

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



TESIS

“EFECTO PATOGENICO DE *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii* EN *Pulvinaria psidii* (COCHINILLA DEL MOLLE) EN CONDICIONES DE INVERNADERO”

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

CLEISER YONEL CRUZADO SÁNCHEZ

ASESOR:

ING. OSCAR ROGELIO SÁENZ NARRO

CAJAMARCA – PERÚ

2026

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Cleiser Yonel Cruzado Sánchez
DNI: 75893911
Escuela Profesional/Unidad UNC:
INGENIERÍA FORESTAL
2. Asesor:
Ing. Oscar Rogelio Sáenz Narro
Facultad/Unidad UNC:
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
EFFECTO PATOGENICO DE *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii* EN *Pulvinaria psidii* (COCHINILLA DEL MOLLE) EN CONDICIONES DE INVERNADERO
6. Fecha de evaluación: 17/03/2026
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (ORIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 14 %
9. Código Documento: oid:::3117:568578781
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 17/03/2026

Firma y/o Sello Emisor Constancia
 Ing. Oscar Rogelio Sáenz Narro DNI: 26618571



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

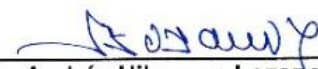
En la ciudad de Cajamarca, a los veintitrés días del mes de febrero del año dos mil veintiséis, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 070-2026-FCA-UNC**, de fecha **12 de enero del 2026**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"EFECTO PATOGENICO DE *Beauveria bassiana* Y *Lecanicillium lecanii* EN *Pulvinaria psidii* (COCHINILLA DEL MOLLE) EN CONDICIONES DE INVERNADERO"**, realizada por el Bachiller **CLEISER YONEL CRUZADO SÁNCHEZ** para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las diecisiete horas y quince minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las dieciocho horas y cuarenta y cinco minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.


Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
PRESIDENTE


Ing. Mg. Sc. Luis Dávila Estela
SECRETARIO


Ing. Andrés Hibernon Lozano Lozano
VOCAL


Ing. Oscar Rogelio Saenz Narro
ASESOR

DEDICATORIA

A mi familia, por su amor incondicional que me ha sostenido en cada paso, por su apoyo firme que ha sido mi mayor fortaleza y por su ejemplo constante, que inspira mis esfuerzos y me impulsa a ser cada día una mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por concederme fortaleza, sabiduría y perseverancia para cumplir mis objetivos, y por iluminar cada paso de mi formación profesional y personal.

A mi asesor, Ing. Oscar Rogelio Sáenz Narro, por su dedicación, orientación, paciencia y acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación; por compartir sus conocimientos y motivarme constantemente a superarme académicamente.

A los docentes universitarios, quienes contribuyeron a mi formación con sus enseñanzas y consejos, brindándome los conocimientos para culminar esta etapa.

A Yani, por su amor, paciencia y apoyo a lo largo de este proceso; por acompañarme en cada desafío y compartir conmigo la alegría de cada logro.

A mis compañeros y amigos, por su colaboración, respaldo y palabras de ánimo, que fueron fundamentales para lograr este objetivo.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Hipótesis	3
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Antecedentes de la investigación	4
2.1.1. Internacionales	4
2.1.2. Nacionales.....	5
2.1.3. Locales	5
2.2. Bases teóricas.....	6
2.2.1. Schinus terebinthifolius Raddi.....	6
2.2.2. Pulvinaria psidii Maskell	8

2.3.	Definición de términos.....	19
2.3.1.	Cochinilla.....	19
2.3.2.	Hongo entomopatígeno	19
2.3.3.	Insecto	19
2.3.4.	Plaga agrícola.....	20
2.3.5.	Plaga forestal.....	20
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS		21
3.1.	Ubicación	21
3.2.	Materiales.....	21
3.2.1.	Materiales biológicos	21
3.2.2.	Materiales y equipos de invernadero	21
3.2.3.	Materiales y equipos de laboratorio	21
3.3.	Metodología	22
3.3.1.	Variables.....	22
3.3.2.	Diseño experimental	22
3.3.3.	Procedimientos del experimento.....	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		32
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		39
5.1.	Conclusiones	39
5.2.	Recomendaciones	39
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Descripción de los niveles y tratamientos ejecutados en la investigación</i>	22
Tabla 2. <i>Mortalidad de ninfas de P. psidii causada por B. bassiana (T1, T2, T3).</i>	32
Tabla 3. <i>Análisis de varianza (ANOVA) de los tratamientos aplicados con B. bassiana.</i>	34
Tabla 4. <i>Prueba de Tukey para efecto de los tratamientos aplicados con B. bassiana.</i>	34
Tabla 5. <i>Mortalidad de ninfas de P. psidii causada por L. lecanii (T4, T5, T6).</i>	35
Tabla 6. <i>Análisis de varianza (ANOVA) de los tratamientos aplicados con L. lecanii.</i>	37
Tabla 7. <i>Prueba de Tukey para efecto de los tratamientos aplicados con L. lecanii.</i>	37
Tabla 8. <i>Formato de registro de individuos muertos tras la aplicación de los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7).</i>	45
Tabla 9. <i>Condiciones climáticas durante el periodo de la investigación – año 2024.</i>	46
Tabla 10. <i>Conteo de individuos de P. psidii por repetición tras la aplicación de B. bassiana (T1, T2, T3).</i>	46
Tabla 11. <i>Conteo de individuos de P. psidii por repetición tras la aplicación de L. lecanii (T4, T5, T6).</i>	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Distribución mundial de P. psidii</i>	9
Figura 2. <i>P. psidii</i> hembra en estado adulto.	10
Figura 3. <i>Croquis del diseño experimental y distribución de los tratamientos</i>	23
Figura 4. <i>Acondicionamiento de plantones de S. terebinthifolius en el invernadero</i>	24
Figura 5. <i>Recolección de hojas y ramas de S. terebinthifolius infestadas con P. psidii en la vía de Evitamiento (urbanización de los docentes)</i>	25
Figura 6. <i>Infestación de plantones de S. terebinthifolius con ninfas de P. psidii en invernadero</i>	25
Figura 7. <i>Plantones de S. terebinthifolius infestados con P. psidii en invernadero</i>	26
Figura 8. <i>Vista de ninfas de P. psidii infectadas y colonizadas con B. bassiana (a) y L. lecanii (b)</i>	31
Figura 9. <i>Mortalidad de B. bassiana sobre ninfas de P. psidii</i>	33
Figura 10. <i>Mortalidad de L. lecanii sobre ninfas de P. psidii</i>	36
Figura 11. <i>Comparativo de % de mortalidad de B. bassiana y L. lecanii sobre ninfas de P. psidii</i>	38
Figura 12. <i>Pesado de sustrato de B. bassiana y L. lecanii</i>	47
Figura 13. <i>Preparación del caldo entomopatígeno (mezcla del hongo, aceite agrícola y agua destilada)</i>	48
Figura 14. <i>Dilución del caldo entomopatígeno en agua mineral para obtener la solución final</i>	48
Figura 15. <i>Aplicación de los tratamientos con B. bassiana y L. lecanii</i>	49
Figura 16. <i>Recolección de P. psidii infectada con B. bassiana y L. lecanii</i>	49
Figura 17. <i>Observación al estereoscopio de la infección de P. psidii con B. bassiana y L. lecanii</i>	50

Figura 18. <i>Observación en microscopio de la estructura de B. bassiana.</i>	50
Figura 19. <i>Observación en microscopio de la estructura de L. lecanii.</i>	51

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el invernadero de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, utilizando plantones de *Schinus terebinthifolius* infestados con ninfas de *Pulvinaria psidii* (cochinilla del molle). El objetivo fue evaluar el efecto patogénico de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii* sobre la densidad poblacional de esta plaga. El experimento se desarrolló bajo el Diseño Completamente al Azar (DCA), con seis tratamientos, un testigo y tres repeticiones, para un total de 21 unidades experimentales. Las evaluaciones se realizaron a los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días posteriores a la aplicación de los tratamientos. Los resultados indicaron que *B. bassiana* presentó mayor efecto patogénico, destacando el tratamiento T3 (dosis 1.6 %; concentración de 9.2×10^{10} conidias), alcanzando una mortalidad del 56,11 % a los 30 días posteriores a su aplicación. Por su parte, *L. lecanii* mostró su mayor eficacia en el tratamiento T6 (dosis 1.6 %; concentración de 5×10^9 conidias), causando una mortalidad del 51,6 %, en el mismo periodo de evaluación.

Palabras clave: *Schinus terebinthifolius*, *Pulvinaria psidii*, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, efecto patogénico.

ABSTRACT

The present research was conducted in the greenhouse of the Professional Academic School of Forestry Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, at the National University of Cajamarca, using seedlings of *Schinus terebinthifolius* infested with nymphs of *Pulvinaria psidii* (peppertree scale). The objective was to evaluate the pathogenic effect of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Lecanicillium lecanii* on the population density of this pest. The experiment was carried out under a Completely Randomized Design (CRD), with six treatments, one control, and three replications, totaling 21 experimental units. Evaluations were conducted at 5, 10, 15, 20, 25, and 30 days after treatment application. The results indicated that *B. bassiana* showed the greatest pathogenic effect, particularly in treatment T3 (dose 1.6 %; concentration of 9.2×10^{10} conidia), reaching a mortality rate of 56.11 % at 30 days after application. Meanwhile, *L. lecanii* achieved its highest efficacy in treatment T6 (dose 1.6 %; concentration of 5×10^9 conidia), causing 51.6 % mortality during the same evaluation period.

Keywords: *Schinus terebinthifolius*, *Pulvinaria psidii*, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, pathogenic effect.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Schinus terebinthifolius es una especie arbórea originaria de la costa este de Brasil, por su alta capacidad de adaptación, ha sido introducida y establecida en diversas regiones tropicales y subtropicales de América, Europa, África, Asia y Oceanía (Almeida et al., 2007). A nivel global, ha despertado interés por sus aplicaciones en la medicina tradicional y por sus propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y antiulcerogénicas (Carvalho et al., 2013), además de su potencial como fuente de aceites esenciales (Atti et al., 2009).

Sin embargo, su introducción fuera del área de origen implica retos fitosanitarios que se intensifican con el cambio climático, debido a que las variaciones ambientales favorecen el estrés vegetal y la proliferación de plagas. En este contexto, *P. psidii* constituye una plaga relevante, pues su alimentación provoca clorosis, debilitamiento y defoliación progresiva en la planta (Mau y Kessing, 1992).

Frente a esta problemática, la investigación ha orientado esfuerzos hacia estrategias de manejo sostenible, priorizando métodos compatibles con la conservación ambiental. El control microbiológico mediante el uso de hongos entomopatógenos constituye una herramienta efectiva en el control de la plaga y no genera impactos negativos en el ambiente.

La investigación se realizó con la finalidad de evaluar el efecto patogénico de *B. bassiana* y *L. lecanii* sobre la densidad poblacional de *P. psidii* en plantones de *S. terebinthifolius* en condiciones de invernadero.

1.1. Descripción del problema

La presencia de *P. psidii* en *S. terebinthifolius* constituye un problema fitosanitario que afecta directamente el desarrollo y valor ornamental de la planta. Este insecto se localiza principalmente en hojas y tallos tiernos, donde succiona la savia del floema. Aunque el daño ocasionado por individuos aislados es menor, las infestaciones masivas generan amarillamiento foliar, defoliación, disminución del cuajado de frutos y pérdida progresiva del

vigor de la planta (Mau y Kessing, 1992). Las ninfas y hembras adultas excretan mielecilla, lo que favorece el desarrollo de fumagina, afectando la fotosíntesis y el valor ornamental de la planta. En Cajamarca, encontramos a *P. psidii* invadiendo casi toda el área foliar de algunas plantas de la ciudad.

