

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



**TEMA: APLICACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE MANDARINA (*Citrus reticulata*)
PARA EL CONTROL DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*
L.), EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTORA:

Lisbeth Jelitsa Quiñonez Montaña

DIRECTORA:

Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD.

Ibarra, 2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**APLICACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE MANDARINA (*Citrus reticulata*) PARA
EL CONTROL DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), EN
LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD _____

DIRECTORA

FIRMA

Ing. Julia Karina Prado Béltran, PhD. _____

ASESORA

FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	2100592563		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Lisbeth Jelitsa Quiñonez Montaña		
DIRECCIÓN:	Paraguay 4_24 y México		
EMAIL:	ljquinonezm@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0981733268

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Aplicación de aceite esencial de mandarina (<i>Citrus reticulata</i>) para el control de plagas en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.), en la Granja Experimental La Pradera
AUTORA:	Lisbeth Jelitsa Quiñonez Montaña
FECHA DE APROBACIÓN:	13 de enero de 2026
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Agropecuaria
DIRECTORA:	Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD

2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de enero de 2026

LA AUTORA:



Lisbeth Jelitsa Quiñonez Montaña

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Lisbeth Jelitsa Quiñonez Montaña, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 13 días del mes de enero de 2026

Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD
DIRECTORA DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 13 días del mes de enero del 2026

Lisbeth Jelitsa Quiñonez Montaña: Aplicación de aceite esencial de mandarina (*Citrus reticulata*) para el control de plagas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en la Granja Experimental La Pradera.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 13 días del mes de enero del 2026, 74 páginas.

DIRECTORA: Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto del aceite esencial de mandarina (*Citrus reticulata*) sobre el control de plagas en papa (*Solanum tuberosum* L.), en la Granja Experimental La Pradera.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar la dinámica poblacional de plagas y la entomofauna presente en el cultivo de papa bajo la aplicación de aceites esenciales.
- Analizar la incidencia de plagas en el cultivo de papa bajo los tratamientos en estudio.
- Analizar los resultados económicos de un sistema convencional con respecto al uso de aceites esenciales.

.....
Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD.

Directora de Trabajo de Grado



.....
Lisbeth Jelitsa Quiñonez Montaña

Autora

AGREDECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, por brindarme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, en especial a mi padre Anderson Quiñonez, por su apoyo constante y motivación en cada momento de mi carrera universitaria. Sin su ejemplo y sacrificio, este logro no hubiera sido posible.

A mi enamorado, Richard Vallejos, por su paciencia, comprensión y compañía incondicional durante este proceso, por motivarme a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles y celebrar conmigo cada pequeño logro.

A mi directora de tesis la doctora Magaly Cañarejo por su dedicación, paciencia y recomendaciones que guiaron el desarrollo de esta investigación. A mi asesora doctora Julia Prado, por su acompañamiento, orientación académica y disposición para resolver todas mis dudas.

A mis compañeros y amigos, quienes compartieron conmigo experiencias, alegrías y desafíos a lo largo de este proceso, convirtiéndolo en una etapa inolvidable.

Finalmente, a la Granja Experimental “La Pradera” y a todas las personas que colaboraron en el desarrollo de este trabajo, aportando de manera directa e indirecta para su culminación exitosa.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo el cariño, amor y gratitud, a mi padre, quien han sido mi mayor inspiración, apoyo incondicional y fuerza en cada paso de este camino.

A mi enamorado, por estar en los momentos de alegría y de dificultad, por su paciencia, compañía y motivación constante en esta etapa tan importante de mi vida.

Y a todas las personas que creyeron en mí, porque este logro también les pertenece.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGREDECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPITULO I.....	14
INTRODUCCIÓN	14
1.1. Antecedentes	14
1.2. Problema de la investigación.....	15
1.3. Justificación.....	16
1.4. Objetivos	17
1.4.1 Objetivo general	17
1.4.2 Objetivos específicos.....	17
1.5 Hipótesis.....	17
1.5.1 Hipótesis alternativa (Ha).....	17
1.5.2 Hipótesis nula (Ho)	17
2.1 Cultivo de papa en el Ecuador.....	18
2.1.1 Importancia económica de la papa.....	18
2.2 Etapas fenológicas de la papa.....	18
2.2.1 Requerimiento edafoclimáticos del cultivo.....	19
2.2.2 Requerimiento nutricionales	20
2.3 Biocontrol de plagas y enfermedades.....	21
2.4.1 Taxonomía de (<i>Citrus Reticulata</i>).....	21
2.4.2 Descripción botánica	22
2.4.3 Principios activos de la cascara de mandarina	22
2.4.4 Subproducto de materia prima (mandarina).....	23

2.5 Extractos vegetales.....	23
2.5.1 Uso de los extractos vegetales.....	23
2.6 Aceites esenciales.....	24
2.7 Mecanismo de los patógenos.....	24
2.7.1 Mecanismo de <i>Bactericera cockerelli</i> S.....	24
2.7.2 Daños directos.....	25
2.7.3 Daños indirectos.....	25
2.7.4 Plagas que afectan al cultivo de papa.....	26
2.7.5 Control del extractos vegetales.....	27
2.7.6 Elaboración de extractos vegetales.....	27
2.7.7 Uso del extracto de mandarina.....	28
CAPITULO III.....	30
3.1. Descripción del área de estudio.....	30
3.1.1. Ubicación geográfica.....	31
3.1.2 Ubicación del laboratorio UTN.....	31
3.2. Materiales, insumos, equipos y herramientas.....	31
3.3. Métodos utilizados en la investigación.....	31
3.3.1 Factor en estudio.....	32
3.3.2. Diseño experimental.....	32
3.3.3. Análisis estadísticos.....	34
3.3.4. Variables evaluadas.....	34
3.3.4.1 Número de huevo.....	34
3.3.4.2 Número de ninfas.....	34
3.3.4.3 Número de adultos.....	34
3.3.4.4 Entomofauna en trampas.....	35
3.3.4.5 Entomofauna en red entomológica.....	35
3.3.4.6 Incidencia de punta morada.....	35
3.3.4.7 Incidencia del tubérculo.....	35
3.3.4.8 Incidencia de oruga.....	35
3.3.4.9 Incidencia de pulguilla.....	35
3.3.4.10 Severidad de pulguilla.....	36
3.3.4.11 Rendimiento del cultivo.....	36
3.3.4.12 Beneficio-costo.....	36

3.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	36
3.4.1 Análisis de suelo.....	36
3.4.1 Preparación del suelo	36
3.4.2 Delimitación del terreno.....	37
3.4.3 Surcado.....	37
3.4.4 Siembra.....	37
3.4.5 Riego	37
3.4.6 Labores culturales	37
3.4.7 Fertilización.....	37
3.4.8 Control fitosanitario	37
3.5. Obtención de extracto de mandarina	38
3.5.1 Recolección de materia prima	38
3.5.2 Selección y pelado.....	38
3.5.3 Pesaje de la materia prima.....	38
3.5.4 Extracción con equipo de extractor de aceites	38
3.5.5 Separación y recuperación	38
3.5.6 Envasado y almacenado	38
3.5.7 Pruebas de fitotoxicidad	39
3.5.8 Aplicación del extracto de mandarina	39
CAPITULO IV.....	40
RESULTADOS Y DISCUSION.....	40
4.1. Dinámica poblacional de plagas.....	40
4.1.1. Número de huevos de <i>Bactericera cockerelli</i> S.....	40
4.1.2. Número de ninfas de <i>Bactericera.cockerelli</i> S.....	41
4.1.3. Número de adultos.....	42
4.1.4. Insectos benéficos.....	45
4.1.5. Entomofauna en red entomológica	46
4.2. Incidencia y severidad de plagas	47
4.2.1 Incidencia de punta morada (PM)	47
4.2.2. Incidencia del tubérculo	49
4.2.3. Incidencia de daño de la oruga	50
4.2.4. Incidencia de daño de pulguilla.....	51
4.2.5 Severidad de pulguilla.....	52

4.3. Rendimiento y Beneficio-Costo	53
4.3.1 Rendimiento del cultivo de papa	53
4.3.2. Análisis beneficio-costo	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1 CONCLUSIONES	57
5.2 RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS	58
ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Etapas feológicas desde la etapa de emergencia a cosecha del cultivo de papa...</i>	19
Figura 2	<i>Presencia de adulto de <i>Bactericera cockerelli</i> en la hoja de la papa</i>	25
Figura 3	<i>Enrollamiento y enanismo producida por la punta morada</i>	26
Figura 4	<i>Ubicación geográfica del área de estudio cambiar este mapa</i>	30
Figura 5	<i>Esquema del diseño utilizado en el experimento</i>	32
Figura 6	<i>Organización de las plantas en la Unidad experimental.</i>	33
Figura 7	<i>Número de huevo de <i>B. cockerelli</i> S asociado en el cultivo de papa</i>	40
Figura 8	<i>Número de ninfas de <i>B. cockerelli</i> S asociado en el cultivo de papa</i>	41
Figura 9	<i>Número de adultos de <i>B. cockerelli</i> presentes en el cultivo de papa</i>	42
Figura 10	<i>Entomofauna en las unidades experimentales</i>	44
Figura 11	<i>Entomofauna de insectos benéficos identificados en el cultivo de papa.</i>	45
Figura 12	<i>Entomofauna en red entomológica en cultivo de papa</i>	46
Figura 13	<i>Porcentaje de incidencia de punta morada en el cultivo de papa</i>	48
Figura 14	<i>Incidencia de tubérculos en la fase experimental</i>	49
Figura 15	<i>Incidencia de daños de la oruga en la fase experimental</i>	50
Figura 16	<i>Incidencia de daño de pulguilla en la fase experimental</i>	51
Figura 17	<i>Severidad de pulguilla presente en el cultivo de papa</i>	52
Figura 18	<i>Rendimiento del cultivo de papa por cada tratamiento</i>	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Caracterización del área de fase experimental.....</i>	31
Tabla 2 <i>Materiales, equipos, insumos y herramientas empleados en la experimentación.</i>	31
Tabla 3 <i>Tratamientos con extractos etanólicos de mandarina y sus respectivas dosi.....</i>	32
Tabla 4 <i>Características de la Unidad experimental</i>	33
Tabla 5 <i>Resultados del costo total, beneficio bruto y beneficio costo en la producción del cultivo de papa</i>	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Análisis de suelo de las unidades experimentales de la granja la pradera</i>	63
Anexo 2 <i>Diagrama de bloques para la obtención de extracto de mandarina</i>	63
Anexo 3 <i>Costo de producción para tratamiento T1</i>	64
Anexo 4 <i>Costo de producción para tratamiento T2</i>	66
Anexo 5 <i>Costo de producción para tratamiento T3</i>	67
Anexo 6 <i>Costo de producción para tratamiento T4</i>	68
Anexo 7 <i>Equipo de extractor</i>	69
Anexo 8 <i>Almacenado de extracto de mandarina</i>	69
Anexo 9 <i>Prueba de fitotoxicidad en planta de papa</i>	70
Anexo 10 <i>Aplicación de extracto de mandarina en diferentes dosis</i>	70

APLICACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE MANDARINA (*Citrus reticulata*) PARA EL CONTROL DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA.

Lisbeth Jelitsa Quiñonez Montaña
Universidad Técnica del Norte
Correo: ljquinonezm@utn.edu.ec

RESUMEN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo con mayor importancia económica y alimentaria en el Ecuador. Sin embargo, su producción se ve afectada por plagas como *Bactericera cockerelli*, con pérdidas de rendimiento hasta del 80%. El objetivo fue evaluar el efecto del extracto hidroetanólico de mandarina sobre la plaga *B. cockerelli* y variables agronómicas en el cultivo de papa. El experimento se realizó en Chaltura con una altitud de 2160 msnm, bajo un Diseño en Bloques Completamente al Azar con dos concentraciones de extracto T1: 1.25% v/v, T2: 2.5% v/v y dos tratamientos control T3 control negativo y T4 manejo convencional. La extracción se realizó mediante destilación por arrastre de vapor y las aplicaciones fueron semanales durante todas las etapas fenológicas del cultivo. Se evaluaron: número de huevos, ninfas y adultos de *Bactericera cockerelli*, incidencia de daño de oruga, pulguilla y tubérculo; severidad de pulguilla; incidencia de punta morada; incidencia y severidad de plagas; entomofauna benéfica; red entomológica, rendimiento y beneficio-costo. El tratamiento T2 mostró una reducción significativa ($p \leq 0.05$) del número de adultos (2/planta), así como de ninfas y huevos respecto a los demás tratamientos. También presentó la menor incidencia y severidad de pulguilla, daño de oruga y de tubérculo, y menor incidencia de punta morada. En cuanto a la entomofauna, T1 y T2 conservaron insectos benéficos como abejas, avispas y coccinélidos. La red entomológica reveló seis órdenes predominantes, siendo Díptera e Hymenoptera los más abundantes. T2 alcanzó el mayor rendimiento (26.54 t/ha) y el mejor beneficio-costo, demostrando que el extracto de mandarina es una alternativa sostenible y eficaz para el manejo de plagas sin afectar la biodiversidad entomológica.

Palabras claves: extracto de mandarina, *Bactericera cockerelli*, *Solanum tuberosum* L, control biológico, dinámica poblacional.

APPLICATION OF MANDARIN ESSENTIAL OIL (*Citrus reticulata*) FOR PEST CONTROL IN POTATO CROPS (*Solanum tuberosum* L.), AT THE EXPERIMENTAL FARM LA PRADERA

Lisbeth Jelitsa Quiñonez Montaña
Universidad Técnica del Norte
Correo: ljquinonezm@utn.edu.ec

ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is one of the most economically and nutritionally important crops in Ecuador. However, its production is affected by pests such as *Bactericera cockerelli*, which can cause yield losses of up to 80%. The objective of this study was to evaluate the effect of hydroethanolic mandarin extract on the pest *B. cockerelli* and agronomic variables in potato cultivation. The experiment was conducted in Chaltura at an altitude of 2160 meters above sea level, under a Completely Randomized Block Design with two extract concentrations: T1 (1.25% v/v), T2 (2.5% v/v), and two control treatments: T3 (negative control) and T4 (conventional management). The extract was obtained through steam distillation and applied weekly throughout all phenological stages of the crop. The following variables were evaluated: number of eggs, nymphs, and adults of *Bactericera cockerelli*; incidence of damage caused by caterpillars, flea beetles, and on tubers; severity of flea beetle damage; incidence of purple top; overall pest incidence and severity; beneficial entomofauna; entomological net samples; yield; and benefit-cost ratio. Treatment T2 showed a significant reduction ($p \leq 0.05$) in the number of adults (2 per plant), as well as in nymphs and eggs, compared to the other treatments. It also exhibited the lowest incidence and severity of flea beetle damage, caterpillar damage, tuber damage, and purple top. Regarding entomofauna, both T1 and T2 preserved beneficial insects such as bees, wasps, and lady beetles. The entomological net analysis revealed six predominant insect orders, with Diptera and Hymenoptera being the most abundant. T2 achieved the highest yield (26.54 t/ha⁻¹) and the best benefit-cost ratio, demonstrating that mandarin extract is a sustainable and effective alternative for pest management without harming entomological biodiversity.

