

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Comparativo de dos estrategias biológicas y un convencional para el control de la polilla (*Symmetrischema tangolias*) de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en almacén en el Distrito de Paucartambo – Pasco

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Bach. Magalina GRANIZO QUINTO

Asesor:

Dra. Edith Luz ZEVALLOS ARIAS

Cerro Pasco - Perú - 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Comparativo de dos estrategias biológicas y un convencional para el control de la polilla (*Symmetrischema tangolias*) de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en almacén en el Distrito de Paucartambo – Pasco

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Manuel Jorge CASTILLO NOLE
PRESIDENTE

Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ
MIEMBRO

Mg. Josué Hernán INGA ORTIZ
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 043-2025/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:

Presentado por
GRANIZO QUINTO, Magalina

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – Pasco

Tipo de trabajo
Tesis

Comparativo de dos estrategias biológicas y un convencional para el control de la polilla (*Symmetrischema tangolias*) de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en almacén en el Distrito de Paucartambo – Pasco

Asesor
Dra. Zevallos Arias, Edith Luz

Índice de similitud
6 %

Calificativo
APROBADO

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

Cerro de Pasco, 07 de agosto de 2025



Firmado digitalmente por HUANES
TOVAR Luis Antonio FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 07.08.2025 18:34:59 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

Agradecer a Dios nuestro Señor todopoderoso por darme la fuerza espiritual cuando desfallecía y a mis padres Prospero Granizo Bazán y Norma Quinto Mandujano, por su amor incondicional y por creer en mi desde el primer día a mi familia por su apoyo moral. Gracias por su amor, sacrificio y por enseñarme a nunca rendirme ante los obstáculos de la vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión que brindo la oportunidad de formarme en esta carrera profesional que amo profundamente. Asimismo, expresar mi más profundo agradecimiento a mi asesora Dr. Edith Luz Zevallos Arias y a mi coasesor Mg. Dante Alex Becerra Pozo por su dedicación y paciencia, sin sus valiosos consejos y correcciones precisas, no habría podido alcanzar esta tan deseada etapa. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional.

También reconocer a todos los docentes que han formado parte de mi recorrido universitario, agradeciéndoles por compartir los conocimientos que me han permitido llegar hasta aquí.

A mis compañeros, muchos de los cuales se han convertido en mis amigos, cómplices y hermanos. Les agradezco profundamente por las horas compartidas, en el trabajo en equipo y las experiencias vividas juntos.

Finalmente, deseo expresar mi gratitud a la universidad que, a pesar de sus exigencias, me ha brindado la oportunidad mi tan anhelado título. Agradezco a cada uno de sus directivos por su esfuerzo y gestión, fundamentales para crear las bases y condiciones necesarias para el aprendizaje.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el almacén de un agricultor localizado en el anexo de Yanay (2650 m.s.n.m.), jurisdicción del distrito de Paucartambo, Pasco. Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, El objetivo principal fue comparar la eficacia de dos estrategias biológicas y un tratamiento convencional para el control de la polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias*) en almacén. Los tratamientos fueron: T0 = testigo (sin aplicación), T1 = plantas repelentes (eucalipto, muña y marco), T2 = talco BT (*Bacillus thuringiensis*) y T3 = Gusadrin (convencional). Se evaluaron los parámetros de número de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos, número de tubérculos infestados en cuatro periodos de evaluación, porcentaje de tubérculos dañados, porcentaje de tubérculos sanos y número de larvas por tubérculo semilla. Los resultados evidenciaron que el promedio de tubérculos ovopositados fue similar en T0 y T1 (3 tubérculos), ligeramente menor en T2 (2) y en T3 (2). el número de tubérculos infestados a los 120 días fue considerablemente mayor en el testigo (84), seguido de T1 (64), mientras que T2 y T3 presentaron 32 y 15 tubérculos infestados, respectivamente. En cuanto al porcentaje de daño, se obtuvo 68.43 % en T0, 52.28 % en T1, 21.46 % en T2 y únicamente 3.19 % en T3. Finalmente, el número de larvas por tubérculo fue de 5 en T0, 4 en T1, 1 en T2, y ninguna en T3. En conclusión, el tratamiento convencional (Gusadrin) mostró mayor efectividad en la reducción de infestación y daño; sin embargo, *Bacillus thuringiensis* constituye una alternativa biológica prometedora para el manejo sostenible de la plaga en almacén.

Palabras clave: Estrategias biológicas, polilla, plantas repelentes, *Bacillus thuringiensis*, *Symmetrischema tangolias*.

ABSTRACT

This research was carried out in a farmer's warehouse located in the Yanay annex (2650 m.a.s.l.), jurisdiction of the Paucartambo district, Pasco. A completely randomized design with four replications was used. The main objective was to compare the effectiveness of two biological strategies and a conventional treatment for the control of the potato tuber moth (*Symmetrischema tangolias*) in warehouses. The treatments were: T0 = control (no application), T1 = repellent plants (eucalyptus, muña and marco), T2 = BT talc (*Bacillus thuringiensis*) and T3 = Gusadrin (conventional). The parameters evaluated were the number of seed tubers oviposited before the application of the treatments, the number of infested tubers in four evaluation periods, the percentage of damaged tubers, the percentage of healthy tubers and the number of larvae per seed tuber.

The results showed that the average number of oviposited tubers was similar in T0 and T1 (3 tubers), slightly lower in T2 (2) and T3 (2). The number of infested tubers at 120 days was considerably higher in the control (84), followed by T1 (64), while T2 and T3 had 32 and 15 infested tubers, respectively. Regarding the percentage of damage, 68.43% was obtained in T0, 52.28% in T1, 21.46% in T2 and only 3.19% in T3. Finally, the number of larvae per tuber was 5 in T0, 4 in T1, 1 in T2, and none in T3. In conclusion, the conventional treatment (Gusadrin) showed greater effectiveness in reducing infestation and damage; However, *Bacillus thuringiensis* represents a promising biological alternative for sustainable management of this pest in warehouses.

Keywords: Biological strategies, moth, repellent plants, *Bacillus thuringiensis*, *Symmetrischema tangolias*.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es el cuarto alimento más consumido a nivel mundial, después del maíz, trigo y arroz, lo que refleja su gran importancia económica y social. En el Perú, ocupa el tercer lugar en superficie sembrada y el segundo en producción, con regiones destacadas como Puno, Huánuco, La Libertad, Apurímac, Cuzco y Junín. Sin embargo, la globalización y las transformaciones en los sistemas agrícolas demandan investigaciones orientadas a optimizar la gestión productiva, garantizando sostenibilidad y competitividad (Coaquira Incacari et al., 2019).

Uno de los principales retos de la producción sostenible de papa son las plagas de insectos, responsables de pérdidas de hasta un 70 % cuando no se aplican medidas de control. El uso excesivo de pesticidas químicos, además de generar riesgos para la salud y el ambiente, incrementa la resistencia en las plagas, mientras que el cambio climático amplía su rango de distribución. En este contexto, el Manejo Integrado de Plagas (MIP) constituye una estrategia esencial para reducir la dependencia química y favorecer sistemas resilientes que contribuyan a la seguridad alimentaria y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Panchi et al., 2023).

Las pérdidas poscosecha alcanzan hasta un 25 %, siendo la polilla del tubérculo una de las plagas más comunes y destructivas. En condiciones normales, causa daños del 20 al 30 % en campo y almacenamiento, que pueden incrementarse hasta el 100 % cuando la cosecha coincide con picos de infestación y un almacenamiento inadecuado. Las larvas excavan túneles en los tubérculos, facilitando el ingreso de bacterias y hongos que aceleran la podredumbre, lo que afecta gravemente la calidad y disponibilidad del producto (Adhikari et al., 2022).

En el Perú, las especies *Tecia solanivora* y *Symmetrischema tangolias* (Lepidoptera: Gelechiidae) representan plagas de alto impacto en la papa. Sin un manejo

adecuado, ocasionan pérdidas de hasta 30 % en campo y 50 % en almacenamiento (Mora-Criollo et al., 2013). Esta situación se agrava por la falta de monitoreo y por la práctica de continuar utilizando semillas infestadas, lo que eleva la presión de la plaga en almacenes.

Frente a ello, resulta prioritario explorar alternativas biológicas biorracionales que disminuyan la dependencia de insecticidas químicos y promuevan un manejo sostenible de la polilla de la papa, particularmente *Symmetrischema tangolias*, prevalente en las condiciones de almacenamiento de la zona de estudio.

La presente investigación compara dos estrategias biológicas el uso de plantas repelentes (muña, eucalipto y marco) y el talco BT a base de *Bacillus thuringiensis* frente a una estrategia convencional, representada por el insecticida sistémico Gusadrin, empleado por contacto e ingestión. El propósito fue determinar si existen diferencias significativas en la eficacia de estas alternativas para el control de la polilla en condiciones de almacenamiento en el distrito de Paucartambo, Pasco.

La metodología fue de tipo aplicada y experimental, bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, trabajando con una población de 1360 tubérculos. Para el análisis estadístico se empleó la prueba de Tukey. En este marco, el problema de investigación se formuló en torno a la eficacia comparativa de las estrategias biológicas y convencional. La hipótesis planteó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, y el objetivo general consistió en comparar su efectividad en el control de *Symmetrischema tangolias*.

El trabajo de investigación se organiza de la siguiente manera:

El capítulo I, se desarrolla problema de investigación, formulación y el planteamiento del mismo, así como los objetivos.

El capítulo II, contiene el marco teórico de la investigación con referencia a los antecedentes, bases teóricas que componen este capítulo.

El capítulo III, se describe la metodología y las técnicas utilizadas, enfocadas en una investigación aplicada y experimental.

El capítulo IV, se presenta los resultados y discusión del trabajo de investigación conforme a la metodología empleada en el trabajo experimental.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
INDICE	
INDICE DE TABLAS	
INDICE 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.....	3
1.3.1.	Problema general	3
1.3.2.	Problemas específicos	3
1.4.	Formulación de objetivos	4
1.4.1.	Objetivo general	4
1.4.2.	Objetivos específicos.....	4
1.5.	Justificación de la investigación	4
1.6.	Limitaciones de la investigación	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	6
2.2.	Bases teóricas – científicas	11
2.2.1.	Cultivo de papa.....	11
2.2.2.	Clasificación taxonómica	11
2.2.3.	Descripción morfológica	12
2.2.4.	Requerimientos edafoclimáticos	13
2.2.5.	Manejo agronómico.....	14
2.2.6.	Labores culturales.....	15
2.2.7.	Plagas y enfermedades	16
2.2.8.	Polilla de la papa	18

2.2.9. Clasificación taxonómica de la polilla de la papa	18
2.2.10. Ciclo biológico (Symmetrischema tangolias)	19
2.2.11. Métodos de control de la polilla de papa.....	20
2.2.12. Estrategias biológicas:	21
2.3. Definición de términos básicos.....	26
2.3.1. Almacén.....	26
2.3.2. Polilla de la papa	26
2.3.3. Symmetrischema tangolias	26
2.3.4. Tubérculo.....	27
2.4. Formulación de hipótesis	27
2.4.1. Hipótesis general	27
2.4.2. Hipótesis específicas	27
2.5. Identificación de Variables	27
2.5.1. Variable independiente	27
2.5.2. Variable dependiente	27
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	28

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	29
3.2. Nivel de investigación	29
3.3. Métodos de investigación	29
3.4. Diseño de investigación.....	29
3.4.1. Descripción del área experimental	30
3.4.2. Croquis experimental.....	30
3.4.3. Procedimiento Experimental.	32
3.4.4. Labores en el experimento.....	32
3.4.5. Evaluaciones periódicas	32
3.5. Población y muestra.....	33
3.5.1. Población.	33
3.5.2. Muestra	33
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	34
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	35

3.9.	Tratamiento estadístico	35
3.10.	Orientación ética, filosófica y epistémica.....	36

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	37
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	38
4.3.	Prueba de hipótesis	52
4.4.	Discusión de resultados	52

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	28
Tabla 2. <i>Tratamiento en estudio</i>	30
Tabla 3. <i>Cuadro de análisis de varianza del DCA</i>	35
Tabla 4. <i>Análisis de varianza del número de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos</i>	38
Tabla 5. <i>Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos</i>	39
Tabla 6. <i>Porcentaje de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos</i>	40
Tabla 7. <i>Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del porcentaje de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos</i>	40
Tabla 8. <i>Análisis de varianza del número tubérculos semilla infestados a los 20 días</i> 41	
Tabla 9. <i>Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla infestados a los 20 días</i>	42
Tabla 10. <i>Análisis de varianza del número de tubérculos semilla infestados a 60 días</i> 43	
Tabla 11. <i>Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla infestados a 60 días</i>	43
Tabla 12. <i>Análisis de varianza del número de tubérculos semilla infestados a 90 días de aplicado los tratamientos</i>	44
Tabla 13. <i>Orden de mérito y significación de la prueba Tukey número de tubérculos semilla infestados a 90 días de aplicado los tratamientos.</i>	45
Tabla 14. <i>Análisis de varianza del número de tubérculos semilla infestados a 120 días</i>	46
Tabla 15. <i>Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla a los 120 días</i>	46
Tabla 16. <i>Análisis de varianza del porcentaje de tubérculos semilla dañados</i>	47
Tabla 17. <i>Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del porcentaje de tubérculos semilla dañados</i>	48
Tabla 18. <i>Análisis de varianza del porcentaje de tubérculos semilla sanos</i>	49
Tabla 19. <i>Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del porcentaje de tubérculos sanos.</i>	49
Tabla 20. <i>Análisis de varianza del número de larvas por tubérculo semilla</i>	50

Tabla 21. <i>Orden de mérito y significación de la prueba Tukey en el número de larvas por tubérculo semilla.....</i>	51
--	----

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Orden de mérito y significación del número de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos	39
Gráfico 2 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del porcentaje de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos.....	41
Gráfico 3 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla infestados a los 20 días	42
Gráfico 4 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla infestados a 60 días.....	43
Gráfico 5 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey número de tubérculos semilla infestados a 90 días de aplicado los tratamientos	45
Gráfico 6 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla a los 120 días	47
Gráfico 7 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del porcentaje de tubérculos semilla dañados	48
Gráfico 8 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del porcentaje de tubérculos sanos.	50
Gráfico 9 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey en el número de larvas por tubérculo semilla.....	51

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La papa (*Solanum tuberosum L.*) es el cuarto alimento más consumido a nivel mundial y constituye un cultivo de gran importancia económica y social, al ubicarse después del maíz, trigo y arroz (FAOSTAT, 2020). En el Perú, ocupa el tercer lugar en superficie sembrada (319,712 ha) y el segundo en volumen de producción (4,776,294 t), aportando alrededor del 4 % al PBI agrícola. Las regiones con mayor producción son Puno (742,924 t), Huánuco (668,370 t), La Libertad (466,632 t), Apurímac (411,958 t), Cuzco (388,467 t) y Junín (365,684 t), siendo la sierra la principal zona productora, con el 94 % del área cultivada y un rendimiento promedio de 13,300 kg/ha (Coaquirá et al., 2019).