Pese a la magnitud del problema, existe limitada información a nivel local sobre estrategias efectivas y ambientalmente sostenibles para su manejo. El uso de insecticidas químicos, aunque común, puede generar impactos negativos en el ambiente y en la salud pública, especialmente en áreas urbanas. En este contexto, surge la necesidad de evaluar alternativas ecológicas, como el control microbiológico mediante hongos entomopatógenos, que permitan reducir las poblaciones de la plaga sin comprometer el equilibrio ambiental, por lo que la pregunta de investigación es:

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto patogénico de los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *L. lecanii* sobre la densidad poblacional de *P. psidii* en plántones de *S. terebinthifolius* en condiciones de invernadero?

1.3. Justificación

En la ciudad de Cajamarca, *S. terebinthifolius* desempeña un papel fundamental en la arborización urbana, al emplearse como especie ornamental en parques y avenidas. Sin embargo, su establecimiento fuera de su hábitat natural la expone a condiciones adversas del entorno urbano, como el déficit hídrico, la contaminación atmosférica y la compactación del suelo, que generan estrés fisiológico y debilitan sus mecanismos de defensa. Esta situación incrementa su vulnerabilidad a plagas, ya que los individuos afectados presentan menor capacidad de resistencia y recuperación frente al ataque de insectos, lo que facilita su colonización y proliferación. En consecuencia, se propicia el aumento de sus poblaciones.

Entre las principales amenazas se encuentra *P. psidii*, insecto succionador de savia que reduce el vigor de la planta y afecta su valor estético. El deterioro progresivo del arbolado urbano no solo compromete su función ornamental, sino también los beneficios ambientales que aporta, como la regulación microclimática y la mejora de la calidad del aire.

En este contexto, es necesario generar estudios orientados a la protección y manejo sostenible de la especie. El uso de hongos entomopatógenos como agentes de control biológico representa una alternativa ecológica frente a los plaguicidas químicos, especialmente en espacios urbanos donde se prioriza la seguridad ambiental y sanitaria. Por ello, la presente investigación evalúa su efecto patogénico sobre la densidad de *P. psidii*, con el fin de aportar conocimientos que respalden estrategias de manejo integrado de plagas y fortalezca los programas de sanidad vegetal y conservación de la arborización urbana en Cajamarca.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto patogénico de los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *L. lecanii* sobre la densidad de ninfas de *P. psidii* en plantones de *S. terebinthifolius* en condiciones de invernadero.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el hongo entomopatógeno con mayor eficacia en el control de *P. psidii*.
- Determinar la dosis más eficaz de *B. bassiana* y *L. lecanii* sobre la densidad de ninfas de *P. psidii*.

1.5. Hipótesis

Los hongos presentan actividad patogénica contra *P. psidii*; sin embargo, *B. bassiana* demuestra una mayor eficacia en el control de esta plaga en comparación a *L. lecanii*, alcanzando niveles superiores de mortalidad en los individuos infestados.

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacionales

Gratereaux (2009) realizó un estudio sobre el potencial de los hongos entomopatógenos *B. bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces* spp. para el control de la cochinilla *Dysmicoccus brevipes* en el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Costa Rica. En la primera fase del estudio, se seleccionaron y agruparon cepas de cada especie, conformando mezclas de cuatro y cinco cepas, las cuales fueron aplicadas a una concentración de 5×10^7 conidios. A los 14 días de evaluación, se registraron porcentajes de mortalidad que variaron entre 33,33 % y 100 %. En la segunda fase, se evaluó en laboratorio el tratamiento más prometedor de la etapa previa (BII), aplicándose un total de 16 tratamientos. Los resultados mostraron mortalidades entre 26,92 % y 54,32 %, destacando el Tratamiento 12 (cepas A3, 0410 y B-B56-16) como el más eficaz, seguido por los Tratamientos 11, 9 y 3, con porcentajes ligeramente inferiores.

Kondo et al. (2010) en su investigación sobre el manejo integrado de insectos escama (Hemiptera: Coccoidea) con énfasis en el control biológico – Colombia, afirman que los enemigos naturales de los insectos de la familia Coccoidea pertenecen al grupo de hongos entomopatógenos de los géneros *Cordyceps*, *Beauveria*, *Fusarium* y *Lecanicillium*.

Serrano (2021) evaluó métodos de control de *Pseudococcus elisae* en cultivo de banano en Honduras, utilizando *B. bassiana*, Protec K y Clorpirifós. Se aplicaron cuatro tratamientos con tres repeticiones durante 10 a 12 semanas, y los racimos se cosecharon según su madurez fisiológica para efectuar el conteo de cochinillas. Los tratamientos con Clorpirifós, *B. bassiana* y Protec K no mostraron diferencias significativas entre sí; sin embargo, sí se observó una diferencia significativa respecto al testigo sin tratamiento ($P <$

0,05). El tratamiento más económico fue *B. bassiana*, el cual además ofrece ventajas para la salud pública y la conservación del medio ambiente.

2.1.2. Nacionales

Ávalos (2014) evaluó el efecto de *L. lecanii* y *B. bassiana* sobre *Planococcus citri* en condiciones de laboratorio, utilizando hojas de limón infestadas con 20 ninfas por unidad experimental. Los hongos se aplicaron a concentraciones de 10^6 y 10^7 conidios/mL mediante aspersión manual, y los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente. A las 72 h posteriores a la aplicación, la mortalidad de las ninfas osciló entre 78,3 % y 85 % para *B. bassiana*, y entre 80 % y 81,5 % para *L. lecanii*, sin diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, se observó una diferencia significativa en comparación con el control, que presentó solo 10 % de mortalidad, evidenciando la efectividad de ambos hongos entomopatógenos en el control de la plaga bajo condiciones de laboratorio.

Rivas (2020) evaluó el efecto del control biológico mediante el hongo entomopatógeno *B. bassiana* sobre *Planococcus citri* en condiciones in vitro en Lambayeque, Perú. Se emplearon distintas concentraciones de Velifer, formulado con *B. bassiana*, distribuidas en los siguientes tratamientos: T1 (1 L/ha sin coadyuvante), T2 (1,5 L/ha con coadyuvante), T3 (2 L/ha con coadyuvante) y T4 (testigo absoluto). Cada tratamiento contó con cuatro repeticiones de 10 individuos, y se realizaron evaluaciones cada 24 h durante 4 días. El tratamiento T3 resultó ser el más efectivo, mostrando efectos desde las primeras 24 h de inoculación, y al finalizar el experimento (96 h) *B. bassiana* parasitó el 100% de los individuos, a excepción del testigo.

2.1.3. Locales

Cerquín (2019) evaluó el efecto de *B. bassiana* y *L. lecanii* sobre larvas de *Pseudoplusia* sp. en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) en Cajamarca, Perú. Se aplicaron cuatro tratamientos: *B. bassiana* T1 (8×10^{10} conidios/L) y T2 (16×10^{10}

conidias/L), y *L. lecanii* T3 (8×10^{10} conidias/L) y T4 (16×10^{10} conidias/L), evaluando cinco plantas por tratamiento antes y después de cada una de las cuatro aplicaciones. El tratamiento T2 provocó la mayor mortalidad, con 29,51 % y 52,54 % de larvas muertas a los cinco y diez días, respectivamente, superando a *L. lecanii*, que alcanzó 19,23 % y 37,74 % en el mismo periodo.

Loje (2019) investigó el efecto de *L. lecanii* sobre *Tetranychus* sp. en rosa (*Rosa* sp.) en Cajamarca, Perú. Durante 3 cosechas, se realizaron evaluaciones un día antes y cinco días después de la aplicación del hongo. Se evaluaron 10 plantas por tratamiento, obteniéndose un total de noventa muestras. Los resultados mostraron que el tratamiento T2 (16×10^{10} conidias/L) produjo la mayor mortalidad, con 52,69 %, superando al T1 (8×10^{10} conidias/L), que alcanzó 50,16 %.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Schinus terebinthifolius* Raddi

2.2.1.1. Taxonomía

Según JBM (2023), la clasificación taxonómica de la especie es la siguiente:

Clase : Magnoliopsida

Orden : Sapindales

Familia : Anacardiaceae

Género : *Schinus*

Especie : *terebenthifolius*

2.2.1.2. Origen y distribución geográfica

Schinus terebinthifolius (en adelante, *S. terebinthifolius*) es originario de la costa este de Brasil, donde se distribuye desde el noreste hasta el sur del país. Con el tiempo, ha sido introducido en diversos países de América del Sur y América Central, así como en regiones

como Bahamas, las Indias Occidentales, Florida, Arizona, California, Hawái, el área mediterránea de Europa, el norte de África, el sur de Asia y Sudáfrica (Almeida et al., 2007).

2.2.1.3. Descripción morfológica

Árbol de hasta 7 m de altura, con ramas glabras o pubescentes en las partes jóvenes. Presenta hojas imparipinnadas con 1 a 6 pares de folíolos opuestos, sésiles o con peciólulos de hasta 1 mm; los folíolos son obovados, elípticos, oblongos u oblongo-lanceolados. Las flores son unisexuales, con pistilodio en las masculinas y estaminodios en las femeninas. El fruto es una drupa roja de 4 a 6,5 mm de diámetro. Las flores masculinas poseen anteras ovadas de 0,5 a 0,8 mm y filamentos comprimido-subulados; las femeninas presentan ovario subgloboso de aproximadamente 1 mm, estilo corto (0,2–0,3 mm) con tres estigmas aplanados y capitados (JBM, 2023).

2.2.1.4. Estado fitosanitario en Brasil

Ninfas y adultos de *Pseudophilothrips ichini* consumen brotes y hojas jóvenes, causando enrollamiento, necrosis y menor crecimiento; daños reiterados reducen biomasa y vigor, aunque en su área nativa existe regulación natural (Cuda et al., 2006).

Calophya terebinthifolii provoca agallas y deformaciones que disminuyen el área fotosintética y el rendimiento fisiológico, especialmente en plantas jóvenes, pudiendo reducir el crecimiento en infestaciones severas (Burckhardt et al., 2011).

Los herbívoros especializados de *S. terebinthifolius* pueden limitar crecimiento y reproducción; sin embargo, en su rango nativo no generan impactos forestales económicamente relevantes (Wheeler et al., 2016).

2.2.1.5. Usos

En Brasil es conocida como “aroeira de praia”, dentro de sus usos en la medicina popular se comporta como antiinflamatorio, antitérmico, analgésico y como agente

depurativo. Tiene propiedades antimicrobianas, antiinflamatoria y antiulcerogénicas (Carvalho et al., 2013).

En Brasil, los usos son múltiples, la corteza de tallo es utilizado en gran cantidad como antiinflamatorio y para curar cicatrices de heridas, las hojas secas trituradas se aplican como cataplasmas antisépticas sobre las úlceras de la piel, la infusión de las hojas alivia la bronquitis y otras dolencias respiratorias, el jugo de raíces maceradas es eficiente para el tratamiento de tumores ganglionares (Almeida et al., 2007).

De las hojas y bayas se extraen aceites esenciales, debido a su alto porcentaje de hidrocarburos sesquiterpénicos y monoterpénicos (Atti et al., 2009).

En Estados Unidos se introdujo *S. terebinthifolius* a fines del siglo XIX, se lo encontraba dentro de los parques, jardines, y principales calles de las ciudades, desempeñando un papel importante como árbol ornamental (Almeida et al., 2007).