Keywords: mandarin extract, *Bactericera cockerelli*, *Solanum tuberosum* L., biological control, population dyna

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El uso de extractos vegetales en la agricultura ha ganado relevancia en los últimos años como una alternativa ecológica para el manejo de plagas, enfermedades y arvenses. Estos extractos, obtenidos de diversas partes de las plantas, contienen compuestos bioactivos como terpenos, aldehídos y fenoles, los cuales presentan propiedades insecticidas, repelentes y antifúngicas. Como señala Stefanazzi (2010), si bien el control de plagas ha dependido tradicionalmente de métodos químicos, estos pueden causar efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente, lo que ha motivado la búsqueda de soluciones más sostenibles. En este contexto, los aceites esenciales se posicionan como una opción prometedora debido a su bajo impacto ambiental, su efectividad y su compatibilidad con la agricultura ecológica.

Uno de los extractos vegetales más estudiados es el de mandarina (*Citrus reticulata* L.), que ha demostrado una actividad significativa contra diversas plagas. Este extracto contiene compuestos como el limoneno, un monoterpeno con propiedades insecticidas y repelentes que afecta el sistema nervioso de los insectos, así como α -pineno y β -mirceno (Himashree, 2020). Estudios realizados por Alonso y Star (2014) en México evidencian que el extracto de mandarina fue eficaz en reducir la supervivencia y desarrollo de *Diaphorina citri*, vector del huanglongbing, en cultivos cítricos. Esto sugiere su potencial aplicación en otros cultivos sensibles como la papa. Asimismo, Martínez, Ferrer y Rodríguez (2003) demostraron que el extracto de mandarina, obtenido por prensado en frío, mostró efecto antibacteriano frente a cepas como *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes*, incluso a concentraciones moderadas

En este marco, el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) se destaca como uno de los más importantes en Ecuador, por su contribución a la seguridad alimentaria y a la economía agrícola. En 2023, la superficie cosechada alcanzó las 17.997 hectáreas, concentradas principalmente en la Sierra con un 63.1%. Esta extensión permitió una producción aproximada de 0.3 millones de toneladas, lo que representa un incremento del 4.2% respecto al año anterior. Alrededor de 88.130 agricultores dependen de este cultivo, es decir, el 10.5% del total nacional (Vásconez, 2024).

En la provincia de Imbabura, al norte del país, la papa tiene un papel central en la economía local. Sin embargo, el cultivo enfrenta problemas importantes ocasionados por plagas, enfermedades y condiciones climáticas desfavorables que afectan su rendimiento (Cuesta, 2021). Entre las principales plagas que afectan este cultivo están el gusano blanco, la polilla de la papa, el psílido de la papa y la pulguilla. Estas especies reducen significativamente la calidad y cantidad de la producción, lo que ha obligado a los agricultores a recurrir al uso de agroquímicos. No obstante, la creciente preocupación por sus efectos ha impulsado la búsqueda de estrategias más sostenibles, como el uso de extractos vegetales con propiedades biocidas.

1.2. Problema de la investigación

Puerto y Palacio (2014) explican que, desde hace varias décadas, se ha utilizado insecticidas que ha sido practicas común para el manejo de plagas en los cultivos. Sin embargo, el uso repetido y extendido de estos plaguicidas ha generado resistencia en muchas plagas, lo que ha reducido la eficacia de los tratamientos e incrementado la necesidad de aplicar dosis más altas. Esta resistencia, junto con los límites establecidos para los residuos de plaguicidas en productos agrícolas, ha restringido las dosis permitidas y el uso de ciertos químicos. Además, la creciente preocupación por los impactos ambientales y los efectos en la salud humana ha llevado a que el control de plagas enfrente un dilema, en donde se requiere una perspectiva más sostenible y menos dependiente de los productos químicos (Koppert, 2025).

El cultivo de papa está expuesto a múltiples plagas que, bajo ciertas condiciones, pueden generar pérdidas económicas a los productores. Los patógenos que afectan a la papa, como insectos son los que impactan tanto el rendimiento como la calidad de la cosecha. Estos insectos dañan diferentes partes de la planta, incluyendo tallos, hojas y tubérculos, entorpecen el desarrollo, causan pudriciones, anomalías y afecta a la apariencia del cultivo de papa. Desde el punto de vista de Bayona (2013) indica que para mitigar el impacto de las plagas y enfermedades en el cultivo de papa es esencial aplicar el Manejo Integrado de Plagas.

El cultivo de papa es susceptible a una amplia gama de plagas y entre ellas los insectos provocan daños directos al alimentarse de la planta, la cual producen una reducción en la producción, y en algunos casos actúan como vectores de enfermedades, entre las principales plagas se encuentran el gusano blanco, pulguilla, psílido de la papa y trips, cada una de estas plagas ataca de forma distinta, ya sea alimentándose por el suelo o el aire (Panchi & Navarrete, 2013).

1.3. Justificación

Se ha comprobado que los extractos vegetales han demostrado actividad biológica y compuestos de origen vegetal utilizados para el manejo de arvenses, plagas y enfermedades en la agricultura constituyendo a una alternativa prometedora por su bajo costo y no ser contaminantes con el ambiente. Además, estos extractos pueden integrarse en programas de manejo integrado de plagas (MIP), contribuyendo a una producción agrícola más sostenible. Su origen natural disminuye el riesgo de generar resistencia en las plagas y favorece la conservación de insectos benéficos. Asimismo, su uso fortalece las prácticas agroecológicas y reduce la dependencia de productos químicos sintéticos. (Celis, Mendoza y Pachón, 2009).

Esta investigación pretende evaluar el efecto insecticida del extracto cítrico etanólico de mandarina (*Citrus reticulata* L.), cuya composición química incluye monoterpenos compuestos, conocidos por sus propiedades insecticidas, antimicrobianas y antifúngicas. Estos compuestos pueden causar daños a diversos patógenos, lo que contribuye a la defensa natural de las plantas. De acuerdo con Ainane, Khammour y Charaf (2019) los principales hidrocarburos monoterpénicos activos presentes en el aceite de mandarina son el limoneno, γ -terpineno, myrceno, α -pineno, β -pineno, citral, linalol y geraniol.

Existen diversos estudios sobre el uso de extractos cítricos en cuanto a la inhibición del crecimiento de plagas; sin embargo, la mayoría de estos ensayos han sido realizados en laboratorio. Por ello, es necesario realizar evaluaciones en campo que permitan comprobar la eficiencia de estos extractos. La finalidad de esta investigación es demostrar la efectividad del extracto cítrico de mandarina en el control de plagas del cultivo de papa, específicamente contra el gusano blanco, psilido de la papa, polilla de la papa, trips, pulguilla y pulgones de esta manera dar al agricultor una alternativa para mitigar daños causados que estos insectos afectan en el cultivo sin generar toxicidad en la planta ni afectar a los insectos benéficos, esto fomentará una producción sustentable y eficiente (Luzón, 2024).

Según González, Monserrate, y Vélez (2023) destaca que, ante esta problemática se busca alternativas sostenibles que sean amigables con el medio ambiente y por lo tanto menos perjudiciales para el manejo de plagas. En este sentido los extractos cítricos han cobrado importancia como bioinsecticidas naturales.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto del aceite esencial de mandarina (*Citrus reticulata*) sobre el control de plagas en papa (*Solanum tuberosum* L.), en la Granja Experimental La Pradera.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la dinámica poblacional de plagas y la entomofauna presente en el cultivo de papa bajo la aplicación de aceites esenciales.
- Analizar la incidencia de plagas en el cultivo de papa bajo los tratamientos en estudio.
- Analizar los resultados económicos de un sistema convencional con respecto al uso de aceites esenciales.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis alternativa (H_a)

El aceite esencial aplicado en el cultivo de papa tiene un efecto en la reducción de la dinámica poblacional de las plagas

1.5.2 Hipótesis nula (H₀)

El aceite esencial aplicado al cultivo de papa no incide en la reducción de la dinámica poblacional de las plagas.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Cultivo de papa en el Ecuador

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de alimentos más importantes a nivel mundial, este cultivo está relacionada como uno de los cultivos primarios para el consumo. Se considera uno de los principales cultivos agrícolas en cuanto a superficie, la capacidad adaptación a diversas condiciones ambientales y la versatilidad para su consumo, la han convertido en la principal fuente nutricional y de ingreso económico en diversas sociedades, ubicándose como el tercer cultivo de mayor consumo en el mundo (Chavez, 2019).

2.1.1 Importancia económica de la papa

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos más importantes a nivel global y desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria y el desarrollo de las zonas rurales. Según (MAG, 2022) en Ecuador, la papa representa el segundo lugar de mayor importancia en la región Sierra, el cultivo no solo abastece la demanda nacional, sino que también proporciona empleo y sustento a muchas familias del sector rural. El propósito es incrementar la productividad del cultivo en beneficio del agricultor, comerciantes, transportistas y empresas procesadoras, lo que la convierte en un elemento vital para la economía agrícola del país.

Del Monte AG (2024), afirma que en la Sierra se concentra la mayor producción del cultivo de papa con una superficie total de 63.1%, según las encuestas de superficie y producción agropecuaria de abril 2024. Ecuador no solo se destaca por su alta producción de papa, sino también por su alta demanda, ya que se estima que en la población se consume un promedio de 30 kilogramos por persona al año.

2.2 Etapas fenológicas de la papa

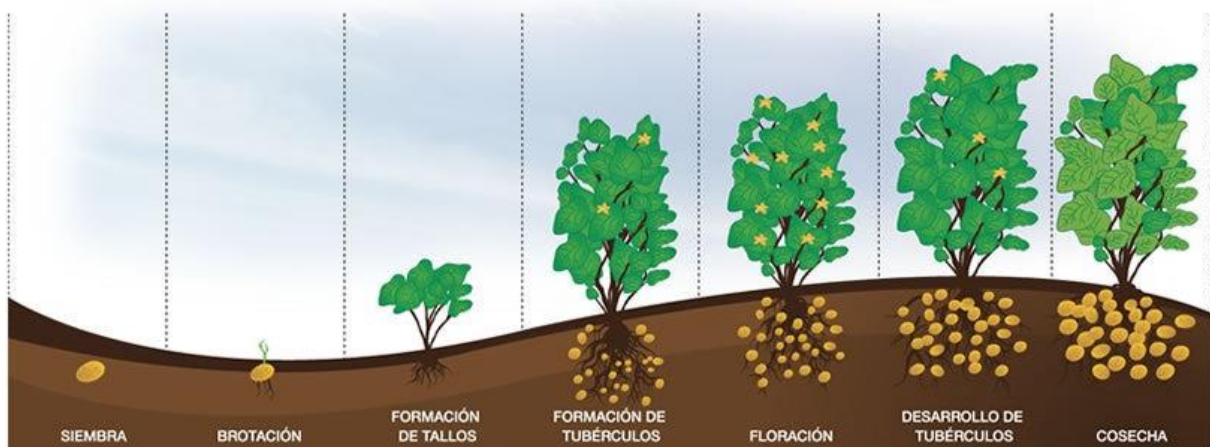
El cultivo de papa presenta las siguientes fases fenológicas:

- **Fase de emergencia o brotación:** comienza después de la preparación del suelo y la siembra de las semillas de papa en los surcos, la duración de la fase depende de las condiciones de almacenamiento, la variedad y el estado de brotación de la semilla.

- **Fase de crecimiento:** empieza después de la emergencia, donde el proceso de fotosíntesis permite el desarrollo aéreo de la planta formando tallo, ramas y hojas, mientras que en el subsuelo se da la expansión de estolones.
- **Fase inicio de tuberización:** sigue su crecimiento vegetativo en la parte aérea, consecuentemente en la parte radicular subterránea, donde se están formando los tubérculos comenzando el desarrollo en la punta de los estolones.
- **Fase de llenado de tubérculos:** cuarta fase del ciclo vegetativo coincide con el inicio de la floración, donde las células de los tubérculos comienzan a expandirse por la acumulación de agua, nutrientes u carbohidratos, en esta fase los tubérculos absorben mayor cantidad de nutrientes y carbohidratos.
- **Fase de maduración:** última fase del desarrollo, el crecimiento y la tasa fotosintética de la planta reducen notablemente; sus hojas empiezan a tomarse un color amarillento hasta llegar al proceso de senescencia. Mientras tanto, el tubérculo alcanza su madurez, desarrolla su piel externa y acumula el máximo de materia seca, llegando así para la cosecha.

Figura 1

Etapas fenológicas desde la etapa de emergencia a cosecha del cultivo de papa



2.2.1 Requerimiento edafoclimáticos del cultivo

Pillajo (2021), menciona que la papa se adapta fácilmente a diversos tipos de clima y suelo, presentando un desarrollo óptimo en zonas frías y templadas, con niveles de precipitación entre 600 y 800 mm anuales.

2.2.1.1 Temperatura. El clima propicio para el cultivo de papa oscila entre 18-29 °C por el día y 13-18 °C por la noche, el cultivo requiere por lo menos de seis horas diarias de luz solar para obtener un mejor desarrollo.

2.2.1.2 Suelos. Los suelos más adecuados para cultivar la papa son los suelos, franco, franco-arenosos, franco-limosos y franco-arcilloso, con buen drenaje, mayores nutrientes y buena ventilación. El cultivo crece bien en suelos con un pH de 5.5 a 6.0.

2.2.1.3 Vientos. debe ser moderado en las zonas de cultivo, con velocidades inferiores a 20 km/h, ya que las corrientes más fuertes pueden llegar a causar daños en las plantas y afectar su rendimiento.