Sin embargo, la producción y almacenamiento de este tubérculo enfrentan una seria amenaza: la polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias*), considerada la segunda plaga más importante del país. Este insecto ocasiona graves pérdidas en la calidad y cantidad de los tubérculos, sobre todo durante el almacenamiento, reduciendo su valor comercial y disponibilidad para el consumo (Guachalla

Gutiérrez, 2011; Quispe et al., 2021). En condiciones de almacenamiento rústico y bajo temperaturas ambientales, los daños pueden oscilar entre 30 % y 86 %, llegando incluso al 100 % en algunas localidades.

Los métodos más empleados por los agricultores para combatir esta plaga se basan en insecticidas químicos. Si bien su uso ha sido generalizado, presentan limitaciones importantes como la generación de resistencia en las plagas, la afectación de organismos benéficos y los riesgos para la salud y el ambiente. En respuesta a ello, se han desarrollado y estudiado diferentes estrategias de control en almacén, que incluyen métodos químicos, biológicos y culturales, cuya efectividad varía según las condiciones locales de clima, infraestructura y manejo agrícola (Iannacone & Lamas, 2003).

En el caso de la región Pasco, los agricultores no han logrado identificar con claridad las especies de polilla que afectan a la papa en almacenamiento, ni el efecto real del uso de plantas repelentes como muña (*Minthostachys mollis*), marco (*Ambrosia peruviana*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), o del empleo de bioplaguicidas como el talco con *Bacillus thuringiensis* (talco-Bt). Esta situación limita la adopción de estrategias más sostenibles y eficaces en el manejo de la plaga.

Frente a esta problemática, surge la necesidad de comparar la eficacia de dos estrategias biológicas y una estrategia convencional en el control de la polilla de la papa durante el almacenamiento en el distrito de Paucartambo, Pasco. El propósito de este estudio es determinar cuál de estas alternativas ofrece mejores resultados bajo las condiciones locales de los agricultores, contribuyendo así a reducir las pérdidas postcosecha y a fortalecer la sostenibilidad del cultivo en la región.

1.2. Delimitación de la investigación

El complejo de polillas está ampliamente extendido debido a las diversas condiciones topográficas y climáticas, por lo que es fundamental identificar las variaciones en la densidad poblacional durante el ciclo del cultivo y almacenamiento (Gómez Mendoza, 2010).

1.2.1. Delimitación espacial

La investigación se llevó a cabo en el Distrito de Paucartambo, Provincia de Pasco, y Región Pasco – Perú, debido a su alta producción de papa y la prevalencia de la polilla de la papa *Symmetrischema tangolias*.

1.2.2. Delimitación temporal.

El periodo del experimento durara ocho meses desde julio 2024 a mayo de 2025.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál de las dos estrategias en estudios permitirá el control de la polilla (*Symmetrischema tangolias*) de la papa (*Solanum tuberosum L.*) en almacén en el distrito de Paucartambo- Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es porcentaje inicial de infestación de larvas en tubérculos en almacén?
- ¿Cuál es el número de tubérculos sanos y dañados por cada tratamiento en almacén?
- ¿Cuál es el número de larvas al finalizar el experimento por cada tratamiento?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Comparar dos estrategias biológicas y un convencional en el control de polilla (*Symmetrischema tangolias*) de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en almacén en el distrito de Paucartambo- Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el porcentaje de infestación de larvas en tubérculos en almacén
- Evaluar el número de tubérculos sanos y dañados por cada tratamiento
- Evaluar el número de larvas al finalizar el experimento por cada tratamiento.

1.5. Justificación de la investigación

Considerando que la papa es un cultivo de gran importantes en términos de seguridad alimentaria y economía rural, especialmente en regiones andinas. Sin embargo, su producción y almacenamiento están constantemente amenazados por diversas plagas

las plagas que afectan el cultivo de la papa, la polilla de la papa, y el gorgojo de los andes son consideradas plagas principales, ya que, bajo condiciones favorables para su desarrollo, pueden reducir la producción en campo y dañar los tubérculos almacenados (Gómez, 2010).

La polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias*), una plaga que causa daños significativos y reduce la calidad y cantidad de los tubérculos almacenados

Por ello, es necesario realizar una comparación sistemática de diferentes estrategias de control para determinar cuál es el más adecuado en términos de eficiencia, costo y sostenibilidad ambiental

- **En lo económico:** La identificación de una estrategia de control eficaz permitirá reducir las pérdidas económicas causadas por la polilla de la papa, mejorando así la productividad y rentabilidad de los agricultores. Esto contribuirá significativamente a la economía rural y al sustento de las comunidades agrícolas en el Distrito de Paucartambo.
- **En lo social:** Con este estudio se busca optimizar la capacidad de los agricultores para manejar plagas de manera autónoma y basada en evidencia de esta investigación.

1.6. Limitaciones de la investigación

- Distancia de los lugares de evaluación.
- Limitaciones para conseguir los materiales de investigación.
- Escasa referencia bibliográfica en el tema.
- Limitante disponibilidad de transporte.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Peñañiel (2024) realizó un estudio sobre el daño y control de la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*, Zeller) en *Solanum tuberosum* L., en Bahoyo-Ecuador, con el propósito de identificar métodos que contribuyan a disminuir su población y favorecer un manejo más sostenible del cultivo. La investigación, de tipo exploratorio y explicativo, evaluó distintas estrategias: control cultural (eliminación de hospederos), biológico (virus de granulosis y *Baculovirus phthorimaea*), etológico (uso de feromonas) y químico (tiacloprid, β -ciflutrina, ciflutrina y abamectina). Los resultados destacaron la alta eficacia del *Baculovirus phthorimaea*, capaz de infectar y eliminar larvas al interrumpir su ciclo de vida, lo que reduce futuras infestaciones. Asimismo, el control químico mediante clorhidrato de fenitrot, avermectina y tiacloprid- β -ciflutrina mostró una elevada efectividad en la reducción de daños. El autor concluye que es indispensable aplicar un manejo integrado que combine diversos métodos de control, dado el alto impacto de *P. operculella* en la producción de papa,

recomendando además el monitoreo temprano de los cultivos para mejorar la eficacia de las medidas preventivas.

Riveros (2013) en su estudio titulado “Evaluación del efecto de feromonas en el control de la polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias*) en condiciones de campo en la comunidad de Yamora, La Paz”, empleó un diseño de Bloques Completamente al Azar con dos repeticiones y tres parcelas por zona. En cada parcela se instalaron trampas con atrayentes de feromonas, evaluadas semanalmente para cuantificar la captura de adultos machos. Los resultados mostraron variaciones en la densidad poblacional, con mayor número de capturas en el tratamiento con tres feromonas por parcela, aunque el análisis estadístico no evidenció diferencias significativas entre tratamientos, sí entre bloques. El daño en tubérculos alcanzó hasta 47 % en la zona I y 38 % en la zona II, confirmando la importancia de la plaga en la poscosecha. En términos económicos, el tratamiento con tres feromonas/parcela resultó el más rentable, con una relación beneficio/costo favorable (Bs. 2,40 en zona I y Bs. 1,31 en zona II). El autor concluye que, pese a la baja significancia estadística, las feromonas constituyen una alternativa viable para reducir la población de *S. tangolias* y generar rentabilidad en el cultivo de papa bajo condiciones de campo.

Salazar (2018) en la tesis “Validación de la eficiencia y efectividad del talco viral baculovirus BT., realizado en Acobamba- Huancavelica”, para la prevención de daños ocasionado por polillas en los tubérculos semilla de papa, ese desarrollo con una población de 450 tubérculos semilla de papa variedad Yungay. El nivel de investigación fue experimental, referido al almacenamiento de papa semilla y evaluación del umbral de daños ocasionados por la presencia de polillas. Los resultados encontrados evidencian que el mayor porcentaje de

daño a los tubérculos semilla, deterioro con perjuicio del tamaño de brotes, menor peso promedio de tubérculos post almacenamiento y mayor población de larvas de polillas en brotes y tubérculos se manifestó desfavorablemente cuando los tubérculos semilla fueron almacenados tradicionalmente, siendo menor los efectos en aquellos almacenados con “Silicato de magnesio hidratado”: $Mg_3SiO_{10}(OH)_2$ y Talco BT, sobresaliendo los que fueron impregnados con Talco “silicato de magnesio hidratado” que brindó una mayor protección ante las polillas posiblemente debido al color blanco intenso del producto alojado en los ojos y piel de los tubérculos semilla a diferencia del Talco BT. Conclusiones: Se infiere post almacenamiento (120 días), merma en peso de la semilla tubérculo de papa de 73.33%, para T3 (testigo), 47.78% de Talco BT y 47.21% para Talco “silicato de magnesio Hidratado” que económicamente ocasiona una pérdida/ha., de semilla para T3 (testigo) de S/. 1199.93 soles (densidad: 22727 macollos / ha., 1363.62 kg., de semilla tubérculo /ha.

Huamaní (2024) realizó la investigación con el objetivo de determinar el efecto de tres dosis de ceniza de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y muña (*Minthostachys mollis*.) en control de polilla de papa (*Phthorimaea operculella* Zeller) en Fuerabamba - Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac, utilizó el diseño experimental completos al azar DCA con siete tratamientos, 3+3+1, tres repeticiones, en la que dedujo el porcentaje de la incidencia de la polilla de papa con la aplicación de los tratamientos (T3: ceniza de eucalipto 75 g/kg. papa) 2.92% y (T6: ceniza de muña 75 g/kg. papa) 2.34% seguido de los (T2 ceniza de eucalipto 50 g/kg. papa) 5.26% (T5 ceniza de muña 50 g/kg. papa) 4.15% (T1 ceniza de eucalipto a 25 g/kg. papa) 7.02% y (T4 ceniza de muña 25 g/kg. papa) 6.43% los resultados demostraron que a partir de la dosis

mínima ya se tienen un efecto positivo en el control de la polilla que estadísticamente tienen comportamiento similar frente al T7 (testigo) que reporta una incidencia de hasta 15.47%. Con respecto al porcentaje de la severidad los tratamientos (T3: ceniza de eucalipto 75 g/kg. papa) 0.81% y (T6: ceniza de muña 75 g/kg. papa) 0.44%, reportaron mejor resultado lo que establece una mejor alternativa para el control de la polilla de papa y que es amigable con el medio ambiente, en referencia a los análisis de costos el tratamiento (T1 ceniza de eucalipto a 25 g/kg. papa) bajo condiciones de almacenamiento fue el tratamiento que menos costo de producción por tonelada presento con un costo de S/.92.00, con una relación de costos – beneficios (C/B) de 1,00, siendo una de las mejores alternativas para ser aplicada en la conservación de los tubérculos de papa destinada a la alimentación familiar.

Iannacone & Lamas (2003) en la investigación. El estudio titulado “Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y del cartap sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) en el Perú” evaluó la acción insecticida de la rotenona (*Lonchocarpus nicou* (Aublet) D.C. Fabaceae), la azadiractina (componente principal del nim, *Azadirachta indica* A. Juss Meliaceae), la lantana (*Lantana camara* L. Verbenaceae) y el molle (*Schinus molle* L. Anacardiaceae), así como del plaguicida cartap. Estos compuestos fueron probados sobre huevos, larvas de primer estadio y adultos de *P. operculella* mediante bioensayos en laboratorio. Se observó que la eclosión de huevos fue afectada por la rotenona, el extracto hexánico al 10 % de lantana, el extracto acetónico al 10 % de molle y el cartap. La mortalidad larval en ensayos de ingestión se incrementó con la azadiractina a partir de 8 mg (IA) L⁻¹, con la rotenona desde 400 mg (IA) L⁻¹, con cartap a 1250 mg (IA) L⁻¹ y con los tres

extractos de lantana y molle. En el caso de pupas y adultos, las sustancias evaluadas no afectaron su desarrollo. En consecuencia, se recomienda el uso de insecticidas botánicos y cartap dentro de un programa de Manejo Integrado de Plagas.

Ricaldi (2013) evaluó la eficacia del talco con *Bacillus thuringiensis* (BT) para el control de las polillas de la papa *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias* en la localidad de Tarma, Junín. En su investigación utilizó 500 kg de papa de una sola variedad durante un periodo de dos meses, aplicando una dosis de 100 g de talco con BT por cada 25 kg de tubérculos. Los resultados mostraron que los tubérculos tratados con talco BT no presentaron daño o podredumbre, mientras que en los tratados con insecticida convencional se encontraron entre 4 y 5 kg de papa en mal estado aproximadamente.

Espinoza (2016) desarrolló una investigación en los sectores de Lirios, Quencco y Quello Quello - Pfullpuri, del distrito de Santo Tomás, provincia de Chumbivilcas, Cusco, entre los 3,615 y 3,775 m s. n. m., durante las etapas de maduración, cosecha y poscosecha de la papa nativa Wankucho (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*), en el periodo abril-noviembre de 2014. El estudio partió del desconocimiento de los agricultores sobre las especies de polilla que afectan este cultivo, así como del efecto repelente de plantas aromáticas en los almacenes tradicionales o *phynas*. El objetivo fue identificar las especies presentes y evaluar la eficacia del ajeno (*Artemisia absinthium*), paico (*Chenopodium ambrosioides*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*) como repelentes en tubérculos almacenados. Los resultados permitieron identificar dos especies: *Symmetrischema tangolias* y *Phthorimaea operculella* (Gelechiidae), siendo la primera la más abundante y dañina. En cuanto al efecto de los tratamientos, el

ajenjo mostró la mayor eficacia, alcanzando un 81,7 % de tubérculos sin daño, seguido del paico, mientras que el eucalipto presentó el menor efecto, con 42 % de tubérculos sin daño.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Cultivo de papa

Origen

La papa, actualmente uno de los alimentos más importantes a nivel mundial, fue domesticada en las zonas altoandinas del Perú hace aproximadamente 7,000 años, según evidencias arqueológicas de culturas preincaicas. Su introducción a Europa ocurrió a fines del siglo XVI, tras la conquista del Perú, desde donde se expandió progresivamente al resto del mundo. Tanto las variedades cultivadas como sus parientes silvestres presentan una notable diversidad genética. Se han identificado más de 200 especies silvestres tuberíferas del género *Solanum*, organizadas en distintos niveles de ploidía, desde diploides hasta hexaploides. Estas especies se encuentran distribuidas en diversos ecosistemas del continente americano, desde México hasta Chile. Su valor radica en constituir un vasto recurso genético con alelos de gran importancia. Estos materiales son aprovechados en los programas de mejoramiento de papa para generar variedades élite con mayor rendimiento y resistencia frente a plagas y enfermedades (Chávez, 2008).