2.2.2. *Pulvinaria psidii* Maskell

2.2.2.1. Taxonomía.

Según Bragard et al. (2022), la clasificación taxonómica de la especie es la siguiente:

Clase : Insecta

Orden : Hemiptera

Familia : Coccidae

Género : *Pulvinaria*

Especie : *psidii*

Nombre común : “cochinilla del guayabo”.

2.2.2.2. Distribución geográfica y hospederos.

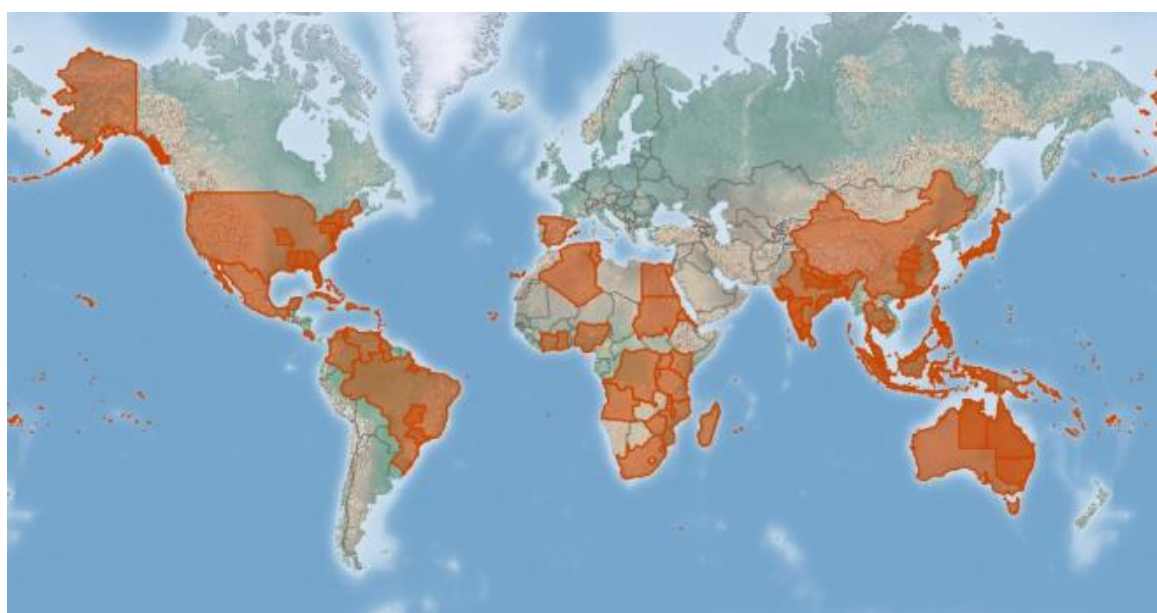
Pulvinaria psidii (en adelante: *P. psidii*) se describió originalmente en Hawái sobre *Psidium* sp. (Guayabo), actualmente se encuentra distribuido en países de las regiones

tropicales y subtropicales del mundo (Sudamérica, Centroamérica, África, Asia, Oceanía, este y sur de España y Canarias) (Bragard et al., 2022).

Es un insecto polífago que se alimenta de aproximadamente 230 especies vegetales pertenecientes a más de 70 familias. Se encuentra con mayor frecuencia en cultivos como palto (*Persea americana*), café (*Coffea* sp.), guayabo (*Psidium guajava*), litchi (*Litchi chinensis*), mango (*Mangifera indica*), morera (*Morus* sp.) y granada (*Punica granatum*). Asimismo, se ha registrado su presencia en solanáceas como tomate (*Solanum lycopersicum*) y pimiento (*Capsicum annuum*), así como en especies ornamentales como el canelo (*Melia azedarach*) (Bragard et al., 2022).

Figura 1

Distribución mundial de P. psidii.



Fuente: Centro de Biociencia Agrícola Internacional (CABI) (como se citó en Del Pino, 2021).

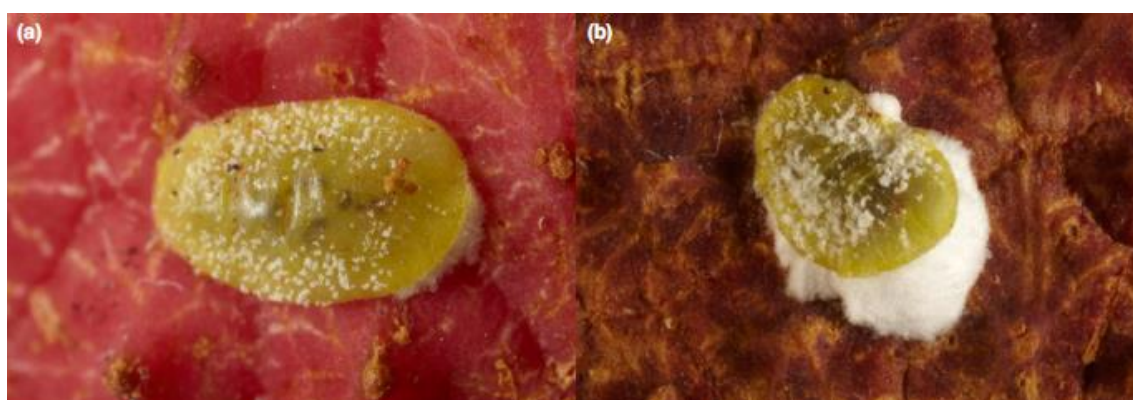
2.2.2.3. Descripción morfológica

No se conocen machos de *P. psidii*, los insectos hembra se reproducen sin fertilización y producen huevos que eclosionan como hembras (Mau y Kessing, 1992).

La hembra adulta es larviforme y áptera, con cabeza y tórax fusionados y sin una segmentación abdominal claramente definida (Laboratorio de Entomología Sistemática [SEL], como se citó en Moreno, 2011). Presenta un perfil ligeramente convexo, antenas compuestas por ocho segmentos y patas bien desarrolladas. En su interior alberga huevos de forma ovada y color ligeramente rojizo (Del Pino et al., 2021).

Figura 2

P. psidii hembra en estado adulto.



Nota. (a), hembra adulta recién emergida (longitud del cuerpo 4 mm); (b), hembra adulta madura (longitud del cuerpo 4.5 mm) con ovisaco. Fuente: Bragard et al. (2022).

2.2.2.4. Ciclo vital

En zonas templadas, con una temperatura promedio de 16 °C y humedad relativa entre 50 % y 70 %, las ninfas emergen de marzo a junio a partir de los adultos del año anterior, infestando flores y frutos jóvenes. El estado ninfal dura cuatro semanas, y los adultos viven unas cuatro semanas adicionales. Entre junio y septiembre completan su ciclo biológico, alcanzando el estado adulto en un periodo total de cinco semanas (Del Pino et al., 2021).

Las hembras presentan de dos a tres estados inmaduros (ninfas), con patas reducidas o ausentes. Se fijan al hospedero mediante las piezas bucales (Laboratorio de Entomología Sistemática [SEL], como se citó en Moreno, 2011). En estado ninfal pueden ser transportadas

por el viento; al establecerse, producen un escudo similar al de la hembra adulta (Del Pino et al., 2021).

- **Huevos**

Se depositan debajo del cuerpo de la escama adulta, entre secreciones cerosas blancas. Cuando se acumula la cantidad necesaria de huevos, el adulto es desplazado fuera de su nido (Mau y Kessing, 1992).

- **Ninfas**

Las escamas inmaduras son amarillas, planas y elípticas. Esta etapa tiene una duración de 25 a 30 días (Del Pino et al., 2021).

- **Adultos**

Son ovoides, de color verde a amarillo, están cubiertos de una cera blanca en polvo. Sus ojos son de color negro. Miden aproximadamente 4.2 mm de largo y 3.2 mm de ancho. Las hembras a lo largo de su vida producen hasta 260 huevos, los cuales tienen la apariencia de una masa algodonosa blanca ubicada debajo del adulto (Mau y Kessing, 1992).

2.2.2.5. Daños

P. psidii generalmente se localiza en hojas y tallos tiernos, alimentándose del floema del huésped. el ataque del insecto de manera individual es mínimo y casi imperceptible; sin embargo, la alimentación de poblaciones numerosas causa amarillamiento, defoliación, reducción del cuajado del fruto y pérdida de vigor en la planta (Mau y Kessing, 1992).

Las ninfas y hembras adultas excretan una mielecilla, lo que favorece el desarrollo del hongo de la fumagina, en consecuencia, disminuye la capacidad fotosintética del hospedero, retrasa su crecimiento, pudiendo llegar a causar la muerte en plantas jóvenes (Del Pino et al., 2021).

2.2.2.6. Manejo Integrado de Plagas (MIP)

Es una estrategia de enfoque ecológico para la gestión de cultivos, orientado a prevenir y resolver problemas fitosanitarios en la agricultura. Su objetivo es controlar las poblaciones de plagas manteniéndolas en niveles que no causen daños significativos, minimizando al mismo tiempo el uso de pesticidas para proteger el medio ambiente (Kondo et al., 2010).

2.2.2.6.1. Control cultural

Para minimizar la infestación de *P. psidii*, se recomienda inspeccionar las plantas antes de la siembra y, ante cualquier signo del insecto, podar y destruir el material afectado. Dado que la plaga prolifera en ambientes cálidos y húmedos, es fundamental mejorar la ventilación en plantaciones, viveros e invernaderos (Kondo et al., 2010).

2.2.2.6.2. Control biológico

Se utiliza a la mariquita (*Cryptolaemus montrouzieri*), que actúa como depredador del insecto plaga, también existe registros donde se utiliza parásitos como: *Microterys kotinskyi* y *Microterys flavus*. (Mau y Kessing, 1992).

Otros agentes de control biológico de la familia *Coccoidea* incluyen hongos entomopatógenos de los géneros *Cordyceps*, *Beauveria*, *Fusarium* y *Lecanicillium* (Kondo et al., 2010).

2.2.2.6.3. Control microbiológico

Existe un grupo de hongos entomopatógenos utilizados para el control del insecto, que incluye los géneros *Cordyceps*, *Beauveria*, *Fusarium* y *Lecanicillium*, agrupados en la familia *Coccoidea* (Kondo et al., 2010).

A. Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos son eficaces en el control microbiológico de insectos; comprenden más de 750 especies distribuidas en 100 géneros, capaces de causar infecciones

sobre sus hospedadores (Pucheta et al., 2006). Estos microorganismos pueden infectar y matar al insecto, lo que los convierte en una alternativa confiable para regular sus poblaciones (Altimira, 2020).

B. *Beauveria bassiana* Vuillemin

En el año 1835, Agostino Bassi fue el primero en describir a *Beauveria bassiana* (en adelante: *B. bassiana*), como agente del mal del segno, este entomopatógeno fue la causa de grandes pérdidas económicas en la industria de la seda del sur de Europa entre los siglos XVIII y XIX (Herrero, 2011).