2.2.1.4 Agua. Intagri, (2017) Menciona que las necesidades de agua oscilan entre los 600 y 100 milímetros por ciclo, esto depende de los factores como la temperatura, el tipo de suelo y la variedad cultivada. La mayor demanda es en etapa de germinación y crecimiento del tubérculo.

2.2.2 Requerimiento nutricionales

Un equilibrio correcto para la producción de papa es tener macro y micronutrientes lo cual es esencial para obtener mejores resultados en toda la fase de desarrollo. La papa extrae altas cantidades de nutriente del suelo, lo cual va en función con la variedad y el rendimiento, la papa responde a la fertilización a mayor rendimiento mayor requerimiento nutricional (Villamil, 2023).

2.2.2.1 Fertilización química. Cherlinka, (2024) menciona que el cultivo de papa para obtener un crecimiento más óptico, se debe implementar abonos ricos en fosforo (P) y potasio (K) y menos ricos en nitrógeno (N), la fertilización adecuada para el cultivo de papa debe ser un abono de NPK debe ser 5-10-10 o otro tipo de abono que donde la cantidad de fósforo y potasio sea el doble que el nitrógeno.

2.2.2.2 Fertilización orgánica. se obtiene mediante la descomposición de materia orgánica, este es un proceso llevado a cabo por microorganismos del entorno. Estos organismos ayudan a descomponer los residuos y los transforman en sustancias beneficios que ayudan a enriquecer el suelo y favorecen el desarrollo de las plantas (Ramos y Terry, 2014).

Compost. es la fermentación de todos los residuos orgánicos de los restos de cosecha, los excrementos de animales o los residuos orgánicos de los hogares, tiene la capacidad de mejorar la estabilidad del suelo, aumentar la porosidad y la retención del agua.

Biol. Es un insumo biológicamente estable, con alto contenido de humus y una baja presencia de patógenos. El biol tiene una buena actividad biológica con desarrollo de fermentos nitrosos y nítricos, microflora, hongos y levaduras.

2.3 Biocontrol de plagas y enfermedades

El biocontrol es una estrategia agroecológica clave para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Este enfoque se basa en el uso de organismos vivos o compuestos naturales derivados de plantas para reducir la población de fitopatógenos e insectos plaga, disminuyendo así la dependencia de plaguicidas químicos sintéticos que afectan negativamente al ambiente y a la salud humana (Arroyo y Tello, 2020).

El uso excesivo e inadecuado de productos químicos ha generado problemas significativos, como la contaminación del suelo y del agua, así como el desarrollo de resistencia en las plagas a los principios activos. Frente a estas problemáticas, el cambio climático y otros cambios en el sector agrícola impulsaron, desde hace algunas décadas, el surgimiento de la industria de insumos biológicos, compuesta por productos que son más seguros para el ambiente y la salud humana. Estos insumos poseen propiedades y mecanismos de acción que permiten un manejo más seguro y eficaz de las plagas, en comparación con los pesticidas convencionales.

Dentro de este grupo de alternativas, destacan los extractos vegetales y aceites esenciales, que han obtenido relevancia por su efectividad y bajo impacto ambiental, convirtiéndose en una herramienta importante dentro de las estrategias de biocontrol.

2.4 Mandarina

La mandarina es uno de los cultivos de frutas con mayor producción a nivel mundial, este cultivo es originario de sudeste asiático, donde los cítricos se han originaron más de unos 20 millones de años (Flor de Planta, 2011). En la actualidad, la mandarina se cultiva en más de la mitad del mundo y es muy valorada por su aporte nutricional para el consumo humano. Este fruto es una importante fuente de vitamina C y flavonoides.

2.4.1 Taxonomía de (*Citrus Reticulata*) según Rodríguez (2023)

Mandarina: División *Magnoliophyta*, Clase *Magnoliopsida*, Subclase *Rosidae*, Orden *Sapindales*, Familia *Rutaceae*, Género *Citrus*, Especie *Citrus reticulata*

2.4.2 Descripción botánica

La mandarina es un pequeño árbol de 2-6 m de altura, con tronco recto con frecuencia torcido, generalmente sin espina. Ramillas angulosas, hojas elípticas o lanceoladas de 3.5 a 8 cm de longitud y 1.5 a 4 cm de anchura con base y ápice obtuso, sus hojas son de color verde oscuro brillante en el haz y verde amarillento en el envés, cuando se tritura la hoja o cascara se obtiene un olor fragante. Pecíolos con ala muy corta, inflorescencias axilares o terminales con 1 a 4 flores pentámeras, de color blanco, olorosas, de 1.5-2.5 cm de diámetro 18 a 23 estambres, sus frutos llegan a alcanzar entre 4 a 7 cm de longitud y 5 a 8 cm de diámetro. El color puede variar desde amarillo verdoso al naranja y rojo anaranjado. La superficie es brillante y está llena de glándulas oleosas hundidas, la cáscara es delgada, muy fragante, separándose fácilmente de la pulpa, la mandarina se caracteriza por tener una pulpa muy jugosa, dulce y refrescante. (Invensa, 2020).

2.4.3 Principios activos de la cascara de mandarina

La mandarina contiene varios principios activos que están compuestos principalmente por flavonoides, aceites esenciales, alcaloides y otros fitonutrientes.

- **Flavonoides.** son compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes, antimicrobianas e insecticidas. Actúan afectando la fisiología de insectos plaga, y también tienen efectos repelentes con 2 a 4% están presentes en la cáscara y en el jugo de los cítricos.
- **Limoneno.** es un monoterpeno (terpeno) que se encuentra principalmente un 65 - 95% en los aceites esenciales de cítricos. Tiene propiedades insecticidas, repelentes y antifúngicas. Actúa como neurotóxico en algunos insectos al afectar su sistema nervioso. Es uno de los compuestos más importantes para el control natural de plagas.
- **Hesperidina.** es una flavanona glucósido encontrada en frutos cítrico, su forma aglicona se llama hesperetina y obtiene 0.3 – 0.5% del peso fresco.
- **Naringina.** es un flavonoide (flavanona) 0.2 – 0.3% del peso, que se extrae de la cascara de mandarina y es el principal componente de su sabor amargo.
- **Pectina.** es un polisacárido estructural presente con un 20 – 30% del peso en las paredes celulares de frutas cítricas. Aunque no es directamente insecticida, puede tener un efecto sinérgico en formulaciones naturales, mejorando la adhesión de otros compuestos bioactivos en superficies foliares o actuando como barrera física.
- **Carotenoides.** Como la β -criptoxantina o zeaxantina son pigmentos liposolubles con alta capacidad antioxidante presente un 0.01 a 0.03%. Además de sus beneficios

nutricionales, algunos carotenoides participan en la defensa química de las plantas, contribuyendo a la resistencia frente a estrés biótico como ataques de insectos o infecciones

2.4.4 Subproducto de materia prima (mandarina)

Estos subproductos se derivan al procesamiento de cítricos, representan una fuente valiosa bioactivos y materiales reutilizables en diversas industrias. Entre los principales subproductos se encuentra, la pulpa, cascara, aceites esenciales, harinas, fibra y jugos secundarios. Además, se puede aprovechar en la elaboración de piensos, abonos orgánicos, productos de limpiezas, cosméticos e incluso en el desarrollo de insumos nutraceuticos por su alto contenido de pectinas, flavonoides, antioxidantes y pectinas demostrando que los cítricos producen variedad de coproductos y subproductos que se aprovechan dentro de la agroindustria aportando valor agregado (Gutiérrez, Ruipérez y Alvarez, 1993).

2.5 Extractos vegetales

Son productos obtenidos mediante la extracción de componentes de origen vegetal a través de distintos métodos como la maceración, fermentación, infusión, o mediante la obtención, de esencias. Estos extractos contienen principios activos, que son metabolitos secundarios o compuestos fotoquímicos, estas varían según el tipo y concentración de la planta utilizada, los extractos ofrecen múltiples beneficios; desde actuar como agentes para el control de plagas y enfermedades, hasta estimular el crecimiento de las plantas e incrementar su resistencia frente a condiciones ambientales adversas. Estas pueden contener alcaloides, taninos y mucilagos (INIFAP, 2019).

2.5.1 Uso de los extractos vegetales

El empleo de extractos vegetales para el manejo de plagas, enfermedades y arvenses representa una opción prometedora dentro de los sistemas de agricultura sostenible, esto debido a su eficacia, bajo costo y una forma sustentable para el ambiente. Según (Celis, Mendoza, y Pachon, 2009) indican que existe aproximadamente 3.000 compuestos naturales provenientes de plantas con propiedades bactericidas, insecticidas, fungicidas, repelentes y nematocidas.

- **Plagas.** las plantas han desarrollado mecanismos naturales de defensa frente a los ataques de insectos, entre lo que incluye la repelencia y la producción de compuestos con acción insecticida.

- **Enfermedades.** El control biológico en enfermedades de plantas es una estrategia ampliamente utilizada y sigue siendo un reactiva de investigación.
- **Arvenses.** la presencia de arvenses en los cultivos no solo reduce el rendimiento, sino que también la calidad de los productos, impactando directamente su valor comercial. Se ha comprobado que las arvenses generan un efecto negativo en los cultivos, interfiriendo su desarrollo.

2.6 Aceites esenciales

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destiladas por arrastre de vapor, estos son compuestos complejos responsables del aroma y sabor característicos de muchos alimentos, además de tener aplicaciones en usos cosméticos se extrae de diferentes partes de la planta, como hojas, frutos, flores, cáscara, raíces o corteza y su composición varía según la planta de origen, el método de extracción y las condiciones del cultivo. (Fierascu & Pirvu, 2019).

Estos aceites también se pueden encontrar en células especiales de la corteza. En mandarinas y naranjas predominan el limoneno (Agustí & Martínez, 2011) en los limones se encuentra el limoneno en mayor proporción, los terpenos también son parte de los principios activos que da el aroma característico de cada fruta.

2.7 Mecanismo de los patógenos

2.7.1 Mecanismo de *Bactericera cockerelli* S

La paratrioza o con su nombre científico *Bactericera cockerelli* pertenece al orden hemíptero de la familia Triozidae, la cual se encuentra este insecto en cultivos solanáceos (chile, tomate de árbol, papa, tomate riñón, berenjena, etc.), el insecto produce daños directos que ocasiona al alimentarse de la savia de las plantas e introduce toxinas en los tejidos. Además, el insecto tiene una alta capacidad de transmitir diversas enfermedades entre ellas la punta morada. Actúa como vector tanto de virus y fitoplasmas, y recientemente se ha asociado con la transmisión de la bacteria *Candidatus Liberibacter*, responsable de esta enfermedad (Intagri, 2016).

Los huevos de *Bactericera cockerelli* son depositados tanto en el haz y envés de las hojas, cerca de los bordes, al momento de eclosionar los huevos, emergen las ninfas mismas que tienden a desplazarse hacia la parte inferior de las hojas, donde completan su desarrollo ya que prefieren lugares sombreados y protegidos. Durante esta etapa las ninfas y adultos eliminan las

secreciones blanquecinas que se adhieren a hojas, frutas y tubérculos. Los adultos son voladores y fácilmente saltan cuando sientes algún ataque. Sin embargo, las hembras llegan a ovopositar un promedio de 300 a 500 huevos durante su vida. El insecto tiene un aparato bucal picador-chupador, compuesto por estilete con dos conductos:

- Uno para solución
- Otro para la inyección de sustancia.

2.7.2 Daños directos

Los daños principalmente son ocasionados por las ninfas, debido a que inyectan toxinas en las plantas, y provocan sistemas de amarillamiento del follaje, deformación de hojas, crecimiento reducido. Además, la excreción de mielecilla crea condiciones favorables para el desarrollo de hongos patógenos y estos efectos combinados lleva a una disminución de los rendimientos de los cultivos.

Figura 2

*Presencia de adulto de *Bactericera cockerelli* en la hoja de papa*



2.7.3 Daños indirectos

La enfermedad asociada al cultivo es la punta morada, cuyas sintomologías se caracterizan por los tubérculos aéreos, amarillamiento y enanismo, coloración morada en las hojas, enrollamiento, acortamiento de entrenudos.

Figura 3

Enrollamiento y enanismo producida por la punta morada



2.7.4 Plagas que afectan al cultivo de papa

Entre las principales plagas que afectan a este cultivo se encuentran insectos como la pulguilla (*Epitrix* spp.), los trips, los minadores de hoja, y los áfidos o pulgones. Estas especies no solo provocan daño físico a la planta mediante su alimentación. (CIP, 2020).

La identificación temprana y el conocimiento de su taxonomía, ciclo biológico y mecanismos de daño son fundamentales para establecer estrategias de manejo integrado que permitan reducir el uso de agroquímicos, proteger el medio ambiente y garantizar una producción sostenible

Cisneros (2014), menciona que estas plagas, en su mayoría insectos, ejercen su efecto dañino a través de diversos mecanismos de daño directo e indirecto, los cuales pueden provocar pérdidas significativas en el rendimiento y deterioro en la calidad comercial del tubérculo. El daño puede clasificarse principalmente en:

- **Daño mecánico por alimentación.** muchos insectos como los trips, pulguillas, áfidos y minadores, se alimentan de los tejidos vegetales, perforando hojas, tallos e incluso los tubérculos. Esto interfiere con los procesos fisiológicos de la planta, como la fotosíntesis y la translocación de nutrientes, debilitándola y reduciendo su crecimiento.
- **Transmisión de enfermedades.** uno de los mecanismos más peligrosos es la transmisión de patógenos, como virus y bacterias, por parte de insectos vectores. El caso más destacado es el de *Bactericera cockerelli*, vector de *Candidatus Liberibacter solanacearum*, agente causal de la enfermedad conocida como "punta morada", la cual

puede provocar deformaciones, tubérculos con brotes prematuros, reducción del tamaño y pérdida total del valor comercial.

- **Inserción de toxinas.** algunas plagas secretan sustancias tóxicas en la planta durante la alimentación, lo que puede alterar su fisiología normal, ocasionando necrosis, clorosis o deformaciones foliares.
- **Estrategias de evasión.** Muchas plagas tienen hábitos crípticos (como los minadores que viven dentro de las hojas), ciclos cortos y alta tasa de reproducción, lo que complica su detección temprana y manejo oportuno. Esto permite que se establezcan rápidamente y se desarrollen de forma explosiva bajo condiciones favorables.
- **Daños poscosecha.** Algunas plagas también afectan el almacenamiento, como ciertas especies de pulgillas o áfidos, que pueden continuar alimentándose o poner huevos en los tubérculos cosechados, deteriorando su valor durante la comercialización.