2.2.2. Clasificación taxonómica

López (1979) menciona que la taxonomía de la papa es:

Nombre científico	: <i>Solanum tuberosum</i> .
Reino	: Plantae.
División	: Magnoliophyta.

Clase	:	Magnoliopsida.
Subclase	:	Asteridae
Orden	:	Solanales.
Familia	:	Solanaceas.
Género	:	Solanum
Especie	:	Solanum tuberosum L.

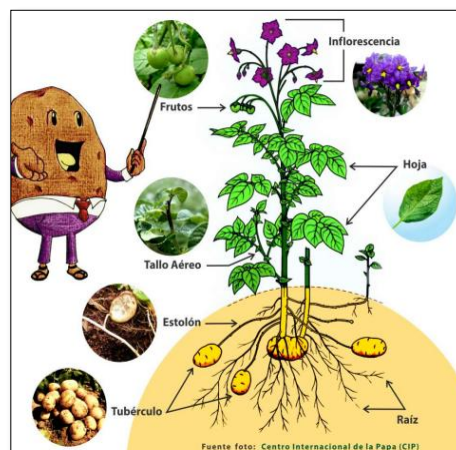
2.2.3. Descripción morfológica

- a) **Raíz:** Es la estructura subterránea responsable de la absorción del agua y sales minerales se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forma un sistema fibroso. El sistema radicular es fibroso y se extiende bien, pudiendo penetrar hasta los 80 cm., y las raíces se ubican entre la superficie del suelo y el tubérculo semilla (Otiniano, 2018)
- b) **Tallo:** La papa presenta tres tipos de tallos: uno aéreo, donde se insertan las hojas, y dos subterráneos, los estolones y los tubérculos. El tallo principal proviene del brote del tubérculo semilla y de sus yemas nodales se desarrollan tallos secundarios. El tallo estolonífero corresponde a brotes laterales que emergen desde la base del tallo aéreo (Otiniano, 2018)
- c) **Hojas:** Las hojas son de tipo compuestas con 7 a 9 folíolos y es la estructura que sirve para captar y transformar la energía del sol en energía alimenticia (azúcares y almidón). Es importante mantenerlas sanas durante todo período de cultivo.(Otiniano, 2018)
- d) **Flor:** Son pentámeras de colores diversos; tienen estilo y estigmas simples y ovario bilocular. El polen es típicamente de dispersión por

el viento. La autopolinización se realiza en forma natural. Siendo relativamente para la polinización cruzada (INIA, 2002)

- e) **Frutos:** Cuando maduros son de forma redonda a oval (de 1 a 3 cm. o más de diámetro). De color verde a amarillento o castaño rojizo a violeta. Tiene dos lóculos, en 200 a 300 semillas, pero debido a factores de esterilidad puede formarse frutos sin semilla.(INIA, 2002).
- f) **Tubérculos:** Es la parte comestible donde se almacenan los almidones, es el fruto agrícola. (Otiniano, 2018)

Figura 1 Cultivo de papa



Fuente: Centro Internacional de la papa (CIP)

2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos

- a) **Clima:** Se trata de una planta de clima templado frío, siendo las temperaturas más favorables para su cultivo las que están en torno a 13 y 18°C. Al efectuar la plantación la temperatura del suelo debe ser superior a los 7°C, con unas temperaturas nocturnas relativamente frescas (Zúñiga et al., 2017).
- b) **Humedad:** La humedad relativa intermedia es fundamental para el buen desarrollo del cultivo. Sin embargo, un exceso de humedad

durante la germinación del tubérculo, así como en la etapa comprendida entre la floración y la maduración, puede resultar perjudicial. Además, niveles muy altos de humedad ambiental favorecen la aparición de mildiu, por lo que es un aspecto que debe considerarse cuidadosamente (Zúñiga et al., 2017).

- c) **Suelos:** Un suelo de textura franco arenosa bien preparado facilita la penetración de las raíces, rápida emergencia inicial de la plántula, buen drenaje y ambiente favorable al desarrollo del tubérculo (Flores & Ramón, 2017).
- d) **Precipitación:**(Vignola et al., 2017) indica que la cantidad óptima de agua para el cultivo de papa es de 600 mm, siendo las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos las que más requieren agua.
- e) **pH:** 5 – 7

2.2.5. Manejo agronómico

- a) **Preparación del terreno:** La importancia de preparar adecuadamente el suelo para el cultivo de papa, ya que esto facilita una rápida emergencia de tallos, permite una mayor profundidad de las raíces, previene el encharcamiento y contribuye a la conservación del suelo (Vignola et al, 2017).
- b) **Surcado de terreno:** El surcado debe efectuarse el mismo día de la siembra, alcanzando una profundidad de entre 10 y 15 cm, y dejando una separación entre surcos de 0.90 a 1.00 m, según la variedad y el objetivo de producción (Arcos et al., 2020).

- c) **Semilla:** El uso de tubérculos de alta calidad como semilla es de gran importancia para la producción, ya que asegura plantas con buen desarrollo, vigor, y mayor resistencia a plagas y enfermedades, lo que es fundamental para la seguridad alimentaria (Arcos et al., 2020).
- d) **Siembra:** La siembra de papa se efectúa en surcos con una distancia de 0.70 a 1 m entre ellos, y de 0.15 a 0.25 m entre plantas, dependiendo del tamaño de la semilla, a una profundidad de 0.20 m. Posteriormente, los tubérculos se cubren con una capa de suelo de 7 a 10 cm, garantizando así condiciones óptimas de humedad para favorecer la germinación (Vignola et al., 2017).
- e) **Fertilización:** La fertilización debe ajustarse a la fertilidad del suelo, las condiciones climáticas y los requerimientos del cultivo. Para ello, es fundamental realizar un análisis de suelo que permite determinar la posibilidad de nutrientes, especialmente en los suelos de la sierra peruana, que generalmente presentan bajos niveles de nitrógeno, niveles medios fosforo y concentraciones de potasio de medias altas (Arcos et al., 2020).

2.2.6. Labores culturales

- a) **Desmalezado:** Las malezas o malas hierbas son otras plantas que compiten con el cultivo de papa por espacio, agua y nutrientes. Además, pueden actuar como hospederos de patógenos capaces de ocasionar daños significativos al cultivo de papa (Egúsquiza & Catalán, 2011).
- b) **Aporque:** Para realizar el aporque varía según la variedad de papa y las condiciones climáticas. El aporque debe realizarse antes de que

comience la tuberización. En general se recomienda realizar el aporque cuando las plantas alcanzan entre 25 a 30 centímetro de altura (Alvarado, 2004).

- c) **Riego:** El riego depende de la textura del suelo. Los suelos arenosos o franco arenoso requieren más riegos en comparación con los suelos arcillosos. Además, en climas con altas temperaturas y radiación solar intensa, se necesita más agua que en climas con temperaturas y radiación solar moderadas (Alvarado, 2004).
- d) **Cosecha:** Consiste en extraer los tubérculos del suelo, pudiendo realizarse de manera (mecanizada, con yunta o manualmente) siendo estas las modalidades más utilizadas. La eficiencia de cada método depende de la velocidad de extracción y del porcentaje de tubérculos que permanecen bajo la tierra. (Egúsquiza & catalán, 2011).

2.2.7. Plagas y enfermedades

- a) **Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp.*)**

Gorgojo de los andes involucra a varios géneros y especies de la familia Curculionidae; este complejo se encuentra distribuido en toda la región andina, entre los 2500ny 4700 m.s.n.m (Arcos et al., 2020).

- b) **Mosca minadora (*Liriomyzasp*).**

Las principales plagas del cultivo de papa. Su ciclo de vida comprende las etapas de huevo, larva, larva madura y adulto, siendo la fase larval la más perjudicial, ya que produce galerías en las hojas, lo que interfiere en los procesos de fotosíntesis y transpiración de la planta (Vignola et al., 2017).

c) Polilla de la papa (*Phthorimea operculella* y *Tecia solanivora*).

La polilla constituye la principal plaga del cultivo de papa en el Perú, identificándose dos especies: *Phthorimea operculella* (conocida como “criolla”), que se desarrolla en zonas cálidas, ocasiona daños en tubérculos y hojas, y no sobrevive a temperaturas inferiores a 10 °C; y *Tecia solanivora*, presente en América Central y del Sur, que afecta exclusivamente a los tubérculos (Vignola et al., 2017).

d) Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

Es *Phytophthora infestans* como la enfermedad más severa del cultivo de papa, ya que puede provocar lesiones en todos los órganos de la planta, excepto en la raíz, y en cualquier etapa de su desarrollo. Este patógeno se desarrolla bajo condiciones de alta precipitación y temperaturas comprendidas entre 15 y 25 °C, manifestándose inicialmente como manchas de apariencia cerosa que evolucionan a un tono pardo rojizo y, posteriormente, a negro, cubriendo las hojas u otros órganos afectados (Alvarado, 2004).

e) Tizón temprano (*Alternaria solani*)

La enfermedad causada por *Alternaria solani* se inicia en las hojas inferiores, generando manchas necróticas de 1 a 2 mm, rodeadas por un halo clorótico y con anillos concéntricos de color marrón a medida que progresa. Su manejo incluye el uso de semillas y áreas libres de la enfermedad, la aplicación de fungicidas preventivos, el empleo de variedades resistentes, la eliminación de plantas infectadas y malezas,

así como el control químico similar al utilizado para *Phytophthora* (Vignola et al., 2017).

f) Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*)

Es una enfermedad que afecta diversos cultivos en el país, favorecida por suelos húmedos y temperaturas de 16 a 18°C. Esta enfermedad sobrevive en el suelo como esclerocios y se disemina a través de maquinaria, el paso de personas y durante la cosecha (Alvarado, 2004).

2.2.8. Polilla de la papa

Origen y distribución

Según Griepink y Visser (1996) indican que *Symmetrischema tangolias* (Gyen) fue reportada por primera vez en América del Sur en el Valle del Mantaro (Perú) (Alcázar et. al.1932) y después en otras zonas de los Andes del Perú, Bolivia y Colombia. 11 Elías (1989) señala que *S. tangolias* fue reportada por primera vez en Bolivia en julio de 1988, en la localidad de Tolomosa a 1900 msnm (valle central de Tarija). Fue considerada la plaga más dañina del cultivo de papa porque causa serios perjuicios económicos al agricultor, especialmente durante el almacenamiento, mermando la producción en un 45 a 70 % e inclusive en 100% cuando no se aplica ningún método de control citado por (Riveros, 2013).

2.2.9. Clasificación taxonómica de la polilla de la papa

Ortega y Fernández (2000) señalan que la clasificación taxonómica de la polilla de la papa es la siguiente:

Reino : Animalia

Filo : Arthropoda

Clase : Insecta

Orden : Lepidóptera

Familia : Gelechiidae

Género : *Symmetrischema*

Especie : *Symmetrischema tangolias*

Ruiz (2007) citado por (Riveros, 2013) indica que todas las especies involucradas en este complejo afectan al cultivo de la papa, infestando tanto al follaje como al tubérculo, algunas veces se constituyen en plagas claves para los tubérculos de papa almacenado.

2.2.10.Ciclo biológico (*Symmetrischema tangolias*)

A. Huevo

Los huevos de la polilla miden entre 0,5 y 0,7 mm de largo y se adhieren a los tubérculos con una secreción que se endurece al contacto con el aire estas cambian de color de blanquecino a negro cuando la larva se desarrolla internamente, su período de incubación varía entre 2,3 y 7,2 días, dependiendo de la temperatura (Coronado, 2012) .

B. Larva

La larva pasa por cuatro estadios larvales, cada uno con cambios en color y tamaño, esta comienza como una larva de color blanco grisáceo de 1 mm, evolucionando a un color rosado oscuro, con un aumento en la longitud hasta 11,6 mm y la aparición de puntos negros (espiráculos) en el cuerpo; el desarrollo larval completo toma de 16 a 26 días, según la temperatura (Coronado, 2012).

C. Pupa

La pupa, de 6 a 8 mm, es de color marrón rojizo y se desarrolla en 5 a 9 días, dependiendo de la estación, se forma en un capullo de seda cubierto de partículas de suelo y hojas muertas para camuflarse, y las tres regiones del cuerpo son claramente diferenciadas (Coronado, 2012)

D. Adulto

Presenta un cuerpo delgado, de entre 8 y 10 mm de longitud, con tonalidad gris plateada y alas de color marrón grisáceo, adornadas con pequeños puntos oscuros en las alas anteriores (dos o tres en los machos y en forma de “X” en las hembras), además de flecos en el margen apical. Las alas posteriores están provistas de una densa franja de flecos; las antenas son delgadas, afinándose hacia el extremo anterior, y los ojos, bien desarrollados, son de color negro, en cuanto al dimorfismo sexual, las hembras poseen un penacho en el extremo terminal, característica ausente en los machos (Coronado, 2012) .

2.2.11. Métodos de control de la polilla de papa

Diversos insectos que parasitan *P. operculella* están en estudio. Los controles biológicos han sido prácticos sólo en escasas ocasiones. Las plantas que repelen a las polillas podrían ser efectivas para controlar a éstas en el almacenamiento. Una de esas plantas es la muña (*Mintostachys sp*), que se encuentra en lugares altos de los Andes (Centro Internacional de la papa (CIP 1980).

2.2.12.Estrategias biológicas:

A) *Bacillus thuringiensis*

Las bacterias *Bacillus thuringiensis* (Bt) son patógenos de insectos que actúan mediante toxinas Cry y Cyt, letales para las larvas. Tradicionalmente, el control agrícola y sanitario de plagas se ha basado en insecticidas químicos, los cuales han generado problemas de contaminación, riesgos a la salud humana (como cáncer y trastornos inmunológicos) y resistencia en las poblaciones de insectos, favoreciendo plagas secundarias (Devine & Furlong, 2007). Como alternativa, se han desarrollado insecticidas microbianos, aunque presentan limitaciones: bajo espectro de acción, poca persistencia ambiental y necesidad de aplicaciones específicas. A pesar de ello, *Bacillus. thuringiensis* es el patógeno más exitoso en el control biológico, representando alrededor del 2% del mercado mundial de insecticidas (Bravo, 2011).

