totales
P1D0	0.15	10	0.06	10	0.00	11
P1D1	3.13	4.60	1.80	2.27	2.93	3.67
P1D2	1.20	2.53	1.33	2.93	0.73	1.40
P1D3	0.60	0.87	0.33	0.53	5.47	9.33
P2D0	0.15	10	0.06	10	0.00	11
P2D1	2.33	2.73	9.20	10.40	5.53	6.73
P2D2	0.20	0.67	1.20	2.00	0.93	1.47
P2D3	0.13	0.33	0.87	1.40	0.53	0.87

Número total de ninfas y número de ninfas parasitadas en la 4 ta aplicación

Tratamiento	Repeticiones					
	I		II		III	
	Ninfas parasitadas	Ninfas totales	Ninfas parasitadas	Ninfas totales	Ninfas parasitadas	Ninfas totales
P1D0	0.06	12	0.06	12	0.00	11
P1D1	2.13	4.40	1.13	2.20	0.60	1.07
P1D2	0.47	0.67	0.73	1.07	1.00	1.73
P1D3	0.47	0.73	0.27	0.33	3.40	4.27
P2D0	0.06	12	0.06	12	0.00	11
P2D1	0.87	1.47	1.00	1.67	0.93	1.93
P2D2	3.00	4.40	1.07	1.67	0.33	0.60

P2D3	0.87	1.07	0.73	0.93	0.87	1.13
-------------	------	------	------	------	------	------

Anexo 2. Datos de mortalidad de adultos

Población inicial de adultos de *B. tabaci* y población final infectada 1era aplicación

Tratamiento	Repeticiones					
	I		II		III	
	Adultos parasitados	Adultos totales	Adultos parasitados	Adultos totales	Adultos parasitados	Adultos Totales
P1D0	1.00	48.00	1.00	55.00	0.00	59.00
P1D1	11.00	27.00	3.00	7.00	18.00	19.00
P1D2	6.00	18.00	7.00	10.00	4.00	10.00
P1D3	8.00	10.00	5.00	9.00	9.00	18.00
P2D0	1.00	48.00	1.00	55.00	0.00	59.00
P2D1	7.00	15.00	8.00	8.00	5.00	7.00
P2D2	5.00	7.00	7.00	17.00	13.00	15.00
P2D3	12.00	23.00	8.00	18.00	17.00	30.00

Población inicial de adultos de *B. tabaci* y población final infectada 2 da aplicación

Tratamiento	Repeticiones					
	I		II		III	
	Adultos parasitados	Adultos totales	Adultos parasitados	Adultos totales	Adultos parasitados	Adultos Totales
P1D0	1.00	62.00	3.00	55.00	1.00	59.00
P1D1	10.00	13.00	9.00	15.00	6.00	11.00
P1D2	13.00	18.00	19.00	26.00	2.00	6.00
P1D3	4.00	5.00	3.00	7.00	1.00	3.00

P2D0	1.00	62.00	3.00	55.00	1.00	59.00
P2D1	14.00	16.00	14.00	28.00	5.00	7.00
P2D2	7.00	7.00	7.00	8.00	5.00	5.00
P2D3	2.00	3.00	1.00	3.00	1.00	5.00

Población inicial de adultos de *B. tabaci* y población final infectada 3era aplicación

Tratamiento	Repeticiones					
	I		II		III	
	Adultos parasitados	Adultos Totales	Adultos parasitados	Adultos totales	Adultos parasitados	Adultos Totales
P1D0	1.00	62.00	3.00	60.00	3.00	58.00
P1D1	4.00	8.00	4.00	5.00	4.00	12.00
P1D2	4.00	5.00	6.00	6.00	3.00	4.00
P1D3	4.00	4.00	3.00	10.00	2.00	4.00
P2D0	1.00	62.00	3.00	60.00	3.00	58.00
P2D1	5.00	15.00	5.00	9.00	3.00	12.00
P2D2	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00
P2D3	1.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00

Población inicial de adultos de *B. tabaci* y población final infectada 4ta aplicación