El manejo de estas plagas requiere un enfoque integrado, que combine medidas culturales, biológicas, químicas y ecológicas, así como el monitoreo constante del cultivo. La identificación adecuada de las especies presentes, su taxonomía y ciclo biológico, son aspectos fundamentales para establecer estrategias específicas que minimicen las pérdidas y reduzcan la dependencia de agroquímicos, protegiendo tanto al agricultor como al ecosistema.

2.7.5 Control del extractos vegetales

Los extractos vegetales emplean la protección a los cultivos para debilitar el ataque de fitopatógenos mediante barreras físicas que impiden el ingreso. Estos compuestos actúan mediante diversos mecanismos, como la regulación del crecimiento, mediante la emisión de moléculas que alteran las hormonas responsables de estos procesos, la inhibición de la alimentación, la cual provocan que los insectos dejen de alimentarse y se disminuyan por inanición y repulsión a través de las sustancias con olores desagradables o efectos irritantes (Cevallos, 2014).

2.7.6 Elaboración de extractos vegetales

Existen diferentes tipos de procesos para la elaboración de extractos vegetales, para la obtención de compuestos bioactivos a partir de plantas como (hojas, flores o cáscaras), utilizando quipos especializados como extractores vegetales. Estos están especializados para macerar, prensar, filtrar o destilar el material vegetal, facilitando la concentración con propiedades insecticidas, fungicidas o repelentes que son útiles para la protección de los cultivos.

2.7.7 Uso del extracto de mandarina

Estudios realizados por Viteri y Oña (2018), mencionan que el extracto de mandarina tuvo un efecto in vitro en estudio etnofarmacológico con un uso significativo de 47% e índice valor de uso de 0.03, dentro del estudio se estableció que la cascara de mandarina es rico en beta-pineno, limoneno y flavonoides, el extracto etanólico de la mandarina en concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100% fue probada sobre *Streptococcus mutans* a través de la técnica de difusión en disco por triplicado, mostrando un espectro amplio de actividad al 100%, con un promedio de halo inhibitorio de 11.11 mm del aceite esencial y 10.90 mm del extracto etanólico.

Caffarini, Carrizo y Pelicano, (2006), mencionan que ensayos en laboratorio, con una sala de cría, temperatura media diaria $26^{\circ}\pm 2^{\circ}$ °C, humedad relativa 70-80% y fotoperiodo de doce horas en hormigueros de *Acromymex lundi* demostró que con el extracto cítrico de mandarina (*Citrus reticulata* var.) en las primeras 24h alcanzo una repelencia del 39.2% contra *Acromymex lundi*

Por otro lado, Lalangui, (2018), menciona que utilizando dosis de 25%, 50%, 75% y 100% sobre *Streptococcus mutans* mostró un espectro amplio de actividad al 100% con un promedio del 10.09 mm del extracto etanólico con mediciones de halos de inhibición fueron trasladadas en la escala de Duraffourd resultando con sensibilidad limite.

2.8. MARCO LEGAL

La presente investigación se enmarca en las leyes y artículos estipulados en la Constitución de la República del Ecuador. El país está a favor del productor agropecuario, asimismo brinda prioridad por ser el sector primario que proporciona calidad y cantidad de alimentos, materia prima, insumos. A continuación, se mencionan los artículos referentes al ámbito agropecuario y ambiental:

Art. 14 y 66: La Constitución del Ecuador reconoce el derecho de los ciudadanos a vivir en un ambiente sano y equilibrado. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados., así como los derechos de la naturaleza a preservar sus ciclos vitales.

Art. 395: El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

La investigación también se relaciona con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) principalmente con:

ODS 12: Producción y Consumo Responsable, promueve el uso eficiente de los recursos naturales y la reducción de sustancias químicas en los sistemas productivos.

ODS 13 Acción por el Clima, con el uso de los extractos vegetales ayuda a mitigar los efectos negativos del cambio climático al reducir la dependencia de plaguicidas.

ODS 17 Vida de Ecosistemas Terrestres, impulsa la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y los recursos naturales.

Asimismo, la Ley orgánica de agro diversidad, semillas y fomento de agricultura, en su artículo 14, establece el derecho a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, también declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, así como la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

Esta investigación se realizó en la granja experimental “La Pradera” que se encuentra localizada en la provincia de Imbabura, cantón Antonio Ante, parroquia Chaltura. En el siguiente apartado se presenta la ubicación y caracterización del área.

Figura 4

Ubicación geográfica del área de estudio cambiar este mapa



3.1.1. Ubicación geográfica

Tabla 1

Características políticas y ambientales del área de fase experimental

Ubicación del área de estudio	Descripción
Provincia	Imbabura
Cantón	Antonio Ante
Parroquia	San José de Chaltura
Altitud	2160 msnm
Temperatura	10°C a 20°C
Humedad relativa promedio	75%
Precipitación anual	2000 mm/año

3.1.2 Ubicación del laboratorio UTN

Para la elaboración del extracto de mandarina (*Citrus reticulata*) se utilizó el Laboratorio de Agroindustria del Colegio Universitario Técnica de Norte, ubicado en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

3.2. Materiales, insumos, equipos y herramientas

En la siguiente Tabla 3 se presentan los materiales utilizados en campo y laboratorio para el desarrollo del experimento de campo.

Tabla 2

Materiales, equipos, insumos y herramientas empleados en la experimentación

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
Libreta de campo	Computadora	Extracto de	Azadón
Frascos	Celular	mandarina	Bomba de
Red entomológica	Lupa	(clementina)	fumigación
Plástico film	Estereoscopio	Semillas de papa	Rastrillo
Trampas amarillas		(única)	Pala recta
		Coadyuvante	Estacas
			Piola

3.3. Métodos utilizados en la investigación

La investigación se llevó a cabo en la granja “La Pradera” en donde se utilizó 12 unidades experimentales con diferentes aplicaciones de dosis, en cada unidad experimental se sembró 40

tubérculos y durante la fase experimental se evaluaron 15 plantas con el fin de evaluar la efectividad del extracto vegetal de mandarina (*Citrus reticulata* L.) para el control de plagas.

3.3.1 Factor en estudio.

En esta investigación se utilizaron las siguientes dosis de extracto etanólico de mandarina: 1.25% y 2.5%. Las aplicaciones se realizó de forma foliar cada 8 días.

Factor: Concentración de extracto de mandarina

Tabla 3

Tratamientos con extractos etanólicos de mandarina y sus respectivas dosis

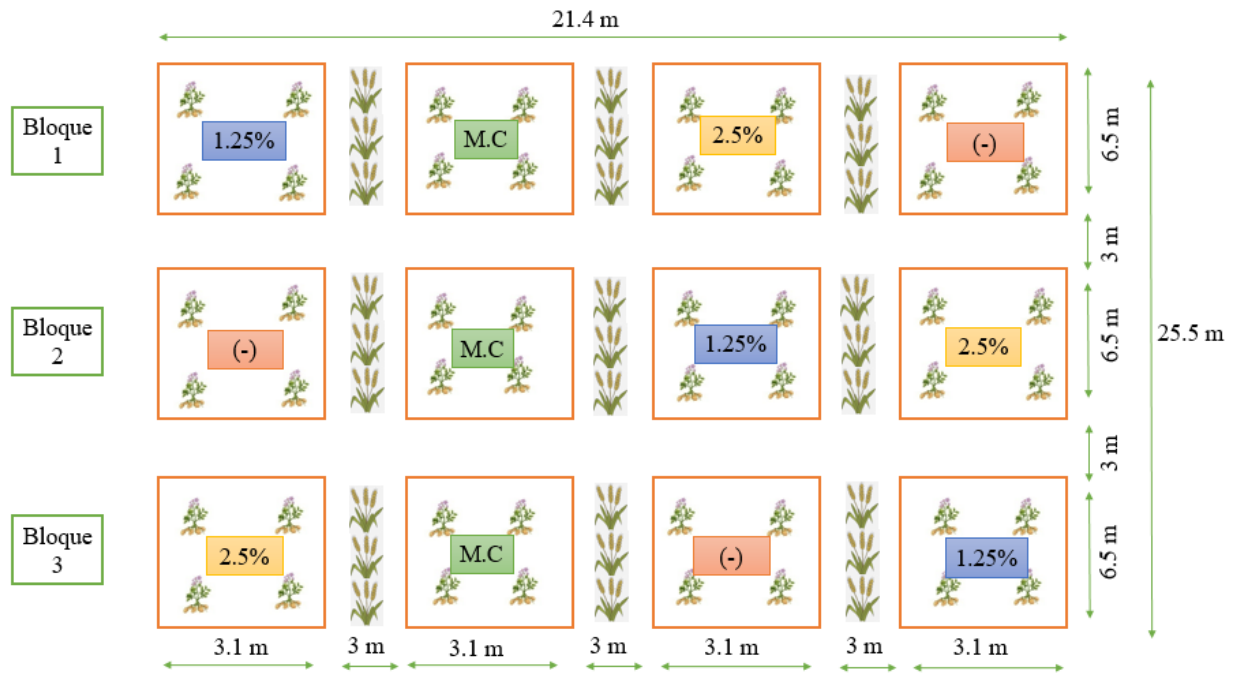
Tratamiento	Descripción	Dosis (% v/v)	Volumen del producto (ml)	Coadyuvante	Volumen de agua (ml)
T1	Extracto de mandarina	1.25%	12.5 ml	1 ml	986.5 ml
T2	Extracto de mandarina	2.5%	25 ml	1 ml	974.0 ml
T3	Control (-)	0	0 ml	1 ml	999.0 m
T4	Manejo convencional	-	-	-	-

3.3.2. Diseño experimental

Para la investigación, se implementó el siguiente Diseño en Bloques Completamente al Azar

Figura 5

Esquema del diseño utilizado en el experimento



En el área de estudio del experimento se conformó por la siguiente manera:

Factor en estudio: 2 dosis de extracto etanólico de mandarina, control (-) y manejo convencional.

- ❖ Bloques: 3
- ❖ Unidades experimentales: 12
- ❖ Ancho del área: 21.4 m
- ❖ Largo del área: 25.5 m

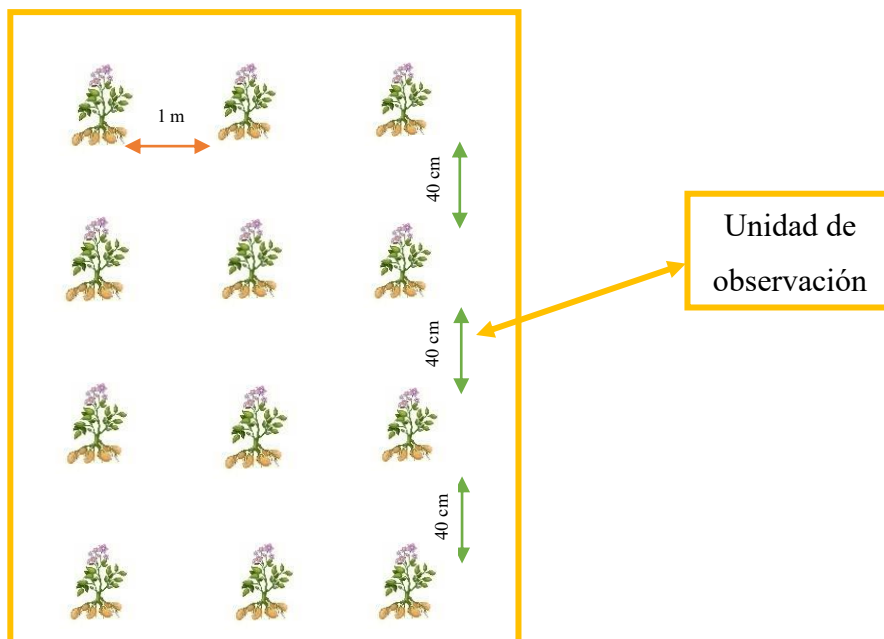
Tabla 4

Características de la Unidad experimental

Datos	Medidas
Forma	Rectangular
Ancho	21.4 m
Largo	25.5 m
Área parcela neta	10.8
Número de plantas por parcela	25
Número de plantas parcela neta	40
Número total de plantas por ensayo	480
Distancia entre plantas	40 cm
Distancia entre surcos	1 m
Área total	545.7 m ²

Figura 6

Organización de las plantas en la Unidad experimental



3.3.3. Análisis estadísticos

Para el análisis se utilizó el programa InfoStat® versión 2018, se llevó a cabo un análisis de varianza con la prueba de comparación de medias LSD Fisher al 5% para aquellas variables que cumplieran con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Para los datos que no cumplieran estos criterios, se aplicó la prueba no para métricas de Friedman.

3.3.4. Variables evaluadas

Para evaluar el impacto del extracto etanólico de mandarina, se evaluaron las siguientes variables (Sevilla, 2022).

3.3.4.1 Número de huevo. Una vez que pasaron los 30 días después de la siembra, se procedió a evaluar la presencia de huevos monitoreando cada 8 días, seleccionando 15 plantas de cada unidad experimental, cada planta se tomó alrededor de 6 min para monitorear desde la parte apical hasta la parte basal de la planta, en el haz y el envés de las hojas.

3.3.4.2 Número de ninfas. Para el conteo de ninfas se utilizó la misma metodología anterior, seleccionando 15 plantas de cada unidad experimental en donde se tomaron 9 hojas, la cual se distribuyeron en la parte alta, media y baja observando el haz y el envés de las hojas independientemente en el instar en el que se encontraban.

3.3.4.3 Número de adultos. En el conteo de números de adultos, se realizó desde la etapa de emergencia hasta finalizar la producción, las trampas amarillas fueron de 10x25

cm en donde se colocaron en cada unidad experimental a 5 cm del brote apical de la planta, la evaluación de las trampas se las realizo cada 15 días por unidad experimental y los datos se los tomo finalizando el cultivo.