B) Plantas Repelentes

- **Eucalipto: (*Eucalyptus globulus*).**
- **Características morfológicas**

El eucalipto es un gran árbol; corteza gris; alcanza alturas que pueden superar los 100 metros. Sus hojas son dimórficas, con fuerte olor a cineol; crecen opuestas sobre las ramas jóvenes y luego se alternan y se hacen más pequeñas; color verde; de 10 a 20 cm de largo; Las flores son grandes, blancas y generalmente crecen solas en las axilas de las hojas. El fruto tiene forma de sombrero de 1,5 a 3 cm de diámetro (Núñez, 2022).

Taxonomía: Citado por: (Núñez, 2022).

Reino : Plantae
División : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Subclase : Rosidae
Orden : Myrtales
Familia : Myrtaceae
Subfamilia : Myrtoideae
Tribu : Eucalypteae
Género : Eucalyptus
Especie : Eucalyptus globulus.

- **Efecto insecticida del eucalipto (*Eucalyptus globulus*).**

Eucalyptus globulus tiene actividad adulticida, ovicida y larvicida contra la plaga de grano almacenado, presentan propiedades insecticidas significativas como fumigante y repelente para el control de adultos de *S. zeamais*, esto último se debe a la presencia de 1,8-cineol, compuesto característico del género *Eucalyptus*, siendo un fumigante prometedor, además presenta propiedades antisépticas y bactericidas (Mendoza, 2016).

- **Marco (*Ambrosia peruviana*).**

Ambrosia peruviana, perteneciente al género *Ambrosia*, es conocida en la Sierra Sur Ecuatoriana como “Altamisa” o “Marco”. Las especies de *Ambrosia* pertenecen a la familia de las *Asteraceae*, son plantas aromáticas, poseen propiedades

medicinales difundidas entre los pobladores de nuestra región
(Mendoza, 2016)

Taxonomía

Nombre científico	: Ambrosia peruviana
División	: Magnoliophyta
Especie	: Ambrosia peruviana All 1773
Familia	: Asteraceae
Género	: Ambrosia
Orden	: Asterales
Reino	: Plantae

Fuente:(Mendoza, 2016)

- **Descripción Botánica Ambrosia arborescens**

Arbusto verde sufrútices o hierbas de 0,5 - 3 metros; toda la planta con glándulas, aromática, hojas alternas, pinnatisectas, flores masculinas y femeninas en cabezuelas separadas a menudo en la misma planta (Mendoza, 2016)

- **Muña (*Minthostachys mollis*)**

Es una planta nativa del norte de los andes que crece en una amplia gama de altitudes entre 2500 a 3500 m.s.n.m en países como Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia, Venezuela. Es una planta que puede alcanzar hasta los 0,5 m de altura, pero subir hasta los 3m penetrándose entre arbustos cercanos. El clima más apropiado para su crecimiento es aquel con abundantes lluvias y elevada luminosidad (Huamaní, 2024)

Taxonomía.

Clasificación taxonómica de Muña según (Ticona, 2019)

Reino : Vegetal

División : Magnoliophyta

Clases : Magnoliopsida

Orden : Tubiflorae

Familia : lamiaceae

Género : Minthostachys

Nombre científico : Minthostachys mollis

Especie : Minthostachys

- **Descripción de Muña**

La planta tiene una presentación leñosa, frondosa con forma general de glauco, su tallo es ramificado desde la base. Su peciolo mide entre 4 y 6 mm de largo en la parte superior y convexo en la parte inferior, es aquí donde se deposita la mayor cantidad de aceite que deja sentir su aroma característico

C) Gusadrin (Convencional)

Gusadrin es una marca comercial registrada en Perú para formulaciones insecticidas (presentaciones reportadas como “Gusadrin 2.5% PS”) cuyo ingrediente activo es diazinón, un insecticida del grupo de los organofosforados. En registros nacionales de insumos fitosanitarios aparece Gusadrin inscrito como producto a base de diazinón, lo que confirma su uso y comercialización en el país para control de plagas agrícolas y de almacenamiento (SENASA).

- **Composición química y modo de acción**

El ingrediente activo diazinón actúa inhibiendo la enzima acetilcolinesterasa (AChE) en insectos; esta inhibición provoca acumulación de acetilcolina en sinapsis nerviosas y conduce a fallos en la transmisión nerviosa, lo que finalmente produce la muerte del insecto. Este mecanismo es característico de los insecticidas organofosforados, categoría a la que pertenece diazinón. Por su modo de acción, diazinón es eficaz por contacto e ingestión (PubChem).

- **Uso y control**

Este producto actúa principalmente por contacto e ingestión, inhibiendo la enzima acetilcolinesterasa en el sistema nervioso de los insectos, lo que genera acumulación de acetilcolina y, consecuentemente, la parálisis y muerte de las larvas expuestas. En condiciones de almacenamiento, el uso de Gusadrin se orienta al tratamiento preventivo de las superficies, sacos y estructuras donde se almacenan los tubérculos, con el objetivo de eliminar adultos emergentes y reducir la oviposición sobre el producto. Sin embargo, debido a que las larvas de *S. tangolia* penetran en el interior del tubérculo, el control químico por sí solo presenta limitaciones. Por ello, se recomienda que su aplicación se complemente con métodos de manejo integrado, como la limpieza y desinfección del almacén, la clasificación de tubérculos sanos, el monitoreo mediante trampas con feromonas y la rotación con productos biológicos para disminuir la

resistencia y el impacto ambiental (Rodríguez Aranibar et al., 2011).

El empleo responsable de Gusadrin, siguiendo las dosis y condiciones indicadas por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA, Perú), puede contribuir a reducir la incidencia de la polilla durante el almacenamiento, siempre que se integre dentro de un plan de manejo sostenible y de bajo riesgo para la salud y el ambiente (NCBI, 2008).

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Almacén

Es el espacio físico destinado al almacenamiento de bienes dentro de la cadena de suministro. Constituye una infraestructura esencial para el desarrollo de las actividades de diversos agentes económicos, como agricultores, ganaderos, mineros, industriales, transportistas, importadores, exportadores, comerciantes, intermediarios y consumidores finales (Salazar Marca, 2018).

2.3.2. Polilla de la papa

También denominada “Palomilla de la papa”, es un lepidóptero perteneciente a la familia Gelechiidae, cuyo nombre científico es *Phthorimaea operculella* (Zeller). Se considera una de las plagas más importantes del cultivo de papa. Es originaria de Sudamérica y actualmente está distribuida en diversas regiones del mundo donde se cultiva este tubérculo (Salazar Marca, 2018).

2.3.3. *Symmetrischema tangolias*

Esta especie de polilla ocasiona daños en las hojas, tallos y tubérculos de la papa.

2.3.4. Tubérculo

Es un tallo subterráneo modificado y engrosado que actúa como órgano de reserva, acumulando nutrientes para la planta. Presenta una yema central, de forma plana y circular. Carece de escamas o capas protectoras y no produce hijuelos (Salazar Marca, 2018).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Las dos estrategias biológicas y convencional presentan diferencias significativas para el control de la polilla (*Symmetrischema tangolias*) de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en almacén.

2.4.2. Hipótesis específicas

- El porcentaje inicial de infestación de larvas es significativo en tubérculos de papa en almacén.
- El número de tubérculos sanos y dañados presentan diferencia significativa en las dos estrategias.
- El número de larvas presenta diferencia significativa al finalizar el experimento en los tres tratamientos en estudio.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variable independiente

Dos estrategias biológicas y un convencional.

2.5.2. Variable dependiente

Control de la polilla de la papa en el almacén

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Tratamientos	Sub variables	Indicadores
V.I. Estrategias biológico y convencional	Estrategia biológica: Es un método para gestionar plagas, enfermedades y malezas mediante el uso de organismos vivos que regulan las poblaciones de otros organismos. Plantas repelentes: Son algunas de las especies que repelen la presencia de polillas. Talco Bt: Es el insecticida biológico para controlar diversos insectos que afectan la agricultura Estrategia convencional: Uso de sustancias tóxicas (químicos) formulados en especial para este motivo.	T0= Sin aplicación T1= Plantas repelentes T2= Talco BT T3= Gusadrin		
V.D. Control de la polilla de la papa en el almacén.	Implica la aplicación de medidas biológicas, químicas y culturales para reducir la población de esta plaga y minimizar el daño a los tubérculos, en campo y almacén		Porcentaje de infestación N° de tubérculos sanos y dañados	N° de tubérculos ovopositados antes c tratamientos N° Larvas por tubérculo % de larvas por tubérculo N° tubérculos sanos N° de tubérculos dañados % de tubérculos sanos % de tubérculos dañados

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizado fue el cuantitativo, aplicada, prospectiva, estudio longitudinal y explicativo

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es de nivel aplicada y experimental

3.3. Métodos de investigación

En el proceso de la investigación el método que se ha empleado fue el inductivo, deductivo y experimental.

3.4. Diseño de investigación

Se ha empleado el diseño completamente al azar con 04 tratamientos (estrategias biológicas más un convencional y el testigo) distribuidos en 4 repeticiones (85 tubérculos semilla en cada tratamiento).

Tabla 2 Tratamiento en estudio

Numero	Clave	Descripción de los tratamientos	Cantidad
01	T0	Testigo, sin aplicación	340 tubérculos semilla
02	T1	Plantas repelentes	340 tubérculos semilla
03	T2	Talco BT	340 tubérculos semilla
04	T3	Gusadrin	340 tubérculos semilla

3.4.1. Descripción del área experimental

Área total del experimento :11.20 m²

Área neta experimental :11.20m

Largo :0.70 m

Ancho :1.00m

3.4.2. Croquis experimental

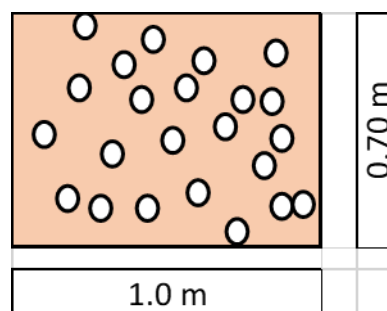
La investigación se realizó en Yanay - Paucartambo las dimensiones de almacén.

- Ancho de la unidad experimental (Bandejas semilleras): 1.0 m
- Largo de la unidad experimental (bandejas semilleras): 0.70 m
- Área de unidad experimental (bandeja semillera): 0.7 m²
- Área útil del experimento (almacén): 11.2 m²
- Número total de tubérculos semilla: 1360
- Número de tubérculos semilla por unidad experimental: 85

Figura 2 Disposición experimental

EXPERIMENTO GENERAL							
R1	ALMACEN 01	T0	T1	T2	T3		0.70 m
R2		T3	T0	T1	T2		0.70 m
R3	ALMACEN 02	T2	T3	T0	T1		0.70 m
R4		T1	T2	T3	T0		0.70 m
		1.0 m	1.0 m	1.0 m	1.0 m		

Figura 3 Detalles de la unidad experimental



3.4.3. Procedimiento Experimental.

Se procedió al acondicionamiento del almacén, y diseño de acuerdo al croquis experimental se ubicó las unidades experimentales, 85 tubérculos por cada tratamiento experimental en 4 repeticiones.

- **Testigo:** Se colocó en el almacén la cantidad de 85 tubérculos semillas en 04 unidades experimentales cada uno para su investigación (Solo tubérculos semilla, sin tratamiento).
- **Plantas repelentes:** se utilizó plantas repelentes: el eucalipto, marco muña, estas se recolectaron y luego se colocar en cada unidad experimental de acuerdo al diseño establecido.
- **Talco Bacillus Thuringiensis:** Se pesó la cantidad de 100 gr del talco y se espolvoreo en la unidad experimental del almacén de acuerdo al diseño establecido.
- **Gusadrin:** Se pesó 25 gr de gusadrin aplicándose en cada unidad experimental del almacén de acuerdo al diseño establecido.

3.4.4. Labores en el experimento

Se realizo labores de mantenimiento, limpieza y acondicionamiento de luz difusa para la proliferación de adultos de polilla, además se colocó la identificación de los tratamientos en estudio.

3.4.5. Evaluaciones periódicas

Se estableció un plan de recolección de datos de acuerdo de los parámetros considerados para su evaluación, considerando las etapas de infestación de la plaga y en particular de la asignación de los tratamientos motivo de la investigación.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población: La población estaba constituida por de 1360 tubérculos semilla distribuidos en 4 tratamientos con 4 repeticiones y en cada unidad experimental 85 tubérculos semilla.

3.5.2. Muestra: La muestra ha estado constituida por 160 tubérculos semilla 4 tratamientos 4 repeticiones, en cada unidad experimental se evaluó 10 semillas de tubérculo

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A través de los experimentos son una técnica de recolección de datos en el cual se manipuló intencionalmente las variables independientes en este caso las estrategias biológicas más un convencional se analizó las consecuencias que la manipulación tiene sobre la variable dependiente, control de la polilla de la papa. El experimento fue de manera directa, precisa y confiable y valiosa de recolectar datos por lo que se diseñó el experimento.

El instrumento de recolección de datos fue adoptado mediante formatos de evaluación durante la ejecución del experimento de acuerdo al diseño experimental.

A. Porcentaje de infestación

- **Número de tubérculos ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos**

Se contó el número de tubérculos con presencia de huevos de polilla antes de aplicar los tratamientos.

- **Porcentaje de tubérculos ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos**

Se efectuó los cálculos en el porcentaje de tubérculos ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos.

B. Número de larvas por tubérculo

Se contabilizó el número de larvas en 10 tubérculos de cada uno de los tratamientos, y luego se sacó el promedio de los 10 tubérculos.

C. Porcentaje de larvas por tubérculos

Se determinó el porcentaje de larvas mediante cálculo matemático encontradas en cada tratamiento.

D. Número de tubérculos semilla sanos y dañados

- **Número de tubérculos sanos**

Se contabilizó el número de tubérculos sanos en 10 tubérculos por cada tratamiento.

- **Porcentaje de tubérculos sanos**

Se efectuó los cálculos del porcentaje de tubérculos sanos en cada tratamiento

- **Número de tubérculos dañados**

Se contabilizó el número de tubérculos dañados de 10 tubérculos por cada tratamiento.

- **Porcentaje de tubérculos dañados**

Se efectuó los cálculos del porcentaje de tubérculos dañados en cada tratamiento.

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

Los instrumentos se elaboraron con base a estudio previo (formatos de campo), el cual está debidamente citado, el coeficiente de variabilidad C.V. es un indicador para determinar la confiabilidad expresado en porcentaje.

Según Calzada (2003) para este tipo de trabajo valores menores a cuarenta por ciento.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas de procesamiento de datos son a través del programa Excel y el software de INFOSTAT, mediante la presentación del análisis de varianza, así como la prueba de comparación de medias Tukey.

