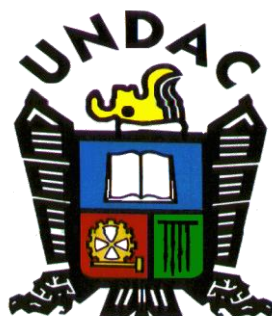


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Efecto de insecticidas biológicos en el control de pulgilla saltona
(*Epitrix sp*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad canchan
en el distrito de Colpas - Huánuco**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Bach. Yovani Antonio CONDORI CHÁVEZ

Asesor:

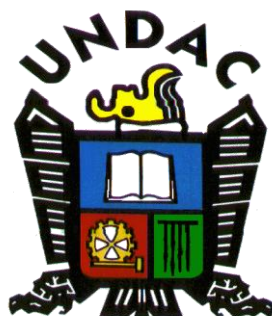
MSc. Josué Hernán INGA ORTIZ

Cerro de Pasco – Perú – 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Efecto de insecticidas biológicos en el control de pulguilla saltona
(*Epitrix sp*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad canchan
en el distrito de Colpas – Huánuco**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

**Dr. Manuel LLANOS ZEVALLOS
PRESIDENTE**

**Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ
MIEMBRO**

**Mg. Moisés TONGO PIZARRO
MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 053-2026/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

CONDORI CHÁVEZ, Yovani Antonio

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – Yanahuanca

Tipo de trabajo
Tesis

Efecto de insecticidas biológicos en el control de pulgilla saltona (*Epitrix sp*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad canchan en el distrito de Colpas – Huánuco

Asesor
MSc. INGA ORTIZ, Josué Hernán

Índice de similitud
10 %

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 8 de setiembre de 2026



Firmado digitalmente por HUANES
TOVAR Luis Antonio FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 08.09.2026 21:18:44 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
FCPR/UIFCCAA

DEDICATORIA

Agradezco en primer lugar a Dios, por el don de la vida y por acompañarme hasta alcanzar este momento clave en mi formación profesional. Esta tesis también la dedico a mis padres, quienes, con su esfuerzo, entrega y constante confianza en mí, me han apoyado en cada etapa de mi vida para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento al Mg. Josué Hernán Inga Ortiz por su valioso respaldo en calidad de asesor de esta tesis.

Del mismo modo, extiendo mi reconocimiento a los miembros del jurado de tesis por sus valiosos aportes y sugerencias que enriquecieron la elaboración del presente trabajo.

Agradezco también a todos los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía de la UNDAC, Filial Yanahuanca, por su dedicación en mi formación académica, transmitiéndome conocimientos y brindándome orientación.

Asimismo, manifiesto mi gratitud al personal administrativo de la UNDAC por su apoyo en los procesos administrativos y por los consejos brindados a lo largo de estos cinco años de estudio.

RESUMEN

La pulguilla saltona (*Epitrix sp.*) constituye una de las plagas que afectan el cultivo de papa, debido a que ocasiona perforaciones en las hojas, disminuye el área fotosintética y reduce el rendimiento del cultivo. En el distrito de Colpas – Huánuco, la variedad Canchan presenta importancia económica para los agricultores, por lo que resulta necesario evaluar alternativas de control más sostenibles frente al uso convencional de insecticidas sintéticos. El objetivo general de la investigación fue determinar el efecto de insecticidas biológicos en el control de la pulguilla saltona (*Epitrix sp.*) y en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchan en el distrito de Colpas – Huánuco. Para ello, se desarrolló una investigación de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y experimental, con nivel explicativo. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 5 tratamientos, 3 bloques. Los tratamientos evaluados fueron: T1 extracto de canela, T2 neem + canela, T3 aceites vegetales (aceite de canela, laurel, boldo, pimienta, molle y paico), T4 testigo químico y T5 testigo absoluto. Los resultados mostraron que el tratamiento T3 fue el mejor entre los insecticidas biológicos, al registrar 16 % de severidad en campo y 80 % de mortandad de *Epitrix sp.* en condiciones controladas; sin embargo, el testigo químico T4 presentó el mejor comportamiento general con 6 % de severidad y 100 % de mortandad. En crecimiento y rendimiento, T4 alcanzó 0.70 m de altura, 6.13 tallos por planta, 14.87 tubérculos por planta, 1.62 kg de peso por planta y 43.6 t/ha; mientras que T3 obtuvo 0.67 m, 5.80 tallos, 14.47 tubérculos, 1.54 kg por planta y 41.6 t/ha. Se concluye que la aplicación de insecticidas biológicos disminuyó significativamente el daño causado por *Epitrix sp.* y mejoró el rendimiento del cultivo de papa variedad Canchan, destacando T3 como la mejor alternativa biológica para un manejo más sostenible en las condiciones de Colpas – Huánuco.

Palabras clave: *Epitrix sp.*, papa Canchan, insecticidas biológicos, severidad, rendimiento.

ABSTRACT

The flea beetle (*Epitrix sp.*) is a pest that affects potato crops, causing leaf perforations, reducing photosynthetic area, and decreasing crop yield. In the district of Colpas, Huánuco, the Canchan variety is economically important to farmers, making it necessary to evaluate more sustainable control alternatives to the conventional use of synthetic insecticides. The overall objective of this research was to determine the effect of biological insecticides on the control of the flea beetle (*Epitrix sp.*) and on the yield of the Canchan variety of potato (*Solanum tuberosum* L.) in the district of Colpas, Huánuco. A quantitative, applied, and experimental study with an explanatory level of research was conducted. A Randomized Complete Block Design (RCBD) was used, with 5 treatments, 3 blocks, and a total of 300 plants. The treatments evaluated were: T1 cinnamon extract, T2 neem + cinnamon, T3 vegetable oils, T4 chemical control, and T5 untreated control. The results showed that treatment T3 was the best among the biological insecticides, registering 16% severity in the field and 80% mortality of *Epitrix sp.* under controlled conditions; however, the chemical control T4 showed the best overall performance with 6% severity and 100% mortality. In terms of growth and yield, T4 reached 0.70 m in height, 6.13 stems per plant, 14.87 tubers per plant, 1.62 kg per plant, and 43.6 t/ha; while T3 obtained 0.67 m, 5.80 stems, 14.47 tubers, 1.54 kg per plant, and 41.6 t/ha. It is concluded that the application of biological insecticides significantly reduced the damage caused by *Epitrix sp.* and improved the yield of the Canchan potato variety, with T3 standing out as the best biological alternative for more sustainable management under the conditions of Colpas – Huánuco.

Keywords: *Epitrix sp.*, Canchan potato, biological insecticides, severity, yield.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) constituye uno de los cultivos de mayor importancia alimentaria, económica y social en el mundo, especialmente en los países andinos, donde forma parte de la dieta básica y del sustento de miles de familias rurales. Su amplia adaptación a diferentes pisos altitudinales y condiciones agroecológicas ha permitido que este cultivo mantenga un papel estratégico en la seguridad alimentaria y en la economía de las comunidades campesinas. En el Perú, además de su valor nutricional y cultural, la papa representa una actividad productiva fundamental en la agricultura familiar, razón por la cual cualquier factor que afecte su rendimiento o calidad tiene repercusiones directas sobre los ingresos del productor y la disponibilidad de alimentos. En ese contexto, la variedad Canchan destaca por su importancia agronómica y comercial en diversas zonas productoras, entre ellas el distrito de Colpas, en Huánuco, donde su cultivo enfrenta limitaciones fitosanitarias que afectan su rentabilidad.

Entre las principales plagas asociadas al cultivo de papa se encuentra la pulgilla saltona del género *Epitrix*, insecto de importancia económica que ocasiona daños tanto en la parte aérea como en los órganos subterráneos de la planta. Germain (2013) señala que *Epitrix spp.* constituye un complejo de especies morfológicamente similares que ataca preferentemente cultivos de solanáceas, y cuya presencia representa una amenaza creciente para la producción de papa, ya que los adultos perforan el follaje y las hembras ovipositan en el suelo, dando lugar a larvas que pueden dañar raíces y tubérculos. Del mismo modo, Eyre y Giltrap (2012) indican que algunas especies como *E. tuberis* ocasionan daños severos en tubérculos mediante galerías y perforaciones, mientras que *E. cucumeris* afecta principalmente el follaje y puede reducir el rendimiento cuando alcanza altas densidades poblacionales. Estas características convierten a esta plaga en un problema fitosanitario complejo, cuyo impacto depende de la especie presente, del momento de infestación y de las condiciones ambientales del lugar de producción.

Desde el punto de vista biológico y taxonómico, *Epitrix* pertenece a la familia Chrysomelidae y agrupa numerosas especies conocidas comúnmente como pulgillas de la

papa por su capacidad de salto y por los daños que ocasionan en cultivos de solanáceas. Orlova-Bienkowskaja (2015) refiere que estas especies presentan una distribución amplia a nivel mundial y se han dispersado a distintas regiones mediante el movimiento de tubérculos y suelo contaminado, lo que incrementa su riesgo fitosanitario. A su vez, Deczynski (2016) destaca que el conocimiento taxonómico del género es fundamental para su correcta identificación y para el diseño de estrategias de manejo integrado de plagas. En relación con su morfología, Rondon et al. (2001) describen a los adultos como pequeños escarabajos de coloración oscura, con fémures posteriores engrosados que les permiten saltar rápidamente, mientras que Barceló y Toro (2005) explican que su ciclo biológico comprende huevo, larva, pupa y adulto, permitiéndoles completar varias generaciones en una misma temporada agrícola. Esta dinámica biológica favorece su rápida proliferación y dificulta su control cuando no se realizan intervenciones oportunas.

Los daños causados por *Epitrix* en el cultivo de papa son relevantes porque afectan procesos fisiológicos esenciales y disminuyen el valor comercial de la cosecha. Alto (2008) sostiene que los adultos producen pequeñas perforaciones circulares en las hojas, conocidas como “tiros de perdigón”, que reducen la superficie fotosintética y debilitan el vigor de la planta, mientras que las larvas ocasionan galerías superficiales y cicatrices en los tubérculos, deteriorando su apariencia y su calidad comercial. En la misma línea, Senanayake et al. (1993) demostraron que, aunque el cultivo puede compensar cierto nivel de daño foliar a bajas densidades de la plaga, cuando la presión poblacional supera determinados niveles el rendimiento disminuye en forma inversamente proporcional a la densidad de *Epitrix*. Estos hallazgos evidencian que la pulguilla saltona no solo compromete el crecimiento vegetativo del cultivo, sino también los componentes de rendimiento y la calidad final del producto cosechado.

Frente a esta problemática, el control convencional basado en insecticidas sintéticos ha sido una práctica frecuente; sin embargo, su uso continuo puede incrementar los costos de producción, generar resistencia en las poblaciones de insectos y ocasionar riesgos para la salud humana y el ambiente. En el documento se señala que, en Colpas, el ataque de

Epitrix afecta la rentabilidad de la variedad Canchan y que la exposición permanente a productos químicos representa un riesgo para agricultores y consumidores, además de la posible contaminación de suelos y fuentes de agua. Por ello, cobra importancia la búsqueda de alternativas sostenibles dentro del manejo integrado de plagas. Hanafi (1999) plantea que el control de plagas en papa debe combinar prácticas culturales, control biológico y, solo cuando sea necesario, control químico selectivo, con el fin de mantener la productividad del cultivo y reducir el impacto ambiental. Bajo esta perspectiva, los insecticidas biológicos y botánicos adquieren especial interés como herramientas compatibles con una agricultura más segura y ambientalmente responsable.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	3
1.3.	Formulación del problema	4
1.3.1.	Problema general.....	4
1.3.2.	Problemas específicos.....	4
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo general.....	4
1.4.2.	Objetivos específicos	4
1.5.	Justificación de la investigación.....	5
1.6.	Limitaciones de la investigación	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	8
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	11
2.2.1.	<i>Epitrix sp.</i>	11
2.2.2.	Cultivo de papa.....	15

2.2.3. Insecticidas biológicos extracto de plantas	18
2.3. Definición de términos básicos	19
2.4. Formulación de Hipótesis	21
2.4.1. Hipótesis general	21
2.4.2. Hipótesis Específicas	21
2.5. Identificación de variables	21
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	22

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	24
3.2. Nivel de investigación.....	24
3.3. Métodos de investigación	24
3.3.1. Conducción del experimento.....	24
3.4. Diseño de investigación.....	25
3.4.1. Características del experimento.....	25
3.5. Población y muestra	27
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	27
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	27
3.9. Tratamiento estadístico	29
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	30

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	31
4.1.1. Ubicación geográfica y características meteorológicas	31
4.1.2. Datos meteorológicos	32
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	33
4.2.1. Eficacia de Insecticidas biológicos	33

4.2.2. Crecimiento de papa.....	35
4.2.3. Componentes de rendimiento	39
4.3. Prueba de Hipótesis	44
4.4. Discusión de resultados	45
4.4.1. Eficacia de insecticidas biológicos	45
4.4.2. Crecimiento de papa.....	46
4.4.3. Componentes de rendimiento	47

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Operacionalización de variables.....	22
Tabla 2. Tratamientos en estudio de insecticidas biológicos	29
Tabla 3. Análisis de varianza para un DBCA.....	30
Tabla 4. Datos meteorológicos durante el desarrollo de la investigación enero – abril 2025	32
Tabla 5. Análisis de varianza para altura de planta a la madurez (m)	35
Tabla 6. Prueba de Tukey para peso altura de planta a la madurez (m)	35
Tabla 7. Análisis de varianza número de tallos por planta (n°)	37
Tabla 8. Prueba de Tukey para número de tallos por planta (n°)	37
Tabla 9. Análisis de varianza para número de tubérculos por planta (n°)	39
Tabla 10. Prueba de Tukey para número de tubérculos por planta (n°)	39
Tabla 11. Análisis de varianza para peso de tubérculos por planta (kg).....	41
Tabla 12. Prueba de Tukey para peso de tubérculos por planta (kg)	41
Tabla 13. Análisis de varianza para rendimiento por hectárea (t/ha)	43
Tabla 14. Prueba de Tukey para rendimiento por hectárea (t/ha)	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Página.