3.3.4.4 Entomofauna en trampas. Para esta variable se procedió a colocar trampas amarillas de 10x25 cm a los 30 días después de la siembra y se procedía con el cambio de trampas quincenalmente hasta finalizar el ciclo del cultivo

3.3.4.5 Entomofauna en red entomológica. La evaluación de la entomofauna se realizó por medio de la red entomológica en la etapa de emergencia, floración y la última en cosecha esto se lo realizo a los alrededores y los caminos del lote donde estaba ubicada el cultivo. Las muestras obtenidas se las colocaron en frascos de vidrios, los mismos que se trasportaron al laboratorio de entomología de la Granja Experimental “La Pradera”, para la categorización por orden.

3.3.4.6 Incidencia de punta morada. La incidencia fue identificada mediante monitoreo directo se realizó cada 8 días, en donde se observó los síntomas que presentaba las plantas de cada unidad experimental la cual se evidencio hojas enrolladas y amarillentas, tubérculos aéreos, plantas más pequeñas y coloración purpura en las hojas. Se procedió a contar el número de plantas que estaban afectadas (ICA, 2022).

$$\text{Incidencia de daño de punta morada} = \frac{\text{Total, de plantas con síntomas de punta morada}}{\text{Total, de plantas muestreadas}} * 100$$

3.3.4.7 Incidencia del tubérculo. En esta variable se evaluó el estado del tubérculo para determinar si se encontraba afectado por el gusano blanco o en buen estado para la cual se realizó un análisis de 10 tubérculos al azar para observar la afectación causada por el gusano blanco.

3.3.4.8 Incidencia de oruga. Se realizó un monitoreo cada 8 días, evaluando 15 plantas por unidad experimental. En donde se observaron tres hojas bajas, medias y superiores de la planta, con ayuda de una lupa. Se observó y se registró la presencia de oruga en el cultivo de la papa.

3.3.4.9 Incidencia de pulgilla. Para evaluar el daño de la pulgilla se realizó un monitoreo semanal evaluando 15 plantas por cada unidad experimental, donde se tomó

en cuenta las tres hojas bajas, medias y superiores, la revisión se logró realizar minuciosamente con la ayuda de una lupa.

3.3.4.10 Severidad de pulguilla. Para medir la severidad del daño de pulguilla en cada planta, se evaluó mediante inspecciones visuales del follaje, registrando el número de perforaciones y el porcentaje de área foliar afectada. Para ello se seleccionaron 15 plantas por parcelas en donde se observó el nivel de daño.

3.3.4.11 Rendimiento del cultivo. El rendimiento del cultivo, se llevó a cabo una categorización de los tubérculos clasificados por cada unidad experimental en donde se clasifico en primera categorización mayores a (100 g), segunda categorización (entre 60-100 g) y menores (entre 30-60g) como lo establece (Guamarriga, 2016), estos serán expresados en kg/parcela neta y proyectados a t/ha^{-1} .

3.3.4.12 Beneficio-costo. El costo del experimento se basó en calcular la diferencia entre los ingresos menos los egresos, en donde los ingresos corresponden a las ventas de los tubérculos en sus distintas categorías de cada unidad experimental, mientras que en los egresos se asocian con los costos de la producción del producto, esto con el objetivo de determinar el beneficio por cada tipo de tratamiento (Guerrero, 2023).

3.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO

En este apartado se detalla la implementación del experimento:

3.4.1 Análisis de suelo

Para realizar el análisis de suelo (Anexo 1) se recogió 1kg de muestra la cual se consiguió excavando tres hoyos en diferentes partes del área experimental, cada uno con una profundidad de 20 cm. Finalmente, se mezclaron las muestras obtenidas de los tres puntos y se colocaron en una funda hermética, se etiqueto y fue remitida al laboratorio de suelos del INIAP.

3.4.1 Preparación del suelo

En el lote donde se implementó el ensayo, la preparación fue de forma mecanizada, utilizando el tractor. Esta se llevó a cabo con dos pasadas con la rastra y una con el arado con el objetivo de remover los residuos de cultivos anteriores y mejorar el área para la siembra.

3.4.2 Delimitación del terreno

Una vez realizada la preparación del suelo, se procedió a delimitar el área total del experimento y las 12 unidades experimentales, esto con ayuda de herramientas como la cinta métrica, piola y estacas, la cual permitió una medición precisa y segura.

3.4.3 Surcado

Para el surcado se utilizó una distancia de 1 m entre surcos con dirección contraria a la pendiente para evitar la erosión del suelo.

3.4.4 Siembra

Para la siembra se utilizó tubérculos certificados con buena calidad, para evitar enfermedades bacterianas, fúngica y virales. Asimismo, se tomó en cuenta la distancia de 40 cm entre cada tubérculo a una profundidad de 10 cm para obtener un cultivo de mayor calidad.

3.4.5 Riego

Se realizó un riego durante la siembra, posteriormente no se realizaron más riegos debido a que el ensayo se estableció en época de invierno.

3.4.6 Labores culturales

Se realizó un retape a los 21 días después de la siembra, para incorporar el fertilizante complementario y para controlar malezas. Se realizó el deshierbe a los 45 días después de la siembra, para permitir que el suelo se airee y controlar nuevamente malezas. Por último, se realizó el medio aporque a los 55 días y el aporque a los 75 días, esto para incorporar una capa de suelo a fin de cubrir los estolones de forma adecuada, ayudando de esta manera a crear un ambiente propicio para la tuberización

3.4.7 Fertilización

Para la preparación de suelo se aplicó compost, a los 30 días después de la siembra se aplicó abono triple 15 para estimular el desarrollo de follaje, por último, a los 60 días después de la siembra se aplicó biól como fertilizante natural de forma foliar.

3.4.8 Control fitosanitario

En el manejo convencional se realizaron aplicaciones de agroquímicos cada 8 días realizando una rotación de productos, mientras que en las unidades experimentales que fueron tratadas con el extracto de mandarina al 1.25% y 2.5% se realizaba aplicaciones cada 8 días mediante el uso de una mochila manual. La aplicación fue directo al follaje tratando de llegar al lugar donde se

encuentra la plaga, en las hojas de la parte media a baja de la planta. En las unidades experimentales de control negativo no se realizaron aplicaciones.

3.5. Obtención de extracto de mandarina

3.5.1 Recolección de materia prima

La recolección de la materia prima (Anexo 2) para la preparación del extracto etanólico de mandarina se realizó en la Granja Experimental “La Pradera” y en el mercado mayorista del cantón Ibarra

3.5.2 Selección y pelado

Posteriormente, se separó la cascara de mandarina que presentaba podredumbre y daños causados por la misma.

3.5.3 Pesaje de la materia prima

Una vez pelada la materia prima se procedió con el pesaje en una balanza manual, la cantidad de materia prima que se utilizó en cada extracción fue de 9 kg.

3.5.4 Extracción con equipo de extractor de aceites

El material vegetal se coloca en el prensado mecánico, asegurándose de que esté distribuido uniformemente para garantizar un contacto adecuado con el solvente. Para la extracción, se utilizó alcohol al 70% como solvente para disolver el extracto de la materia prima. El solvente se recircula durante el proceso de extracción, la temperatura se ajustó a 58°C y el proceso de extracción duro entre 4 a 5 horas por extracción.

Durante todo el proceso, la presión y la temperatura fueron controladas para asegurar una extracción eficiente del extracto de mandarina (Anexo 7).

3.5.5 Separación y recuperación

Una vez finalizada la extracción, el extracto se separa del solvente. El solvente utilizado en el proceso se recupera y recicla para las siguientes extracciones, mediante un proceso de destilación.

3.5.6 Envasado y almacenado

El extracto de mandarina recogido del equipo de extracción se envaso en un frasco oscuro de 500 mL. Después del envasado del extracto se procedió a almacenar a una temperatura de refrigeración de 4°C (Anexo 8)

3.5.7 Pruebas de fitotoxicidad

Para realizar esta prueba se ocuparon 5 plantas para cada dosis, en donde se aplicó en la etapa de floración. La aplicación se la realizó por 14 días consecutivos en donde se observó que en las cantidades de 1.25 y 2.5% no demostraba quemaduras en las hojas (Anexo 9)

3.5.8 Aplicación del extracto de mandarina

Para la aplicación del extracto etanólico de mandarina (Anexo 10) al 1.25% y 2.5% se utilizó una bomba de aspersión con capacidad de 3 litros. Sin embargo, para cada parcela se requirió 1 litro de solución, esto permitió un uso eficiente del extracto, asegurando una distribución uniforme sin desperdicio del producto.

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente capítulo se muestran los resultados que se obtuvieron en la investigación, sobre el monitoreo de plagas bajo la aplicación de un extracto vegetal en distintas concentraciones en el cultivo de papa establecido, en la Granja Experimental “La Pradera”.

4.1. Dinámica poblacional de plagas

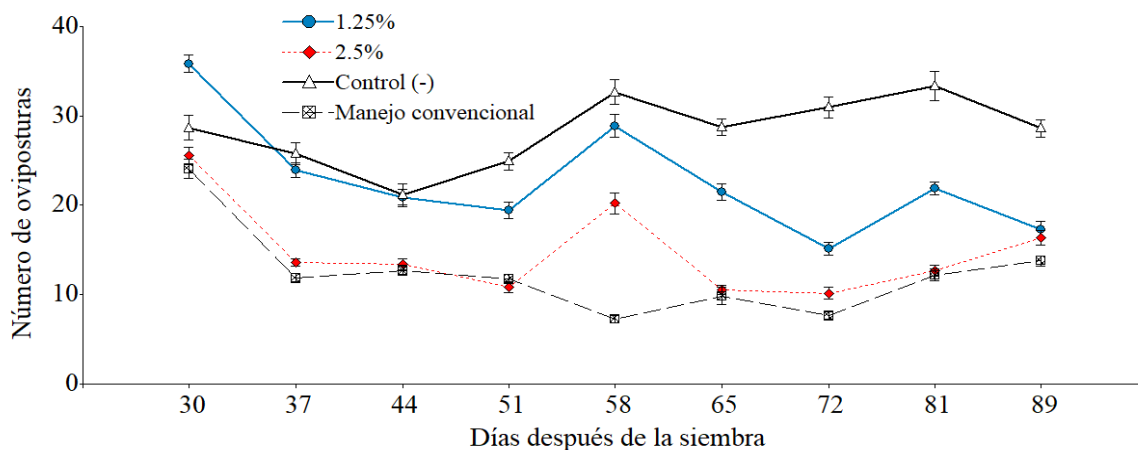
La dinámica poblacional se concentra en la composición de una población de la misma especie y sus cambios del insecto a lo largo del tiempo, se ha establecido como parámetro el muestreo de ejemplares presentes de plagas que afectan al cultivo de papa en cada uno de los estadios (Huevos, ninfas y adultos).

4.1.1. Número de huevos de *Bactericera cockerelli* S.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza indica que existe interacción entre los días después de la siembra y los tratamientos para la variable de números de huevos ($F:20.76$; $gl:24$ $p<0.0001$).

Figura 7

Número de huevo de *B. cockerelli* S asociado en el cultivo de papa



En la Figura 7 se observó el comportamiento poblacional de huevos de *B. cockerelli* bajos los diferentes tratamientos. El extracto de mandarina en concentración de 2.5% (T2) reportó el menor número de huevos con valores promedios de 35%, en comparación con el tratamiento 1.25% y control negativo que registraron valores de 54% y 91% respectivamente. Sin embargo, al día 44 éstos dos últimos tratamientos alcanzaron un promedio de 56% y 59% más que el 2.5% ($p \leq 0.05$). Por otro lado, se puede observar que durante los primeros 44 días el 2.5% (T2)

aumentó un 4% de número de huevos con respecto al manejo convencional, y así se mantuvo la población para los días 65 hasta el 89.

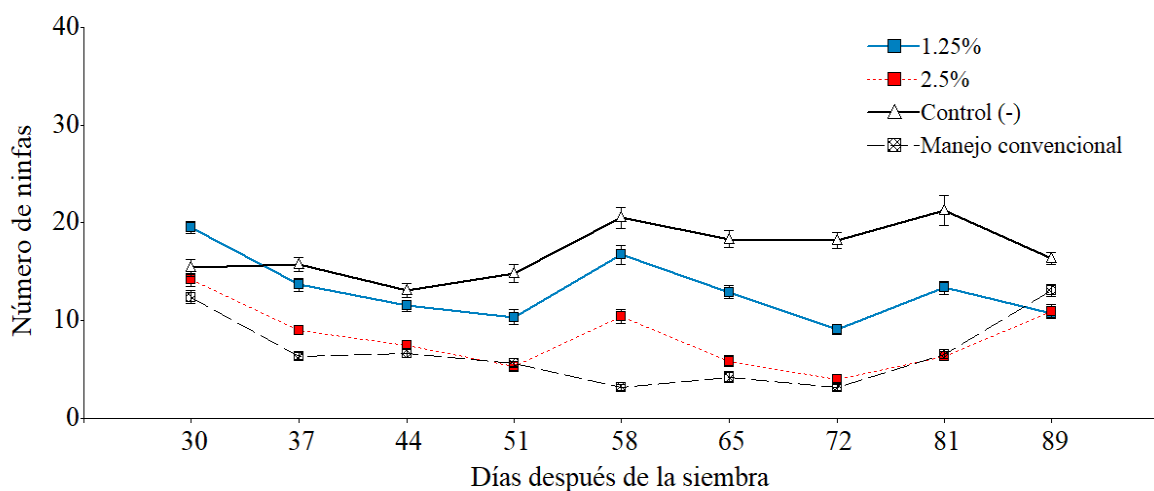
Según Guacán (2021), menciona que, con la aplicación del abono de gallinaza en el cultivo de papa en diferentes localidades registró un total de 1484 huevos evaluadas en 20 plantas con un promedio de 74 huevos/planta entre los 15 a 30 días de evaluación. Tiempo en el cual se generará nuevamente ovoposiciones. Por otro lado, Cunalata (2020); menciona que, aplicando extractos vegetales de ortiga y ají, se obtienen mejores resultados contra *B. cockerelli*, a las 72 y 96 h con concentraciones de 2% y 4%. El autor reportó una tasa de mortalidades de 31% y 25% con las concentraciones del 2% y 4%, respectivamente. Lo que concuerda con los datos obtenidos en la presente investigación donde la presencia de huevos tuvo una disminución mayor al 12% aplicando extracto de mandarina en concentración de 2.5%

4.1.2. Número de ninfas de *Bactericera.cockerelli* S.

Los resultados del análisis de datos indica que existe diferencias significativas para la interacción días y tratamiento de la variable de número de ninfas de *B. cockerelli* S (F:20.24; gL:24; p<0.0001).