3.9. Tratamiento estadístico

3.9.1. Modelo estadístico lineal

$$Y_{ijk} = U + T_i + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor o rendimiento del i-ésima estrategia biológica, j-ésima repetición.

U = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i-ésimo estrategia biológica

E_{ij} = Efecto del error experimental del i-ésima estrategia biológica, j-ésima repetición.

$i = 1, 2, \dots, t(\text{estrategias biológicas})$

$j = 1, 2, \dots, r(\text{repeticiones})$.

3.9.2. Análisis de varianza

Tabla 3 Cuadro de análisis de varianza del DCA

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F Tabulada		Significación
					0.01	0.05	
Estrategias biológicas	(t-1)	SC (TTOS)	SC (TTOS)/G.L. (TTOS)	CM(TTOS)/CME. EXP			
Error Experimental	t(b-1)	SC (E. EXP)	SC (E. EXP)/ G.L. E. EXP				
Total	tb-1	SC (TOTAL)					

3.9.3. Prueba estadística

Se utilizó la prueba Tukey:

$$ALS(T) = AES(T) \cdot 0.05 \cdot SD$$

$$\text{Dónde: } SD = \sqrt{CME/r} \quad .$$

3.10. Orientación ética, filosófica y epistémica

Este trabajo garantiza la autoría Magalina GRANIZO QUINTO, además se realizó de acuerdo con los protocolos adecuados en donde se establece el cumplimiento de código de ética.

Artículo 9.- Los investigadores, estudiantes, autoridades y personal administrativo de la UNDAC que realizan actividades de investigación con especies vegetales deben: Priorizar la protección del ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos y los procesos ecológicos ante cualquier impacto negativo generado por actividades de investigación.

Determinar y evaluar previamente los posibles efectos adversos de los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) sobre la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, de ser el caso. Además, considerar los riesgos para la salud pública, según las normas de bioseguridad convencional a nivel nacional como internacional.

- a) Contribuir a la creación y acceso de nuevas tecnologías biológicas que potencien y amplíen la seguridad y la soberanía alimentaria en favor de los sectores más vulnerables.
- b) Garantizar la soberanía sobre el patrimonio genético, la regulación del acceso a los recursos genéticos, conocimientos asociados y la protección de los conocimientos tradicionales.
- c) Regirse conforme la legislación vigente de la materia.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El trabajo se realizó en Paucartambo en un almacén, en el Anexo de Yanay se realizaron cuatro repeticiones. En cada tratamiento se ha acondicionado para guardar la papa de acuerdo a las propias costumbres del agricultor utilizando pajas cartones y otros materiales en la que se ha distribuido 85 papas por cada tratamiento de manera ordenada.

A. Ubicación ecológica

El lugar de ejecución del proyecto estará situado en el distrito de Paucartambo.

Región : Pasco

Provincia : Pasco

Distrito : Paucartambo

Lugar : Yanay

B. Ubicación geográfica

Latitud sur : 10° 46' 29"

Latitud oeste	: 75° 48' 49"
Altitud	: 2.933 m.s.n.m
Zona de vida	: quechua
Clima	: Templado
Temperatura	: 14°C a 20°C

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Los resultados de la presente tesis se detallarán en el análisis de varianza de cada parámetro, y las interpretaciones mediante la prueba estadística utilizada comparando los resultados de cada tratamiento.

4.2.1. Número de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de tratamientos

Tabla 4 *Análisis de varianza del número de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab. 0.05	F Tab. 0.01	Significación
Estrategias biológicas	3	5.25	1.75	2.0	3.49	5.95	n.s.
Error Experimental	12	10.25	0.88				
Total	15	15.75					

$$C.V. = 19.39 \%$$

Interpretación

La prueba estadística es: $F_c = 2.0$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95, 3, 12) = 3.49$ y del 1% $F(0.99, 3, 12) = 5.95$. Dado que la prueba estadística resulta menor que el valor de tabla “se acepta H_0 ” y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos una de las estrategias biológicas se obtiene un efecto diferente en el

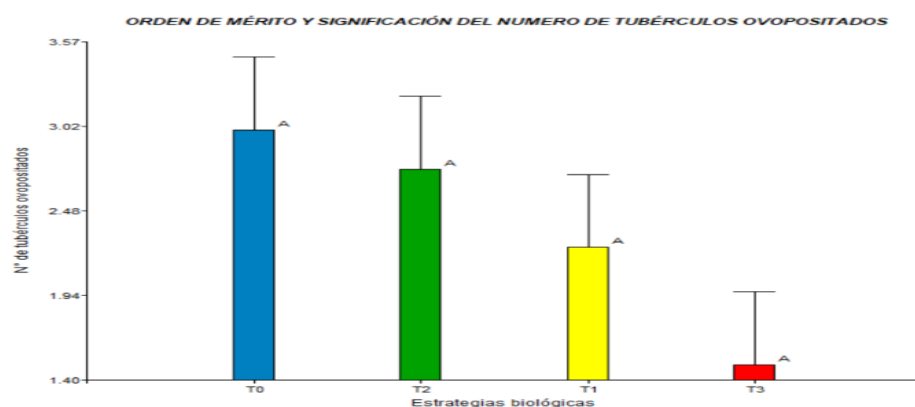
número de tubérculos semilla ovopositados por polilla de papa antes de la aplicación de los tratamientos.

4.2.2. Prueba estadística del número de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de tratamientos

Tabla 5 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos

Estrategias biológicas	Medias %	n	ALS (T)	Significación
T0 (Sin apl.)	3.00	4	0.47	A
T1 (Pl. repel)	2.75	4	0.47	A
T2 (Talco BT)	2.25	4	0.47	A
T3 (Gusadrín)	1.50	4	0.47	A

Gráfico 1 Orden de mérito y significación del número de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos



En el gráfico 1, el tratamiento T0 (Sin aplicación) se ha infestado con huevos de polilla en un número de 03 tubérculos semilla, y el tratamiento T3 (Gusadrin) se infestó con un número de 2 tubérculos semilla.

4.2.3. Porcentaje de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos.

Tabla 6 *Porcentaje de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab. 0.05	F Tab. 0.01	Significación
Estrategias biológicas	3	7.24	2.41	2.35	3.49	5.95	n.s.
Error Experimental	12	12.34	1.03				
Total	15	19.58					

$$C.V. = 27.47 \%$$

Interpretación

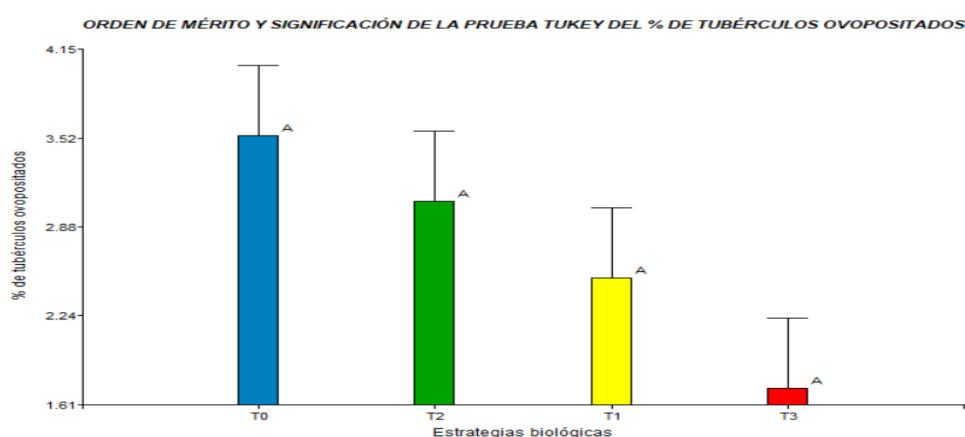
La prueba estadística es: $F_c=2.35$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,3,12)=3.49$ y del 1% $F(0.99,3,12)=5.95$. Dado que la prueba estadística resulta menor que el valor de tabla “se acepta H_0 ” y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de las estrategias biológicas se obtiene un efecto diferente en el porcentaje de tubérculos semilla ovopositados por polilla de papa antes de la aplicación de los tratamientos.

4.2.4. Prueba estadística del porcentaje tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos

Tabla 7 *Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del porcentaje de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos.*

Estrategias biológicas	Medias %	n	ALS (T)	Significación
T0 (Sin apl.)	3.53	4	0.51	A
T1 (Pl. repel)	3.06	4	0.51	A
T2 (Talco BT)	2.51	4	0.51	A
T3 (Gusadrín)	1.72	4	0.51	A

Gráfico 2 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del porcentaje de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos.



En el gráfico 2, el tratamiento T0 (Sin aplicación) obtuvo un 3.53 % de tubérculos semilla ovopositados y el tratamiento T3 (Gusadrin) obtuvo un 1.72 % de tubérculos semilla ovopositados antes de la aplicación de los tratamientos.

4.2.5. Número de tubérculos semilla infestados a los 20 días de aplicado los tratamientos

Tabla 8 Análisis de varianza del número tubérculos semilla infestados a los 20 días

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab. 0.05	F Tab. 0.01	Significación
Estrategias biológicas	3	4.25	1.42	1.79	3.49	5.95	n.s.
Error Experimental	12	9.50	0.79				
Total	15	13.75					

C.V. = 16.55 %

Interpretación

La prueba estadística es: $F_c = 1.79$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95, 3, 12) = 3.49$ y del 1% $F(0.99, 3, 12) = 5.95$. Dado que la prueba estadística resulta menor que el valor de tabla “se acepta H_0 ” y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al

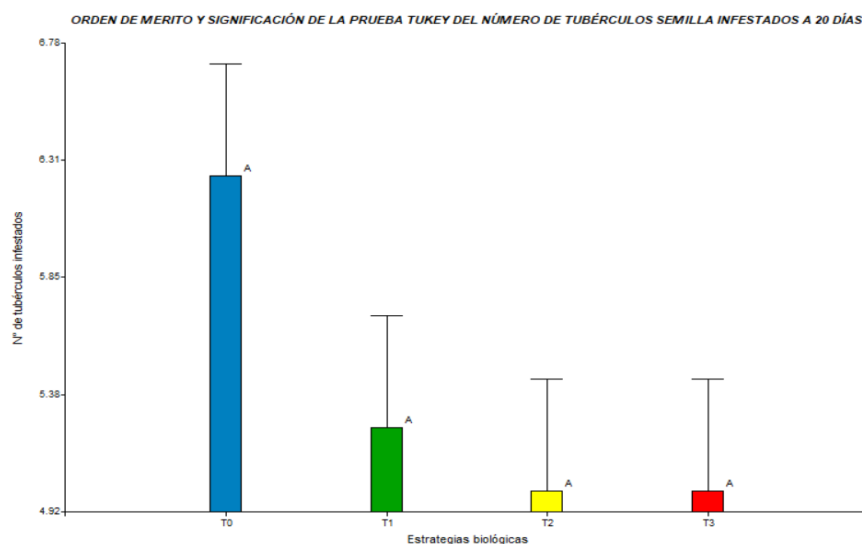
menos uno de las estrategias biológicas se obtiene un efecto diferente a los 20 días aplicado los tratamientos.

4.2.6. Prueba estadística del número tubérculos semilla infestados a los 20 días de aplicado los tratamientos

Tabla 9 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla infestados a los 20 días

Estrategias biológicas	Medias N°	n	ALS (T)	Significación
T0 (Sin apl.)	6.25	4	0.44	A
T1 (Pl. repel)	5.25	4	0.44	A
T2 (Talco BT)	5.00	4	0.44	A
T3 (Gusadrín)	5.00	4	0.44	A

Gráfico 3 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla infestados a los 20 días



En el gráfico 3, el tratamiento T0 (Sin aplicación) se infestaron 6 tubérculos semilla en promedio y en el tratamiento T3 (Gusadrin) se infestaron en promedio 05 tubérculos semilla a los 20 días de aplicado los tratamientos.

4.2.7. Número de tubérculos semilla infestados a 60 días de aplicado los tratamientos

Tabla 10 *Análisis de varianza del número de tubérculos semilla infestados a 60 días*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab. 0.05	F Tab. 0.01	Significación
Estrategias biológicas	3	195.69	65.23	14.04	3.49	5.95	**.
Error Experimental	12	55.75	4.65				
Total	15	251.44					

C.V. = 16.99 %

Interpretación

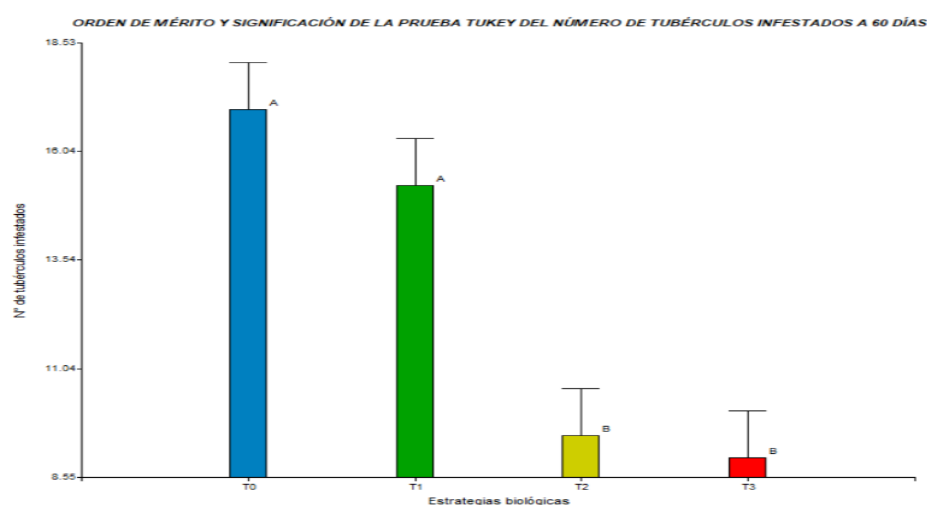
La prueba estadística es: $F_c = 14.04$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95, 3, 12) = 3.49$ y del 1% $F(0.99, 3, 12) = 5.95$. Dado que la prueba estadística resulta mayor que el valor de tabla “se rechaza H_0 ” y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de las estrategias biológicas se obtiene un efecto diferente en a los 60 días aplicado los tratamientos.

4.2.8. Prueba estadística del número de tubérculos semilla infestados a 60 días de aplicado los tratamientos.

Tabla 11 *Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla infestados a 60 días*

Estrategias biológicas	Medias N°	n	ALS (T)	Significación
T0 (Sin apl.)	17.00	4	1.08	A
T1 (Pl. repel)	15.25	4	1.08	A
T2 (Talco BT)	9.50	4	1.08	B
T3 (Gusadrín)	9.00	4	1.08	B

Gráfico 4 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla infestados a 60 días.