Figura 1. Croquis del campo experimental.....	26
Figura 2. Detalles de un tratamiento (vista de planta).....	26
Figura 3. Severidad de pulguilla (<i>Epitrix</i> spp.) en hojas de papa	28
Figura 4. Porcentaje de severidad de <i>Epitrix</i> sp en campo (%).....	33
Figura 5. Porcentaje de mortandad de <i>Epitrix</i> sp en condiciones controladas (%) ..	34
Figura 6. Altura de planta a la madurez (m).....	36
Figura 7. Número de tallos por planta (n°)	38
Figura 8. Número de tubérculos por planta (n°)	40
Figura 9. Peso de tubérculos por planta (kg)	42
Figura 10. Rendimiento por hectárea (t/ha).....	44

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) constituye una de las actividades agrícolas de mayor importancia económica y alimentaria en el Perú, especialmente en las zonas altoandinas, donde representa una fuente fundamental de ingresos para los pequeños productores. Sin embargo, su productividad y calidad se ven limitadas por diversos factores fitosanitarios, entre los cuales destaca la pulguilla saltona del género *Epitrix*, considerada una plaga de creciente importancia en los sistemas de producción de papa. Germain (2013) señala que *Epitrix* spp. comprende un complejo de especies morfológicamente similares que atacan preferentemente cultivos de solanáceas, ocasionando daños tanto en el follaje como en los tubérculos; los adultos perforan las hojas y las larvas, al desarrollarse en el suelo, pueden afectar directamente los órganos subterráneos, reduciendo la calidad comercial y el rendimiento del cultivo. Además, la similitud morfológica entre especies y su variabilidad dificultan su identificación precisa y, por tanto, complican la adopción de estrategias oportunas y eficaces de manejo.

En las condiciones de producción de papa, esta plaga adquiere mayor relevancia cuando se presentan ambientes cálidos y secos, ya que dichas condiciones favorecen su proliferación y aumentan la severidad del daño en campo. En el Perú,

informes técnicos locales refieren que *Epitrix* ocasiona perforaciones generalizadas en el follaje y que las infestaciones pueden asociarse con pérdidas económicas importantes, sobre todo cuando coinciden con periodos de estrés hídrico o con épocas de siembra favorables para el desarrollo de la plaga. Esta situación afecta directamente la capacidad fotosintética de la planta, debilita su crecimiento y compromete la formación y calidad de los tubérculos, generando menores ingresos para el agricultor.

Frente a esta problemática, el uso de insecticidas sintéticos ha sido una práctica frecuente para reducir las poblaciones de la plaga; no obstante, su aplicación continua puede generar efectos adversos, tales como contaminación ambiental, riesgos para la salud humana, afectación de organismos benéficos y posible resistencia en las poblaciones de insectos. Por ello, en la actualidad existe un creciente interés por evaluar alternativas más sostenibles, entre ellas los insecticidas biológicos. Dively (2020) y Brockman et al. (2020) mencionan que productos como spinosad, neem, aceites esenciales y agentes microbianos presentan potencial para el control de coleópteros saltadores como *Epitrix*; sin embargo, su eficacia es variable y depende de factores como la etapa del insecto, la formulación empleada, la forma de aplicación y las condiciones ambientales. Asimismo, se reporta que algunos extractos vegetales y aceites esenciales pueden mostrar resultados inconsistentes o incluso ocasionar fitotoxicidad, mientras que ciertos agentes microbianos requieren ajustes en dosificación, uso de adyuvantes y condiciones climáticas adecuadas para lograr una respuesta satisfactoria en campo.

En el distrito de Colpas, provincia de Ambo, región Huánuco, donde el cultivo de papa variedad Canchan constituye una alternativa productiva importante, aún no se dispone de suficiente información experimental local sobre la eficacia de insecticidas biológicos para el control de *Epitrix sp.* bajo condiciones propias de la zona. Esta carencia de evidencia técnica limita la toma de decisiones por parte de los agricultores y favorece el uso indiscriminado de productos químicos, muchas veces

sin criterios de sostenibilidad ni validación local. En consecuencia, surge la necesidad de evaluar, con un enfoque experimental y en condiciones reales de campo, el efecto de insecticidas biológicos sobre el control de la pulgilla saltona y sobre el rendimiento del cultivo de papa variedad Canchan, a fin de generar alternativas técnicamente válidas, económicamente viables y ambientalmente sostenibles para los productores de Colpas – Huánuco.

1.2. Delimitación de la investigación

Ubicación geográfica y condiciones específicas: La investigación se llevó a cabo en la Comunidad Campesina Colpas, ubicada a 63 kilómetro de la ciudad de Huánuco, la misma que está ubicada en la en el distrito de Colpas, provincia de Ambo y Región Huánuco.

Variedad de papa: Se estudió una sola variedad Canchan de papa (*Solanum tuberosum*). Otras variedades no estuvieron incluidas en este estudio.

Parámetros de evaluación: El enfoque de la investigación estuvo centrado en analizar el impacto de insecticidas biológicos en el control de *Epitrix spp.* Otros aspectos no fueron considerados dentro del alcance de este estudio.

Tamaño de la muestra: La cantidad de plantas o unidades experimentales empleadas en el estudio fue determinada por el tipo de diseño experimental aplicado y de acuerdo a los recursos con los que se contaba.

Aspectos sociales o culturales: La investigación no consideró elementos de índole social, cultural ni histórica vinculados a los insecticidas biológicos en el control de *Epitrix*.

Delimitación temporal: La investigación se realizó entre los meses de diciembre del año 2024 hasta abril del 2025. No obstante, es importante señalar que la producción de papa en las condiciones climáticas de Colpas puede llevarse a cabo en cualquier época del año. Por ello, los resultados y conclusiones obtenidos estarán restringidos a las condiciones específicas y a los acontecimientos ocurridos durante ese período.

Delimitación social: Para llevar a cabo este experimento se contó con un equipo humano conformado por el asesor de la tesis y el tesista, quien estuvo a cargo de la conducción del presente trabajo de investigación.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de los insecticidas biológicos en el control de la pulguilla saltona (*Epitrix sp.*) y en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchan en el distrito de Colpas – Huánuco?

1.3.2. Problemas específicos

¿Qué eficacia presentan los diferentes insecticidas biológicos en campo y gabinete para el control de *Epitrix sp.* en el cultivo de papa variedad Canchan en el distrito de Colpas – Huánuco?

¿De qué manera influyen los insecticidas biológicos en el crecimiento de las plantas de papa variedad Canchan en las condiciones del distrito de Colpas – Huánuco?

¿Cuál es el efecto de los insecticidas biológicos en los componentes de rendimiento del cultivo de papa variedad Canchan en las condiciones del distrito de Colpas – Huánuco?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de insecticidas biológicos en el control de la pulguilla saltona (*Epitrix sp.*) y en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchan en el distrito de Colpas – Huánuco.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar la eficacia de diferentes insecticidas biológicos en campo y gabinete para el control de *Epitrix* en el cultivo de papa variedad Canchan en condiciones del distrito de Colpas – Huánuco.

- Analizar la influencia de los insecticidas biológicos en el crecimiento de plantas de papa variedad Canchan en condiciones del distrito de Colpas – Huánuco.
- Evaluar el efecto de insecticidas biológicos en los componentes de rendimiento el cultivo de papa variedad Canchan en condiciones del distrito de Colpas – Huánuco.

1.5. Justificación de la investigación

Importancia económica: La papa constituye uno de los cultivos de mayor importancia económica en el Perú, siendo base alimentaria y fuente principal de ingresos para miles de familias rurales de la sierra central. En el distrito de Colpas (Huánuco), la variedad Canchan es una de las más cultivadas, pero su rentabilidad se ve afectada por el ataque de la pulgilla saltona (*Epitrix sp.*), plaga que ocasiona pérdidas significativas en el rendimiento y calidad del tubérculo.

El uso de insecticidas sintéticos para controlar esta plaga incrementa los costos de producción y puede generar resistencia en las poblaciones de insectos, reduciendo la eficiencia del control a mediano plazo. Por ello, evaluar insecticidas biológicos representa una alternativa económicamente viable, ya que pueden disminuir los gastos en agroquímicos, reducir daños en el cultivo y mejorar la sostenibilidad del sistema productivo, aumentando así la rentabilidad del productor sin comprometer la calidad del producto ni el equilibrio ambiental.

Importancia social: El cultivo de papa en la región Huánuco tiene un papel fundamental en la seguridad alimentaria y en el sustento económico de las comunidades altoandinas. Sin embargo, la exposición continua a insecticidas químicos representa un riesgo para la salud de los agricultores y consumidores, además de contaminar suelos y fuentes de agua.

El desarrollo de este estudio busca promover prácticas agrícolas más seguras y sostenibles, contribuyendo al bienestar de las familias agricultoras mediante la reducción del riesgo toxicológico y la generación de conocimiento local sobre

alternativas biológicas de control. Asimismo, la difusión de los resultados permitirá fortalecer la capacidad técnica de los productores y de las instituciones locales (municipalidad, agencias agrarias, programas de extensión) para implementar estrategias de manejo integrado de plagas más saludables y sostenibles.

Importancia tecnológica: Desde el punto de vista tecnológico, la investigación aporta al desarrollo y validación de métodos biotecnológicos aplicados al manejo de plagas en papa, evaluando la efectividad de insecticidas biológicos (a base de microorganismos entomopatógenos, extractos vegetales o metabolitos naturales) bajo condiciones de campo en la zona de Colpas.

Estos ensayos experimentales permitirán generar información científica sobre la dosis, frecuencia y modo de acción de los bioproductos más eficientes frente a *Epitrix sp.*, contribuyendo al avance del conocimiento en control biológico y manejo integrado de plagas.

Los resultados podrán ser utilizados por instituciones de investigación (como INIA o universidades) y por empresas agropecuarias interesadas en formular o mejorar productos biológicos, fortaleciendo así la innovación tecnológica en la agricultura peruana.

1.6. Limitaciones de la investigación

La investigación se desarrolló bajo las condiciones agroclimáticas específicas del distrito de Colpas – Huánuco, por lo que los resultados pueden variar en otras zonas con diferente altitud, temperatura, humedad o régimen de lluvias. Esta limitación restringe la extrapolación directa de los resultados a otras regiones productoras de papa del país.

La eficacia de los tratamientos biológicos puede depender de la calidad, concentración y formulación comercial de los productos disponibles en el mercado local. Las variaciones en la pureza o viabilidad de los microorganismos utilizados (como *Beauveria bassiana* o *Metarhizium anisopliae*) podrían influir en la consistencia de los resultados experimentales.

El estudio se limita a un solo ciclo agrícola y a un número determinado de evaluaciones, lo que puede no reflejar completamente la dinámica poblacional de *Epitrix sp.* ni los efectos residuales de los insecticidas biológicos en el tiempo. Sería necesario realizar investigaciones de seguimiento en distintos periodos agrícolas para confirmar la estabilidad de los resultados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

En la localidad de Colpas no se han desarrollado investigaciones sobre el uso de insecticidas biológicos en el control de *Epitrix sp.*; no obstante, en otras regiones sí se han realizado estudios relacionados con esta temática.

Garcia (2022) en la investigación “Evaluación del efecto de extractos vegetales como repelentes de pulguilla (*Epitrix spp*) y estimulantes de crecimiento en variedad de papa (*Solanum tuberosum*) súper chola”, manifiesta que el estudio evaluó el efecto de extractos vegetales elaborados a partir de floripondio (*Brugmansia arbórea*), verbena (*Verbena officinalis*), hierba mora (*Solanum nigrum*) y ruda (*Ruta graveolens*) como repelentes de pulguilla (*Epitrix spp*) y su influencia en el crecimiento de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper Chola en Montúfar, Carchi. Los extractos se prepararon macerando 100 g de material vegetal seco y triturado en un litro de etanol durante 72 horas. Se aplicaron en dosis de 100 y 150 ml/l cada 10 días desde los 10 días después de la emergencia, incluyendo un testigo comercial (Pestilent) y un testigo absoluto. El extracto de hierba mora en dosis alta (150 ml/l) redujo la incidencia de pulguilla al 15,71%, siendo el tratamiento más eficaz en el control del insecto. No se observaron diferencias estadísticas en la severidad del ataque debido a las lluvias, que disminuyeron la actividad de la plaga. En cuanto al crecimiento del cultivo, el

extracto de ruda a dosis alta (150 ml/l) destacó a los 20 días después de la emergencia, con un cubrimiento foliar del 9,49% y un promedio de 4 a 5 tallos por planta. Estos resultados se reflejaron en un rendimiento de 41,427 t/ha, lo que demuestra el potencial de los extractos vegetales como alternativas ecológicas para el manejo de plagas y el estímulo del crecimiento en el cultivo de papa.

Eyre y Giltrap (2012) analizaron la amenaza fitosanitaria que representan las especies de *Epitrix* para la producción de papa, destacando que *E. tuberis* causa daños severos en tubérculos por galerías y perforaciones, mientras que *E. cucumeris* afecta principalmente el follaje y puede reducir el rendimiento cuando alcanza altas densidades. Además, reportaron la expansión de estas pulguillas en Europa, especialmente en Portugal y España, y señalaron que el movimiento de tubérculos y suelo contaminado constituye la principal vía de dispersión. Este estudio aporta una base importante para comprender el riesgo económico y cuarentenario de la plaga en sistemas paperos.

Kilani-Morakchi et al., (2021) realizaron una revisión sobre la azadiractina, compuesto derivado del neem, y concluyeron que constituye uno de los biopesticidas botánicos más importantes a nivel mundial. Señalaron que actúa como antialimentario y regulador del crecimiento de insectos, con baja persistencia residual y menor toxicidad para enemigos naturales en comparación con insecticidas convencionales. No obstante, también remarcaron limitaciones relacionadas con su estabilidad, liberación controlada y necesidad de innovaciones tecnológicas para mejorar su eficacia en campo. Este trabajo sustenta el uso del neem como alternativa en programas de manejo integrado de plagas.

Laurencio (2023) evaluó biocidas a base de cicuta, tarwi y cabuya para el control de *Epitrix sp.* en papa variedad Canchan bajo condiciones edafoclimáticas de Panao. Los resultados mostraron que los tratamientos biológicos redujeron el daño foliar a grados bajos de afectación, mientras que el testigo absoluto mantuvo daños altos y frecuentes. El mejor comportamiento correspondió al biocida de cabuya, que

alcanzó 2.08 kg por planta y 26 000 kg/ha, además de niveles de daño inferiores al 30%. La autora recomendó su uso por su eficacia y por representar una alternativa más amigable con el ambiente.

Quispe (2014) estudió el efecto de extractos de cicuta (*Conium maculatum*) para reducir daños por *Epitrix sp.* en el cultivo de papa en Angaraes, Huancavelica. El experimento comparó tres dosis de extracto de cicuta frente a un testigo, evaluando número de insectos, perforaciones foliares, tubérculos dañados, tubérculos cosechados y peso por planta. El autor reportó que la cicuta tuvo efecto de control sobre la plaga y permitió reducir los daños en el cultivo, evidenciando el potencial de esta planta biocida dentro de estrategias locales de manejo. Este antecedente resulta relevante por su cercanía temática con el uso de extractos vegetales contra pulguilla en papa andina.