Tratamiento	Repeticiones					
	I		II		III	
	Adultos parasitados	Adultos Totales	Adultos parasitados	Adultos totales	Adultos parasitados	Adultos Totales
P1D0	4.00	62.00	8.00	58.00	4.00	52.00
P1D1	2.00	2.00	5.00	11.00	3.00	4.00
P1D2	2.00	3.00	1.00	4.00	2.00	3.00
P1D3	1.00	4.00	3.00	4.00	1.00	3.00
P2D0	4.00	62.00	8.00	58.00	4.00	52.00
P2D1	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00	5.00
P2D2	1.00	2.00	1.00	2.00	7.00	10.00
P2D3	1.00	3.00	3.00	3.00	1.00	3.00

Anexo 3. Análisis del porcentaje de mortalidad de ninfas de *B. tabaci* infectados por *V. lecanii*

NINFAS

Analysis of Variance Table for PMortNi

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	2	100.8	50.4		
Prod	1	134.2	134.2	4.99	0.1551
Error Rep*Prod	2	53.8	26.9		
Dosis	3	74410.9	24803.6	865.66	0.0000
Prod*Dosis	3	90.6	30.2	1.05	0.4047
Error Rep*Prod*Dosis	12	343.8	28.7		
Tiempo	3	23.8	7.9	0.15	0.9305
Prod*Tiempo	3	52.9	17.6	0.33	0.8045
Dosis*Tiempo	9	7360.2	817.8	15.25	0.0000
Prod*Dosis*Tiempo	9	610.4	67.8	1.26	0.2805
Error Rep*Prod*Dosis*Tiempo	48	2574.6	53.6		
Total	95	85756.0			

Grand Mean 48.372
 CV(Rep*Prod) 10.72
 CV(Rep*Prod*Dosis) 11.07
 CV(Rep*Prod*Dosis*Tiempo) 15.14

Statistix 9.0
 9:47:21

17/01/2017,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PMortNi for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	68.637	A
2	62.750	AB
1	61.733	B
0	0.367	C

Alpha 0.01 Standard Error for Comparison 1.5452
 Critical Q Value 5.458 Critical Value for Comparison 5.9633
 Error term used: Rep*Prod*Dosis, 12 DF
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PMortNi for Dosis*Tiempo

Dosis	Tiempo	Mean	Homogeneous Groups
1	3	80.600	A
3	1	79.817	A
2	2	76.900	AB
3	4	76.617	ABC
2	4	64.050	ABCD
2	1	60.233	BCD
3	2	59.167	CD
3	3	58.950	D
1	2	57.733	D
1	1	54.650	D
1	4	53.950	D
2	3	49.817	D
0	3	0.7000	E
0	2	0.4333	E
0	4	0.3333	E
0	1	0.0000	E

Anexo 4. Análisis del porcentaje de población de adultos de *B. tabaci* infectados por *V. lecanii*

Producto 1: VERTIK

P= 0,001

F= 31,28

G.1 = 3

Producto 1

Dosis	Tiempo	Mean	Homogeneous Groups
2	3	85.000	A
1	4	73.483	A
1	2	63.823	A
3	1	61.853	A
3	3	60.000	A
2	2	59.543	A
1	1	59.447	A
1	3	54.443	A
3	4	52.255	A
3	2	52.063	A
2	1	47.777	A
2	4	38.503	A
0	4	9.310	B
0	3	3.927	B
0	2	2.917	B
0	1	1.300	B