En el gráfico 4, el tratamiento T0 (Sin aplicación) se infestaron 17 tubérculos semilla en promedio y en el tratamiento T3 (Gusadrin) se infestaron en promedio 09 tubérculos semilla a los 60 días de aplicado los tratamientos.

4.2.9. Número de tubérculos semilla infestados a 90 días aplicado los tratamientos

Tabla 12 Análisis de varianza del número de tubérculos semilla infestados a 90 días de aplicado los tratamientos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab. 0.05	F Tab. 0.01	Significación
Estrategias biológicas	3	11,254.69	3,751.56	654.82	3.49	5.95	**.
Error Experimental	12	68.75	5.73				
Total	15	11,323.44					

C.V. = 5.53 %

Interpretación

La prueba estadística es: $F_c=654.82$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,3,12)=3.49$ y del 1% $F(0.99,3,12)=5.95$. Dado que la prueba estadística resulta mayor que el valor de tabla “se rechaza H_0 ” y se

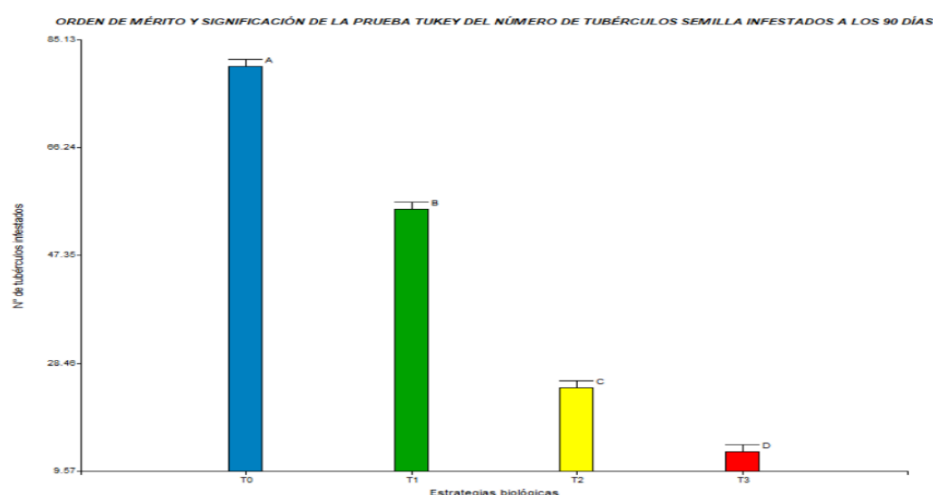
concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de las estrategias biológicas se obtiene un efecto diferente en el número de tubérculos semilla infestados a los 90 días de aplicado los tratamientos.

4.2.10. Prueba estadística del Número de tubérculos semilla infestados a 90 días aplicado los tratamientos

Tabla 13 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey número de tubérculos semilla infestados a 90 días de aplicado los tratamientos.

Estrategias biológicas	Medias N°	n	ALS (T)	Significación
T0 (Sin apl.)	80.50	4	1.20	A
T1 (Pl. repel)	55.50	4	1.20	B
T2 (Talco BT)	24.25	4	1.20	C
T3 (Gusadrín)	13.00	4	1.20	D

Gráfico 5 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey número de tubérculos semilla infestados a 90 días de aplicado los tratamientos



En el gráfico 5, el tratamiento T0 (Sin aplicación) se infestaron 80 tubérculos semilla en promedio y en el tratamiento T3 (Gusadrin) se infestaron en promedio 13 tubérculos semilla a los 90 días de aplicado los tratamientos.

4.2.11. Número de tubérculos semilla infestados a 120 días aplicado los tratamientos

Tabla 14 *Análisis de varianza del número de tubérculos semilla infestados a 120 días*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab. 0.05	F Tab. 0.01	Significación
Estrategias biológicas	3	11,573.19	3,857.73	658.97	3.49	5.95	**.
Error Experimental	12	70.25	5.85				
Total	15	11,643.44					

C.V. = 5.53 %

Interpretación

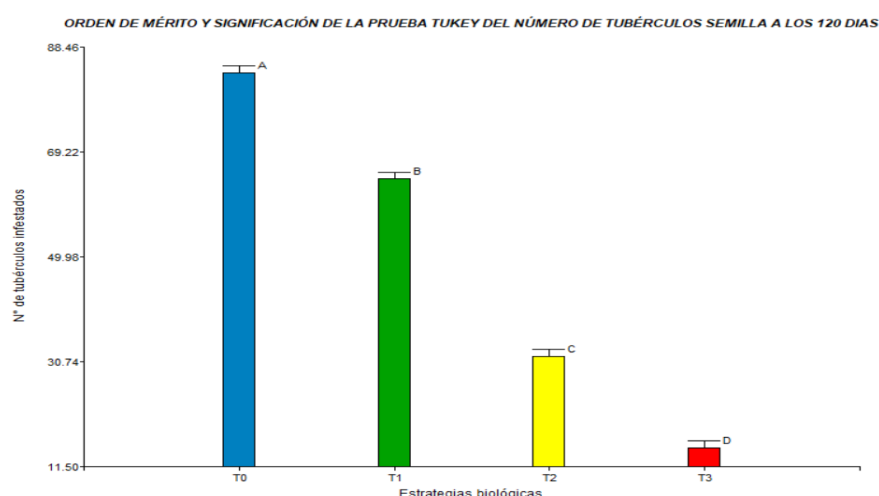
La prueba estadística es: $F_c=658.97$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,3,12)=3.49$ y del 1% $F(0.99,3,12)=5.95$. Dado que la prueba estadística resulta mayor que el valor de tabla “se rechaza H_0 ” y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos una de las estrategias biológicas se obtiene un efecto diferente en el número de tubérculos semilla infestados a los 120 días de aplicado los tratamientos

4.2.12. Prueba estadística del número tubérculos semilla infestados a 120 días.

Tabla 15 *Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla a los 120 días*

Estrategias biológicas	Medias N°	n	ALS (T)	Significación
T0 (Sin apl.)	83.75	4	1.21	A
T1 (Pl. repel)	64.25	4	1.21	B
T2 (Talco BT)	31.75	4	1.21	C
T3 (Gusadrín)	15.00	4	1.21	D

Gráfico 6 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del número de tubérculos semilla a los 120 días



En el gráfico 6, el tratamiento T0 (Sin aplicación) se infestaron 84 tubérculos semilla en promedio y en el tratamiento T3 (Gusadrin) se infestaron en promedio 15 tubérculos semilla a los 120 días de aplicado los tratamientos

4.2.13. Porcentaje de tubérculos semilla dañados.

Tabla 16 Análisis de varianza del porcentaje de tubérculos semilla dañados

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab. 0.05	F Tab. 0.01	Significación
Estrategias biológicas	3	10,415.20	3,471.73	1,459.80	3.49	5.95	**.
Error Experimental	12	28.24	2.38				
Total	15	10,443.74					

C.V. = 4.24 %

Interpretación

La prueba estadística es: $F_c=1,459.80$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,3,12)=3.49$ y del 1% $F(0.99,3,12)=5.95$. Dado que la prueba estadística resulta mayor que el valor de tabla “se rechaza H_0 ” y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos

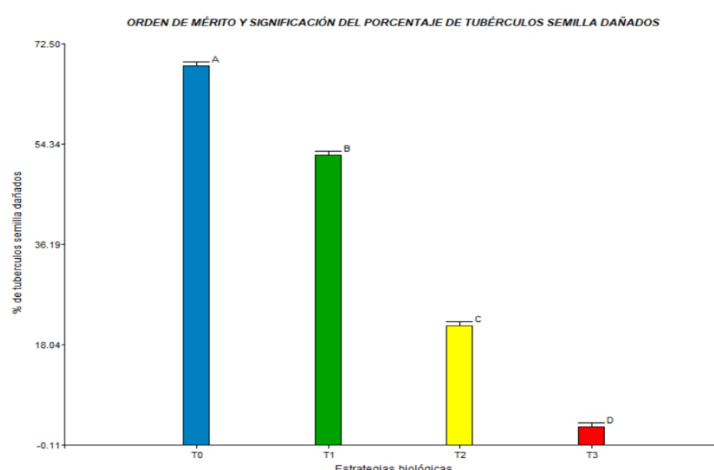
uno de las estrategias biológicas se obtiene un efecto diferente en el porcentaje de tubérculos semilla dañados.

4.2.14. Prueba estadística del porcentaje de tubérculos semilla dañados

Tabla 17 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del porcentaje de tubérculos semilla dañados

Estrategias biológicas	Medias %	n	ALS (T)	Significación
T0 (Sin apl.)	68.43	4	0.77	A
T1 (Pl. repel)	52.28	4	0.77	B
T2 (Talco BT)	21.46	4	0.77	C
T3 (Gusadrín)	3.19	4	0.77	D

Gráfico 7 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del porcentaje de tubérculos semilla dañados



En el gráfico 7, el tratamiento T0 (Sin aplicación) tiene en promedio un 68.43 % de tubérculos semilla dañados, en el tratamiento T1 (Plantas repelentes) tiene en promedio 52.58 % de tubérculos semilla dañados, el tratamiento T2 (Talco BT) tiene en promedio 21.46 % de tubérculos semilla dañados y finalmente en el T3 (Gusadrin) tiene en promedio un 3.19 % de tubérculos semilla dañados, observándose la efectividad de cada tratamiento.

4.2.15. Porcentaje de tubérculos semilla sanos.

Tabla 18 *Análisis de varianza del porcentaje de tubérculos semilla sanos*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab. 0.05	F Tab. 0.01	Significación
Estrategias biológicas	3	19,952.25	6,650.75	1,459.80	3.49	5.95	**.
Error Experimental	12	54.67	4.56				
Total	15	20,006.92					

C.V. = 4.29 %

Interpretación

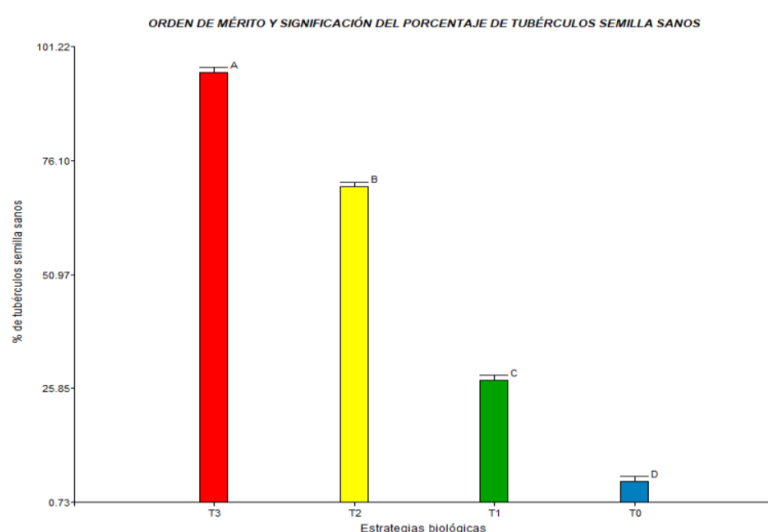
La prueba estadística es: $F_c=1,459.80$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,3,12)=3.49$ y del 1% $F(0.99,3,12)=5.95$. Dado que la prueba estadística resulta mayor que el valor de tabla “se rechaza H_0 ” y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos una de las estrategias biológicas se obtiene un efecto diferente en el porcentaje de tubérculos semilla sanos.

4.2.16. Prueba estadística del porcentaje de tubérculos semilla sanos.

Tabla 19 *Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del porcentaje de tubérculos sanos.*

Estrategias biológicas	Medias %	n	ALS (T)	Significación
T3 (Gusadrin)	95.59	4	1.07	A
T2 (Talco BT)	70.29	4	1.07	B
T1 (Pl. Repel.)	27.65	4	1.07	C
T0 (Sin apl.)	5.30	4	1.07	D

Gráfico 8 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey del porcentaje de tubérculos sanos.



En el gráfico 8, el tratamiento T3 (Gusadrin) tiene en promedio un 95.59 % de tubérculos semilla sanos, en el tratamiento T2 (Talco BT) tiene en promedio 70.29 % de tubérculos semilla sanos, el tratamiento T1 (Plantas repelentes) tiene en promedio 27.65 % de tubérculos semilla sanos y finalmente en el T1 (Sin aplicación) tiene en promedio 5.30 % de tubérculos semilla sanos, observándose la efectividad de cada tratamiento.

4.2.17. Número de larvas por tubérculo semilla.

Tabla 20 Análisis de varianza del número de larvas por tubérculo semilla

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab. 0.05	F Tab. 0.01	Significación
Estrategias biológicas	3	60.89	20.30	113.54	3.49	5.95	**.
Error Experimental	12	2.14	0.18				
Total	15	63.03					

C.V. = 16.42 %

Interpretación

La prueba estadística es: $F_c=113.54$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,3,12)=3.49$ y del 1% $F(0.99,3,12)=5.95$. Dado que

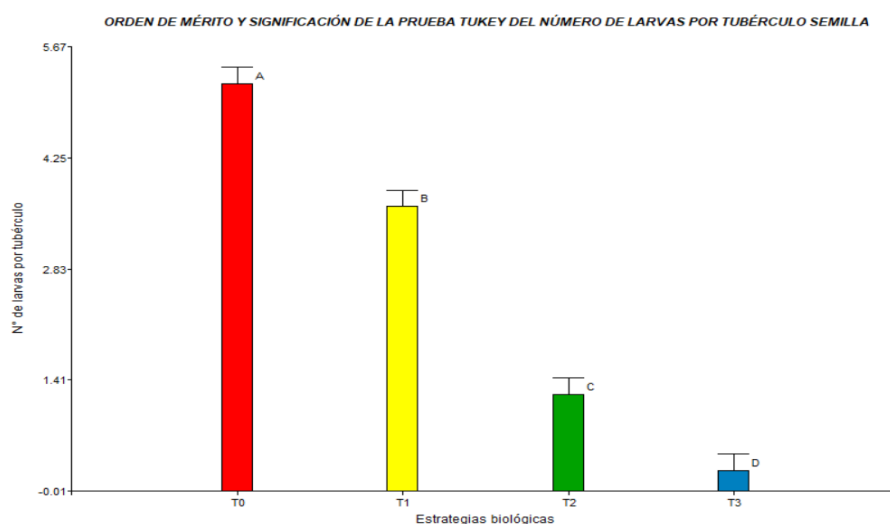
la prueba estadística resulta mayor que el valor de tabla “se rechaza Ho” y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de las estrategias biológicas se obtiene un efecto diferente en el número de larvas por tubérculo semilla.