En nuestro país, este hongo se utiliza para controlar plagas de insectos como: “broca del café” (*Hypothenemus hampei*), “gorgojo negro del plátano” (*Cosmopolites sordidus*), “palomillas de la col” (*Plutella xylostella*, *Hellula undella*), pulgones y arañitas rojas (Gómez et al., 2014).

a. Taxonomía

Según Alexopoulos (como se citó en Cerquín, 2019) la clasificación taxonómica de la especie es la siguiente:

Reino	: Myceteae
División	: Ascomycota
Subdivisión	: Deuteromycotina
Clase	: Hyphomycetidae
Orden	: Moniliales
Familia	: Moniliaceae
Género	: <i>Beauveria</i>
Especie	: <i>bassiana</i>

b. Distribución geográfica

B. bassiana se distribuye mundialmente y prefiere suelos pobres en materia orgánica, con alta concentración de arcilla, generalmente en regiones de bajas latitudes y hasta 1000 msnm (Herrero, 2011).

c. Descripción morfológica

Las esporas son conidios blancos a amarillentos con filamentos transparentes y septos en zigzag; las hifas miden entre 2,5 y 25 μm . Según el entorno, el hongo produce distintos tipos de conidios: en condiciones aeróbicas, conidios esféricos de 1–4 μm y ovalados de 1,55–5,5 $\times$ 1–3 μm ; en condiciones anaeróbicas, blastosporas ovaladas de 2–3 μm de diámetro y 7 μm de longitud. Tanto blastosporas como conidios son los órganos infecciosos del hongo (Dannon et al., 2020).

d. Ciclo biológico

Se divide en dos fases: infectiva y reproductiva. La fase infectiva va desde la germinación de la spora hasta la muerte del insecto, y depende de las condiciones que el huésped proporcione, como nutrición, temperatura y humedad. La fase reproductiva ocurre tras la muerte del huésped e incluye miceliación y esporulación, cuya eficacia depende de las condiciones climáticas (Poma, 2011).

e. Sintomatología

Antes de infectarse, los insectos presentan síntomas como intranquilidad, pérdida de coordinación e incluso suspensión de la alimentación (Herrero, 2011). Tras la muerte, el cuerpo del insecto queda cubierto por una capa blanca y algodonosa formada por el micelio y las esporas del hongo (Monzón, 2001).

f. Mecanismo de acción

La infección del insecto por *B. bassiana* se desarrolla en cuatro etapas: adhesión, germinación y diferenciación, penetración y diseminación.

- **Adhesión.** Ocurre mediante mecanismos de reconocimiento y compatibilidad entre los conidios y las células de la cutícula. Estos se fijan a la cutícula mediante fuerzas electrostáticas y químicas, y posteriormente, la producción de mucílago modifica la epicutícula, facilitando la germinación de los conidios (Dannon et al., 2020).

- **Germinación – diferenciación.** Este proceso depende tanto de los conidios suspendidos en el aire como de la composición bioquímica de la cutícula del huésped, que puede favorecer o inhibir la germinación. Bajo condiciones óptimas, los conidios y blastosporas forman tubos germinativos. La diferenciación se caracteriza por la formación del apresorio (clavija de penetración), que actúa como lubricante, suaviza la cutícula y facilita la penetración del hongo (Dannon et al., 2020).

- **Penetración.** Desde el apresorio (clavija de penetración), el hongo atraviesa todas las capas de la cutícula gracias a la acción hidrolítica de enzimas como proteasas, quitinasas y lipasas, junto con la presión mecánica y otros factores, hasta alcanzar un ambiente rico en nutrientes: la hemolinfa del insecto (Dannon et al., 2020).

- **Diseminación.** En la hemolinfa, el hongo cambia de crecimiento filamentoso a formas unicelulares tipo blastospora, aprovecha los nutrientes, coloniza los tejidos y debilita el sistema inmune del huésped. Además, secreta toxinas (como beauvericina, beauverolidas, bassianólidos e isarolidas) que aceleran la infección. Tras la muerte del insecto, produce oosporina para inhibir bacterias y, días después, forma conidios en el cadáver que facilitan la dispersión de nuevas esporas (Dannon et al., 2020).

C. *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare & W. Gams

Lecanicillium lecanii (en adelante: *L. lecanii*), es utilizado en nuestro país para controlar “moscas blancas”, *Bemisia tabaci*, *Paraleyrodes citri*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Aleurodicucs cocois*, pulgones y arañas rojas (Gómez et al., 2014).

a. Taxonomía

Según Alexopoulos y Mims (como se citó en Loje, 2019) la clasificación taxonómica de la especie es la siguiente:

Reino	: Myceteae
División	: Amastigomycota
Subdivisión	: Deuteromycotina
Clase	: Hyphomycetidae
Orden	: Moniliales
Familia	: Moniliaceae
Género	: <i>Lecanicillium</i>
Especie	: <i>lecanii</i>

b. Distribución geográfica

Lecanicillium se encuentra frecuentemente atacando insectos escamas y pulgones en zonas tropicales y subtropicales del mundo. Además, ataca a insectos del orden Coleóptera, Díptera, Himenóptera y ácaros (Monzón, 2001).

c. Descripción morfológica

El hongo presenta micelio tabicado, conidióforos simples y verticilados, anchos en la base y progresivamente más delgados hacia el extremo. Los conidios, de forma cilíndrica a ovoide, se agrupan en cabezuelas y están rodeados por una sustancia mucilaginosa (Gómez et al., 2014).

d. Ciclo biológico

Se divide en dos fases: parasítica y saprófita. La primera comprende desde la adhesión y germinación de la espора hasta la muerte del insecto. La segunda ocurre después de la muerte y abarca colonización, emergencia, esporulación y diseminación (Zambrano, 2019).

e. Sintomatología

Los síntomas en el hospedero incluyen pérdida de sensibilidad, descoordinación en sus movimientos, obstrucción respiratoria, agotamiento de reservas, fallo orgánico y parálisis (Zambrano, 2019). El hongo lo recubre con un micelio blanquecino en forma de halo, lo que le da el nombre de “hongo blanco de la corona” (Gómez et al., 2014).

f. Mecanismo de acción

El hongo actúa por contacto: las esporas se adhieren a la cutícula y en 48 h, inician la infección. Puede penetrar por la cutícula o por vía oral; en el primer caso, enzimas como lipasas, quitinasas y proteasas degradan el tejido y facilitan el ingreso. El tubo germinativo forma apresorios que atraviesan la epicutícula, permitiendo que las hifas invadan el hemocel y se diseminen por la hemolinfa. La proliferación fúngica provoca la muerte y momificación del insecto (Zambrano, 2019).

Las etapas en el desarrollo de la infección son:

- **Adhesión de la conidia a la cutícula del insecto.** Corresponde al contacto inicial del hongo con la superficie del hospedero. En este proceso intervienen glicoproteínas que facilitan la fijación de las conidias, generalmente en las zonas más blandas del insecto (Zambrano, 2019).

- **Germinación de conidias.** Es el proceso en el cual la conidia germina sobre el insecto generando el tubo germinativo, para luego formar el apresorio mediante el cual se fija en la cutícula. El tiempo de germinación aproximado varía de 12 a 20 h (Zambrano, 2019).

- **Penetración del integumento.** La degradación enzimática de la cutícula (mecanismo químico) y la presión mecánica ejercida por el tubo germinativo (mecanismo físico), causan la penetración de la cutícula. El tiempo de penetración es de 8 a 12 h (Zambrano, 2019).

- **Multiplicación del hongo en el hemocele.** Una vez en el hemocele, la hifa se ensancha y se ramifica dentro del insecto, formando estructuras miceliales libres y unicelulares denominadas blastosporas (Zambrano, 2019).
- **Producción de toxinas.** Los hongos producen toxinas con propiedades insecticidas, principalmente enzimas como lipasas, glicogenasas, amilasas y quitinasas, que provocan degeneración tisular, pérdida de integridad estructural y deshidratación celular por pérdida de fluidos (Zambrano, 2019).
- **Muerte del insecto.** Ocurre antes de que el hongo colonice por completo el hemocele, marcando el fin de la fase parasítica y el inicio de la saprófita. El tiempo hasta la muerte del insecto depende de las condiciones ambientales, la cepa y el hospedero (Zambrano, 2019).
- **Colonización.** En este proceso, el micelio invade tejidos y órganos; tras la colonización, el hongo libera una sustancia antibacteriana que evita la descomposición y mantiene al insecto momificado. Este periodo dura entre 3 y 8 días (Zambrano, 2019).
- **Emergencia.** Si las condiciones son favorables, el hongo emerge a través de la cutícula y esporula sobre el cadáver, generando inóculo para nuevos hospedadores. En caso contrario, permanece en el interior del insecto durante meses, hasta que el ambiente permita su esporulación (Zambrano, 2019).
- **Esporulación.** Una vez que las hifas emergen al exterior y las condiciones de humedad y temperatura son favorables, se produce la formación de conidios o esporas en un periodo de 24 a 48 h (Zambrano, 2019).
- **Diseminación.** Las esporas se dispersan por acción del viento, la lluvia, los animales y el ser humano, alcanzando nuevos hospedadores para iniciar el proceso de infección (Gómez et al., 2014).

2.2.2.6.4. Control químico

La aplicación de aerosoles en la etapa ninfal es efectiva y causa mortalidad; sin embargo, el control en otras fases es difícil, ya que el insecto muerto permanece adherido a la planta hospedera, lo que puede generar una falsa impresión sobre su estado (Mau y Kessing, 1992).

El plaguicida acefato 12420 actúa en todas las etapas del insecto, con una mortalidad media del 98,8%; el dicrotophos alcanza 94,8% y el monocrotophos 92,8% de efectividad (Mau y Kessing, 1992).

2.3. Definición de términos

2.3.1. Cochinilla

Es un insecto polífago de color blanco, se alimenta succionando la sabia de las plantas transfiriéndole el virus que produce marchitez. Pertenecen al orden Hemíptera (Gratereaux, 2009).

2.3.2. Hongo entomopatígeno

Es un microorganismo que posee la capacidad de infectar y matar insectos. Además de controlar las poblaciones de insectos, también forman complejas relaciones con las plantas (Altimira, 2020).

Es un organismo microscópico que se encuentra en la naturaleza; obtiene su nutrición de otros organismos o de materia orgánica, su cuerpo está constituido por una estructura llamada micelio, que, a su vez, es un conjunto de estructuras llamadas hifas. Se desarrolla en ambientes frescos, húmedos y de poco sol (Monzón, 2021).

2.3.3. Insecto

Artrópodo invertebrado que presenta un exoesqueleto de quitina, un cuerpo organizado y definido en tres regiones (cabeza, tórax y abdomen) y tres pares de patas articuladas (Sánchez, 2018).

Invertebrado con el cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen, posee exoesqueleto de quitina, un par de antenas y tres pares de patas insertadas en el tórax; generalmente presenta uno o dos pares de alas. Respira por tráqueas y su desarrollo puede ser con metamorfosis completa o incompleta (Chapman, 2013).

2.3.4. *Plaga agrícola*

Cualquier tipo de planta, animal, variedad biológica o microorganismo que pueda resultar perjudicial para las plantas o sus productos (FAO, 2016).

2.3.5. *Plaga forestal*

Organismo, principalmente insectos o patógenos, que al aumentar su población o introducirse en un ecosistema forestal causa daños significativos en los árboles, afectando su crecimiento, supervivencia, calidad de la madera y equilibrio ecológico (FAO, 2010).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La investigación se realizó en el invernadero de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca. Geográficamente se ubica entre las coordenadas 77°66'67" E y 9°20'6728" N, a una altitud de 2750 msnm, temperatura varía de 8 a 22°C, con una precipitación promedio de 600 mm anuales (SENAMHI, 2024).