Producto 2: LECANICILLIUM

P= 0,001

F= 32,80

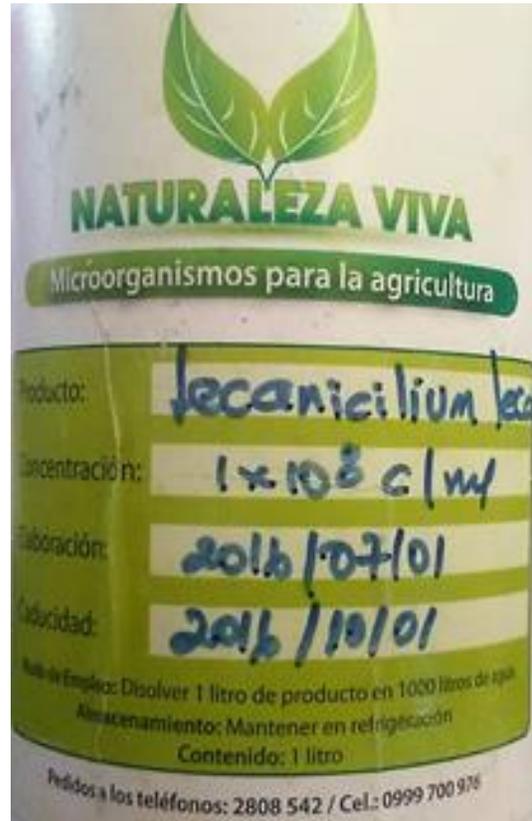
G.l= 3

Producto 2

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of mort for Dosis*Tiempo

Dosis	Tiempo	Mean	Homogeneous Groups
2	2	95.833	A
2	3	83.333	AB
1	1	72.700	ABC
1	4	70.000	ABC
1	2	69.643	ABC
2	1	66.427	ABC
3	3	61.113	ABC
3	4	60.491	ABC
2	4	52.679	ABC
3	1	51.093	ABC
3	2	40.000	ABC
1	3	37.963	ABC
0	4	9.310	BC
0	3	3.927	C
0	2	2.917	C
0	1	1.300	C

Anexo 5. Etiqueta de Vertik y Lecanicillium



Anexo 7. Gráficos

Trasplante



Etiquetado



Recolección de muestras



Riego por goteo



Ninfas y adultos de *Bemisia tabaci* observados en el estereoscopio





Ninfas y adultos de *Bemisia tabaci* infectados por *Verticillium lecanii* observados en el estereoscopio



CAPÍTULO VII

PROPUESTA

Título

Aplicación de *Verticillium lecanii* para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate hortícola (*Lycopersicon esculentum*).

7.1. Datos informativos

Se localizará en la Granja Agroecológica del Gobierno Provincial de Tungurahua en Píllaro y en sectores con similares condiciones ambientales del país.

7.2. Antecedentes de la propuesta

Según los registros de creación de resistencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a pesticidas para su control y el uso inadecuado de los mismos, es necesario fomentar el conocimiento de productos biológicos como controladores de B. tabaci en productores pequeños y grandes, con esto se logrará evitar altos costos de producción.

7.3. Justificación

Mediante la aplicación de *Verticillium lecanii* como agente controlador de mosca blanca en el cultivo de tomate hortícola, se proyecta disminuir el uso de insecticidas químicos. Promoviendo el control biológico con el que se beneficie al agricultor reduciendo costos

de producción, al consumidor brindándole un producto sano y de calidad libre de residuos químicos, para el ambiente generando un equilibrio biológico.

7.4. Objetivos

Aplicar *Verticillium lecanii* en el cultivo de tomate hortícola para controlar la población de mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

7.5. Análisis de factibilidad

Con la aplicación de esta propuesta se logrará disminuir la población de mosca blanca específicamente en estados juveniles, reduciendo también la población adulta, sin afectar a otros organismos presentes en el cultivo de tomate. Permitiendo a los productores obtener tomate de buena calidad, con dirección a un mejor mercado y elevar sus ingresos económicos.

7.6. Fundamentación

Para obtener frutos inocuos, a la vez demandados por los consumidores, requiere consideraciones especiales en su manejo, control de plagas y enfermedades y recolección. Con el cumplimiento de normas de control biológico. Se obtendrá frutos sanos y de buena calidad para el consumo humano, el cual garantiza la seguridad y soberanía alimentaria.

7.7. Metodología, modelo operativo

Observación de incidencia de mosca blanca en el cultivo de tomate hortícola

Visualizar la presencia de estados juveniles de mosca blanca en el envés de las hojas. Los signos visibles se presentan en el haz de la hoja con coloración amarilla y posiblemente recubiertas con una melaza café en la que se desarrolla un hongo llamado fumagina.

La aplicación debe ser entre las 6 y 8 a.m., con una bomba de uso exclusivo para el bioinsecticida.

Preparación de *Verticillium lecanii* previo a la aplicación en campo

Una vez adquirido el producto comercial Vertik o Lecanicillium, se preparará una solución de 3 cc/L en 1 litro de agua.

Aplicación de *Verticillium lecanii* en el cultivo.

Cuando la solución ya sea homogénea se aplicará el hongo en el cultivo con ayuda de una bomba mochila, procurando recubrir con la aspersion toda la planta, asegurándonos de que el producto llegue al envés de la hoja donde se encuentra la plaga. La aplicación se realizará desde abajo hacia arriba.

7.8. Administración

Se trabajará con la asistencia técnica de profesionales de la Granja Experimental Agroecológica del Gobierno Provincial de Tungurahua.