Figura 8

Número de ninfas de B. cockerelli S asociado en el cultivo de papa



Se observó en la Figura 8 que el tratamiento 2.5% mantuvieron valores estadísticamente significativos más bajos durante los días de evaluación en comparación con los tratamientos 1.25% y control negativo. Para el día 51 estos dos tratamientos alcanzaron un promedio de 49% y 64% más que el tratamiento 2.5%. Mientras que, a partir del día 51, el tratamiento 2.5% aumentó un 5% con respecto al manejo convencional.

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que para el día 89, el extracto de mandarina en concentración de 2.5% permitió reducir de manera significativa la población de ninfas de *Bactericera cockerelli* en un 20% menos de mortalidad con respecto al manejo convencional. Estudios reportados por Nevárez (2025), quien evaluó aceite esencial de cítricos como control biológico en ninfas de *Crypticeya multicatrices*, reportó mortalidad del 58% con el aceite esencial de naranja. Por lo que, se comprueba el efecto insecticida de los aceites y extractos vegetales del género Citrus.

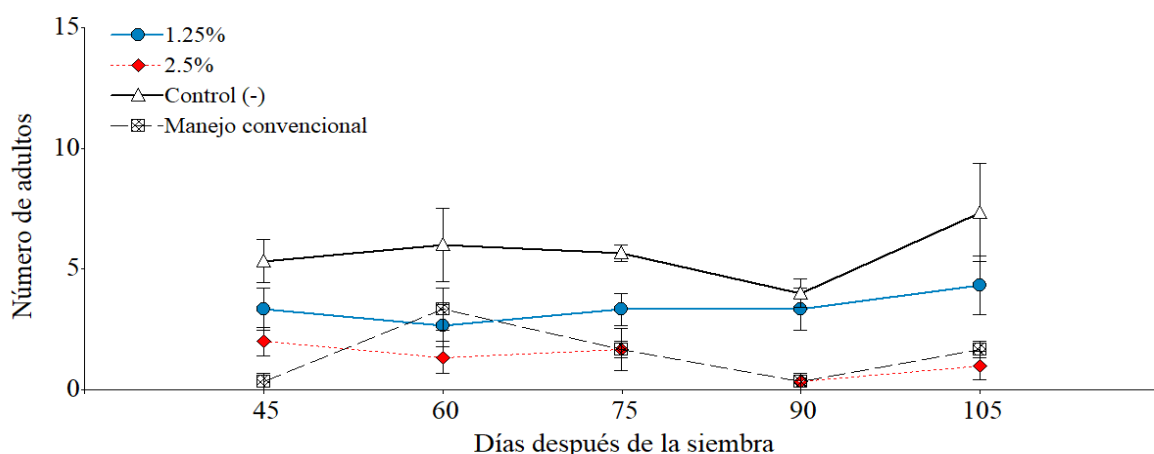
Por otro lado, el estudio de Pumnuan, Khurnpoon y Insung (2017), resalta el potencial del extracto de *Citrus aurantifolia* al 10% aplicando en el cultivo de berenjena. Los resultados obtenidos por los autores fueron superiores, registrándose 36 moscas blancas de la orden hemíptera, en comparación con los identificado en el presente estudio, donde se observaron 5 ninfas/planta con una concentración del 2.5% de extracto de mandarina aplicado en el cultivo de papa. Estas diferencias pueden atribuirse a la aplicación de los extractos en distintos cultivos, al método de extracción empleado, así como a factores ambientales y de manejo del cultivo.

4.1.3. Número de adultos.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza indica que existe diferencias significativas para la interacción entre días y tratamientos para grupos de la variable número de adultos, tanto para *Bactericera cockerelli* S, como para el total de especímenes (F:1.62; gL:48; p<0.0114).

Figura 9

Número de adultos de B. cockerelli presentes en el cultivo de papa.



La concentración alta de extracto de mandarina 2.5% tuvo un efecto significativo sobre el número de insectos de *B. cockerelli* durante los 105 días de evaluación. En la Figura 9 se observa que la concentración alta del extracto de mandarina (T2= 2.5% v/v) registró entre 1 y

2 adultos durante los primeros 75 días de evaluación y fue estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$) con respecto a la concentración baja y al control negativo. Sin embargo, a los 90 días, estos dos últimos tratamientos registraron el mayor número de adultos que representó el 90% y 98% más que el 2.5% (T2) respectivamente. Es importante indicar que, a los 90 días de evaluación, el extracto de mandarina a una concentración de 2.5% (T2) controló el mismo número de adultos ($p \leq 0.05$) que el manejo convencional (T4). Finalmente, a los 105 días de evaluación, la aplicación del extracto a una concentración alta redujo casi el 59% de *B. cockerelli* con relación al manejo convencional.

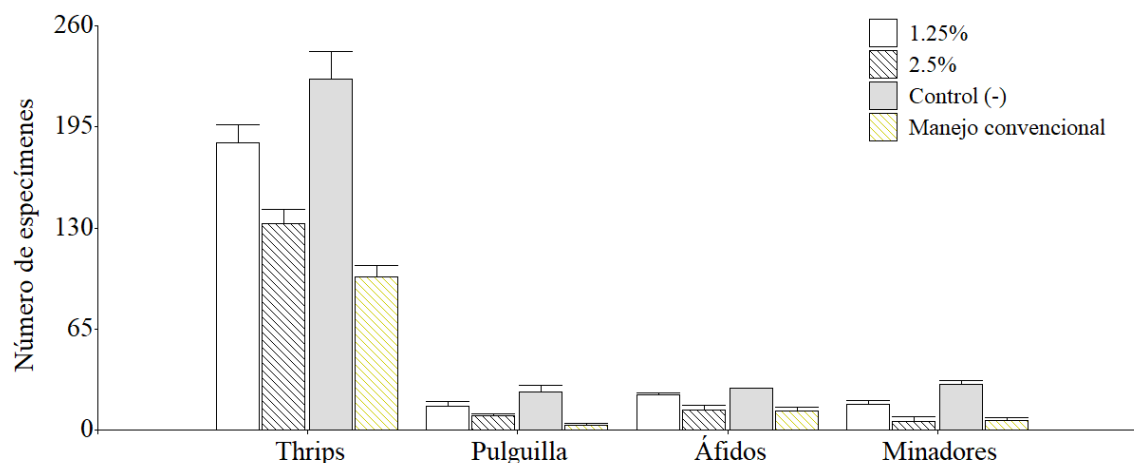
De acuerdo con el estudio de Bello y Velasco (2019), el extracto de naranja dulce (*Citrus sinensis*) a una concentración del 40% tienen efecto repelente del 100% sobre las *Musca domestica* a las 48 horas de evaluación en campo abierto. En este trabajo, también se observó que el extracto de mandarina al 2.5% de concentración hubo un efecto repelente del 59% sobre la plaga *B. cockerelli* presente en el cultivo de papa evaluado a los 105 días. Por tanto, se podría afirmar que los cítricos concentran cantidades importante de metabolitos secundarios mayoritariamente de limoneno, que es una sustancia química presente en las cáscaras de los cítricos con propiedades biológicas como antibacteriana, fungicida e insecticida.

Lü (2017), en su investigación menciona que el extracto de mandarina (*Citrus reticulata*), aplicado en una dosis de $2.0 \mu\text{L}/\text{cm}^2$, posee una eficacia repelente y fumigante del 99% contra *Cryptolestes ferrugineus* (gorgojo del grano almacenado) tras 48 horas de exposición. Mientras que, en el presente estudio, el efecto repelente del extracto de mandarina en concentración de 2.5% redujo la población de adulto de *B. cockerelli* hasta 61% menos de adultos con respecto al manejo convencional. Estas diferencias se pueden atribuir factores como el método de obtención del extracto, el disolvente químico y a la variedad de la mandarina, ya que en este estudio se utilizó etanol y agua como disolvente. Mientras que, el autor utilizó el disolvente éter dietílico anhídrido para la extracción. Según (Pillado, 2023), la eficiencia de extracción del limoneno en tejidos vegetales está relacionado con el tipo de polaridad de los disolventes.

Por otro lado, el número total de especímenes capturados en trampas amarillas durante el experimento, se identificaron cuatro ejemplares en la fase experimental. En el grupo de plagas conformado por áfidos y minadores, se observó que los valores registrados en el manejo convencional y la dosis alta del extracto de mandarina 2.5% presentaron resultados similares en cuanto al número de especímenes.

Figura 10

Entomofauna identificadas en las unidades experimentales



En la Figura 10 se observa que los trips es la plaga con mayor afección en el cultivo de papa en comparación con los otros ejemplares, pulguilla, áfidos y minadores. Los resultados evidencian que la aplicación de extracto de mandarina a una concentración de 2.5% disminuye el número de plagas en relación con el tratamiento control negativo y resulta más eficiente que la concentración 1.25%. Sin embargo, esta concentración registró mayor número de especímenes en comparación que el manejo convencional. En la población de pulguillas, áfidos y minadores, el tratamiento con extracto 2.5% (T2) es inferior con un 77% y 85% respecto a los tratamientos 1.25% (T1) y control negativo (T3) respectivamente, y siendo inferior para el tratamiento manejo convencional (T4). Este mismo comportamiento se observó en las poblaciones de áfidos y minadores.

Para evaluar el efecto de los tratamientos con diferentes concentraciones de extracto de mandarina sobre la población de *Frankliniella occidentalis*, se utilizó el método de trampas amarillas adhesivas. Este método ha sido validado por Chilan (2023), quien reportó que las trampas amarillas capturan una mayor cantidad de trips en el cultivo de pimiento, capturando 7 individuos/semana. Aunque su estudio no empleó extractos cítricos, demuestra la efectividad de las trampas amarillas, ya que en condiciones de alta concentración 2.5% se obtuvo 9 individuos/quincena en el cultivo de papa.

Asimismo, estudios realizados por Alotaibi, Darwish y Aizahrani (2022) mencionan que, la aplicación de aceites esenciales de *Citrus reticulata* (mandarina) en una dosis de 6 $\mu\text{L}/\text{ml}$ en cajas petri con cuatros discos de hojas de granada y vid de 1.5 cm de diámetros, infestado con pulgón y bajo condiciones de laboratorio, logró a repeler hasta un 97% y una mortalidad del 93% a las 48h y 24h, respectivamente. De manera similar, en el presente estudio se evidenció

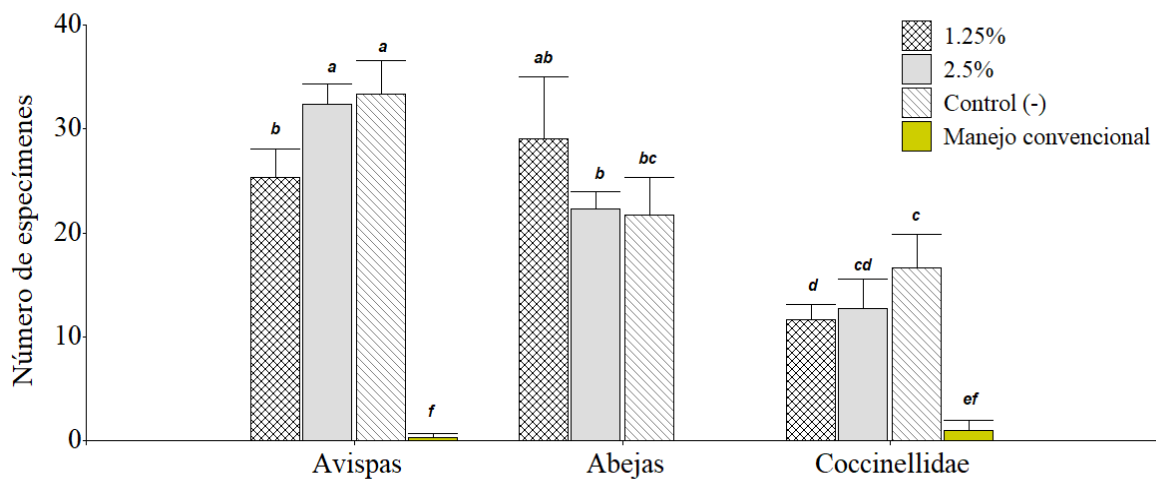
que el uso de extracto de mandarina en concentración de 2.5% logró repeler hasta un 97% de pulgones durante la fase experimental en el cultivo de papa. Este comportamiento probablemente se debe al efecto insecticida y repelente de los compuestos activos presentes en el extracto.

4.1.4. Insectos benéficos

En los resultados del análisis de varianza indican que existe diferencia significativa (F: 3.15; gL: 24; $p < 0.0001$) para la variable de insectos benéficos.

Figura 11

Entomofauna de insectos benéficos identificados en el cultivo de papa



En la Figura 11 se observa que el grupo de avispas presentó la mayor cantidad de insectos benéficos registrados en el cultivo de papa, en comparación con abejas y coccinélidos. Los resultados indican que el control negativo mostró la mayor presencia de avispas, seguido por la aplicación de extracto de mandarina a una concentración de 2.5%. En contraste, la concentración más baja 1.25%, registró una menor cantidad de ejemplares, aunque superior al manejo convencional. Con respecto a los insectos benéficos del grupo de las abejas, la aplicación de extracto de mandarina a una concentración de 1.25% reflejó una mayor presencia de especímenes en comparación con el control negativo, mientras que la concentración 2.5% resultó aún más eficiente en incrementar ejemplares. Por su parte, el grupo coccinélidos presentó una menor presencia en comparación con los otros insectos benéficos evaluados. Sin embargo, se registró un mayor número de ejemplares en el control negativo, seguido por las aplicaciones de extracto de mandarina a concentraciones de 2.5% y 1.25% las cuales permitieron mantener una presencia moderada. Por el contrario, el manejo convencional registro el número más bajo de este grupo.

El estudio realizado por Escobar (2021), señala que el uso de insecticidas sintéticos, como la cipermetrina, provoca altas tasas de mortalidad de insectos benéficos, particularmente abejas y coccinélidos. En su experimento, la cipermetrina ocasionó mortalidades del 80% en abejas y del 87% en coccinélidos. En contraste, los resultados del presente estudio evidenciaron que la aplicación del extracto de mandarina a una concentración de 1.25% favoreció la presencia de coccinélidos, superando al tratamiento manejo convencional con 75%. Este efecto podría atribuirse a que los extractos cítricos presentan menor toxicidad para los insectos presentes y liberan compuestos volátiles que actúan como atrayentes insectos benéficos presentes en el agroecosistema (Estrada, 2008).