3.2. Materiales

3.2.1. *Materiales biológicos*

- Ninfas de *P. psidii*
- Cepas de *B. bassiana* y *L. lecanii*
- Plantones de *S. terebinthifolius*

3.2.2. *Materiales y equipos de invernadero*

- Aceite agrícola
- Agua destilada
- Pulverizador manual
- Libreta de apuntes
- Hojas de registro
- Plumones indelebles
- Pinzas entomológicas
- Lupa
- Cámara fotográfica

3.2.3. *Materiales y equipos de laboratorio*

- Microscopio óptico
- Estereoscopio digital

- Balanza electrónica
- Alfileres entomológicos
- Bisturí
- Láminas cobre y portaobjetos

3.3. Metodología

3.3.1. Variables

3.3.1.1. Variables independientes

- Hongo *B. bassiana*
- Hongo *L. lecanii*

3.3.1.2. Variable dependiente

- Ninfas de *P. psidii*

3.3.2. Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con seis tratamientos, un testigo y tres repeticiones, haciendo un total de 21 unidades experimentales.

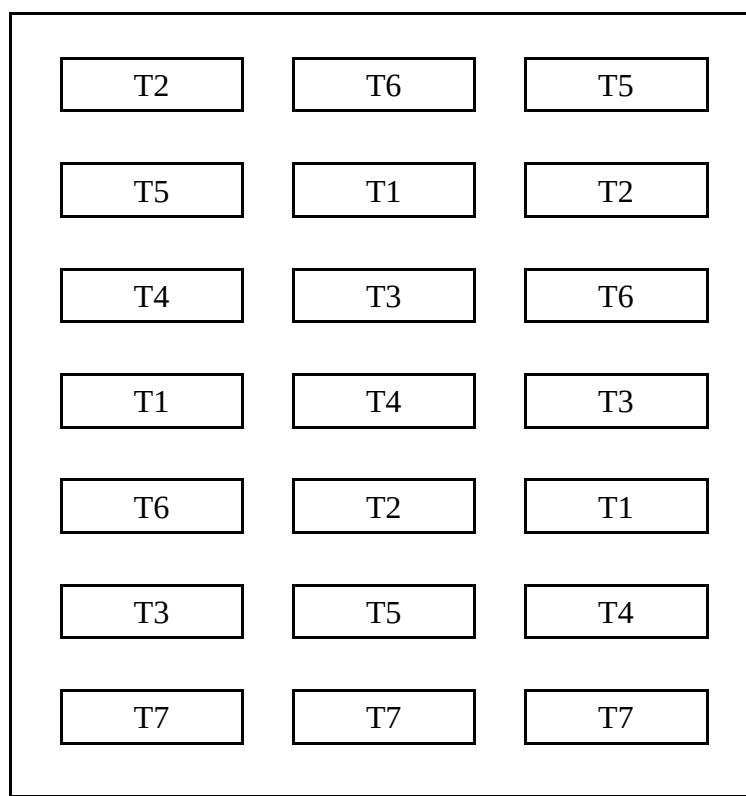
Tabla 1

Descripción de los niveles y tratamientos ejecutados en la investigación

Tratamientos	Niveles		Descripción	Concentración Conidias/g
	Entomopatógeno	Dosis		
T1	<i>Beauveria bassiana</i>	0.40%	0.3 g/75 ml de agua	2.3×10^{10}
T2	<i>Beauveria bassiana</i>	0.80%	0.6 g/75 ml de agua	4.6×10^{10}
T3	<i>Beauveria bassiana</i>	1.60%	1.2 g/75 ml de agua	9.2×10^{10}
T4	<i>Lecanicillium lecanii</i>	0.40%	0.3 g/75 ml de agua	1.25×10^9
T5	<i>Lecanicillium lecanii</i>	0.80%	0.6 g/75 ml de agua	2.5×10^9
T6	<i>Lecanicillium lecanii</i>	1.60%	1.2 g/75 ml de agua	5×10^9
T7	Testigo (agua destilada)	0.00%	Testigo (agua)	0

Figura 3

Croquis del diseño experimental y distribución de los tratamientos.



3.3.3. Procedimientos del experimento

3.3.3.1. Infestación de plántones de *S. terebinthifolius* con *P. psidii*

Se adquirieron plántones de *S. terebinthifolius* (6 meses de edad) del vivero de la Municipalidad distrital de Los Baños del Inca. Se transportaron hasta las instalaciones del invernadero de la EAPIF de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNC, donde se instaló y acondicionó, asegurando condiciones óptimas para su desarrollo (Figura 04). Para inducir la infestación, se recolectaron ramas y hojas de *S. terebinthifolius* previamente infestadas con *P. psidii* en estado ninfal (Figura 05). El material vegetal infestado se colocó en contacto directo y uniforme sobre los plántones sanos, asegurando la proximidad física entre las ninfas y el nuevo hospedero (Figura 06). La infestación se produjo por contacto, permitiendo que las ninfas migraran activamente desde el material vegetal infestado hacia los plántones, donde se fijaron e iniciaron su alimentación. El proceso de establecimiento y adaptación de *P. psidii* en

los plantones tuvo una duración de 8 días (Figura 07), período durante el cual se realizó el monitoreo continuo para verificar la fijación, supervivencia y desarrollo de la infestación.

Figura 4

*Acondicionamiento de plantones de *S. terebinthifolius* en el invernadero.*



Figura 5

Recolección de hojas y ramas de S. terebinthifolius infestadas con P. psidii en la vía de Evitamiento (urbanización de los docentes).



Figura 6

Infestación de plantones de S. terebinthifolius con ninfas de P. psidii en invernadero.



Nota. El círculo amarillo y negro señalan las ramas infestadas con *P. psidii* colocadas sobre plantones de *S. terebinthifolius* para favorecer su diseminación y fijación.

Figura 7

Plantones de S. terebinthifolius infestados con P. psidii en invernadero.



Nota. El círculo amarillo y negro muestran la fijación de ninfas de *P. psidii* en los plantones de *S. terebinthifolius*, evidenciando el proceso de infestación y establecimiento del insecto en su nuevo huésped.

3.3.3.2. Registro de ninfas vivas antes de la aplicación de los tratamientos

Una vez realizada la infestación, se procedió a realizar un conteo minucioso del número de ninfas y adultos presentes en cada plantón (unidad experimental). Para ello, se empleó una lupa, lo que facilitó el conteo de los insectos. Este procedimiento tuvo como finalidad determinar con exactitud la densidad poblacional inicial de la plaga antes de la aplicación de los tratamientos.

3.3.3.3. Preparación y aplicación de los tratamientos

SENASA (2014) en el manual de producción y uso de los hongos entomopatógenos, indica que se deben disolver dos bolsas del producto (1 600 g) en 200 L de agua para obtener la solución final.

3.3.3.3.1. Prueba en blanco

El proceso consistió en la aplicación de agua, mediante un aspersor, sobre un plantón seleccionado aleatoriamente, con el propósito de determinar el volumen requerido de agua para lograr una cobertura foliar uniforme y completa. Esta estimación permite establecer con precisión el volumen de solución entomopatógena necesario durante la aplicación de los tratamientos. El volumen de agua determinada en la prueba en blanco fue de 75 ml.

Cálculo de cantidad de entomopatógeno a utilizar en los tratamientos

- (T1 y T4) dosis 0.4%

$$\begin{array}{rcl}
 800 \text{ g} & \text{-----} & 200 \text{ l} \\
 x & \text{-----} & 0.075 \text{ l} \\
 x = \frac{800 \text{ g} \times 0.075 \text{ l}}{200 \text{ l}} \\
 x = 0.3 \text{ g}
 \end{array}$$

- (T2 y T5) dosis al 0.8%

$$\begin{array}{rcl}
 1\ 600 \text{ g} & \text{-----} & 200 \text{ l} \\
 x & \text{-----} & 0.075 \text{ l} \\
 x = \frac{1600 \text{ g} \times 0.15 \text{ l}}{200 \text{ l}} \\
 x = 0.6 \text{ g}
 \end{array}$$

- (T3 y T6) dosis al 1.6%

$$3\,200\text{ g} \text{ ----- } 200\text{ l}$$

$$x \text{ ----- } 0.075\text{ l}$$

$$x = \frac{3\,200\text{ g} \times 0.075\text{ l}}{200\text{ l}}$$

$$x = 1.2\text{ g}$$

Cálculo de cantidad de aceite agrícola a utilizar en los tratamientos

- (T1 y T4)

$$100\text{ ml} \text{ ----- } 800\text{ g}$$

$$x \text{ ----- } 0.3\text{ g}$$

$$x = \frac{100\text{ ml} \times 0.3\text{ g}}{800\text{ g}}$$

$$x = 0.0375\text{ ml}$$

- (T2 y T5)

$$100\text{ ml} \text{ ----- } 800\text{ g}$$

$$x \text{ ----- } 0.6\text{ g}$$

$$x = \frac{100\text{ ml} \times 0.6\text{ g}}{800\text{ g}}$$

$$x = 0.075\text{ ml}$$

- (T3 y T6)

$$100\text{ ml} \text{ ----- } 800\text{ g}$$

$$x \text{ ----- } 1.2\text{ g}$$

$$x = \frac{100\text{ ml} \times 1.2\text{ g}}{800\text{ g}}$$

$$x = 0.15\text{ ml}$$

Para los tratamientos **T1** y **T4** (tres repeticiones), se pesaron 0.9 g de sustrato de *B. bassiana* y *L. lecanii*, a los cuales se adicionaron 0.11 ml de aceite agrícola, respectivamente, con el propósito de encapsular las esporas del hongo. Posteriormente, la dispersión del entomopatógeno en el aceite agrícola fue complementada con agua destilada para favorecer la disociación de las esporas adheridas al sustrato de arroz. La mezcla obtenida fue sometida a un proceso de filtración mediante un colador de malla fina, obteniéndose el denominado "caldo de entomopatógenos". El caldo resultante se diluyó en 225 ml de agua mineral con el fin de estandarizar la concentración del inóculo. La solución final se transfirió a un dispensador manual y se aplicó de manera homogénea, asegurando la cobertura completa de las tres unidades experimentales por cada tratamiento. Todo el procedimiento se llevó a cabo a las 18:00 h.

Para los tratamientos **T2** y **T5** (tres repeticiones), se pesaron 1.8 g de sustrato de *B. bassiana* y *L. lecanii*, a los cuales se adicionaron 0.225 ml de aceite agrícola, respectivamente, con el propósito de encapsular las esporas del hongo. Posteriormente, la dispersión del entomopatógeno en el aceite agrícola fue complementada con agua destilada para favorecer la disociación de las esporas adheridas al sustrato de arroz. La mezcla obtenida fue sometida a un proceso de filtración mediante un colador de malla fina, obteniéndose el denominado "caldo de entomopatógenos". El caldo resultante se diluyó en 225 ml de agua mineral con el fin de estandarizar la concentración del inóculo. La solución final se transfirió a un dispensador manual y se aplicó de manera homogénea, asegurando la cobertura completa de las tres unidades experimentales por cada tratamiento. Todo el procedimiento se llevó a cabo a las 18:30 h.