Senanayake et al., (1993) estudiaron la respuesta del rendimiento de dos cultivares de papa frente a diferentes densidades de *Epitrix cucumeris* en Manitoba. Encontraron que a bajas densidades de pulguilla las plantas podían compensar el daño foliar, pero al superar ciertos niveles el rendimiento disminuía de manera inversamente proporcional a la densidad del insecto. También demostraron que, cuando el cultivo sufría daño temprano por otras plagas defoliadoras, la capacidad de compensación desaparecía. Este trabajo confirma que *Epitrix* puede afectar significativamente la productividad del cultivo según la presión poblacional y el estado fisiológico de la planta.

Tomaylla (2016) investigó la composición química y el efecto insecticida de los aceites esenciales de *Tanacetum vulgare* y *Mentha x piperita* sobre *Epitrix spp.* Determinó que ambos aceites presentaron compuestos activos relevantes, como tujona, mentol, mentil acetato y limoneno, y que a concentración de 5% lograron 100% de mortalidad en condiciones sin aireación, aunque en distintos tiempos de exposición. Además, calculó CL50 de 2.79% para *T. vulgare* y 2.16% para *M. piperita*,

evidenciando alta actividad insecticida. Estos resultados respaldan el potencial de los aceites esenciales como biocidas naturales contra la pulguilla de la papa.

Tucto et al., (2025) evaluaron un biocida macerado de tabaco (*Nicotiana tabacum*) para el control de *Epitrix spp.* en papa y reportaron efectos favorables tanto en la reducción de la población del insecto como en el rendimiento. Según el resumen del artículo, el tratamiento con 4 litros del macerado por 20 litros de agua obtuvo los menores valores de población y daño foliar, así como el mayor peso de tubérculos y rendimiento estimado, llegando a 32.78 t/ha. El estudio concluyó que el macerado de tabaco constituye una alternativa efectiva para el manejo de la pulguilla.

Urta (2020) presentó una nota técnica sobre los aceites esenciales de plantas como insecticidas naturales, destacando que estos compuestos poseen baja toxicidad para mamíferos, rápida degradación ambiental y diversas propiedades biológicas, entre ellas la actividad repelente e insecticida. Además, mencionó experiencias en Chile con aceites esenciales de boldo, peumo, laurel, pimienta y paico contra insectos plaga, lo que refuerza el interés por los metabolitos vegetales en agricultura sostenible. Aunque no se trata de un ensayo específico con *Epitrix*, el documento brinda respaldo teórico al uso de aceites esenciales como fuente de biopesticidas.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. *Epitrix sp.*

A. Distribución de *Epitrix sp.*

El género *Epitrix* pertenece a la familia Chrysomelidae y comprende numerosas especies de escarabajos conocidos comúnmente como pulguillas de la papa, debido a su capacidad de saltar y a los daños que ocasionan en cultivos de solanáceas. Estas especies presentan una amplia distribución geográfica a nivel mundial, encontrándose en la mayoría de los continentes, especialmente en América, Europa y regiones tropicales. En el continente americano varias especies como *Epitrix tuberis*, *Epitrix cucumeris* y *Epitrix subcrinita* están asociadas al cultivo de

papa, donde pueden causar daños tanto en hojas como en tubérculos. Algunas especies son nativas de Norteamérica, pero se han dispersado a otras regiones mediante el comercio de tubérculos y suelo contaminado. En Europa, por ejemplo, se han reportado introducciones y establecimiento de especies en países como Portugal y España. Esta dispersión internacional representa un riesgo fitosanitario importante, ya que el insecto puede adaptarse a diferentes condiciones climáticas y a diversos hospederos dentro de la familia Solanaceae. Debido a ello, su distribución continúa ampliándose y requiere medidas de vigilancia y control en zonas productoras de papa (Orlova-Bienkowskaja, 2015).

B. Taxonomía de *Epitrix* sp.

La pulguilla saltona del género *Epitrix* pertenece al orden Coleoptera, grupo de insectos caracterizados por poseer alas anteriores endurecidas llamadas élitros. Taxonómicamente se ubica dentro de la familia Chrysomelidae, conocida como escarabajos de las hojas, y en la subfamilia Galerucinae, tribu Alticini, cuyos miembros se distinguen por su capacidad de saltar gracias al desarrollo de las patas posteriores. El género *Epitrix* comprende numerosas especies distribuidas principalmente en América y asociadas a plantas de la familia Solanaceae, especialmente al cultivo de papa. Estas especies presentan características morfológicas particulares como cuerpo pequeño, ovalado, coloración oscura y antenas filiformes. Dentro del género se reconocen especies importantes como *Epitrix cucumeris*, *Epitrix tuberis* y *Epitrix similaris*, que pueden ocasionar daños económicos en cultivos agrícolas. La clasificación taxonómica de *Epitrix* se basa en rasgos morfológicos del pronoto, élitros y estructuras genitales, los cuales permiten diferenciar las especies. Asimismo, estudios taxonómicos han permitido describir nuevas especies y clarificar la relación filogenética dentro del grupo. El conocimiento de su taxonomía es

fundamental para la identificación correcta de las especies y para el diseño de estrategias de manejo integrado de plagas en cultivos de importancia económica (Deczynski, 2016).

C. Descripción morfológica de *Epitrix* sp.

La pulguilla saltona del género *Epitrix* es un pequeño escarabajo perteneciente a la familia Chrysomelidae que presenta características morfológicas particulares que facilitan su identificación. Los adultos generalmente miden entre 1.5 y 2.5 mm de longitud y poseen un cuerpo ovalado, compacto y ligeramente convexo. Su coloración suele ser oscura, variando entre marrón oscuro y negro brillante. La cabeza es pequeña y presenta antenas filiformes compuestas por varios segmentos que le permiten percibir estímulos del entorno. El pronoto es relativamente estrecho y se encuentra finamente punteado, mientras que los élitros son duros y presentan estrías o hileras de puntos bien marcadas. Una característica distintiva de este género es el desarrollo de las patas posteriores, especialmente los fémures engrosados, que les permiten saltar rápidamente cuando son perturbados, comportamiento típico de los alticinos. Las larvas son de forma alargada, de color blanco cremoso y viven generalmente en el suelo alimentándose de raíces o tubérculos. Estas características morfológicas permiten diferenciar a *Epitrix* de otros escarabajos fitófagos y facilitan su identificación en estudios entomológicos y programas de manejo integrado de plagas (Rondon et al., 2001).

D. Ciclo biológico de *Epitrix* sp.

El ciclo biológico de los insectos del género *Epitrix* comprende cuatro etapas principales: huevo, larva, pupa y adulto, siguiendo un proceso de metamorfosis completa. Las hembras depositan los huevos generalmente en el suelo cercano a las plantas hospedantes, especialmente cultivos de

la familia Solanaceae como la papa. Después de algunos días, los huevos eclosionan y emergen las larvas, las cuales viven en el suelo alimentándose de raíces o tubérculos, donde pueden causar galerías superficiales que afectan la calidad del producto. Posteriormente, las larvas completan varios estadios de desarrollo antes de transformarse en pupas dentro del mismo suelo. La fase pupal es relativamente corta y da origen al adulto, que emerge a la superficie y comienza a alimentarse de las hojas de la planta hospedera, produciendo pequeñas perforaciones características. Los adultos poseen gran movilidad y capacidad de salto, lo que facilita su dispersión hacia nuevos cultivos. Dependiendo de las condiciones climáticas, especialmente la temperatura, el ciclo puede completarse en pocas semanas, permitiendo la presencia de varias generaciones durante la temporada agrícola. Este ciclo biológico explica la rápida proliferación de la plaga y su importancia económica en la producción de papa (Barceló & Toro, 2005).

E. Daños causados por *Epitrix* sp.

Los insectos del género *Epitrix*, conocidos comúnmente como pulguillas de la papa, ocasionan diversos daños en cultivos de la familia Solanaceae, especialmente en el cultivo de papa. Los adultos se alimentan de las hojas, produciendo pequeñas perforaciones circulares conocidas como “tiros de perdigón”, las cuales reducen la superficie fotosintética de la planta y afectan su desarrollo. Cuando las infestaciones son severas, las hojas pueden debilitarse y disminuir el vigor de la planta, lo que repercute negativamente en el rendimiento del cultivo. Por otro lado, las larvas viven en el suelo y se alimentan de las raíces y tubérculos en formación. En el caso de la papa, las larvas producen galerías superficiales o cicatrices en los tubérculos, lo que deteriora su apariencia comercial y reduce su valor en el mercado. Estos daños son

particularmente importantes en la producción destinada al consumo fresco o a la exportación. Además, las heridas producidas por las larvas pueden facilitar la entrada de patógenos que afectan la calidad del tubérculo. Debido a estos efectos, *Epitrix* es considerada una plaga de importancia económica en varios sistemas de producción de papa (Alto, 2008).

2.2.2. Cultivo de papa

A. Distribución del cultivo de papa

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los más importantes a nivel mundial debido a su alto valor alimenticio y su amplia adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas. Su origen se encuentra en la región andina de América del Sur, especialmente en territorios que actualmente corresponden a Perú y Bolivia. Desde esta región, la papa fue difundida hacia Europa durante el siglo XVI y posteriormente se expandió a otros continentes como Asia, África y América del Norte. Actualmente, el cultivo se produce en más de cien países, siendo China, India, Rusia y Ucrania algunos de los principales productores a nivel global. En América Latina, Perú continúa siendo un centro importante de diversidad genética y producción tradicional de papa, especialmente en zonas altoandinas. La distribución del cultivo abarca desde regiones templadas hasta áreas de gran altitud, gracias a la existencia de numerosas variedades adaptadas a diferentes condiciones agroecológicas. Esta amplia distribución geográfica ha permitido que la papa se convierta en un alimento básico para millones de personas en el mundo. Además, su importancia económica y social es significativa en sistemas agrícolas familiares y comerciales (FAO, 2019).

B. Taxonomía de la papa

La papa es una planta herbácea cultivada ampliamente en el mundo y pertenece al grupo de las solanáceas, familia que incluye otras especies de importancia agrícola como el tomate, el ají y la berenjena. Desde el

punto de vista taxonómico, la papa se clasifica dentro del reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida y orden Solanales. Su familia es Solanaceae y el género al que pertenece es *Solanum*, uno de los más grandes dentro de las plantas con flores. La especie cultivada más difundida es *Solanum tuberosum*, la cual se caracteriza por formar tubérculos subterráneos utilizados como alimento. Dentro de esta especie existen numerosas variedades y cultivares adaptados a diferentes condiciones ambientales. Además, se han identificado varias especies silvestres relacionadas que contribuyen a la diversidad genética del cultivo. Estas especies han sido fundamentales en programas de mejoramiento genético para desarrollar variedades más resistentes a plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas. El conocimiento de la taxonomía de la papa permite comprender su origen, evolución y relaciones con otras especies dentro del género *Solanum* (Naeem, 2023).

C. Descripción morfológica de la papa

La papa (*Solanum tuberosum*) es una planta herbácea perenne cultivada como anual, que presenta características morfológicas particulares que facilitan su identificación. Posee un sistema radicular fibroso y superficial que se desarrolla a partir de los nudos del tallo subterráneo. El tallo aéreo es erecto o semierecto, de consistencia herbácea y puede alcanzar entre 40 y 100 cm de altura dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo. Las hojas son compuestas, alternas y de color verde, formadas por varios folíolos de diferente tamaño. La planta también produce estolones subterráneos que se engrosan en su extremo para formar los tubérculos, que constituyen el órgano de reserva y la parte comestible del cultivo. Los tubérculos presentan yemas u “ojos” que permiten la reproducción vegetativa de la planta. Las flores se agrupan en inflorescencias terminales y pueden presentar colores blanco, rosado,

violeta o azulado. El fruto es una baya pequeña de color verde que contiene numerosas semillas verdaderas. Estas características morfológicas permiten diferenciar la papa de otras especies de la familia Solanaceae y son importantes para su identificación y estudio agronómico (Hawkes, 1990).

D. Plagas y enfermedades de la papa

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) es afectado por diversas plagas y enfermedades que pueden reducir significativamente su rendimiento y calidad. Entre las principales plagas se encuentran los insectos defoliadores como la pulguilla de la papa (*Epitrix spp.*), el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp.*) y los pulgones (*Myzus persicae*), los cuales dañan hojas, tallos y tubérculos. Estos insectos no solo causan daños directos al alimentarse de los tejidos vegetales, sino que también pueden transmitir enfermedades virales. En cuanto a las enfermedades, destacan las de origen fúngico, bacteriano y viral. Una de las más destructivas es el tizón tardío causado por *Phytophthora infestans*, que provoca necrosis en hojas y pudrición de tubérculos. También son comunes enfermedades como la sarna común (*Streptomyces scabies*), la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) y diversos virus como PVY y PLRV. La presencia de estas plagas y patógenos puede generar pérdidas económicas importantes en la producción agrícola. Por ello, es fundamental implementar estrategias de manejo integrado que incluyan prácticas culturales, control biológico y uso de variedades resistentes (Perez y Forbes, 2011).

E. Control de plagas en el cultivo de papa

El control de plagas en el cultivo de papa es fundamental para asegurar una producción eficiente y de buena calidad, ya que diversos insectos pueden afectar el desarrollo del cultivo y reducir el rendimiento.

Entre las principales plagas se encuentran la pulguilla de la papa (*Epitrix spp.*), el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp.*) y los pulgones (*Myzus spp.*), los cuales dañan hojas, tallos y tubérculos. Para enfrentar estos problemas se recomienda aplicar el manejo integrado de plagas, que combina diferentes métodos de control. Entre las prácticas culturales destacan la rotación de cultivos, el uso de semilla certificada y la eliminación de residuos de cosecha que pueden servir de refugio para los insectos.

Asimismo, el control biológico mediante enemigos naturales ayuda a reducir las poblaciones de plagas de forma sostenible. Cuando las infestaciones son severas, también se puede recurrir al control químico utilizando insecticidas selectivos y aplicados de manera adecuada. La implementación de estas estrategias permite reducir el impacto de las plagas y mantener la productividad del cultivo de papa (Hanafi, 1999).

2.2.3. Insecticidas biológicos extracto de plantas

Los insecticidas biológicos elaborados a partir de extractos de plantas constituyen una alternativa ecológica, sostenible y prometedora para el control de plagas en distintos sistemas de producción agrícola.

Estos productos se obtienen a partir de metabolitos secundarios presentes en diversas especies vegetales, los cuales poseen propiedades insecticidas, repelentes, antialimentarias, inhibidoras del crecimiento y disruptoras del ciclo biológico de numerosos insectos plaga.

Entre las plantas más estudiadas destacan el neem (*Azadirachta indica*), el ajo (*Allium sativum*), el ají (*Capsicum spp.*) y el tabaco (*Nicotiana tabacum*), debido a que contienen compuestos bioactivos capaces de alterar el comportamiento, la alimentación, la oviposición, el desarrollo larval y la reproducción de los insectos.