4.2.18. Prueba estadística del número de larvas por tubérculo semilla

Tabla 21 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey en el número de larvas por tubérculo semilla.

Estrategias biológicas	Medias N°	n	ALS (T)	Significación
T0 (Sin apl.)	5.20	4	0.21	A
T1 (Pl. repel)	3.63	4	0.21	B
T2 (Talco BT)	1.23	4	0.21	C
T3 (Gusadrín)	0.25	4	0.21	D

Gráfico 9 Orden de mérito y significación de la prueba Tukey en el número de larvas por tubérculo semilla



En el gráfico 9, el tratamiento T0 (Sin aplicación) tiene en promedio hasta 05 larvas por tubérculo semilla, en el tratamiento T1 (Plantas repelentes) tiene en promedio hasta 04 larvas por tubérculos semilla, el tratamiento T2 (Talco BT) tiene en promedio hasta 01 larva por tubérculos semilla y finalmente en el T3

(Gusadrin) tiene en promedio 0 larvas por tubérculo semilla, observándose la efectividad de cada tratamiento.

4.3. Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis realizada mediante análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos evaluados en el control de *Symmetrischema tangolias* en papa almacenada, confirmando la hipótesis planteada de que existen diferencias en la eficacia de las estrategias biológicas y convencional. Los resultados evidenciaron que el tratamiento convencional (Gusadrin) alcanzó la mayor efectividad al reducir la infestación, el porcentaje de daño y la población larvaria, mientras que el biológico (*Bacillus thuringiensis*) obtuvo un desempeño intermedio con efectos estadísticamente distintos al testigo y a las plantas repelentes, lo que respalda su potencial como alternativa sostenible. En contraste, las plantas repelentes mostraron una reducción moderada respecto al testigo, pero no alcanzaron el mismo nivel de eficacia que BT y Gusadrin. Estos hallazgos permiten aceptar la hipótesis general de la investigación, dado que se comprobaron diferencias significativas entre los tratamientos en el control de la polilla de la papa en condiciones de almacenamiento.

4.4. Discusión de resultados

Los resultados iniciales respecto al porcentaje de infestación/oviposición inicial en tubérculos almacenados mostraron que los lotes fueron homogéneos, sin diferencias estadísticas en el porcentaje de tubérculos ovopositados, lo que valida la confiabilidad del diseño experimental. Sin embargo, a partir de los 60 días se evidenció un efecto diferenciado: los tratamientos con *Bacillus*

thuringiensis (T2) y Gusadrin (T3) redujeron significativamente la infestación frente al testigo y a las plantas repelentes.

Esta tendencia se consolidó a los 90 y 120 días, alcanzando diferencias altamente significativas, donde T3 y T2 fueron los más efectivos. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Salazar (2018), quien validó la eficacia de bioplaguicidas como el baculovirus en el control de polillas de papa en Acobamba, obteniendo resultados de reducción de infestación a mediano y largo plazo. Asimismo, contrastan con el estudio de Riveros (2013), donde el uso de feromonas no mostró diferencias estadísticas entre tratamientos, aunque sí redujo la captura de machos en campo, lo que sugiere que la acción de biológicos y atrayentes puede variar en función de las condiciones y el tiempo de exposición.

En cuanto al número de tubérculos sanos y dañados por tratamiento el experimento al cierre del almacenamiento, las diferencias fueron concluyentes: el tratamiento convencional (T3) presentó el menor porcentaje de daño (3.19 %) y el mayor número de tubérculos sanos (95.59 %), seguido del tratamiento biológico con BT (21.46 % de daño y 70.29 % de tubérculos sanos). Las plantas repelentes mostraron un efecto moderado, mientras que el testigo tuvo los mayores niveles de daño e infestación. El número de larvas por tubérculo corroboró esta tendencia, con ausencia en T3 y presencia mínima en T2. Estos resultados se relacionan con lo señalado por Espinoza (2016), quien evaluó plantas aromáticas en Cusco y concluyó que, aunque algunas (como el ajenojo) presentaron efecto repelente significativo, su eficacia fue menor en comparación con alternativas más directas como los bioplaguicidas. Asimismo, se relacionan con los hallazgos de Peñafiel (2024), quien demostró que el uso de *Baculovirus phthorimaea* fue altamente eficiente para reducir la población larvaria de

Phthorimaea operculella, lo que respalda la utilidad de los biocontroladores en plagas de tubérculos almacenados.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que, en la evaluación inicial, los tratamientos presentaron porcentajes de oviposición similares, lo que evidenció condiciones homogéneas y permitió atribuir los efectos posteriores al impacto de las estrategias aplicadas.
2. Durante el almacenamiento, el número de tubérculos infestados mostró diferencias significativas, alcanzando el mayor valor en el testigo (84) y el menor en el tratamiento convencional Gusadrin (15), mientras que el *Bacillus thuringiensis* (32) representó una alternativa biológica intermedia de buena eficacia.
3. En cuanto al porcentaje de tubérculos dañados, el tratamiento Gusadrin fue el más efectivo (3.19 %), seguido de *Bacillus thuringiensis* (21.46 %), superando ampliamente a las plantas repelentes (52.28 %) y al testigo (68.43 %).
4. El porcentaje de tubérculos sanos corroboró la tendencia anterior, destacando el convencional con 95.59 % y el *Bacillus thuringiensis* con 70.29 %, evidenciando que ambos tratamientos redujeron notablemente la infestación en comparación con el testigo y las plantas repelentes.
5. El número de larvas por tubérculo fue mayor en el testigo (5) y menor en el Gusadrin (0), confirmando la eficacia del control químico. No obstante, *Bacillus thuringiensis* mostró un efecto relevante al reducir la media a 1 larva por tubérculo, constituyéndose en una alternativa biológica prometedora para un manejo más sostenible.

RECOMENDACIONES

1. Promover el uso de *Bacillus thuringiensis* como alternativa biológica eficaz y sostenible, reduciendo la dependencia de insecticidas químicos en el manejo de *Symmetrischema tangolias* en almacén.
2. Incentivar la capacitación de agricultores en la identificación temprana de infestaciones y en la aplicación adecuada de estrategias biológicas y convencionales, garantizando un manejo integrado de plagas.
3. Mejorar las condiciones de almacenamiento mediante infraestructuras adecuadas que disminuyan la exposición de los tubérculos a la polilla, reduciendo así las pérdidas poscosecha.
4. Impulsar investigaciones complementarias que evalúen la combinación de bioplaguicidas con prácticas culturales (uso de plantas repelentes y almacenamiento mejorado), para fortalecer la eficacia del control.
5. Fomentar políticas locales y programas de extensión que apoyen la adopción de tecnologías de control biológico, asegurando su accesibilidad y sostenibilidad en comunidades productoras de papa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, N. (2004). *Manejo agronómico de semilleros de papa de alta calidad*.
<https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/f1a2bf51-e51c-4819-966b-12b368d5bcfb/content>
- Arcos, J., Mamani, H., Barreda, W., & Holguin, V. (2020). *Manejo Integrado del Cultivo de papa*.
<https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/bbf189d2-31ec-4a87-9b69-c654d7aedcfc/content>
- Bravo, A. (2011). *Bacillus Thuringiensis: Una visión general | Temas de ScienceDirect*. 41(7). <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2011.02.006>
- Centro Internacional de la papa (CIP). (1980). *La polilla de la papa*.
<https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/TIBes20911.pdf>
- Chávez, R. (2008). Sobre el Origen, Evolución y Diversidad Genética de la Papa Cultivada y la Silvestre. *Ciencia & Desarrollo*, 12, 129-139.
<https://doi.org/10.33326/26176033.2008.12.266>
- Coaquira, R., Julca, A., Coaquira Lastarria, R. J., & Mendoza Cortez, J. W. (2019). *Caracterización de las unidades productoras de papa (Solanum tuberosum L.) en la provincia de Jauja, Junín, Perú*.
<https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v37n4/0718-3429-idesia-37-04-101.pdf>
- Coronado, C. M. (2012). “*Aplicación de un modelo fenológico y geográfico para la distribución de la polilla de la papa, Phthorimaea operculella (zeller), en el Valle del Mantaro*”.
<https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/06e8bd8f-b3d2-4c42-b449-d5b254170c4b/content>

Egúsquiza, R., & Catalán, W. (2011). *Manejo Integrado de la papa*.

https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/papa/MANEJO_INTEGRADO_DE_PAPA.pdf

Espinoza, L. M. (2016). Especies de la polilla de papa y efecto repelencia de plantas

aromáticas en papa nativa wankucho (s. *Tuberosum* ssp. *Andigena*) en

almacenes de Santo Tomas—Chumbivilcas 2014. *Universidad Nacional de San*

Antonio Abad del Cusco.

<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/1776>

Flores, Z., & Ramón, G. (2017). *Aspectos básicos para el manejo agronómico de la*

producción de semilla certificada de papa en pisos altitudinales bajos.

http://sian.inia.gob.ve/inia_divulga/divulga_38/rid38_flores_7-18.pdf

Gomez Mendoza, M. R. (2010). *Dinamica poblacional de tres especies de polilla de la*

papa (Phthorimaea operculella Z., Parascema detectendum P.,

Symmetrischema tangolias T.) en tres comunidades del altiplano central

[Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/10101>

Huamaní, M. (2024). *Efecto de tres dosis de ceniza de eucalipto (Eucaliptus globulus)*

y muña (Minthostachys mollis.) en control de polilla de papa (Phthorimaea

operculella zeller) Fuerabamba—Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac.

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMB_61d623ca82222240eee053

14269bb598

Iannacone, J., & Lamas, G. (2003). Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y

del cartap sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller)

(Lepidoptera: Gelechiidae), en el Perú. *ENTOMOTROPICA*, 18(2), Article 2.

INIA. (2002). *Cultivo de la papa en la región Cajamarca*.

https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/591/1/Cultivo_papa_%20Cajamarca.pdf

López, L. E. (1979). *Morfología y taxonomía de la papa*. Instituto Colombiano

Agropecuario. <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-bac-20.500.12324-33175/Description>

Mendoza, F. (2016). *Formulación bioinsecticida a partir del aceite esencial de*

ambrosia arborescens mill (altamisa) de aplicación canina [Universidad de Cuenca]. [https://rest-](https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2983da2e-9c11-423a-a383-f918b062745a/content)

[dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2983da2e-9c11-423a-a383-f918b062745a/content](https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2983da2e-9c11-423a-a383-f918b062745a/content)

NCBI. (2008). Perfil toxicológico del diazinón. En *Toxicological Profile for Diazinon*.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (US).

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK599096/>

Núñez, J. (2022). *Evaluación de tres insecticidas naturales a base de aceites esenciales*

de: Eucalipto, menta y canela para el control de hormigas en las colmenas de abejas de la empresa ambamiel.

<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/4fc327bd-9aa0-4721-af6d-251a5388781c/content>

Otiniano, R. (2018). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú*.

<https://www.poderosa.com.pe/Content/descargas/libros/manual-del-cultivo-de-papa.pdf>

Peñafiel, J. (2024). *Daño y control de la polilla de la papa Phthorimaea operculella,*

Zeller en el cultivo de la papa Solanum tuberosum L. [Universidad Técnica de

- Babahoyo]. <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/16045/E-UTB-FACIAG-AGRON-000131.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- PubChem. (s. f.). *Diazinon*. Recuperado 4 de octubre de 2025, de <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3017>
- Ricaldi, J. L. R. (2013). Evaluación de la eficiencia del talco con *Bacillus Thuringiensis* (Talco—BT) como controlador de las polillas de la papa en almacenamiento en la comunidad campesina de Huaylahuichan—Acobamba—Tarma—Junín—2013. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/138862>
- Riveros, M. (2013a). *Evaluación del efecto de feromonas en el control de la polilla de la papa (symmetrischema tangolias) en condiciones de campo en comunidad de Yamora Municipio de Inquisivi la—Paz*. <https://repositorio.upea.bo/jspui/bitstream/123456789/1080/1/TESIS%20DE%20GRADO%20MERY%20RIVEROS%20ALANOCA.pdf>
- Riveros, M. (2013b). *Evaluación del efecto de feromonas en el control de la polilla en el control de la polilla de la papa (Symmetrischema tangolias) en condiciones de campo en la comunidad de Yamora La Paz-*. <https://repositorio.upea.bo/jspui/bitstream/123456789/1080/1/TESIS%20DE%20GRADO%20MERY%20RIVEROS%20ALANOCA.pdf>
- Rodríguez Aranibar, R., Lijeron Morón, J., Mustacedo Cano, B., Soto Cuellar, J., & Cardoso Rojas, E. (2011). Polilla de la papa. *PlantwisePlus Knowledge Bank, Factsheets for Farmers*, 20127801133. <https://doi.org/10.1079/pwkb.20127801133>
- Salazar, A. O. (2018). *Validación de la eficacia del baculovirus para el control de pérdidas ocasionadas por las polillas de la papa en Acobamba*. Tesis

Universidad Nacional de Huancavelica.

<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/69f170f7-c500-4324-b4ec-99ee9dcaf4ef/content>

SENASA. (s. f.). *Lista de plaguicidas agrícolas con registro vigente*. Recuperado 4 de octubre de 2025, de

https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/jer/SUB_SEC_NOR/ANEXO%201.PDF?utm_source=chatgpt.com

Ticona, J. (2019). *Evaluación de la actividad antimicrobiana in vitro de los aceites esenciales de eucalipto (Eucalyptus globulus labill); muña (Minthostachys mollis) frente a Staphylococcus aureus y Coliformes fecales*.

<https://repositorio.upeu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a71655d7-28e3-4389-9409-ae4977111fb6/content>

Vignola, R., Watler, W., Vargas, A., & Morales, M. (2017). *Ficha técnica cultivo de papa*. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8214.pdf>

Zuñiga, S., Morales, C., & Estrada, M. (2017). *Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas*. <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/60/95>

ANEXOS

Instrumentos de recolección de datos de campo.