Para los tratamientos **T3** y **T6** (tres repeticiones), se pesaron 3.6 g sustrato de *B. bassiana* y *L. lecanii*, a los cuales se adicionaron 0.45 ml de aceite agrícola, respectivamente, con el propósito de encapsular las esporas del hongo. Posteriormente, la

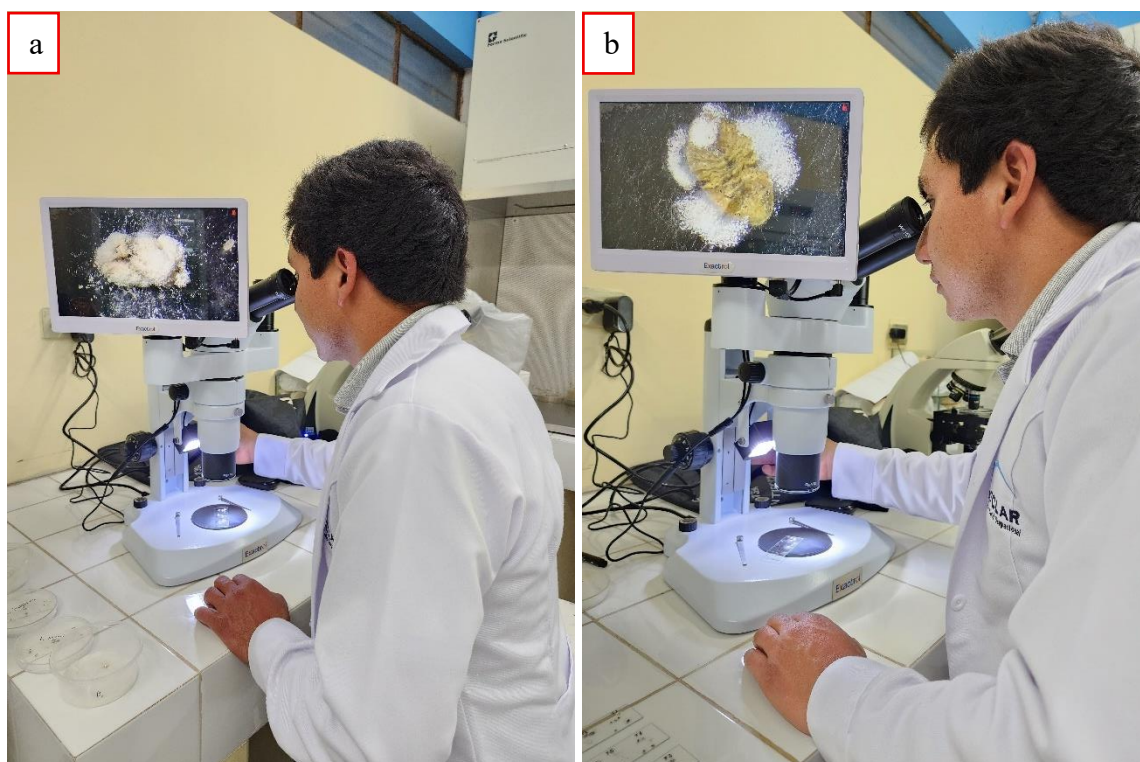
dispersión del entomopatógeno en el aceite agrícola fue complementada con agua destilada para favorecer la disociación de las esporas adheridas al sustrato de arroz. La mezcla obtenida fue sometida a un proceso de filtración mediante un colador de malla fina, obteniéndose el denominado "caldo de entomopatógenos". El caldo resultante se diluyó en 225 ml de agua mineral con el fin de estandarizar la concentración del inóculo. La solución final se transfirió a un dispensador manual y se aplicó de manera homogénea, asegurando la cobertura completa de las tres unidades experimentales por cada tratamiento. Todo el procedimiento se llevó a cabo a las 19:00 h.

3.3.3.4. Evaluación de los tratamientos

La mortalidad de las ninfas se determinó a los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días después de la aplicación de los tratamientos. En el formato de evaluación (Tabla 8), se registró el número de ninfas vivas y por diferencia se determinó el número de ninfas muertas y posteriormente estos datos se expresaron en porcentaje de mortalidad (SENASA, 2008) y (Gómez et al., 2014).

Figura 8

Vista de ninfas de P. psidii infectadas y colonizadas con B. bassiana (a) y L. lecanii (b).



El porcentaje de mortalidad se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

En donde:

P_i : Población inicial

P_f : Población final

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de la aplicación de los tratamientos, los insectos infectados con *B. bassiana* y *P. psidii* mostraron signos progresivos de infección. A los 3 y 4 días se observó disminución de la movilidad y pérdida del apetito; a los 6 días, algunos insectos presentaron parálisis parcial o total. Al día 8 se notó un ligero cambio en la coloración y la aparición de micelio superficial. Finalmente, a los 11-12 días, el hongo colonizó completamente al hospedero.

A continuación, se presentan los resultados de la mortalidad de *P. psidii* causada por *B. bassiana*, a los 30 días posteriores a su aplicación.

Tabla 2

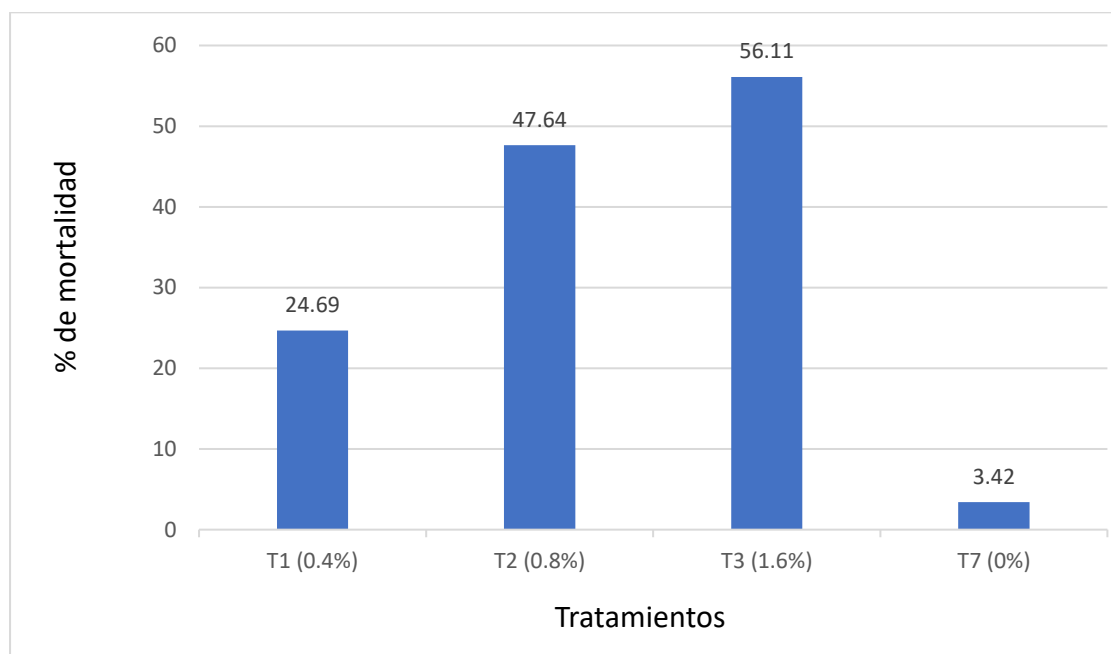
Mortalidad de ninfas de P. psidii causada por B. bassiana (T1, T2, T3).

Tratamientos	Número de ninfas vivas							% de mortalidad
	Población							
	Inicial de	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20	Día 25	Día 30	
	ninfas							
T1	81	76	70	65	62	61	61	24.69
T2	85	75	60	52	47	46	44	47.64
T3	106	92	73	59	49	47	47	56.11
T7	97	96	96	96	95	94	94	3.42

En la Tabla 2 se detalla el porcentaje de mortalidad obtenido tras la aplicación de los tratamientos. El T3 presenta el mayor porcentaje de mortalidad, alcanzando un 56.11 %, seguido del T2 con 47.64 %, mientras que T1 obtuvo un 24.69 %. Por último, el T7 (testigo) registró el porcentaje más bajo, con 3.42 %, valor correspondiente a la mortandad natural del insecto. Estas diferencias evidencian que la eficacia del hongo está directamente relacionada con la concentración de conidias aplicadas en cada tratamiento; a mayor concentración, mayor es la mortalidad causada por el hongo.

Figura 9

Mortalidad de B. bassiana sobre ninfas de P. psidii.



En la Figura 9 se observa que el tratamiento con mayor porcentaje de mortalidad de *P. psidii* fue el T3, aplicado a una dosis de 1.6 % y con una concentración de conidias de 9.2×10^{10} , alcanzando un 56.11 %. Seguido del T2, con una dosis de 0.8 % y una concentración de conidias de 4.6×10^{10} , logrando un 47.64 % de mortalidad. Finalmente, el T1 con una dosis de 0.4 % y una concentración de conidias de 2.3×10^{10} , logrando un 24.69 % de mortalidad. Estos resultados coinciden con la investigación realizada por Gratereaux (2009), quien indicó que *B. bassiana* causó un 54.32 % de mortalidad en *Dysmicoccus brevipes* (cochinilla), bajo condiciones de laboratorio. Asimismo, Ávalos (2014) y Cerquín (2019) reportaron mortalidades de 78.3 % y 52.54 % en *Planococcus citri* y *Pseudoplusia* sp., respectivamente. Estos antecedentes respaldan la eficacia de *B. bassiana* en el control de *P. psidii*.

Tabla 3

Análisis de varianza (ANOVA) de los tratamientos aplicados con B. bassiana.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Tratamientos	5120.24	3	1706.75	166.22	<0.0001
Error	82.14	8	10.27		
Total	5202.38	11			

CV = 9.75%

En la Tabla 3 el análisis de varianza muestra que el valor de probabilidad (p-valor) de los tratamientos evaluados es menor que el nivel de significancia (0,05), lo que indica que los tratamientos aplicados causaron un efecto significativo sobre la mortalidad de *P. psidii*, generando diferencias estadísticamente significativas entre T1, T2, T3 y T7 y conduciendo al rechazo de la hipótesis nula (H_0); estas diferencias reflejan que las variaciones en dosis y concentraciones de conidias aplicadas en T1, T2 y T3 influyen directamente en la eficacia del hongo entomopatógeno.

El coeficiente de variación (CV = 9.75 %), indica uniformidad en las unidades experimentales y confiabilidad en las mediciones registradas.

Tabla 4

Prueba de Tukey para efecto de los tratamientos aplicados con B. bassiana.

Tratamientos	Promedio de datos (%)	Agrupación
T7	3.19	A
T1	24.67	B
T2	47.41	C
T3	56.56	D

En la tabla 4 la prueba de Tukey muestra que los tratamientos con *B. bassiana* generan diferencias significativas en la mortalidad de *P. psidii*. El T7 presentó la menor

mortalidad (3.19 %, grupo A), mientras que T1, T2 y T3 incrementaron progresivamente la mortalidad (24.67 %, 47.41 % y 56.56 %, respectivamente), formando grupos estadísticamente distintos (B, C y D). Estos resultados confirman que la eficacia del hongo depende directamente de la dosis y concentración de conidias aplicadas, siendo T3 el tratamiento más efectivo.

A continuación, se presentan los resultados de la mortalidad de *P. psidii* causada por *L. lecanii*, a los 30 días posteriores a su aplicación.

Tabla 5

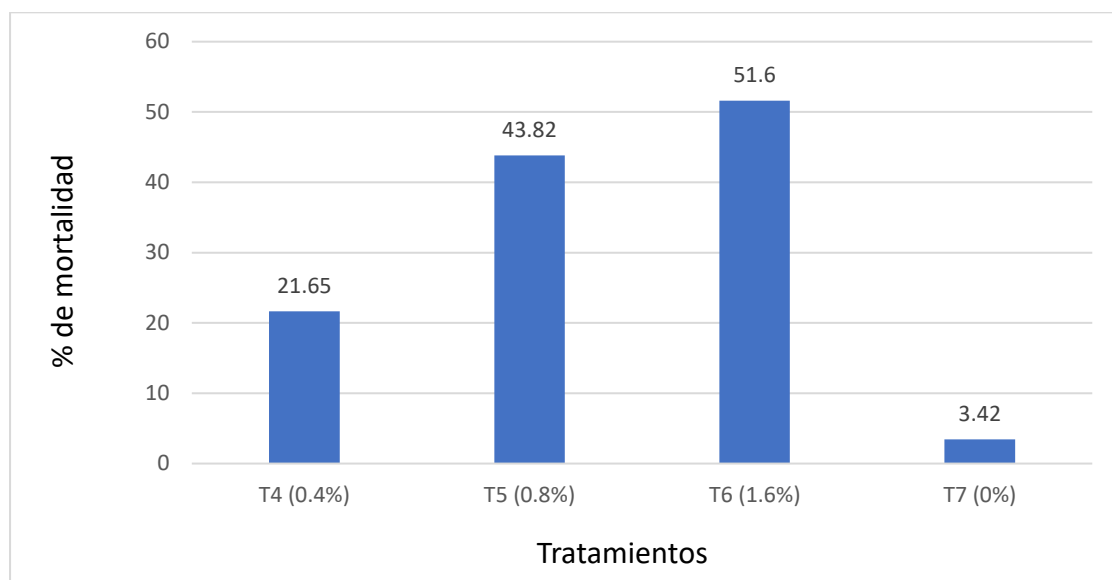
Mortalidad de ninfas de P. psidii causada por L. lecanii (T4, T5, T6).