En particular, estos extractos vegetales pueden actuar interfiriendo en el sistema nervioso, afectando procesos hormonales relacionados con la muda y

metamorfosis, o generando efectos tóxicos directos que disminuyen la supervivencia de las plagas. Una de las mayores ventajas de estos insecticidas botánicos radica en su menor toxicidad para los seres humanos, los animales domésticos, los enemigos naturales y el medio ambiente, en comparación con los insecticidas químicos de síntesis.

Asimismo, presentan una degradación más rápida en el ambiente, lo que reduce el riesgo de acumulación de residuos tóxicos en el suelo, el agua y los alimentos. Su uso, además, resulta compatible con los principios del manejo integrado de plagas, ya que pueden combinarse con métodos culturales, biológicos y mecánicos para lograr un control más equilibrado y sostenible.

No obstante, su efectividad puede verse influenciada por factores como la concentración del extracto, el solvente utilizado, el método de preparación, la frecuencia de aplicación, las condiciones ambientales y la susceptibilidad de la especie objetivo.

Por ello, es fundamental desarrollar investigaciones que permitan estandarizar su formulación, evaluar su eficiencia en diferentes cultivos y condiciones agroecológicas, y promover su incorporación como herramientas viables dentro de una agricultura sostenible y ambientalmente responsable (Isman, 2006).

2.3. Definición de términos básicos

- **Extractos vegetales**

Los extractos vegetales son sustancias obtenidas a partir de diferentes partes de las plantas, como hojas, raíces, semillas o cortezas, mediante procesos de extracción con agua, alcohol u otros solventes.

Estos extractos contienen compuestos bioactivos naturales, como alcaloides, terpenoides o flavonoides, que pueden tener propiedades medicinales, insecticidas o nutritivas. En la agricultura se utilizan principalmente como biopesticidas o bioestimulantes, contribuyendo al manejo sostenible de plagas y enfermedades.

- **Eficacia**

La eficacia es el grado en que un producto, método o tratamiento logra cumplir el objetivo para el cual fue aplicado. Se refiere a la capacidad de producir el efecto esperado bajo determinadas condiciones. En agricultura, la eficacia indica qué tan bien un insumo o técnica controla una plaga, enfermedad o mejora el rendimiento del cultivo.

- **Eficiencia**

La eficiencia es la capacidad de lograr un objetivo utilizando la menor cantidad posible de recursos, como tiempo, energía o dinero. Se refiere a realizar una actividad de manera óptima, reduciendo desperdicios y maximizando resultados. En agricultura, implica obtener mayor producción o control de plagas usando adecuadamente los insumos disponibles.

- **Control de plagas**

El control de plagas es el conjunto de prácticas y métodos utilizados para reducir o eliminar organismos que dañan los cultivos. Incluye técnicas culturales, biológicas, físicas y químicas para mantener las poblaciones de plagas por debajo del nivel que cause pérdidas económicas. Su objetivo es proteger la producción agrícola y asegurar la calidad y rendimiento de los cultivos.

- **Evaluación de plagas**

La evaluación de plagas es el proceso de observación, medición y registro de la presencia y nivel de infestación de insectos u otros organismos dañinos en un cultivo. Permite determinar la intensidad del daño y el tamaño de la población de la plaga en el campo.

- **Daño económico por plagas**

El daño económico por plagas es la pérdida en el rendimiento o calidad de un cultivo causada por la acción de insectos, ácaros u otros organismos perjudiciales. Ocurre cuando la población de la plaga provoca daños que reducen el valor comercial o la producción del cultivo.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La aplicación de insecticidas biológicos disminuye significativamente la incidencia y daño por *Epitrix sp.* y aumenta significativamente el rendimiento del cultivo de papa variedad Canchan en el distrito de Colpas – Huánuco.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- Existen diferencias significativas en la eficacia entre los insecticidas biológicos y/o entre condiciones de gabinete y campo; algunos insecticidas biológicos controlan *Epitrix sp.* con mayor eficacia que otros en papa variedad Canchan en Colpas – Huánuco.
- La aplicación de insecticidas biológicos produce cambios significativos en las variables de crecimiento de las plantas de papa variedad Canchan; específicamente, los tratamientos con insecticidas biológicos mejoran (o mantienen) el crecimiento en comparación con el testigo en Colpas – Huánuco.
- Los insecticidas biológicos afectan significativamente los componentes de rendimiento del cultivo de papa variedad Canchan; los tratamientos con insecticidas biológicos incrementan el número de tubérculos por planta, el peso promedio del tubérculo y/o el rendimiento por hectárea comparado con el testigo en Colpas – Huánuco.

2.5. Identificación de variables

Variable independiente

Efecto de insecticidas biológicos.

Variable dependiente

Control de la pulgilla saltona (*Epitrix sp.*) y en el rendimiento del cultivo de papa.

Variable interviniente

Condiciones ambientales de Colpas – Huánuco.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Técnica / instrumento
Variable independiente: Insecticidas biológicos	Sustancias de origen botánico o biológico utilizadas para disminuir la población o el daño de insectos plaga en los cultivos.	Se evaluó mediante la aplicación de cinco tratamientos en papa variedad Canchan: T1 extracto de canela, T2 neem + canela, T3 aceites vegetales, T4 testigo químico y T5 testigo absoluto, bajo condiciones de campo y gabinete.	Aplicación de tratamientos	Tipo de tratamiento aplicado	Cualitativa nominal	Observación experimental / ficha de campo
Variable dependiente: Control de <i>Epitrix sp.</i>	Grado de reducción de la incidencia, daño o mortalidad de la pulguilla saltona en el cultivo de papa como efecto de los tratamientos aplicados.	Se determinó evaluando el daño foliar en campo y la mortandad de <i>Epitrix sp.</i> en condiciones controladas, según cronograma de evaluación del experimento.	Eficacia en campo	Severidad de daño foliar por % <i>Epitrix sp.</i>		Observación visual / escala de severidad, ficha de evaluación
			Eficacia en gabinete	Mortandad de <i>Epitrix sp.</i> en condiciones controladas	%	Conteo directo / ficha de registro
Variable dependiente: Rendimiento del cultivo de papa variedad Canchan	Expresión productiva del cultivo medida a través de variables de crecimiento y componentes de rendimiento.	Se evaluó midiendo crecimiento de planta y producción de tubérculos en las plantas seleccionadas de cada tratamiento.	Crecimiento vegetativo	Altura de planta a la madurez	m	Medición directa / wincha o regla
			Crecimiento vegetativo	Número de tallos por planta	N°	Conteo directo / ficha de campo
			Componentes de rendimiento	Número de tubérculos por planta	N°	Conteo directo / ficha de campo
			Componentes de rendimiento	Peso de tubérculos por planta	kg	Pesado directo / balanza electrónica
			Rendimiento final	Rendimiento por hectárea	t/ha	Cálculo agronómico a partir del peso cosechado
Variable interviniente: Condiciones ambientales de	Factores climáticos y ambientales que pueden influir en la	Se consideraron durante el desarrollo del experimento como condiciones no	Ambiente	Temperatura, humedad, precipitación y condiciones del campo	°C, %, mm	Registro meteorológico / observación y fuentes climáticas

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Técnica / instrumento
Colpas– Huánuco	respuesta del cultivo y en la presencia de la plaga.	manipuladas que pudieron influir en la eficacia de los tratamientos y en el comportamiento agronómico del cultivo.				

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación desarrollada corresponde a un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y experimental, ya que se emplearon diversos instrumentos para evaluar el efecto de insecticidas biológicos en el control de *Epitrix sp.*, además de basarse en conocimientos previamente establecidos.

3.2. Nivel de investigación

La investigación se desarrolló a un nivel explicativo, con el propósito de analizar la influencia de insecticidas biológicos en *Epitrix sp.* bajo condiciones de campo y gabinete.

3.3. Métodos de investigación

Para este estudio se empleó el método científico, realizando observaciones, recopilando información y analizando los datos obtenidos.

3.3.1. Conducción del experimento

- a. Preparación de terreno para siembra de papa:** Se realizó la preparación del terreno con herramientas de la zona, nivelación, con la finalidad de mejorar la aireación, facilitar el drenaje y favorecer el desarrollo del cultivo de papa. Posteriormente, se trazaron los surcos y se incorporó la materia orgánica al suelo, dejando el terreno en condiciones adecuadas para la

siembra. El distanciamiento de siembra fue de 1.0 m entre surcos y 0.40 m entre plantas.

- b. Manejo del cultivo de papa:** Se realizaron labores oportunas de riego, deshierbo, aporque y fertilización, con el fin de asegurar un adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas. El control de malezas se realizó en forma manual. Los aporques fueron dos y oportunamente.
- c. Evaluación de plagas y enfermedades:** Se realizó la evaluación y el control fitosanitario de plagas de acuerdo a los tratamientos en estudio y para las enfermedades se aplicó sulfato de cobre pentahidratado Bio Master (200 ml/20 litros de agua) de manera periódica, manteniendo el cultivo en condiciones favorables hasta la cosecha.
- d. Aplicación de tratamientos (insecticidas biológicos):** Los tratamientos fueron aplicados cada 10 días, la primera aplicación fue a los 20 días de la siembra. Se usó una mochila de fumigar por capacidad de 20 litros.
- e. Cosecha de papa:** Se efectuó la cosecha de papa cuando los tubérculos alcanzaron la madurez comercial, extrayéndolos cuidadosamente del suelo para evitar daños mecánicos.

3.4. Diseño de investigación

Debido a la naturaleza del estudio, se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), considerando un total de 5 tratamientos, con 3 bloques y un total de 60 plantas por tratamiento.

3.4.1. Características del experimento

a. Del campo experimental

- Largo: 20 m
- Ancho: 9.5 m
- Área total: 190 m²

b. De las plantas

- Número de plantas /tratamiento: 20
- Número total de plantas del experimento: 300
- Distancia entre plantas: 0.5 m
- Distancia entre surcos: 1.0 m

Figura 1. Croquis del campo experimental

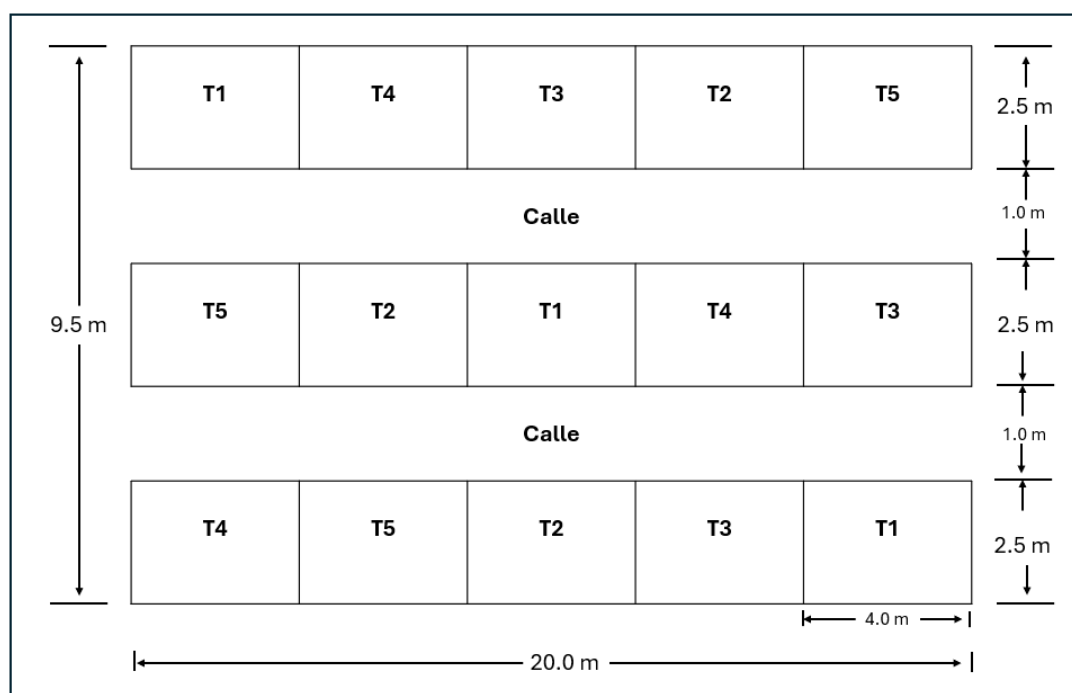
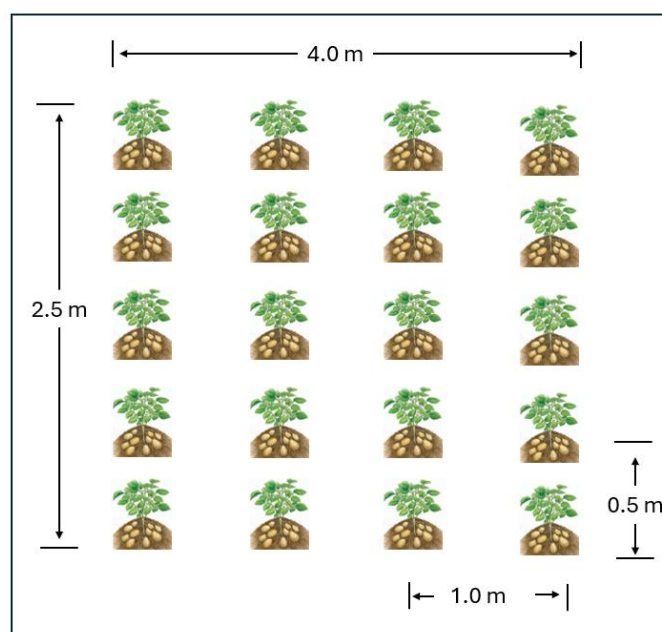


Figura 2. Detalles de un tratamiento (vista de planta)



3.5. Población y muestra

Población

La población estuvo conformada por 300 plantas de papa y por cada tratamiento fue plantadas 60 plantas en un área total de 190.0 m² (20.0 x 9.5 m).