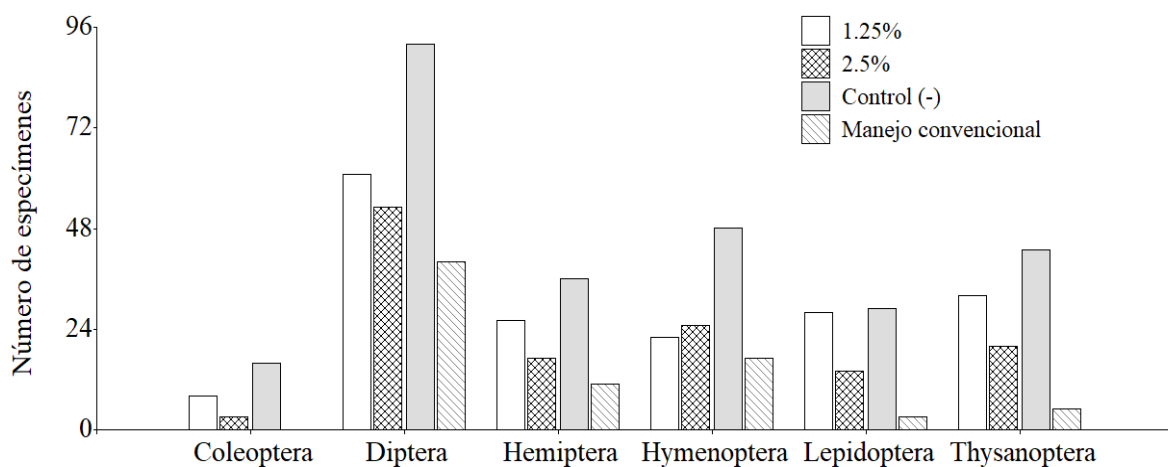
Por otro lado, Mousa y Ueno (2019), reportaron que la proximidad de árboles cítricos de naranja dulce, utilizando el método de cultivo intercalado con papa, favorece la presencia de avispa y coccinélidos. De igual manera, los resultados del presente estudio indican que la aplicación del extracto de mandarina con la concentración de 1.25% y 2.5% permite el control de plagas sin afectar negativamente la abundancia de los insectos benéficos. Estos hallazgos evidencian que el uso de extractos cítricos no solo contribuye al manejo de plagas, sino que también puede integrarse dentro de un enfoque agroecológico, promoviendo la sostenibilidad del sistema productivo (Altieri, 1999).

4.1.5. Entomofauna en red entomológica

Para variable entomofauna en red entomológica indica que existe diferencia significativa entre días y tratamientos $p < 0.0001$.

Figura 12

Entomofauna en red entomológica en cultivo de papa.



En la Figura 12 se observa el efecto de los tratamientos evaluados sobre la presencia de insectos, identificándose seis órdenes distintos: coleóptera, díptera, hemíptera, himenóptera, lepidóptera y thysanoptera. Los resultados evidencian que la aplicación de extracto de mandarina a una concentración de 2.5% redujo significativamente la presencia de insectos en la mayoría de los órdenes ($p \leq 0.05$) en comparación con la concentración de 1.25% (T1) y el control negativo (T3). Sin embargo, esta reducción fue menor a la obtenida con el manejo convencional (T4).

En el tratamiento con extracto de mandarina al 2.5% el orden dominante fue Díptera, con 53 individuos, seguido thysanopteras 20, lepidópteras 14, hemípteras 17 y himenópteras 25, mientras que la orden coleóptera presento la menor cantidad de individuos, con apenas 3ejemplares. Sin embargo, la concentración más baja 1.25% y el tratamiento control negativo registraron el mayor número de insectos en todos los órdenes. Finalmente, el manejo convencional presentó la menor cantidad de ejemplares.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Durán, Carvalho y Damascena (2020), quienes documentaron el efecto insecticida de extractos cítricos derivados de naranja dulce (*Citrus sinensis*) y naranja agria (*Citrus aurantium*) sobre *Helicoverpa armígera*, alcanzando mortalidades superior al 97% en larvas de primer instar. Estse se atribuye a la accion bioactiva de compuestos como el limoneno, el cual interfiere en el proceso fisiologico del insecto.

De manera similar, Mediavilla (2022), reportó que el aceite esencial de mandarina *Citrus reticulata* fue eficaz en el control de insectos del orden Hemíptera, evidenciando que concentraciones del 25% de aceite de mandarina con éter de petróleo del 100% permitieron una supervivencia de apenas 23%. Estos hallazgos son consistentes con los resultados del presente estudio, donde la aplicación de extracto de mandarina 2.5% registró una presencia del 17% confirmando su potencial insecticida.

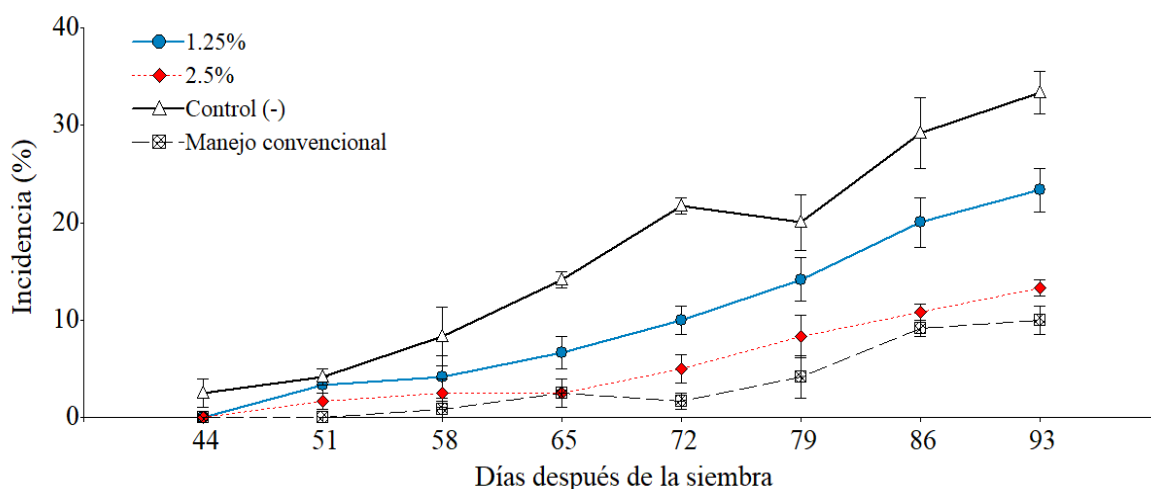
4.2. Incidencia y severidad de plagas

4.2.1 Incidencia de punta morada (PM)

Los resultados del análisis de varianza de datos no paramétricos pruebas Friedman indican que existe interacción para la variable de incidencia de punta morada entre días después de la siembra y tratamiento ($T^2=22.45$, $p<0.0001$).

Figura 13

Porcentaje de incidencia de punta morada en el cultivo de papa



La Figura 13 se presenta la incidencia de punta morada bajo los diferentes tratamientos evaluados. El extracto de mandarina a una concentración de 2.5% (T2) registró el menor porcentaje de incidencia, en comparación con la concentración 1.25% y el control negativo, los cuales alcanzaron valores de 62% y 82%, respectivamente, siendo estas diferencias estadísticamente significativas. Asimismo, el tratamiento 2.5% presentó un porcentaje de incidencia similar al observado en el manejo convencional. No obstante, en los días posteriores se evidenció un incremento progresivo en todos los tratamientos, aunque con diferentes magnitudes.

De acuerdo con Garcés y Taco (2024), la punta morada ocasiona una disminución significativa del rendimiento del cultivo de papa; sin embargo, la aplicación de extracto de higuerrilla a una dosis de 15ml permitió un control más eficiente de los adultos de *B.cockerelli*, reduciendo la incidencia de esta enfermedad. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la presente investigación, donde la concentración de extracto de mandarina al 2.5% redujo significativamente la incidencia de punta morada en comparación con la concentración de 1.25%, evidenciando que a mayor concentración del extracto se incrementa su efectividad.

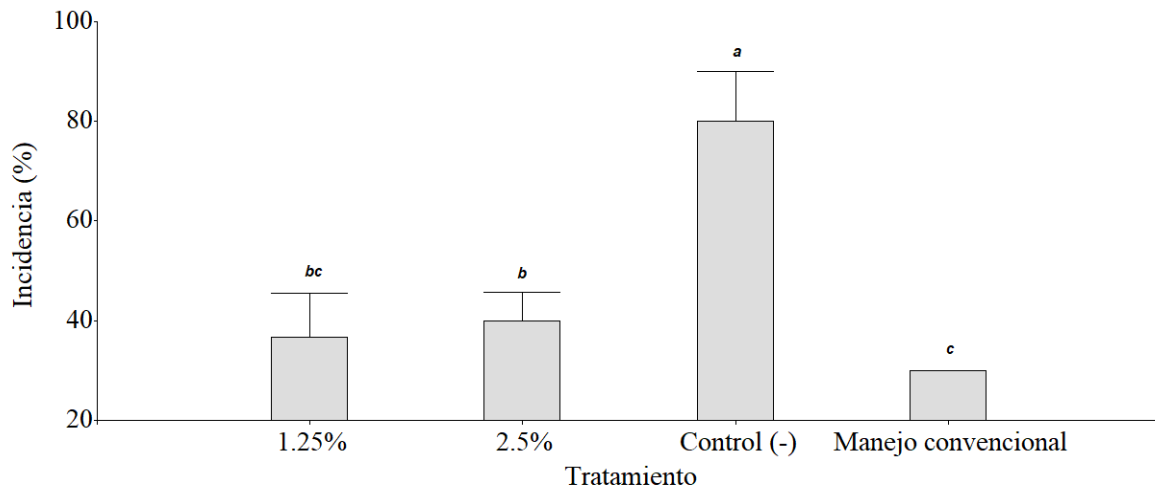
Asimismo, Tixicuro (2025), indica que la infestación de punta morada se manifiesta cuando se supera el umbral crítico de 15 ninfas/planta. En el presente estudio, el tratamiento con extracto de mandarina al 2.5% registró un promedio de 8 ninfas/planta, mientras que la concentración de 1.25% alcanzó 13 ninfas/planta, valores que se mantuvieron por debajo del umbral establecido, lo que explica la menor incidencia observada.

4.2.2. Incidencia del tubérculo

En los resultados estadísticos muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable incidencia de tubérculo (F:23; $p < 0.0011$).

Figura 14

Incidencia de tubérculos en la fase experimental



En la Figura 14 se presenta la incidencia de daño en tubérculos bajo los diferentes tratamientos evaluados. El extracto de mandarina en concentración de 1.25% redujo significativamente la incidencia, alcanzando un valor del 37%, el cual fue inferior al observado con la concentración de 2.5% con valor registrado de 40% y superior al obtenido con el control negativo con un 80%. Estas diferencias entre tratamientos resultaron estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$). Por su parte, el manejo convencional presentó una baja incidencia de daño durante la fase experimental.

Resultados similares fueron reportados por Cazco (2016), quien indicó que, en tratamientos sin control para gusano blanco, la incidencia en tubérculos alcanzó un promedio del 44%, mientras que bajo un manejo agroecológico se redujo al 16%. En concordancia con estos hallazgos, en la presente investigación se observó que el uso de manejo químicos generó una incidencia del 30%, mientras que la aplicación de extracto de mandarina al 2.5% permitió reducir este valor en un 25% en comparación con el manejo convencional.

Asimismo, Caillagua y Chancusing (2022), reportaron que la aplicación de *Beauveria bassiana* a una concentración de 10^{10} conidios/ml logró hasta un 100% de mortalidad de *Premnotrypes vorax* (gusano blanco). De manera similar, en el presente estudio, el tratamiento con extracto

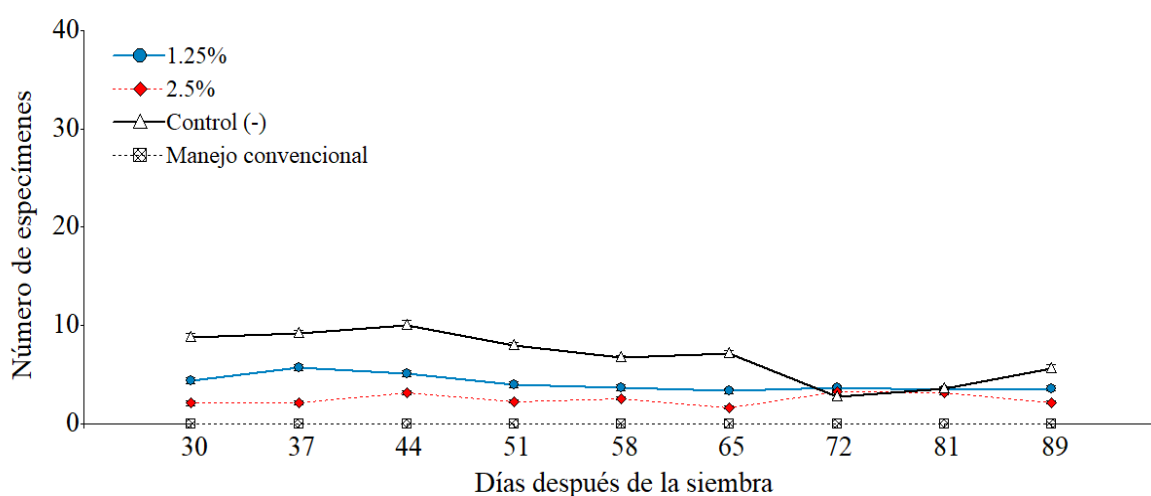
de mandarina 2.5% redujo las pérdidas en 100% con respecto al control negativo en condiciones de campo, demostrando su efectividad en el control de esta plaga en el cultivo de papa.

4.2.3. Incidencia de daño de la oruga

En los resultados estadísticos indican que existe diferencias significativas entre los días después de la siembra y los tratamientos para la variable incidencia de daño de oruga ($T^2=158.14$; $p<0.0001$).