Comparativo de dos estrategias biológicas y un convencional para el control de la polilla (<i>Symmetrischema tangolita</i> L.) de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) en almacén en el Distrito de Paucartambo - Pasco					
PARAMETRO:		N° Tubérculos ovopositados antes de aplicación de trat.		Fecha:	28/03/2025
ALMACEN I REPET. 01	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	TOTAL				
PROM.	3	2	3	1	
ALMACEN I REPET. 02	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	TOTAL				
PROM.	2	2	1	3	
ALMACEN II REPET. 03	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	TOTAL				
PROM.	4	2	3	1	
ALMACEN II REPET. 04	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	TOTAL				
PROM.	3	3	4	1	

Comparativo de dos estrategias biológicas y un convencional para el control de la polilla (<i>Symmetrischema tangolia</i> L.) de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) en almacén en el Distrito de Paucartambo - Pasco					
PARAMETRO:		N° Tubérculos dañados		Fecha:	28/06/2025
ALMACEN I REPET. 01	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	TOTAL				
	PROM.	79	64	26	5
ALMACEN I REPET. 02	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	TOTAL				
	PROM.	81	60	23	4
ALMACEN II REPET. 03	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	TOTAL				
	PROM.	82	63	28	3
ALMACEN II REPET. 04	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	TOTAL				
	PROM.	80	59	24	3

Comparativo de dos estrategias biológicas y un convencional para el control de la polilla (*Symmetrischema tangolia* L.) de la papa (*Solanum tuberosum*) en almacén en el Distrito de Paucartambo - Pasco

PARAMETRO:		N° Tubérculos sanos		Fecha:	28/06/2025
ALMACEN I REPET. 01	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	TOTAL				
	PROM.	6	21	59	80
ALMACEN I REPET. 02	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	TOTAL				
	PROM.	4	25	62	81
ALMACEN II REPET. 03	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	TOTAL				
	PROM.	3	22	57	82
ALMACEN II REPET. 04	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	TOTAL				
	PROM.	5	26	61	82

Comparativo de dos estrategias biológicas y un convencional para el control de la polilla (<i>Symmetrischema tangolia</i> L.) de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) en almacén en el Distrito de Paucartambo - Pasco					
PARAMETRO:		N° de larvas por tubérculos.		Fecha:	28/06/2025
ALMACEN I REPET. 01	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1	6	3	2	0
	2	5	2	2	1
	3	5	3	2	
	4	5	4	1	1
	5	4	2	1	0
	6	5	2	0	0
	7	5	2	0	0
	8	4	3	1	0
	9	5	3	1	0
	10	4	2	1	0
	TOTAL	48	26	11	2
	PROM.	4.8	2.6	1.1	0.2
ALMACEN I REPET. 02	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1	7	3	2	0
	2	6	4	1	0
	3	4	2	0	0
	4	5	3	3	0
	5	3	4	2	1
	6	4	5	1	1
	7	5	5	1	0
	8	6	3	1	0
	9	7	3	0	1
	10	3	4	2	0
	TOTAL	50	36	13	3
	PROM.	5	3.6	1.3	0.3
ALMACEN II REPET. 03	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1	6	4	2	0
	2	5	5	3	0
	3	7	3	2	0
	4	6	4	1	0
	5	4	5	0	0
	6	5	3	0	0
	7	6	5	1	1
	8	7	6	1	0
	9	4	4	0	1
	10	3	3	2	2
	TOTAL	53	42	12	4
	PROM.	5.3	4.2	1.2	0.4
ALMACEN II REPET. 04	TRAT.	T0	T1	T2	T3
	Obs. /Num. Pl.	Sin Aplicación	Plantas repelentes	Talco BT	Gusadrín
	1	7	4	2	0
	2	8	3	2	1
	3	5	4	2	0
	4	4	3	3	0
	5	5	5	0	0
	6	6	5	0	0
	7	7	4	0	0
	8	5	4	0	0
	9	5	4	2	0
	10	5	5	2	0
	TOTAL	57	41	13	1
	PROM.	5.7	4.1	1.3	0.1

Procedimiento de validación y confiabilidad

**FICHA DE EVALUACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE
INVESTIGACIÓN**

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellidos y nombres del informante	Grado académico	Cargo o institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor (a) del instrumento
BECERRA POZO, Dante Alex	Maestro	UNDAC	Formatos de evaluación de parámetros estadísticos con diseño adoptado	Magalina GRANIZO QUINTO
Título de tesis: “Comparativo de dos estrategias biológicas y un convencional para el control de la polilla (<i>Symmetrischema tangolias</i> L.) de la papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) en almacén en el Distrito de Paucartambo - Pasco.				

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 – 20 %	Regular 21 – 40 %	Buena 41 – 60 %	Muy buena 61 – 80 %	Excelente 81 - 100 %
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X

8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado.					X
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN: Se trata de un instrumento adecuado a la realización del experimento para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus dimensiones.						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 90%						
Cerro de Pasco, 30 Marzo de 2025	04074262					93086016 8
Lugar y fecha	N° DNI	Firma del experto				N° celular

PANEL FOTOGRÁFICO

Anexo 1. Inicio de Instalación del proyecto de investigación.



Nota. Fotografía propia.

Anexo 2.. Colocando los tubérculos en almacén para cada tratamiento.



Nota. Fotografía propia.

Anexo 3. Terminado de colocar los tubérculos en almacén por cada tratamiento.



Nota. Fotografía propia.

Anexo 4. Revisando en cada tratamiento el ingreso de polilla (Symestrechema tangolias)

Nota. Fotografía propia.



Anexo 5. Evaluando en almacén los tratamiento (T0, T1, T2,T3) el ingreso de polilla (*Symestrechema tangolias*)



Nota. Fotografía propia.

Anexo 6. Evaluando (T0, T1, T2, T3) cantidad el ingreso de polilla (*Symeterechema tangolias*) antes de la aplicación de los tratamientos.



Nota. Fotografía propia.

Figura 4 Aplicación en cada tratamiento T0= testigo, T1: plantas repelentes, T2=talco BT (*Bacillus thuringiensis*), T3=gusadrin.



Nota. Fotografía propia.

Anexo 7. Evaluando los tratamientos (T0, T1, T2 y T3) después de la aplicación.



Nota. Fotografía propia.

Anexo 8. Evaluando los tratamientos (T0=testigo) después de la aplicación.



Nota. Fotografía propia.

Anexo 9. Evaluando los tratamientos (T1=Plantas repelentes) después de la aplicación.



Nota. Fotografía propia.

Anexo 10. Evaluando los tratamientos (T2=Talco BT (Bacillus Turingensis) después de la aplicación.



Nota. Fotografía propia.

Anexo 11. Evaluando los tratamientos (T3=Gusadrin) después de la aplicación.



Nota. Fotografía propia.

Anexo 12. Cartel instalado en almacén del proyecto de investigación.



Nota. Fotografía propia

Anexo 13. Visita en almacén por la asesora y evaluaciones realizadas de cada tratamiento.



Nota. Fotografía propia.

Anexo 14. Evaluación Final del tratamiento T0: Testigo.



Nota. Fotografía propia.

Anexo 15. Evaluación final del tratamiento T1: Plantas repelentes en almacén.



Nota. Fotografía propia.

Anexo 16. Evaluación Final del tratamiento T2: Talco BT (Bacillus thuringiensis) en almacén



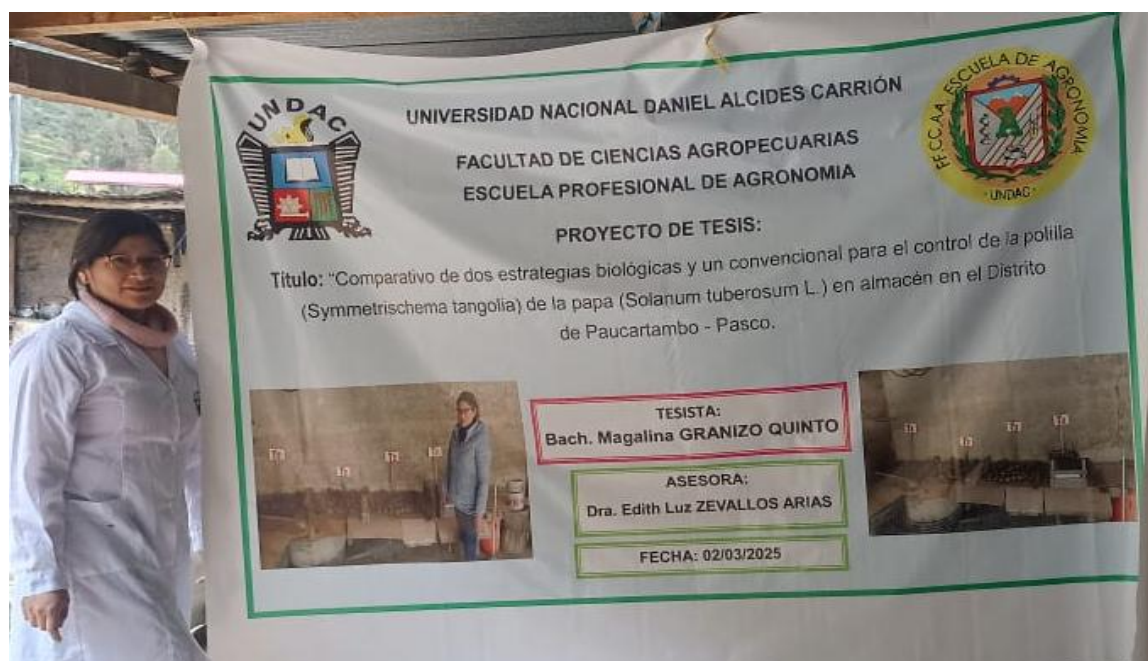
Nota. Fotografía propia.

Anexo 17. Evaluación Final del tratamiento T3: Gusadrin



Nota. Fotografía propia.

Anexo 18. Gigantografía con el nombre del proyecto de tesis



Nota. Fotografía propia.

Ilustración 1 Corrida INFOSTAT N° tubérculos semilla ovopositados

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° de tubérculos ovoposita..	16	0.33	0.17	39.39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.25	3	1.75	2.00	0.1678
Estrategias biológicas	5.25	3	1.75	2.00	0.1678
Error	10.50	12	0.88		
Total	15.75	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.96374

Error: 0.8750 gl: 12

Estrategias biológicas	Medias	n	E.E.
T0	3.00	4	0.47 A
T2	2.75	4	0.47 A
T1	2.25	4	0.47 A
T3	1.50	4	0.47 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Ilustración 2 Corrida INFOSTAT porcentaje de tubérculos semilla ovopositados

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de tubérculos ovopositad..	16	0.37	0.21	37.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.24	3	2.41	2.35	0.1243
Estrategias biológicas	7.24	3	2.41	2.35	0.1243
Error	12.34	12	1.03		
Total	19.58	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.12879

Error: 1.0283 gl: 12

Estrategias biológicas	Medias	n	E.E.
T0	3.53	4	0.51 A
T2	3.06	4	0.51 A
T1	2.51	4	0.51 A
T3	1.72	4	0.51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Ilustración 3 Corrida INFOSTAT número de tubérculos semilla a 20 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº de tubérculos infestado..	16	0.31	0.14	16.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.25	3	1.42	1.79	0.2027
Estrategias biológicas	4.25	3	1.42	1.79	0.2027
Error	9.50	12	0.79		
Total	13.75	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.86789

Error: 0.7917 gl: 12

Estrategias biológicas	Medias	n	E.E.
T0	6.25	4	0.44 A
T1	5.25	4	0.44 A
T2	5.00	4	0.44 A
T3	5.00	4	0.44 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Ilustración 4 Corrida INFOSTAT número de tubérculos semilla infestados 60 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº de tubérculos infestado..	16	0.78	0.72	16.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	195.69	3	65.23	14.04	0.0003
Estrategias biológicas	195.69	3	65.23	14.04	0.0003
Error	55.75	12	4.65		
Total	251.44	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.52494

Error: 4.6458 gl: 12

Estrategias biológicas	Medias	n	E.E.
T0	17.00	4	1.08 A
T1	15.25	4	1.08 A
T2	9.50	4	1.08 B
T3	9.00	4	1.08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >

Ilustración 5 Corrida INFOSTAT número de tubérculos semilla infestados 90 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº de tubérculos infestado..	16	0.99	0.99	5.53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11254.69	3	3751.56	654.82	<0.0001
Estrategias biológicas	11254.69	3	3751.56	654.82	<0.0001
Error	68.75	12	5.73		
Total	11323.44	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.02489

Error: 5.7292 gl: 12

Estrategias biológicas	Medias	n	E.E.	
T0	80.50	4	1.20	A
T1	55.50	4	1.20	B
T2	24.25	4	1.20	C
T3	13.00	4	1.20	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Ilustración 6 Corrida INFOSTAT numero de tubérculos semilla a los 120 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº de tubérculos infestado..	16	0.99	0.99	4.97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11573.19	3	3857.73	658.97	<0.0001
Estrategias biológicas	11573.19	3	3857.73	658.97	<0.0001
Error	70.25	12	5.85		
Total	11643.44	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.07941

Error: 5.8542 gl: 12

Estrategias biológicas	Medias	n	E.E.	
T0	83.75	4	1.21	A
T1	64.25	4	1.21	B
T2	31.75	4	1.21	C
T3	15.00	4	1.21	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Ilustración 7 Corrida INFOSTAT porcentaje de tubérculos semilla dañados

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de tuberculos semilla da..	16	1.00	1.00	4.24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10415.20	3	3471.73	1459.80	<0.0001
Estrategias biológicas	10415.20	3	3471.73	1459.80	<0.0001
Error	28.54	12	2.38		
Total	10443.74	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.23748

Error: 2.3782 gl: 12

Estrategias biológicas	Medias	n	E.E.	
T0	68.43	4	0.77	A
T1	52.28	4	0.77	B
T2	21.46	4	0.77	C
T3	3.19	4	0.77	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Ilustración 8 Corrida INFOSTAT porcentaje de tubérculos sanos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de tubérculos semilla sa..	16	1.00	1.00	4.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19951.32	3	6650.44	1461.02	<0.0001
Estrategias biológicas	19951.32	3	6650.44	1461.02	<0.0001
Error	54.62	12	4.55		
Total	20005.94	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.47896

Error: 4.5519 gl: 12

Estrategias biológicas	Medias	n	E.E.	
T3	95.59	4	1.07	A
T2	70.29	4	1.07	B
T1	27.65	4	1.07	C
T0	5.30	4	1.07	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Ilustración 9 Corrida INFOSTAT número de larvas por tubérculo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº de larvas por tubérculo..	16	0.97	0.96	16.42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	60.89	3	20.30	113.54	<0.0001
Estrategias biológicas	60.89	3	20.30	113.54	<0.0001
Error	2.15	12	0.18		
Total	63.03	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.88757

Error: 0.1787 gl: 12

Estrategias biológicas	Medias	n	E.E.	
T0	5.20	4	0.21	A
T1	3.63	4	0.21	B
T2	1.23	4	0.21	C
T3	0.25	4	0.21	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)