Tratamientos	Número de ninfas vivas							% de mortalidad
	Población							
	Inicial de ninfas	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20	Día 25	Día 30	
T4	97	92	86	81	77	76	76	21.65
T5	84	76	65	55	48	47	47	43.82
T6	73	65	56	46	38	37	35	51.60
T7	97	96	96	96	95	94	94	3.42

En la Tabla 5 se detalla el porcentaje de mortalidad obtenido tras la aplicación de los tratamientos. El T6 presenta el mayor porcentaje de mortalidad, alcanzando un 51.6 %, seguido del T5 con 43.82 %, mientras que T4 obtuvo un 21.65 %. Por último, el T7 (testigo) registró el porcentaje más bajo, con 3.42 %, valor correspondiente a la mortandad natural del insecto. Estas diferencias evidencian que la eficacia del hongo está directamente relacionada con la concentración de conidias aplicadas en cada tratamiento; a mayor concentración, mayor es la mortalidad causada por el hongo.

Figura 10

Mortalidad de L. lecanii sobre ninfas de P. psidii.



En la Figura 10 se observa que el tratamiento con mayor porcentaje de mortalidad de *P. psidii* fue el T6, aplicado a una dosis de 1.6 % y con una concentración de conidias de 5×10^9 , alcanzando un 51.6 %. Seguido del T5, con una dosis de 0.8 % y una concentración de conidias de 2.5×10^9 , logrando un 43.82 % de mortalidad. Finalmente, el T4 con una dosis de 0.4 % y una concentración de conidias de 1.25×10^9 , logrando un 21.65 % de mortalidad. Estos resultados coinciden con la investigación de Loje (2019), quien indicó que *L. lecanii*, aplicado en los tratamientos T1 y T2, causó mortalidades de 50.16 % y 52.69 %, respectivamente, sobre *Tetranychus* sp. Asimismo, Ávalos (2014) y Cerquín (2019) reportaron mortalidades de 78.3 % y 52.54 % en *Planococcus citri* y *Pseudoplusia* sp., respectivamente. Estos antecedentes respaldan la eficacia de *L. lecanii* en el control de *P. psidii*.

Tabla 6

Análisis de varianza (ANOVA) de los tratamientos aplicados con L. lecanii.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Tratamientos	4263.68	3	1421.23	150.08	<0.0001
Error	75.76	8	9.47		
Total	4339.43	11			

CV = 10.25%

En la Tabla 6 el análisis de varianza muestra que el valor de probabilidad (p-valor) de los tratamientos evaluados es menor que el nivel de significancia (0,05), lo que indica que los tratamientos aplicados causaron un efecto significativo sobre la mortalidad de *P. psidii*, generando diferencias estadísticamente significativas entre T4, T5, T6 y T7 y conduciendo al rechazo de la hipótesis nula (H_0); estas diferencias reflejan que las variaciones en dosis y concentraciones de conidias aplicadas en T4, T5 y T6 influyen directamente en la eficacia del hongo entomopatógeno.

El coeficiente de variación (CV = 10.25 %), indica uniformidad en las unidades experimentales y confiabilidad en las mediciones registradas.

Tabla 7

Prueba de Tukey para efecto de los tratamientos aplicados con L. lecanii.

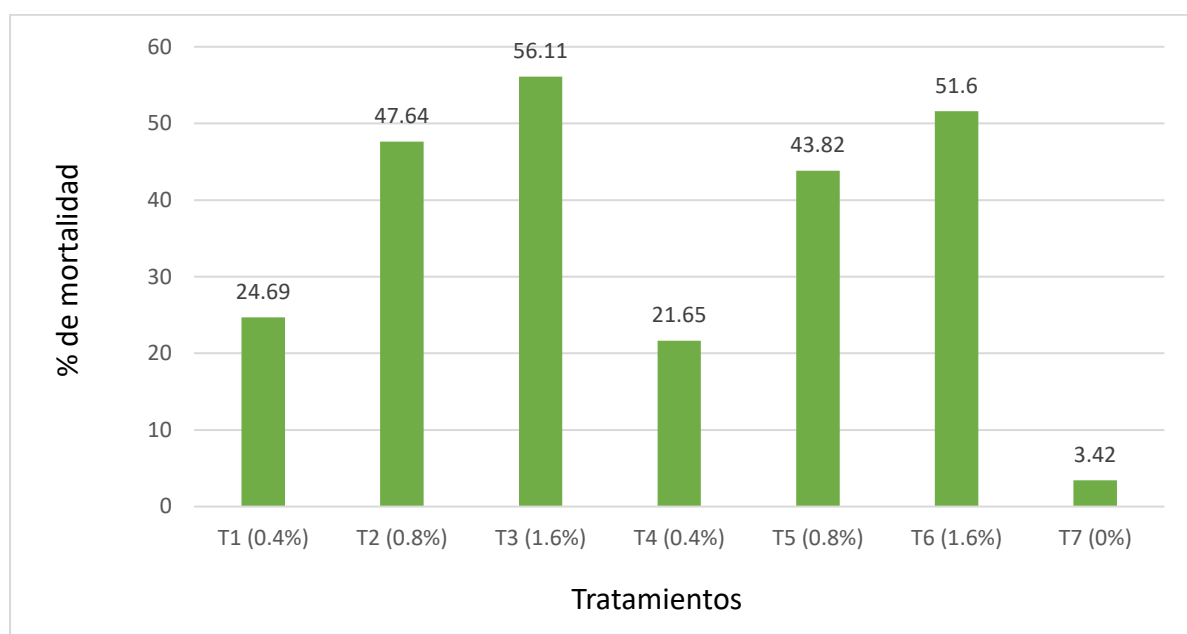
Tratamientos	Promedio de datos (%)	Agrupación
T7	3.19	A
T4	22.11	B
T5	43.36	C
T6	51.48	D

En la tabla 7 la prueba de Tukey muestra que los tratamientos con *L. lecanii* generan diferencias significativas en la mortalidad de *P. psidii*. El T7 presentó la menor mortalidad

(3.19 %, grupo A), mientras que T4, T5 y T6 incrementaron progresivamente la mortalidad (22.11 %, 43.36 % y 51.48 %, respectivamente), formando grupos estadísticamente distintos (B, C y D). Estos resultados confirman que la eficacia del hongo depende directamente de la dosis y concentración de conidias aplicadas, siendo T6 el tratamiento más efectivo.

Figura 11

Comparativo de % de mortalidad de B. bassiana y L. lecanii sobre ninfas de P. psidii



En la Figura 11 se observa el porcentaje de mortalidad de *P. psidii* tras la aplicación de los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5 y T6) y el testigo (T7). El T3 mostró la mayor eficacia, alcanzando una mortalidad del 56.11 %, seguido de cerca por el T6 con un 51.60 %. En tercer lugar, se ubicó el T2, con una mortalidad del 47.64 %, seguido por el T5, que provocó un 43.82 %. Los T1 y T4 mostraron una menor eficacia, con mortalidades del 24.69 % y 21.65 %, respectivamente. Por último, el testigo (T7) registró un porcentaje de mortalidad de solo 3.42 %, valor que corresponde a la mortalidad natural del insecto. Estos resultados evidencian una clara relación entre la concentración aplicada en cada tratamiento y la efectividad del control biológico, siendo los tratamientos con mayores concentraciones los que produjeron mayores índices de mortalidad.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El hongo entomopatógeno que mostró mayor eficacia en el control de *P. psidii* fue *B. bassiana*, destacando el tratamiento T3, el cual registró una mortalidad acumulada del 56,11 % a los 30 días posteriores a la aplicación.

La dosis más eficaz de *B. bassiana* en el control de *P. psidii* fue del 1,6 %, equivalente a $9,2 \times 10^{10}$ conidias. De igual manera, en *L. lecanii* la mayor eficacia se obtuvo con la dosis del 1,6 % (5×10^9 conidias), alcanzando una mortalidad del 51,6 % en el mismo periodo de evaluación.

5.2. Recomendaciones

Aplicar *B. bassiana* y *L. lecanii* sobre ninfas de *P. psidii* en condiciones de campo.

Realizar estudios sobre el control de *P. psidii* mediante la aplicación de *B. bassiana* y *L. lecanii*, evaluando dosis y concentraciones mayores a las empleadas en la investigación.

Evaluar la efectividad de *B. bassiana* y *L. lecanii* sobre insectos adultos de *P. psidii*.

Analizar la eficacia de *B. bassiana* y *L. lecanii* como agentes de control microbiológico en el manejo de otras plagas de relevancia forestal y agrícola.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, L., Demuner, A., Dumont, A., Fonseca, V. y Ismail F. (2007). Variación estacional en la composición de aceites volátiles de *Schinus terebinthifolia* Raddi. *Química Nova*, 30(8), 1959-1965.
- Altimira, F. (2020). Microorganismos con actividad entomopatógica. *Boletín Instituto de Investigaciones Agropecuarias* (419), 35-51.
- Atti, A., Rossato, M., Agostini, F., Atti, L., Dos Santos P., Molón, R., Dellacassa, E. y Moyna P. (2009). Composición Química de los Aceites Esenciales de Hojas y Frutos de *Schinus molle* L. y *Schinus terebinthifolius* Raddi del Sur de Brasil. *Revista de plantas con aceite esencial*, 12(1), 16-25.
<https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/0972060X.2009.10643686?needAccess=true>
- Avalos, K. (2014). *Efecto de Lecanicillium lecanii* (Zimm) y *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. sobre *Placnoccus citri* (Risso) en condiciones de laboratorio [Tesis de grado, Microbiología y Parasitología, Universidad Nacional de Trujillo]. Archivo digital.
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4014>
- Bragard, C., Baptista, P., Chatzivassiliou, E., Di Serio, F., Gonthier, P., Jaques, J., Fejer, A., Magnusson, C., Milonas, P., Navas-Cortés, J., Parnell, S., Potting, R., Reignault, P., Stefani, E., Thulke, H., Van der Werf, W., Civera, A., Yuen, J., Zappalá, L. ...
Macleod, A. (2022). Categorización de plagas de *Pulvinaria psidii*. *Revista de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA)*, 20(8), 1.
- Burckhardt, D., Cuda, J. P., & Overholt, W. A. (2011). *Calophya terebinthifolii* (Hemiptera: Psylloidea), a potential biological control agent of Brazilian peppertree, *Schinus terebinthifolius*. *Florida Entomologist*, 94(3), 489–499.
<https://doi.org/10.1653/024.094.0308>