Muestra

En cada parcela experimental se realizó un muestreo aleatorio de 5 plantas de papa por tratamiento, excluyendo aquellas ubicadas en los bordes. En total, se evaluaron 15 plantas por cada tratamiento y bloque (3) como muestra representativa del experimento.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Observación experimental
- Análisis documental
- Se realizó la evaluación de la eficacia de insecticidas biológicas.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Se empleó el Sistema Internacional de Unidades (SI) para la evaluación de cada uno de los indicadores, utilizando herramientas como estimaciones visuales en porcentaje, mediciones en metros, conteos directos, balanza electrónica y vernier, de acuerdo con lo establecido en la matriz de operacionalización de variables.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

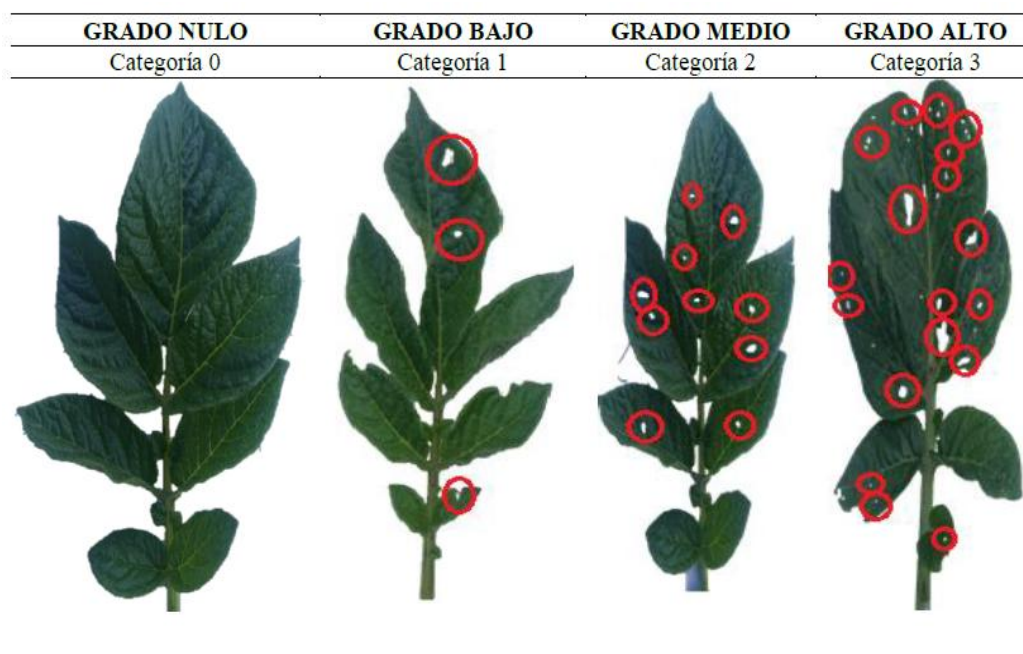
Las evaluaciones comenzaron desde la fecha de instalación del experimento, 03 de enero de 2025. Inicialmente, se realizaron cada 5 días después de la siembra. Para cada tratamiento se evaluaron 5 plantas, considerando las siguientes variables:

a. Eficacia de insecticidas biológicos en campo (%)

Se evaluó a los 10 días después de la emergencia de las plantas de papa, la evaluación fue cada 10 días hasta los 80 días. Las evaluaciones fueron del daño o severidad causado por *Epitrix sp* en las hojas. Garcia (2022) la definen como el área de tejido afectado/ área de tejido analizado, multiplicado por 100, evaluando cada 10 días durante mínimo 60 días, con la siguiente ponderación:

1. Grado bajo (30%): < 3 agujeros/hoja.
2. Grado medio (60%): de 3 a 10 agujeros/hoja.
3. Grado alto (90%): > 10 agujeros/hojas

Figura 3. Severidad de pulgilla (Epitrix spp.) en hojas de papa



b. Eficacia de insecticidas biológicos en gabinete (%)

Se colocó en un táper de plástico de medio kilo las hojas de papa mojadas con los insecticidas biológicos, luego se colocó 20 adultos de *Epitrix* y se evaluó a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas después de haber colocado los adultos de *Epitrix*. Las evaluaciones consistieron en observar los adultos muertos dentro del táper.

c. Altura de planta (cm) a los 30, 60, 90 y 120 días

Se midió la altura de planta de cada tratamiento a partir del ras del suelo hasta el ápice terminal, esta evaluación se realizó con la ayuda de una regla metálica, según los momentos planteados y se rellenó la ficha de evaluación (observar la sección anexa).

d. Número de tallos principales a los 60 días

Se evaluó el número de tallos principales, se consideró aquellos tallos que emergieron de la semilla tubérculo.

e. Número de tubérculos por planta (nº) a la cosecha

Se contabilizó los tubérculos formados, esta evaluación se realizó a la cosecha.

f. Peso de tubérculos por planta.

Para esta evaluación se pesó los tubérculos formados, por planta.

g. Rendimiento por hectárea (t/ha)

Se estimó el rendimiento en base al peso por planta de los tubérculos.

3.9. Tratamiento estadístico

Tabla 2. Tratamientos en estudio de insecticidas biológicos

Trat.	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis 200 L de agua	Fabricante
T1	Extracto de canela	CENDRA	200 ml	SEIPASA
T2	Extracto de canela +aceite de neem	BIOECOL CINELA	1.0 L	PHARTEC
T3	Aceite de canela, laurel, boldo, pimienta, molle y paico.	BIOVAMOIL	1.0 L	BIOVAM
T4	Fipronil Testigo-químico	REGIMENT	300 ml	ITAGRO
T5	Testigo absoluto	--	--	--

La primera aplicación fue a la emergencia de las plantas de papa y las siguientes aplicaciones fueron cada 10 días.

Luego de concluir las evaluaciones, se llevaron a cabo los análisis de varianza correspondientes. Para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey, utilizando el paquete estadístico InfoStat, a través del siguiente modelo lineal general.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación de la unidad experimental.

μ = Media general.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j : efecto del j -ésimo bloque

ϵ_{ij} : error experimental o residual asociado a la observación ij

Además, se realizó la prueba de Tukey para la comparación de medias.

Esquema del análisis de varianza:

Tabla 3. Análisis de varianza para un DBCA

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio (MS)	Estadístico F
Tratamientos	(r-1)	S C b	CMb	CMb / CME
Bloques	(t-1)	S C t	CMT	CMT / CME
Error	(t-1)(r-1)	S C E	CME	
Total	tr – 1	SCTO		

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Autoría: Se puede precisar con claridad que Yovani Antonio CONDORI CHÁVEZ, es el autor del presente trabajo de investigación.

Originalidad: Las referencias y contenidos mencionados en este trabajo de investigación han sido considerados respetando la autoría original y se han incluido en la bibliografía correspondiente sin modificar su contenido.

Reconocimiento de fuentes: Las obras de los distintos autores consultados han sido referenciadas en la bibliografía respetando su contenido original y siguiendo el formato establecido por la norma APA séptima edición, como cita indirecta.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación geográfica y características meteorológicas

La investigación se realizó en condiciones de campo y gabinete se localizó en:

Provincia: Ambo

Distrito: Colpas

Región: Huánuco

Lugar: Colpas

Altitud: 2700 m.s.n.m

Latitud Sur: 10°16'52"S

Longitud Oeste: 76°24'45" W

La pulguilla saltona (*Epitrix sp.*) tiene la capacidad de adaptarse a diversas condiciones geográficas, siempre que se consideren factores clave como la disponibilidad de papa, el clima, la exposición solar, la topografía, el espacio disponible y el acceso a insumos. Con una planificación y manejo adecuados, esta plaga del cultivo de papa puede controlarse en distintos tipos de ambientes.

4.1.2. Datos meteorológicos

Tabla 4. Datos meteorológicos durante el desarrollo de la investigación enero – abril 2025

Meses	Temperatura °C			Precipitación
	Extremos			Total, mensual
	Máxima	Mínima	HR %	(mm)
Enero	22.5	10.8	74.2	65.4
Febrero	21.9	10.7	76.7	166.8
Marzo	21.6	10.8	80.4	169.2
Abril	21.7	10.4	78.0	60.4
Mayo	22.7	8.5	72.5	35.2
				Total, pp: 497.0

Fuente: Estaciones meteorológica SENAMHI- San Rafael

Interpretación de los datos meteorológicos

Según los registros meteorológicos correspondientes al periodo en que se desarrolló el experimento con papa, la temperatura mínima se registró en mayo con 8.5 °C, mientras que la máxima se presentó en mayo alcanzando los 22.7 °C. En cuanto a las precipitaciones, el mayor volumen de lluvia se observó en marzo con 169.2 mm, y la menor en mayo con solo 35.2 mm, todo ello durante el año 2025.

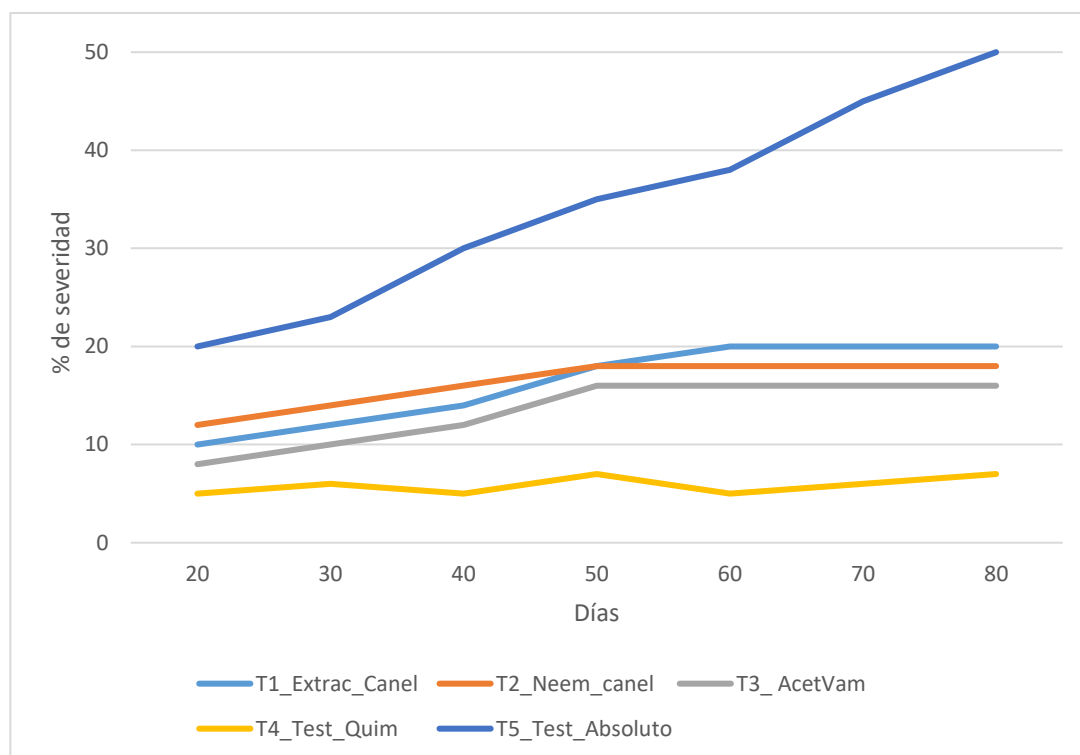
La papa variedad Canchán se desarrolla mejor en climas templados a fríos de sierra media, con adaptación entre 2 000 y 3 500 m s. n. m.; en papa, las temperaturas medias diarias óptimas se sitúan entre 18 y 20 °C, con noches menores de 15 °C para favorecer la tuberización. Además, requiere una humedad relativa aproximada de 70–80 % y una disponibilidad hídrica de alrededor de 400–800 mm de precipitación durante el ciclo, evitando tanto el déficit como el exceso de agua, ya que ambos afectan el rendimiento y la calidad del tubérculo (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2012).

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Eficacia de Insecticidas biológicos

a. Porcentaje de severidad en campo (%)

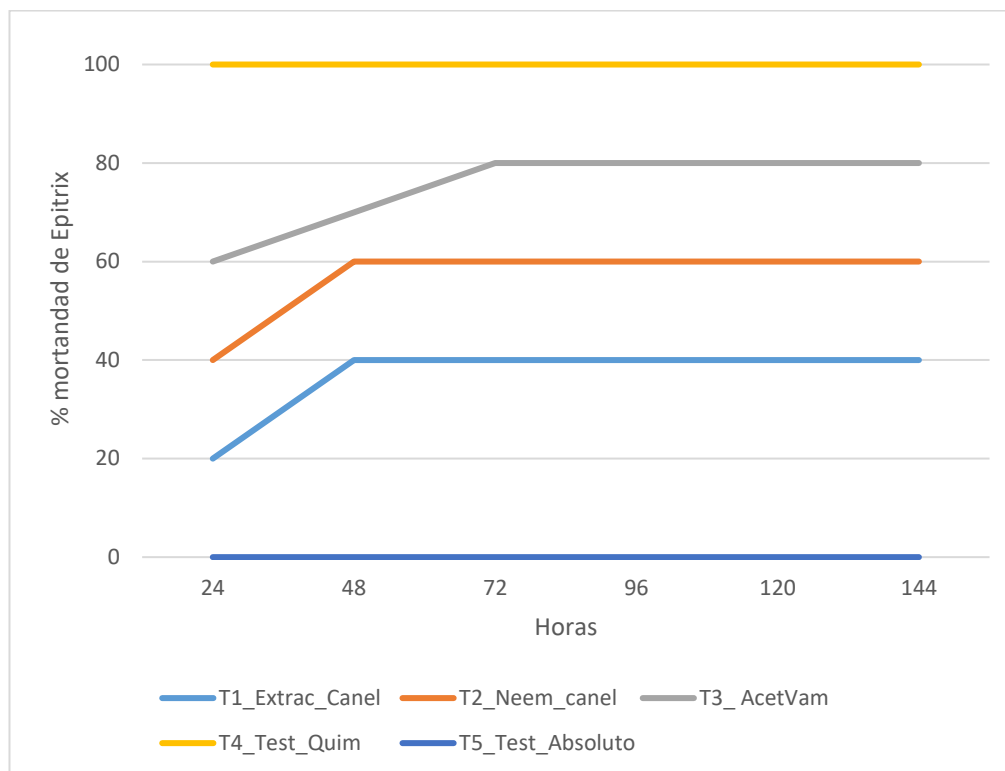
Figura 4. Porcentaje de severidad de *Epitrix* sp en campo (%)



La figura 4 muestra que el tratamiento T5 testigo absoluto sin la aplicación de insecticidas la severidad llegó hasta 50% (grado medio), el tratamiento T4 con insecticida químico, controla efectivamente el ataque o severidad de *Epitrix* en 6% (grado bajo). El tratamiento T3 aceite de Vam (aceite de canela, laurel, boldo, pimienta, molle y paico) fue el que tuvo mejor control en campo de los insecticidas biológicos con un máximo de ataque de 16 % (grado bajo), el T2 aceite de neem (azadiractina) + canela presentó hasta 18 % de severidad y el T1 (extracto de canela) presentó un 20% de severidad (grado bajo). Se observa que según pasan los días el control se estabiliza, lo cual es adecuado ya que los agricultores aplican los insecticidas químicos cada 7 días y con esta propuesta de insecticida biológico se logra un control adecuado.

b. Porcentaje de mortandad de *Epitrix* en condiciones controladas (%)

*Figura 5. Porcentaje de mortandad de *Epitrix* sp en condiciones controladas (%)*



La Figura 5 muestra que, en condiciones controladas, los tratamientos presentaron una eficacia diferenciada en la mortandad de adultos de *Epitrix* sp. El testigo absoluto (T5) no registró mortandad en ninguna hora de evaluación, mientras que el testigo químico (T4) alcanzó 100% de mortandad desde las 24 horas, evidenciando una acción rápida y total. Entre los insecticidas biológicos, el tratamiento T3 (aceite Vam) fue el más eficiente, al lograr 60% de mortandad a las 24 horas y 80% a las 72 horas, manteniéndose estable hasta el final; en cambio, T2 (neem + canela) alcanzó solo 60% y T1 (extracto de canela) 40%. Estos resultados indican que, aunque el tratamiento químico fue superior, el T3 (Aceite de canela, laurel, boldo, pimienta, molle y paico) presentó un efecto promisorio como alternativa biológica para el manejo de *Epitrix* sp., debido a su mayor

capacidad de control y mejor respuesta comparativa frente a los demás tratamientos botánicos.