- Carvalho, M., Melo, A., Aragón, C., Raffin, F. y Moura, T. (2013). *Schinus terebinthifolia* Raddi: composición química, propiedades biológicas y toxicidad. *Revista Brasileira de Plantas Medicinales*, 15(1) 158-159.
- Chapman, R. F. (2013). *Los insectos: estructura y función* (5.^a ed.). Cambridge University Press.
- Cerquín, B. (2019). *Efecto de Beauveria bassiana y Lecanicillium lecanii sobre larvas de Pseudoplusia sp. en el cultivo de repollo (Brassica oleracea var. capitata L.)* [Tesis de grado, Agronomía, Universidad Nacional de Cajamarca]. Archivo digital.
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2918>
- Cuda, J. P., Medal, J. C., Gillmore, J. L., & Pedrosa-Macedo, J. H. (2006). Biology and host specificity of *Pseudophilothrips ichini* (Thysanoptera: Phlaeothripidae), a candidate for biological control of Brazilian peppertree. **Biological Control**, 36(3), 362–371.
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.11.006>
- Dannon, F., Danoon, E., Douro-Kpindou, K., Zinsou, V., Houndete, T., Toffa-Mehinto, J., Elegbede, M., Olou, D. y Tamo, M. (2020). Hacia el uso eficiente de *Beauveria bassiana* en el manejo integrado de plagas de insectos del algodón. *Revista de investigación del algodón*, 3(24) 1-21.
- Del Pino, M., Vela, J., Wong, M., Rodríguez, C., Boyero, J., y Bienvenido, C. (2021). Plagas del mango: la cochinilla verde *Pulvinaria psidii* Maskell (Hemiptera: Coccidae).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Términos y definiciones*.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/00d41e47-a4d7-42fe-8295-867e887c6f1e/content>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2016). Glosario de términos fitosanitarios NIMF 5.

https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faoterm/PDF/ISPM_05_2016_Es_2017-04-24_PostCPM12_InkAm_LRG.pdf

Gómez, H., Zapata, A., Torres, E. y Tenorio, M. (2014). Manual de producción y uso de Hongos Entomopatógenos. Laboratorio de entomopatógenos. Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA).

Gratereaux, W. (2009). *Potencial del uso de hongos entomopatógenos para el control de cochinilla (Dysmicoccus brevipes) en producción orgánica de piña (Ananas comosus)*. [Tesis de maestría, Agricultura Ecológica, Centro Agronómico Tropical Investigación y Enseñanza (CATIE)]. Archivo digital.

<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3439?locale-attribute=es>

Herrero, N. (2011). *Micovirus asociados a los hongos endofíticos y entomopatógenos Tolypocladium cylindrosporum y Beauveria bassiana*. [Tesis de maestría, Biología y Genética, Universidad de Salamanca España]. Archivo digital
<https://digital.csic.es/handle/10261/35061>

Kondo, D., López-Bermudez, R. y Quintero, E. (2010). Manejo integrado de insectos escama (Hemiptera: Coccoidea) con énfasis en el control biológico. *Novedades técnicas*, 11(14), 7-14.

Loje, C. (2019). *Efecto de Lecanicillium lecanii sobre Tetranychus sp. en rosa (Rosa sp.)*. [Tesis de grado, Agronomía, Universidad Nacional de Cajamarca]. Archivo digital.
<http://190.116.36.86/handle/20.500.14074/3477>

Mau, R. y Kessing, J. (1992). *Pulvinaria psidii* Maskell. Actualizado por JM Diez abril 2007.
http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/p_psidii.htm#BIOLOGY

Monzón, A. (2001). Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. *Manejo Integrado de Plagas Costa Rica*, (63), 95-103.

- Monzón, A. (2021). Producción de hongos entomopatógenos. Centro Agronómico Tropical Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Moreno, J. (2011). *Prospección e identificación de cochinillas algodonosas (Hemíptera: Pseudococcidae) y búsqueda de parasitoides asociados en cultivos hortícolas protegidos del poniente almeriense*. [Tesis de grado, Ingeniería Agrícola, Universidad de Almería España]. Archivo Digital. <http://repositorio.ual.es/handle/10835/832>
- Poma, H. (2011). *Reproducción masiva de conidias de cepas del hongo entomopatógeno Beauveria bassiana sobre sustrato natural de arroz, bajo diferentes calidades de grano*. [Tesis de grado, Ingeniería Agronómica, Universidad Mayor de San Andrés - Bolivia]. Archivo digital. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/10252>
- Pucheta, M., Flores, A., Rodríguez, S. y De la Torre, M. (2006). Mecanismos de acción de los hongos entomopatógenos. *Interciencia*, 31(12), 1.
- Rivas, V. (2020). *Efecto del control biológico del hongo Beauveria bassiana sobre el insecto Planococcus citri, en condición in vitro – región Lambayeque, 2020* [Tesis de grado, Ingeniería Ambiental, Universidad de Lambayeque]. Archivo digital. <https://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/419>
- Sánchez, J. (2018). Que son los insectos y sus características. Ecología verde.
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). (2008). Pulgón de la retama y sus controladores biológicos. Boletín SENASA (1), 6-27.
- Serrano, J. (2021). *Evaluación de métodos de control de Pseudococcus elisae usando Beauveria bassiana, Protec K y Clorpirifós para cultivo de banano* [Tesis de grado, Ingeniería en Ambiente y Desarrollo, Universidad Zamorano Honduras]. Archivo digital. <https://bdigital.zamorano.edu/items/8a5823a1-3cb5-4d21-9c51-4eb13431e150>
- Tropicos.org. Jardín Botánico de Misuri. Recuperado el 24 de julio del 2023, de <http://legacy.tropicos.org/Name/1300216?projectid=56>

Wheeler, G. S., Overholt, W. A., & Cuda, J. P. (2016). Classical biological control of Brazilian peppertree (*Schinus terebinthifolius*) in Florida. **Insects**, 7(4), 65.

<https://doi.org/10.3390/insects7040065>

Zambrano, Y. (2019). *Evaluación de Lecanicillium lecanii cepa elite en el control de ácaros fitófagos (Tetranychus urticae), en cultivo de Rosa sp. En Facatativá – Cundinamarca* [Tesis de grado, Departamento de Biología, Universidad de Pamplona Colombia].

Archivo digital.

<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5953>

ANEXOS

Tabla 8

Formato de registro de individuos muertos tras la aplicación de los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7).

Tratamientos	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7		
Repeticiones	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Población inicial																					
Población día 5																					
Población día 10																					
Población día 15																					
Población día 20																					
Población día 25																					
Población día 30																					

Tabla 9

Condiciones climáticas durante el periodo de la investigación – año 2024.

Mes	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Humedad relativa %
Mayo	21.9	7	62.4
Junio	22	5.6	65.3
Julio	21.7	4.9	67
Agosto	22.1	5.6	70

Nota. Datos tomados de la Estación Meteorológica Augusto Weberbauer – UNC.

Tabla 10

Conteo de individuos de P. psidii por repetición tras la aplicación de B. bassiana (T1, T2, T3).

Tratamientos	T1			T2			T3		
Repeticiones	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Población inicial	91	74	78	82	103	69	109	124	86
Población día 5	85	70	73	71	90	63	92	108	75
Población día 10	78	66	66	59	69	51	69	89	61
Población día 15	72	63	61	52	58	46	54	76	47
Población día 20	70	59	57	49	52	39	45	63	39
Población día 25	69	58	57	47	52	38	43	60	38
Población día 30	69	58	56	46	51	36	43	59	38

Tabla 11

Conteo de individuos de *P. psidii* por repetición tras la aplicación de *L. lecanii* (T4, T5, T6).

Tratamientos	T4			T5			T6		
Repeticiones	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Población inicial	91	117	83	71	77	103	79	69	71
Población día 5	86	113	78	65	70	93	70	63	63
Población día 10	78	107	72	56	61	78	58	54	55
Población día 15	73	102	67	48	53	65	47	45	46
Población día 20	70	98	63	43	46	56	39	35	39
Población día 25	70	96	63	42	46	54	38	35	37
Población día 30	70	96	62	41	46	54	36	34	36

Panel fotográfico

Figura 12

Pesado de sustrato de *B. bassiana* y *L. lecanii*.



Figura 13

Preparación del caldo entomopatígeno (mezcla del hongo, aceite agrícola y agua destilada).

**Figura 14**

Dilución del caldo entomopatígeno en agua mineral para obtener la solución final.



Figura 15

Aplicación de los tratamientos con B. bassiana y L. lecanii.



Figura 16

Recolección de P. psidii infectada con B. bassiana y L. lecanii.



Figura 17

Observación al estereoscopio de la infección de P. psidii con B. bassiana y L. lecanii.

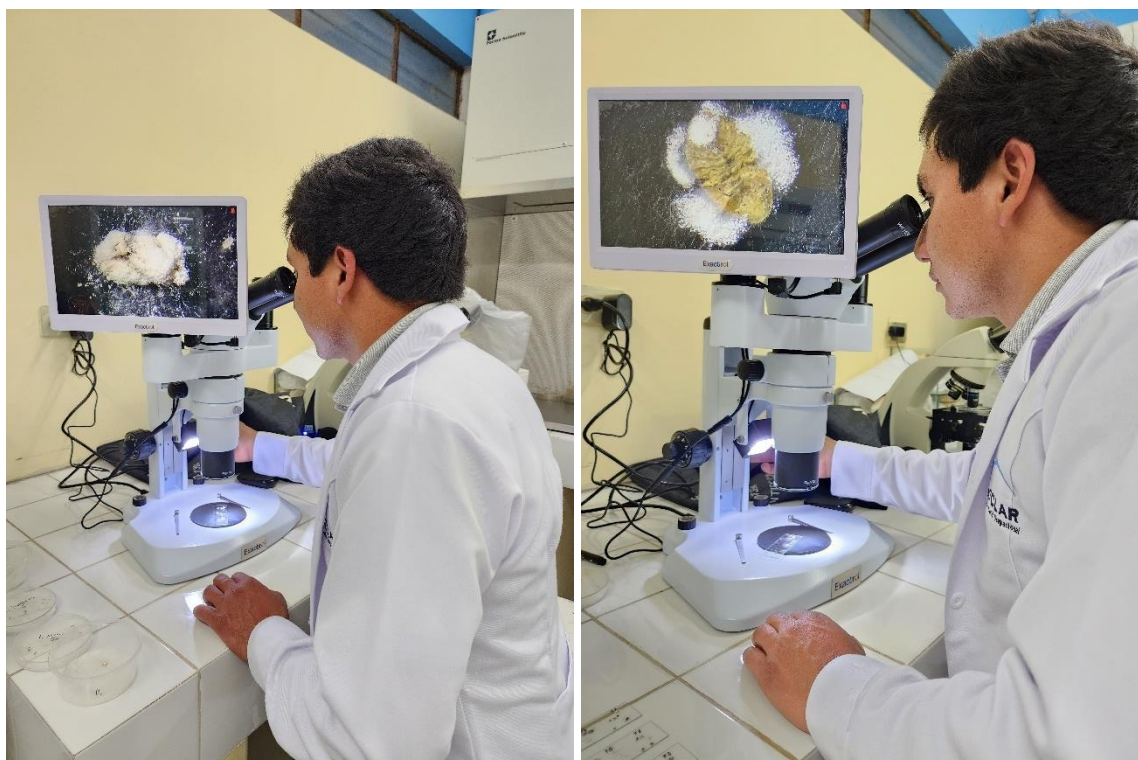


Figura 18

Observación en microscopio de la estructura de B. bassiana.



Figura 19

Observación en microscopio de la estructura de L. lecanii.