4.2.2. Crecimiento de papa

a. Altura de planta (m)

Tabla 5. Análisis de varianza para altura de planta a la madurez (m)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.	Sig. 0,05
Bloques	2	0.00032	0.00016	6.87	4.45	*
Tratamientos	4	0.11	0.03	124.61	3.83	*
Error	8	0.00018	0.00023			
Total	14	0.12				

CV: 2.48 %

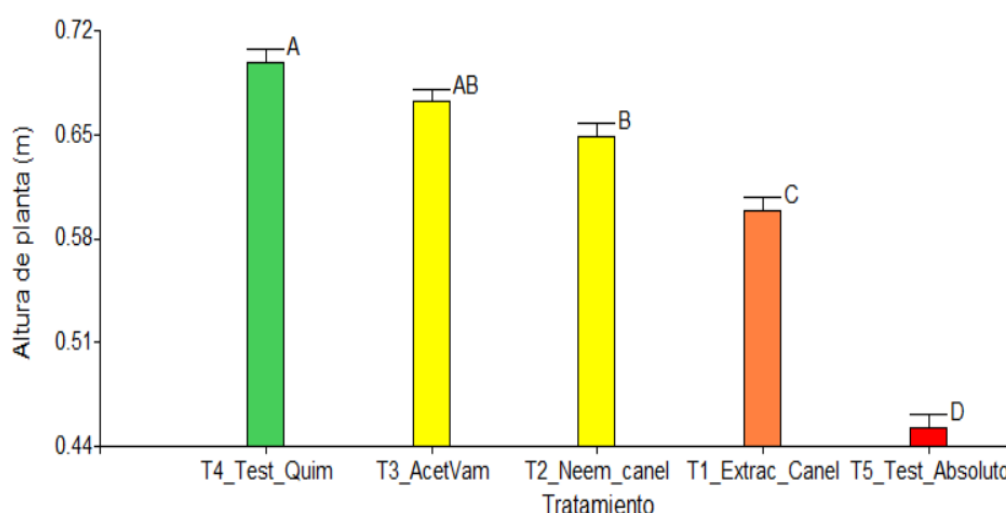
La Tabla 5 muestra que hubo diferencias significativas en la altura de planta a la madurez entre tratamientos, ya que para tratamientos el valor de $F_c = 124.61$ fue mayor que $F_t = 3.83$, indicando efecto estadístico significativo al 5%; asimismo, los bloques también resultaron significativos ($F_c = 6.87 > F_t = 4.45$), lo que evidencia cierta variabilidad del campo experimental. El coeficiente de variación de 2.48% indica alta precisión experimental y buena confiabilidad de los datos. En conjunto, estos resultados demuestran que la aplicación de insecticidas biológicos y controles influyó significativamente en el crecimiento final de las plantas de papa, afectando su altura a la madurez.

Tabla 6. Prueba de Tukey para peso altura de planta a la madurez (m)

OM	Tratamiento	Promedio (m)	Sig. A=0,05
1	T4_Test_Quim	0.70	A
2	T3_AcetVam	0.67	A B
3	T2_Neem_canel	0.65	B
4	T1_Extrac_Canel	0.60	C
5	T5_Test_Absoluto	0.45	D

La Tabla 6 muestra que el tratamiento T4 (testigo químico) alcanzó la mayor altura de planta a la madurez con 0.70 m, ubicándose en el grupo A, por lo que fue el de mejor efecto sobre el crecimiento. Le siguió T3 (Aceite Vam) con 0.67 m, compartiendo significancia AB, lo que indica un comportamiento estadísticamente cercano al mejor tratamiento. En cambio, T2 obtuvo 0.65 m (grupo B), T1 registró 0.60 m (grupo C) y T5 presentó la menor altura con 0.45 m (grupo D). Estos resultados evidencian que la aplicación de insecticidas, especialmente el químico y el biológico T3, favoreció significativamente el crecimiento de las plantas frente al testigo absoluto.

Figura 6. Altura de planta a la madurez (m)



La Figura 6 muestra de forma gráfica que la altura de planta a la madurez fue mayor en el tratamiento T4, con 0.70 m, seguido de T3 con 0.67 m y T2 con 0.65 m, evidenciando mejor crecimiento respecto a los demás tratamientos. Por su parte, T1 alcanzó 0.60 m, mientras que T5 presentó la menor altura con 0.45 m, reflejando el menor desarrollo vegetativo. Esta tendencia visual confirma que los tratamientos con insecticidas, en especial el químico y el biológico T3, favorecieron el crecimiento de las plantas. En conjunto, la figura evidencia que un mejor

control de *Epitrix* sp. estuvo asociado con una mayor altura de planta a la madurez.

b. Número de tallos por planta (n°)

Tabla 7. Análisis de varianza número de tallos por planta (n°)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.	Sig. 0,05
Bloques	2	0.15	0.07	1.96	4.45	n.s.
Tratamientos	4	5.04	1.26	33.16	3.83	*
Error	8	0.30	0.04			
Total	14	5.49				

CV: 3.66 %

La Tabla 7 indica que los tratamientos influyeron significativamente en el número de tallos por planta, debido a que el valor de $F_c = 33.16$ fue mayor que $F_t = 3.83$, mostrando diferencias estadísticas entre los insecticidas evaluados; en cambio, en los bloques no hubo significancia ($F_c = 1.96 < F_t = 4.45$), lo que evidencia uniformidad del campo experimental. Además, el coeficiente de variación de 3.66% señala buena precisión y confiabilidad en los datos obtenidos.

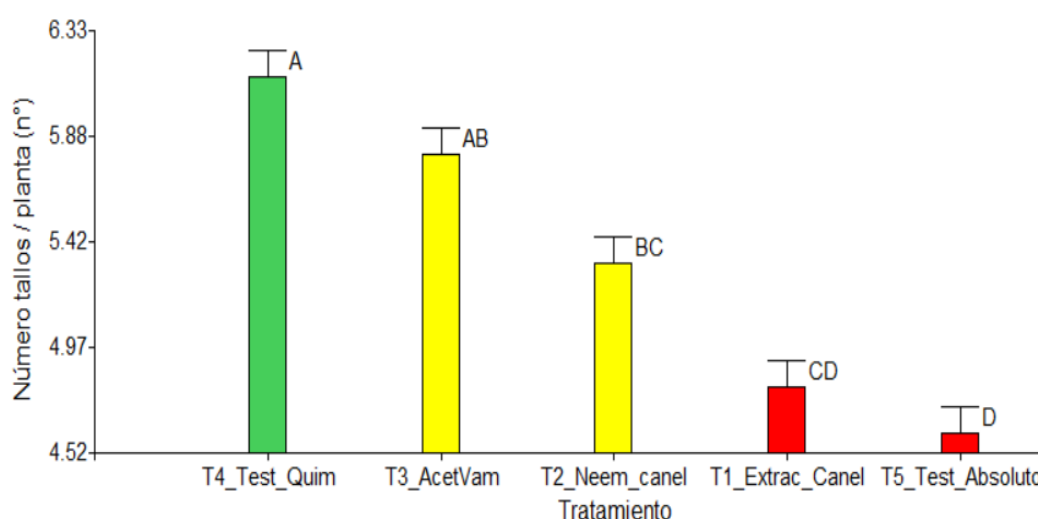
Tabla 8. Prueba de Tukey para número de tallos por planta (n°)

OM	Tratamiento	Promedio (n°)	Sig. A=0,05
1	T4_Test_Quim	6.13	A
2	T3_AcetVam	5.80	A B
3	T2_Neem_canel	5.33	B C
4	T1_Extrac_Canel	4.80	C D
5	T5_Test_Absoluto	4.60	D

La Tabla 8 muestra que el tratamiento T4 (testigo químico) obtuvo el mayor número de tallos por planta con 6.13, ubicándose en el grupo A, por

lo que fue el tratamiento de mejor respuesta. Le siguió T3 (Aceite Vam) con 5.80 tallos, compartiendo significancia AB, lo que indica un comportamiento estadísticamente similar al mejor tratamiento. Luego se ubicaron T2 con 5.33 tallos (BC), T1 con 4.80 (CD) y T5 con 4.60 (D), siendo este último el de menor valor. En conjunto, los resultados evidencian que los tratamientos insecticidas, especialmente T4 y T3, favorecieron significativamente la emisión de tallos en comparación con el testigo absoluto.

Figura 7. Número de tallos por planta (n°)



La Figura 7 muestra que el número de tallos por planta fue mayor en el tratamiento T4, con 6.13 tallos, seguido de T3 con 5.80 y T2 con 5.33, lo que evidencia una mejor respuesta vegetativa en comparación con los demás tratamientos. Por su parte, T1 registró 4.80 tallos y T5 presentó el menor valor con 4.60 tallos por planta. Esta tendencia gráfica confirma que los tratamientos insecticidas, especialmente el químico y el biológico T3, promovieron una mayor emisión de tallos. En conjunto, la figura sugiere que un mejor control de *Epitrix* sp. favoreció el desarrollo vegetativo del cultivo de papa.

4.2.3. Componentes de rendimiento

a. Número de tubérculos por planta (n°)

Tabla 9. Análisis de varianza para número de tubérculos por planta (n°)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.	Sig. 0,05
Bloques	2	0.26	0.13	1.44	4.45	n.s.
Tratamientos	4	71.15	17.79	196.18	3.83	*
Error	8	0.73	0.09			
Total	14	72.13				

CV: 2.38 %

La Tabla 9 muestra que los tratamientos influyeron significativamente en el número de tubérculos por planta, ya que el valor de $F_c = 196.18$ fue mayor que $F_t = 3.83$, evidenciando diferencias estadísticas entre los insecticidas evaluados; en cambio, los bloques no presentaron efecto significativo ($F_c = 1.44 < F_t = 4.45$), lo que indica uniformidad en el campo experimental. Además, el coeficiente de variación de 2.38% demuestra alta precisión y confiabilidad en los datos obtenidos. En conjunto, estos resultados confirman que la aplicación de insecticidas, especialmente los de mayor eficacia, influyó de manera importante en la formación de tubérculos por planta.

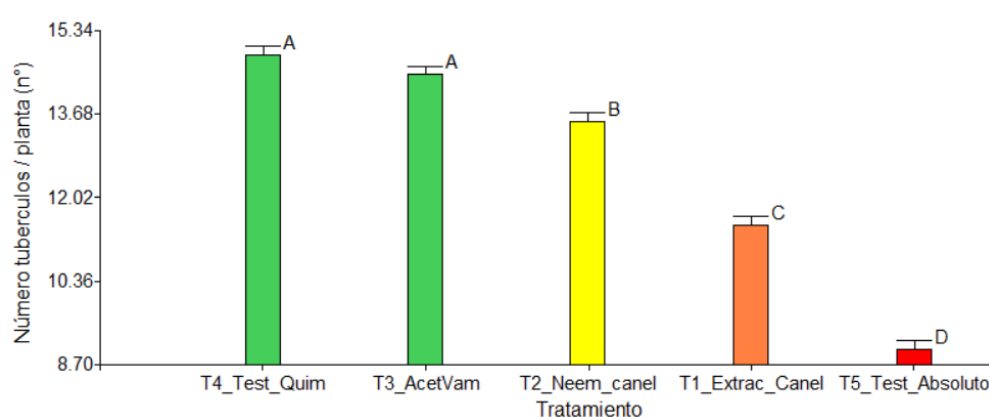
Tabla 10. Prueba de Tukey para número de tubérculos por planta (n°)

OM	Tratamiento	Promedio (n°)	Sig. A=0,05
1	T4_Test_Quim	14.87	A
2	T3_AcetVam	14.47	A
3	T2_Neem_canel	13.53	B
4	T1_Extrac_Canel	11.47	C
5	T5_Test_Absoluto	9.00	D

La Tabla 10 muestra que el tratamiento T4 (testigo químico) obtuvo el mayor número de tubérculos por planta con 14.87, compartiendo el grupo

A con T3 (Aceite Vam), que registró 14.47, por lo que ambos presentaron el mejor comportamiento estadístico. En un nivel intermedio se ubicó T2 con 13.53 tubérculos en el grupo B, mientras que T1 alcanzó 11.47 (C) y T5 solo 9.00 (D), siendo el de menor respuesta. Estos resultados evidencian que los tratamientos más eficaces en el control de *Epitrix* sp. favorecieron significativamente una mayor formación de tubérculos por planta.

Figura 8. Número de tubérculos por planta (n°)



La Figura 8 muestra que el mayor número de tubérculos por planta se obtuvo con T4 y T3, con promedios de 14.87 y 14.47 tubérculos, respectivamente, evidenciando un mejor comportamiento productivo frente a los demás tratamientos. En un nivel intermedio se ubicó T2 con 13.53 tubérculos, mientras que T1 alcanzó 11.47 y T5 presentó el menor valor con 9.00 tubérculos por planta. Esta tendencia gráfica confirma que los tratamientos con mayor eficacia en el control de *Epitrix* sp. favorecieron una mayor formación de tubérculos. En conjunto, la figura evidencia que un mejor manejo de la plaga estuvo asociado con un incremento en los componentes de rendimiento del cultivo de papa.

b. Peso de tubérculos por planta (kg)

Tabla 11. Análisis de varianza para peso de tubérculos por planta (kg)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.	Sig. 0,05
Bloques	2	0.00018	0.00004	1.75	4.45	n.s.
Tratamientos	4	1.00	0.25	480.64	3.83	*
Error	8	0.00042	0.000052			
Total	14	1.01				

CV: 1.78 %

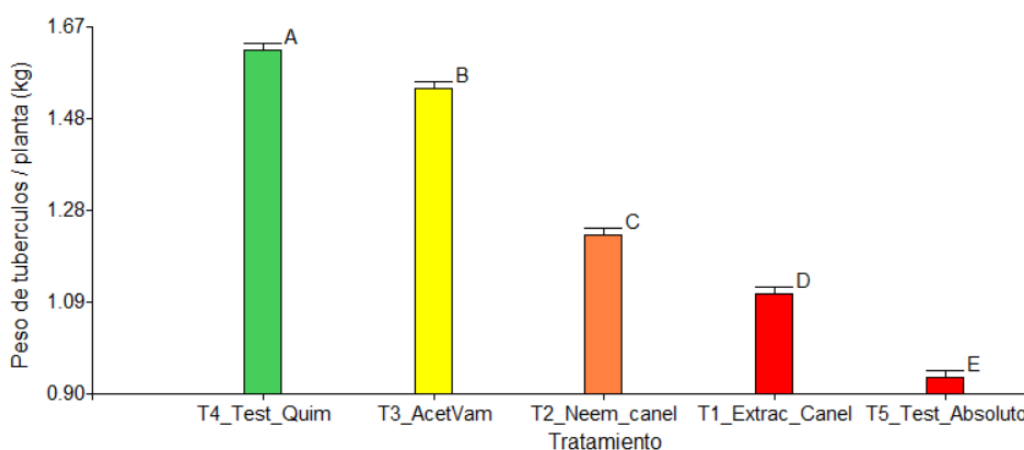
La Tabla 11 muestra que los tratamientos influyeron significativamente en el peso de tubérculos por planta, debido a que el valor de $F_c = 480.64$ fue muy superior a $F_t = 3.83$, evidenciando diferencias estadísticas altamente marcadas entre los insecticidas evaluados; por otro lado, los bloques no presentaron efecto significativo ($F_c = 1.75 < F_t = 4.45$), lo que indica homogeneidad en el campo experimental. Asimismo, el coeficiente de variación de 1.78% demuestra alta precisión experimental y confiabilidad de los resultados. En conjunto, estos datos confirman que la aplicación de los tratamientos tuvo una influencia determinante en el peso de tubérculos producido por planta.

Tabla 12. Prueba de Tukey para peso de tubérculos por planta (kg)

OM	Tratamiento	Promedio (kg)	Sig. A=0,05
1	T4_Test_Quim	1.62	A
2	T3_AcetVam	1.54	B
3	T2_Neem_canel	1.23	C
4	T1_Extrac_Canel	1.11	D
5	T5_Test_Absoluto	0.93	E

La Tabla 12 muestra que el tratamiento T4 (testigo químico) alcanzó el mayor peso de tubérculos por planta con 1.62 kg, ubicándose en el grupo A, por lo que presentó la mejor respuesta productiva. Le siguió T3 (Aceite Vam) con 1.54 kg en el grupo B, mientras que T2 registró 1.23 kg (C), T1 obtuvo 1.11 kg (D) y T5 presentó el menor valor con 0.93 kg (E). Estos resultados evidencian diferencias estadísticas claras entre todos los tratamientos evaluados. En conjunto, se demuestra que un mejor control de *Epitrix* sp. favoreció significativamente el incremento del peso de tubérculos por planta.

Figura 9. Peso de tubérculos por planta (kg)



La Figura 9 muestra que el mayor peso de tubérculos por planta se obtuvo con el tratamiento T4, al registrar 1.62 kg, seguido de T3 con 1.54 kg, evidenciando un mejor comportamiento productivo en comparación con los demás tratamientos. En un nivel intermedio se ubicó T2 con 1.23 kg, mientras que T1 alcanzó 1.11 kg y T5 presentó el menor peso con 0.93 kg por planta. Esta tendencia gráfica confirma que los tratamientos con mayor eficacia en el control de *Epitrix* sp. favorecieron una mayor acumulación de biomasa en los tubérculos. En conjunto, la figura evidencia que un mejor manejo de la plaga estuvo directamente relacionado con un mayor rendimiento por planta.

c. Rendimiento por hectárea (t/ha)

Tabla 13. Análisis de varianza para rendimiento por hectárea (t/ha)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.	Sig. 0,05
Bloques	2	6.88	3.44	14.20	4.45	*
Tratamientos	4	762.36	190.59	786.48	3.83	*
Error	8	1.94	0.24			
Total	14	771.18				

CV: 1.42 %

La Tabla 13 muestra que hubo diferencias significativas en el rendimiento por hectárea, ya que para tratamientos el valor de $F_c = 786.48$ fue mayor que $F_t = 3.83$, evidenciando un efecto altamente marcado de los insecticidas evaluados; asimismo, los bloques también fueron significativos ($F_c = 14.20 > F_t = 4.45$), lo que indica cierta variabilidad en el campo experimental. Además, el coeficiente de variación de 1.42% demuestra alta precisión y confiabilidad de los datos. En conjunto, estos resultados confirman que los tratamientos aplicados influyeron significativamente en la productividad final del cultivo de papa.

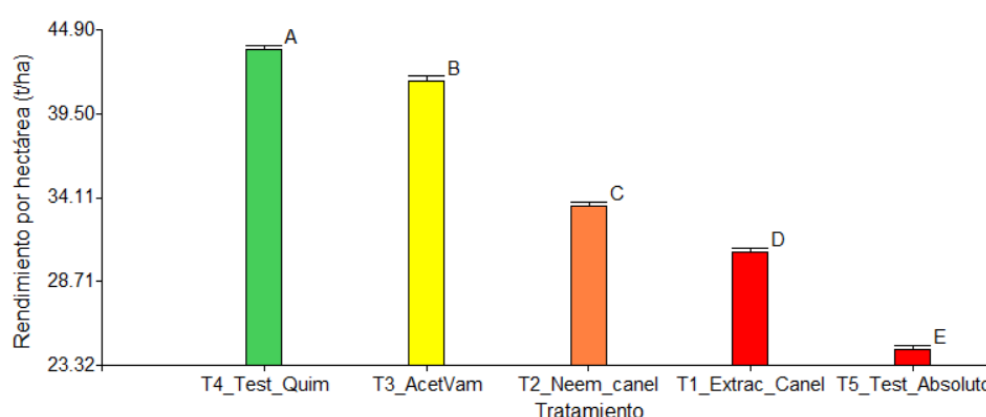
Tabla 14. Prueba de Tukey para rendimiento por hectárea (t/ha)

OM	Tratamiento	Promedio (t/ha)	Sig. A=0,05
1	T4_Test_Quim	43.6	A
2	T3_AcetVam	41.6	B
3	T2_Neem_canel	33.5	C
4	T1_Extrac_Canel	30.6	D
5	T5_Test_Absoluto	24.3	E

La Tabla 14 muestra que el tratamiento T4 (testigo químico) obtuvo el mayor rendimiento por hectárea con 43.6 t/ha, ubicándose en el grupo A,

por lo que fue el de mejor respuesta productiva. Le siguió T3 (Aceite Vam) con 41.6 t/ha en el grupo B, mientras que T2 alcanzó 33.5 t/ha (C), T1 registró 30.6 t/ha (D) y T5 presentó el menor rendimiento con 24.3 t/ha (E). Estos resultados evidencian diferencias estadísticas entre todos los tratamientos evaluados. En conjunto, se demuestra que los tratamientos con mejor control de *Epitrix* sp. favorecieron significativamente el incremento del rendimiento final del cultivo de papa.

Figura 10. Rendimiento por hectárea (t/ha)



La Figura 10 muestra que el mayor rendimiento por hectárea se obtuvo con el tratamiento T4, al alcanzar 43.6 t/ha, seguido de T3 con 41.6 t/ha, lo que evidencia una mejor respuesta productiva respecto a los demás tratamientos. En un nivel intermedio se ubicaron T2 con 33.5 t/ha y T1 con 30.6 t/ha, mientras que T5 presentó el menor rendimiento con 24.3 t/ha. Esta tendencia gráfica confirma que los tratamientos con mayor eficacia en el control de *Epitrix* sp. favorecieron un incremento importante en la producción del cultivo. En conjunto, la figura demuestra que un mejor manejo de la plaga estuvo directamente relacionado con un mayor rendimiento final de papa variedad Canchan.

4.3. Prueba de Hipótesis

La hipótesis general formulada se confirma, que la aplicación de insecticidas biológicos disminuye significativamente la incidencia y daño por *Epitrix* sp. y aumenta

significativamente el rendimiento del cultivo de papa variedad Canchan en el distrito de Colpas – Huánuco.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Eficacia de insecticidas biológicos

a. Severidad en campo (%)

Los resultados obtenidos indican que la severidad en campo de *Epitrix* sp. fue menor en los tratamientos biológicos, destacando T3, mientras que el testigo absoluto presentó el mayor daño foliar, lo que evidencia la eficacia de los extractos vegetales para disminuir el ataque de la plaga en papa variedad Canchan. Este comportamiento coincide con Laurencio (2023), quien encontró que los biocidas redujeron el daño foliar a grados bajos de afectación y que el testigo mantuvo daños altos. De igual manera, Quispe (2014) sostuvo que los extractos botánicos permiten disminuir los daños por *Epitrix* sp., confirmando su potencial dentro del manejo ecológico de esta plaga. Además, Kilani-Morakchi et al. (2021) señalan que la azadiractina actúa como antialimentario y regulador del crecimiento, lo que explica el menor nivel de severidad observado en los tratamientos con neem.

b. Mortandad de *Epitrix* en condiciones controladas (%)

La mortandad de *Epitrix* sp. en condiciones controladas evidenció que el tratamiento T3 presentó la mejor respuesta entre los insecticidas biológicos, al alcanzar 80 % de mortalidad desde las 72 horas, mientras que T1 y T2 mostraron un efecto menor, confirmando diferencias en la eficacia insecticida de los extractos botánicos. Estos resultados concuerdan con Tomaylla Cruz (2016), quien reportó que los aceites esenciales poseen compuestos activos con efecto insecticida sobre *Epitrix* spp., capaces de generar una acción progresiva sobre los adultos. Asimismo, guardan relación con Tucto Ortega et al. (2025), quienes

señalaron que los biocidas botánicos constituyen alternativas viables para el control de pulgillas en papa, aunque su efecto depende de la composición del preparado y del tiempo de exposición. En ese sentido, la mayor mortandad observada en T3 sugiere que la mezcla de aceites vegetales generó una acción más intensa y sostenida sobre la plaga. Por ello, este tratamiento se perfila como una alternativa prometedora dentro del manejo ecológico de *Epitrix sp.* en el cultivo de papa.

4.4.2. Crecimiento de papa

a. Altura de planta (cm)

La mayor altura de planta a la madurez se registró en T4 con 0.70 m, seguido de T3 con 0.67 m, mientras que el testigo absoluto solo alcanzó 0.45 m, lo que evidencia que un mejor control de *Epitrix sp.* favoreció el crecimiento vegetativo de la papa variedad Canchan. Este comportamiento guarda relación con Garcia (2022), quien señaló que algunos extractos vegetales no solo contribuyen al manejo de la pulgilla, sino que también pueden estimular el crecimiento del cultivo, reflejándose en un mayor desarrollo foliar y productivo. Asimismo, coincide con Senanayake et al. (1993), quienes demostraron que cuando la presión de *Epitrix* aumenta, la planta reduce su capacidad de compensar el daño foliar y se afecta su desarrollo. En ese sentido, el mejor desempeño de T3 sugiere que los insecticidas biológicos más eficaces redujeron el estrés ocasionado por la plaga y permitieron un crecimiento más cercano al testigo químico. Por ello, la altura de planta puede considerarse un indicador indirecto de la efectividad del manejo fitosanitario aplicado en el experimento.

b. Número de tallos por planta (n°)

La mayor emisión de tallos por planta se registró en T4 con 6.13 tallos, seguido de T3 con 5.80, mientras que el testigo absoluto presentó solo

4.60, lo que indica que un mejor control de *Epitrix sp.* favoreció el desarrollo vegetativo de la papa variedad Canchan. Este comportamiento coincide con García Cadena (2022), quien señala que el uso de extractos vegetales puede contribuir no solo al manejo de la pulguilla, sino también a estimular el crecimiento del cultivo. Asimismo, guarda relación con Senanayake et al. (1993), quienes reportaron que el daño causado por pulguillas reduce la capacidad de la planta para sostener su desarrollo normal. En ese sentido, el mejor comportamiento de T3 sugiere que la disminución del daño foliar permitió una mayor expresión del potencial vegetativo del cultivo. Por ello, el número de tallos por planta constituye un indicador importante de la efectividad de los tratamientos aplicados frente a la plaga.

4.4.3. Componentes de rendimiento

a. Número de tubérculos por planta (n°)

La mayor cantidad de tubérculos por planta se registró en T4 con 14.87, seguido muy de cerca por T3 con 14.47, mientras que el testigo absoluto solo alcanzó 9.00 tubérculos, lo que demuestra que un mejor control de *Epitrix sp.* favoreció significativamente la formación de tubérculos en papa variedad Canchan. Este resultado coincide con Senanayake et al. (1993), quienes señalaron que al incrementarse el daño de la pulguilla disminuye la capacidad de compensación de la planta y, por tanto, se afecta su productividad. Asimismo, guarda relación con Tucto et al. (2025), quienes reportaron que el uso de biocidas botánicos para el control de *Epitrix sp.* permitió reducir la plaga y mejorar variables productivas del cultivo. En ese sentido, el comportamiento de T3 sugiere que su mayor eficacia en el manejo de la pulguilla permitió una mejor expresión del potencial productivo de la planta. Por ello, el número de

tubérculos por planta confirma que el control oportuno de *Epitrix sp.* influye directamente en los componentes de rendimiento del cultivo.

b. Peso de tubérculos por planta (kg)

La mayor acumulación de peso de tubérculos por planta se registró en T4 con 1.62 kg, seguido de T3 con 1.54 kg, mientras que el testigo absoluto alcanzó solo 0.93 kg, lo que demuestra que un mejor control de *Epitrix sp.* favoreció directamente la producción por planta. Este resultado coincide con Senanayake et al. (1993), quienes sostienen que el incremento del daño por pulguilla reduce la capacidad de la planta para compensar el estrés y afecta negativamente su productividad. Asimismo, guarda relación con Tucto et al. (2025), quienes reportaron que el uso de un biocida botánico permitió disminuir la plaga y obtener mayor peso de tubérculos en papa. En ese sentido, el comportamiento de T3 sugiere que su efecto en el manejo de *Epitrix sp.* permitió una mayor acumulación de biomasa en los tubérculos. Por ello, el peso de tubérculos por planta confirma que la reducción del daño foliar se traduce en una mejora concreta del rendimiento individual del cultivo.

c. Rendimiento por hectárea (t/ha)

La mayor productividad por hectárea se registró en T4 con 43.6 t/ha, seguido de T3 con 41.6 t/ha, mientras que el testigo absoluto alcanzó solo 24.3 t/ha, lo que demuestra que un mejor control de *Epitrix sp.* se reflejó directamente en el rendimiento final del cultivo. Este resultado coincide con Senanayake et al. (1993), quienes señalaron que, al incrementarse la presión de la pulguilla, el rendimiento de papa disminuye de manera inversamente proporcional al daño ocasionado. Asimismo, guarda relación con Tucto et al. (2025), quienes reportaron que el uso de biocidas botánicos permitió reducir la población de *Epitrix sp.* y mejorar el rendimiento, alcanzando hasta 32.78 t/ha. En ese sentido, el

comportamiento de T3 sugiere que su eficacia en el manejo de la plaga permitió una mejor expresión del potencial productivo de la variedad Canchan. Por ello, el rendimiento por hectárea confirma que el control oportuno de *Epitrix* sp. constituye un factor determinante en la productividad final del cultivo de papa.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que:

1. Se determinó que los insecticidas biológicos sí tuvieron efecto en el control de *Epitrix sp.* y en el rendimiento de papa variedad Canchan; destacó T3 (Aceite Vam) como el mejor biológico, con 16 % de severidad en campo, 80 % de mortandad y 41.6 t/ha de rendimiento.
2. Respecto a la eficacia en campo y gabinete, el testigo absoluto T5 presentó el peor comportamiento con 50 % de severidad y 0 % de mortandad, mientras que T3 logró mejor control biológico con 16 % de severidad y 80 % de mortandad a las 72 horas.
3. En el crecimiento de planta, los tratamientos con mejor control de la plaga favorecieron mayor desarrollo vegetativo, sobresaliendo T4 con 0.70 m de altura y 6.13 tallos por planta, seguido por T3 con 0.67 m y 5.80 tallos, superiores al testigo absoluto.
4. En los componentes de rendimiento, T4 obtuvo los mayores valores con 14.87 tubérculos por planta, 1.62 kg por planta y 43.6 t/ha; entre los biológicos, T3 fue el más sobresaliente con 14.47 tubérculos, 1.54 kg por planta y 41.6 t/ha.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda usar T3 (Aceite Vam) como alternativa biológica para el control de *Epitrix* *sp.*, porque presentó 16 % de severidad, 80 % de mortandad y 41.6 t/ha, mostrando buen efecto en sanidad y producción.
2. Aplicar los tratamientos en forma oportuna desde las primeras apariciones de la plaga, ya que el testigo sin control presentó 50 % de severidad y menor rendimiento (24.3 t/ha), evidenciando pérdidas importantes.
3. Integrar insecticidas botánicos dentro de un manejo ecológico del cultivo, porque además de reducir el daño de la pulguilla, favorecen mejores resultados agronómicos como 14.47 tubérculos por planta y 1.54 kg por planta en T3.
4. Realizar un monitoreo permanente del cultivo en campo para detectar tempranamente la presencia de *Epitrix* *sp.* y decidir el control adecuado, evitando que el daño afecte el crecimiento, la tuberización y el rendimiento final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alto, P. (2008). Control eficiente de la pulguilla de la papa (*Epitrix spp.*) con repelente a base de ruda. http://www.sian.inia.gob.ve/inia_divulga/divulga_11/rid11_ormeno_49-51.pdf
- Barceló, A. M., & del Toro Borrego, M. (2005). Influencia de tres variables climáticas sobre el comportamiento de *Epitrix hirtipennis* (melsh.)(coleoptera: chrysomelidae) y algunos aspectos de su biología en un cultivar de tabaco en la zona norte de la provincia de Las Tunas. *Fitosanidad*, 9(2), 29-32. <https://fitosanidad.edicionescervantes.com/index.php/fitosanidad/article/view/475>
- Brockman, R., Kuesel, R., Archer, K., O'Hearn, K., Wilson, N., Scott, D., Williams, M., Bessin, R., & Gonthier, D. (2020). The impact of plant essential oils and fine mesh row covers on flea beetle (Chrysomelidae) management in brassicaceous greens production. *Insects*, 11(10), 714. <https://doi.org/10.3390/insects11100714>
- De la Riva Aragón, N. (INIA) — Plantwise/CABI (2014). Trips y Epitrix de la papa (Hoja volante para agricultores). INIA / Plantwise. (Documento técnico: Perú). Disponible: <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstreams/8a3a3590-802e-4d7d-b845-06da19c1b655/download>
- Deczynski, A. M. (2016). Morphological systematics of the nightshade flea beetles *Epitrix foudras* and *Epitrix bechyne* (coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae: Alticini) in America North of Mexico. https://open.clemson.edu/all_theses/2479/
- Dively, G. P., et al. (2020). Comparative efficacy of common active ingredients in organic insecticides against difficult-to-control insect pests (resumen/estudio de 153 ensayos de campo). (Artículo / síntesis; acceso en PubMed Central). Disponible: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7565045/>
- Eyre, D., & Giltrap, N. (2012). Epitrix flea beetles: New threats to potato production in Europe. *Pest Management Science*, 69(1), 3–6. <https://doi.org/10.1002/ps.3423>
- FAO. (2019). El estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/ca3129es/ca3129es.pdf>

- García Cadena, A. P. (2022). Evaluación del efecto de extractos vegetales como repelentes de pulguilla (*Epitrix spp*) y estimulantes de crecimiento en variedad de papa (*Solanum tuberosum*) súper chola. UPEC. <https://repositorio.upec.edu.ec/items/337f9fd6-5245-4016-9104-aa85c07b339c/full>
- Germain, J.-F., Chatot, C., Meusnier, I., Artige, E., Rasplus, J.-Y., & Cruaud, A. (2013). Molecular identification of *Epitrix* potato flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in Europe and North America. *Bulletin of Entomological Research*, 103(3), 354–362. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23448201/>
- Hanafi, A. (1999). Integrated pest management of potato tuber moth in field and storage. *Potato Research*, 42(2), 373-380. <https://doi.org/10.1007/BF02357863>
- Hawkes, J. G. (1990). *The potato: evolution, biodiversity and genetic resources* (pp. viii+-259). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19901615687>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2012). Papa INIA 303 - Canchán. https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/papa/INIA_303.pdf
- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45–66. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
- Kilani-Morakchi, S., Morakchi-Goudjil, H., & Sifi, K. (2021). Azadirachtin-based insecticide: Overview, risk assessments, and future directions. *Frontiers in Agronomy*, 3, 676208. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.676208>
- Laurencio Durán, V. (2023). Biocidas en el control de la pulguilla (*Epitrix spp.*) en papa (*Solanum tuberosum*) variedad canchan en condiciones edafoclimáticas de TIPSA – Panao 2022 [Tesis de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio UNHEVAL. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE_4516dd9492d95bc313bc8647f3bb636b

- Naeem, M. (2023). Potato taxonomy and wild relatives. En D. O. Caldiz (Ed.), Potato production worldwide. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822925-5.00003-7>
- Orlova-Bienkowskaja, M. J. (2015). *Epitrix papa* sp. n. (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae: Alticini), previously misidentified as *Epitrix similaris*, is a threat to potato production in Europe. *European Journal of Entomology*, 112(4), 824-830. <https://doi.org/10.14411/eje.2015.096>
- Pérez, W., & Forbes, G. (2011). Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina. International Potato Center. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hXBNVRUYfuAC&oi=fnd&pg=PT6&dq=plagas+de+papa&ots=_9yJ0hrP6Y&sig=3KZbObb5oxqmXai39OD9sATxY3M
- Quispe Illanes, V. (2014). Efecto de la cicuta (*Cuniun maculatum*) para reducir daños por *Epitrix* sp. en el cultivo de la papa en el centro poblado de Constancia - Angaraes [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio UNH. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/0178b1f7-eed8-4c80-8dd9-28d9cf376701>
- Rondon, S. I., Carrillo, C. C., Cuesta, H. X., Navarro, P. D., & Acuña, I. (2022). Latin America potato production: pests and foes. In *Insect pests of potato* (pp. 317-330). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821237-0.00019-6>
- Senanayake, D. G., Pernal, S. F., & Holliday, N. J. (1993). Yield responses of potatoes to defoliation by the potato flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in Manitoba. *Journal of Economic Entomology*, 86(5), 1527–1533. <https://doi.org/10.1093/jee/86.5.1527>
- Tomaylla Cruz, C. (2016). Composición química y efecto insecticida de los aceites esenciales de *Tanacetum vulgare* Linnaeus y *Mentha x piperita* var. *Vulgaris* (Ehrh.) Briq. sobre *Epitrix* spp. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio UNSAAC. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNS_3790b0cbe30df28ed0b507ffce69be79

- Tucto Ortega, F. Y., Mena Osorio, F. M., Arias Arzapalo, T. M., Sánchez Baldeón, I., & Miranda Anticona, G. R. (2025). Biocida macerado de tabaco *Nicotina tabacum*, control de pulguilla *Epitrix* spp. en cultivo de papa. *Revista ALFA*, 9(25), 50–58. https://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2664-09022025000100050&script=sci_arttext
- Urra, F. (2020, 22 de julio). Los aceites esenciales de las plantas, insecticidas naturales. Museo Nacional de Historia Natural de Chile. <https://www.mnhn.gob.cl/noticias/los-aceites-esenciales-de-las-plantas-insecticidas-naturales>

ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos

- Fichas de evaluación para recojo de datos
- Dispositivos mecánicos y electrónicos
- Cuaderno de campo
- USB, Celulares
- Cámara fotográfica
- Balanzas
- Wincha y vernier
- Software estadísticos como Excel e Infostat
- Observación y entrevista como técnicas para recojo de la información.
- Suposiciones o ideas
- Métodos de recolección de datos: métodos analíticos y métodos cuantitativos.

Anexo 2. Base de datos evaluados

Severidad de ataque en porcentaje							
Tratamientos	Días						
	20	30	40	50	60	70	80
T1_ Extrac_ Canel	10	12	14	18	20	20	20
T2_Neem_canel	12	14	16	18	18	18	18
T3_AcetVam	8	10	12	16	16	16	16
T4_Test_Quim	5	6	5	7	5	6	7
T5_Test_Absoluto	20	23	30	35	38	45	50

Porcentaje de mortandad de Epitrix en laboratorio						
Tratamientos	Horas					
	24	48	72	96	120	144
T1_ Extrac_ Canel	20	40	40	40	40	40
T2_Neem_canel	40	60	60	60	60	60
T3_AcetVam	60	70	80	80	80	80
T4_Test_Quim	100	100	100	100	100	100
T5_Test_Absoluto	0	0	0	0	0	0

Atura de planta a la cosecha (m)																		
Tratamientos	Bloque 1					Prom.	Bloque 2					Prom.						Prom.
	Plt 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5		Plt 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5		Plt 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5	
T1_ Extrac_ Canel	0.60	0.61	0.59	0.58	0.61	0.60	0.59	0.58	0.63	0.63	0.61	0.61	0.58	0.59	0.61	0.57	0.54	0.58
T2_Neem_canel	0.65	0.64	0.63	0.61	0.62	0.63	0.63	0.65	0.68	0.67	0.66	0.66	0.62	0.63	0.64	0.68	0.67	0.65
T3_AcetVam	0.68	0.67	0.66	0.69	0.65	0.67	0.66	0.69	0.71	0.68	0.66	0.68	0.65	0.66	0.72	0.65	0.64	0.66
T4_Test_Quim	0.70	0.69	0.67	0.65	0.64	0.67	0.74	0.71	0.72	0.74	0.69	0.72	0.71	0.69	0.68	0.71	0.69	0.70
T5_Test_Absoluto	0.40	0.45	0.42	0.41	0.43	0.42	0.51	0.52	0.51	0.49	0.43	0.49	0.42	0.43	0.45	0.41	0.48	0.44

Número de tallos por planta (n°)																		
Tratamientos	Bloque 1					Prom.	Bloque 2					Prom.						Prom.
	Plt 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5		Plt 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5		Plt 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5	
T1_ Extrac_ Canel	5	5	4	5	4	4.6	5	6	4	4	5	4.8	5	5	6	4	5	5.0
T2_Neem_canel	5	5	5	6	6	5.4	5	6	5	5	5	5.2	5	5	6	5	6	5.4
T3_AcetVam	5	6	6	6	5	5.6	6	6	6	5	7	6.0	5	6	7	5	6	5.8
T4_Test_Quim	6	6	6	5	6	5.8	6	7	6	6	7	6.4	5	7	6	7	6	6.2
T5_Test_Absoluto	4	4	5	6	4	4.6	5	4	6	5	4	4.8	4	5	4	4	5	4.4

Número de tubérculos por planta (n°) a la cosecha																		
Tratamientos	Bloque 1					Prom.	Bloque 2					Prom.						Prom.
	Plt 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5		Plt 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5		Plt 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5	
T1_ Extrac_ Canel	12	11	10	12	12	11.4	11	12	11	12	13	11.8	13	12	11	10	10	11.2
T2_Neem_canel	14	13	14	13	15	13.8	13	13	14	12	14	13.2	14	13	14	12	15	13.6
T3_AcetVam	15	15	14	15	14	14.6	14	15	14	13	14	14.0	15	14	15	16	14	14.8
T4_Test_Quim	16	15	14	16	15	15.2	15	14	15	14	15	14.6	16	15	14	15	14	14.8
T5_Test_Absoluto	10	9	8	10	9	9.2	9	10	10	8	8	9.0	10	7	9	10	8	8.8

Peso de tubérculos por planta (kg)																		
Tratamientos	Bloque 1					Prom.	Bloque 2					Prom.						Prom.
	Plt 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5		Plt 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5		Plt 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5	
T1_ Extrac_ Canel	1.100	1.090	1.110	1.080	1.060	1.088	1.120	1.130	1.070	1.060	1.200	1.116	1.110	1.090	1.130	1.150	1.120	1.120
T2_Neem_canel	1.200	1.198	1.215	1.231	1.196	1.208	1.210	1.215	1.245	1.236	1.258	1.233	1.230	1.258	1.298	1.241	1.236	1.253
T3_AcetVam	1.500	1.523	1.523	1.534	1.578	1.532	1.510	1.542	1.527	1.569	1.534	1.536	1.540	1.537	1.564	1.527	1.569	1.547
T4_Test_Quim	1.600	1.635	1.658	1.634	1.642	1.634	1.620	1.623	1.642	1.623	1.654	1.632	1.670	1.654	1.634	1.684	1.321	1.593
T5_Test_Absoluto	0.900	0.850	0.910	0.870	0.930	0.892	0.990	0.850	0.940	0.890	0.990	0.932	1.010	0.910	1.020	1.030	0.890	0.972

Rendimiento por hectárea (t/ha)

Tratamiento	BI	BII	BIII
T1_ Extrac_ Canel	30.6	31.3	29.9
T2_ Neem_canel	33.3	34.5	32.9
T3_ AcetVam	41.7	42.9	40.3
T4_ Test_ Quim	44.4	43.8	42.7
T5_ Test_ Absoluto	25.0	24.6	23.3

Anexo 3. Panel fotográfico



Daños causados por *Epitrix*



Evaluación de porcentaje de daño en hojas



Insecticidas biológicos evaluados



Preparación de los insecticidas biológicos para la aplicación



Aplicación de los tratamientos en campo



Marcado de las plantas para evaluación



Toma de datos (Evaluación de eficacia en condiciones de campo)



Preparación del ensayo en condiciones controladas



Evaluación de mortandad en condiciones controladas