Figura 15

Incidencia de daños de la oruga en la fase experimental



En la Figura 15 se presenta la incidencia de orugas bajo los diferentes tratamientos. El extracto de mandarina a una concentración de 2.5% (T2) fue eficaz para el control de esta plaga, ya que mantuvo un promedio de 2 orugas/planta durante los primeros 37 días, registrando únicamente un ligero incremento de 1 oruga/planta al día 89. Este tratamiento fue más eficiente que la concentración de 1.25% y el control negativo, los cuales presentaron valores 40% y 61% superiores, respectivamente. Por su parte, el manejo convencional no registró incidencia de orugas durante toda la etapa vegetativa del cultivo.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por, Durán, Carvalho y Damascena (2020), quienes evaluaron la actividad insecticida sobre larvas de primer instar de gusano cogollero (*Helicoverpa armígera*) y demostraron que los aceites esenciales de naranja agria (*Citrus aurantium*) y naranja dulce (*Citrus sinensis*), ricos en limoneno, así como el extracto de mandarina (*Citrus reticulata*), alcanzaron mortalidades del 97% y 94% respectivamente. Este efecto se atribuye a la acción neurotóxica del limoneno, el cual provoca alteraciones en el sistema nervioso e interfiere en el desarrollo y supervivencia larval.

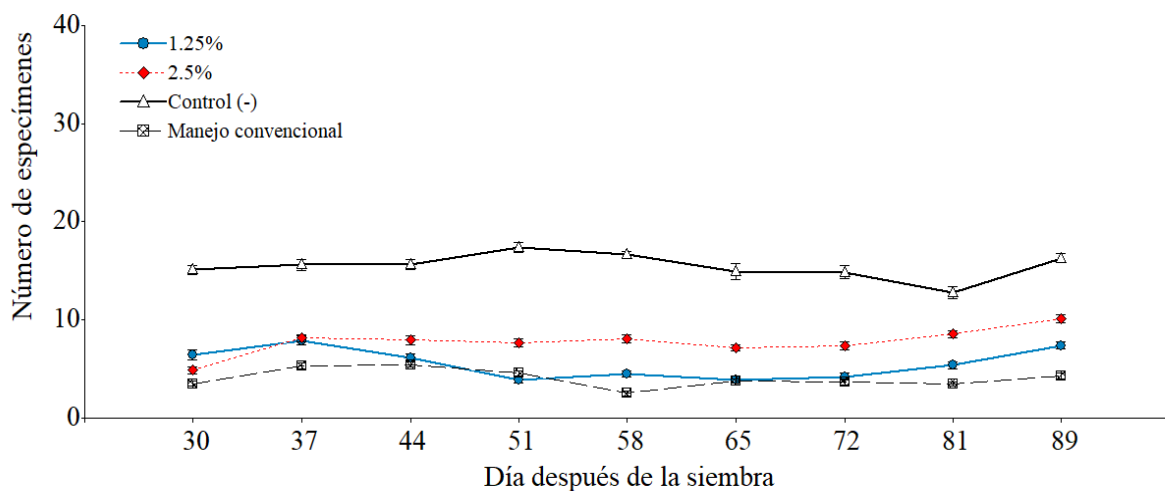
De manera similar, Villarroel (2018) evaluó el efecto del extracto de molle sobre el gusano blanco en el cultivo de papa y reportó que una concentración del 15% redujo la incidencia larval en un 30%. En la presente investigación, el extracto de mandarina al 2.5% disminuyó la incidencia en un 76% al día 37. Aunque los extractos evaluados no son idénticos, ambos comparten compuestos bioactivos, como terpenos, flavonoides y limoneno, presentes principalmente en la cáscara de los vegetales, lo que explica su efecto insecticida.

4.2.4. Incidencia de daño de pulgilla

En los resultados del análisis de varianza indican que existe diferencia significativa para la interacción entre días y tratamientos para la variable incidencia de daño de pulgilla (F:8.32; gL:24; p<0.0001

Figura 16

Incidencia de daño de pulgilla en la fase experimental



En la Figura 16 se observa que con el extracto de mandarina a una concentración de 1.25% (T1) presentó los valores más bajos de incidencia de daño de pulgilla, superando incluso al tratamiento con 2.5% (T2), con una diferencia del 3% menos. Asimismo, el tratamiento 1.25% resultó más eficiente que el control negativo, al registrar una reducción del 49% de la incidencia al día 37. De igual manera, el manejo convencional logró mantener niveles bajos de daño, similares a los obtenidos con la concentración de 1.25%.

De acuerdo con Cortes (2023), aunque su estudio evaluó la mortalidad del escarabajo del maíz, los resultados evidenciaron la eficacia de insecticida de extractos cítricos de *Citrus sinensis*, alcanzando una mortalidad de 90% a una concentración de 0.503 ml/cm². En comparación, en el presente estudio la aplicación del extracto de mandarina al 1.25% permitió una reducción del

50% en la incidencia de pulgillas. Esta relación resulta relevante, ya que ambas plagas pertenecen al orden coleoptera, lo que permite establecer comparaciones sobre la eficacia insecticida de los extractos de *Citrus*.

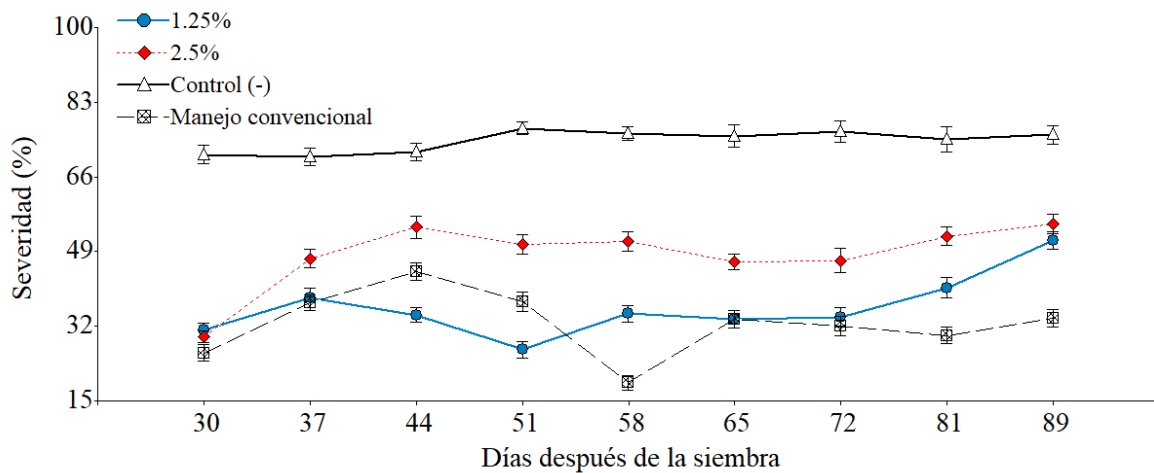
Además, Kidane y Jembere (2010), reportaron que el extracto de naranja (*Citrus sinensis*), aplicando una dosis de 0.75 g/250 g en frejol, logró una mortalidad del 67% después de 96 horas en condiciones de laboratorio contra *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo del frejol). En la presente investigación, el extracto de mandarina al 1.25% alcanzó un 84% de mortalidad sobre la pulgilla (*Epitrix* spp) al día 51. Aunque se trata de plagas pertenecientes a familias diferentes dentro del orden coleopteras, ambas comparten características como el ciclo biológico y la susceptibilidad a metabolitos derivados de extracos cítricos, entre ellos el limoneno y otros monoterpenos, lo que explica su efecto (Belchi, 2008).

4.2.5 Severidad de pulgilla

El análisis de varianza reporta diferencia significativa entre los días después de la siembra y los tratamientos para la variable severidad de pulgilla ($F:7.93$; $gL:24$; $p<0.0001$).

Figura 17

Severidad de pulgilla presente en el cultivo de papa



En la Figura 17 se observa que el tratamiento con extracto de mandarina a una concentración de 1.25% presentó menor severidad de daño en comparación con los tratamientos 2.5% y control negativo, siendo estas diferencias estadísticamente significativas. Durante los días 44 y 51, la concentración de 1.25% (T1) registró una reducción de la severidad 28% y 40%, respectivamente, en comparación con el manejo convencional (T4). Además, para el día 65 el tratamiento 1.25% (T1) logró mantener un nivel de severidad similar al manejo convencional.

En contraste, los tratamientos 2.5% y control negativo mostraron alta severidad de pulguilla, con valores de 46% y 75%, respectivamente.

Estos resultados coinciden con lo Shuaibu, Bandiya y Sufi (2017), quienes señalaron que la aplicación de polvo de cascara de cítricos (naranja dulce) contribuyó al control de la infestación del escarabajo *D. maculatus*, alcanzando una repelencia del 16.7% en el primer día y del 100% entre los días 5 al 9 en pescado ahumado almacenado. De manera similar, en el presente estudio se evidenció que la aplicación de extracto de mandarina 1.25% redujo al grado de daño por pulguilla de 37% adicional en comparación con el T2 (2.5%) al día 44, en condiciones de campo abierto en el cultivo de papa. Aunque ambos estudios emplean derivados de insumos derivados de cítricos, los resultados resaltan su potencial como alternativas sostenibles para reemplazar productos químicos tanto en la agricultura como en la industria alimentaria

Por otro lado, Pernal (1992) reportó que la introducción de escarabajos durante la primera temporada de crecimiento de papa no ocasionó pérdidas de rendimiento hasta 290 escarabajo por planta, establecido un umbral de daño entre 0.40 y 1.88%, equivalente a 4 a 19 escarabajos por planta. En el presente estudio, el tratamiento con extracto de mandarina al 1.25% registró una densidad de 0 a 6 puguillas por planta durante la fase experimental. Esto indica que el uso de extractos cítricos contribuye a reducir la severidad del daño causado por la pulguilla, debido a la presencia de compuestos bioactivos como los limonoides, flavonoides y aceites esenciales, los cuales poseen propiedades repelentes e insecticidas que afectan el comportamiento alimenticio y reproductivo de esta plaga (Hollingsworth, 2005).

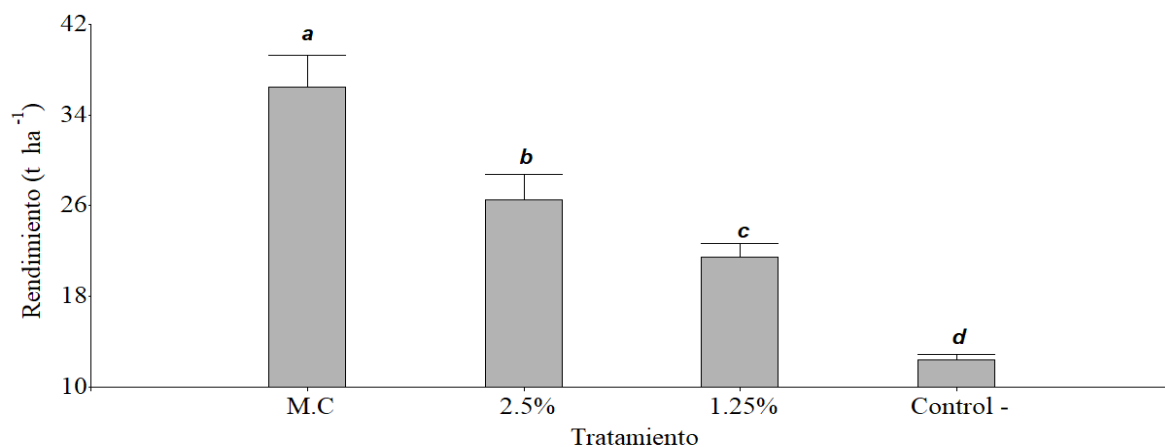
4.3. Rendimiento y Beneficio-Costo

4.3.1 Rendimiento del cultivo de papa

En los resultados del análisis de varianza indican que existe diferencia significativa con relación a la variable rendimiento del cultivo ($F:68.64$; $gL:3$; $p<0.0001$).

Figura 18

Rendimiento del cultivo de papa por cada tratamiento



La Figura 18 muestra que el tratamiento con mayor rendimiento del cultivo correspondió al manejo convencional (T4), con un valor 36.45 t ha^{-1} , con un 27% superior al obtenido con el tratamiento de extracto de mandarina al 2.5%, alcanzando 26.54 t ha^{-1} , diferencia que resultó estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$). A pesar de esta diferencia, es importante destacar que el tratamiento 2.5% presentó un 19% mayor en comparación con la concentración baja 1.25% y 53% superior al control negativo, el cual registró siendo el menor rendimiento.

Estudios realizados fueron reportados por Arcos (2013), quien evaluó el uso de los abonos orgánicos (gallinaza y guano) en campo abierto y obtuvo un rendimiento de 5.625 kg/ha^{-1} en la variedad superchola del cultivo de papa. Estos resultados difieren de los obtenidos en el presente estudio, donde el tratamiento con extracto de mandarina al 2.5% alcanzó un rendimiento de $26.540 \text{ kg/ha}^{-1}$. Esta diferencia puede atribuirse a que los abonos orgánicos aportan nutrientes al suelo y favorecen el desarrollo vegetal (ICA, 2016), mientras que los extractos cítricos, si bien no actúan como fertilizantes, contribuyen al control de plagas gracias a su contenido de compuestos bioactivo, reduciendo el daño al cultivo y en consecuencia mejorando el rendimiento.

Por otro lado, Quishpe, Valverde y Alvarado (2014), reportaron que la aplicación de gallinaza a una dosis de $15.000 \text{ kg/ha}^{-1}$ en la variedad INIAP – Fripapa, con una distancia de siembra de 0.30 m entre plantas, permitió alcanzar un rendimiento de $29.600 \text{ kg/ha}^{-1}$. Estos resultados son comparables con los obtenidos en la presente investigación, donde la aplicación de extracto de mandarina al 2.5% en la variedad única, con una distancia de siembra de 0.40 m, permitió alcanzar $26.540 \text{ kg/ha}^{-1}$ en la etapa de cosecha. Cabe resaltar que el tratamiento con

concentración baja 1.25% presentó un rendimiento 19% inferior en relación con el tratamiento 2.5%, lo que evidencia una mayor efectividad del extracto a concentraciones más altas.

4.3.2. Análisis beneficio-costo

Para el análisis beneficio-costo, se consideraron los costos totales que se realizó durante toda la fase experimental, los cuales abarcan los costos de establecimiento como los de producción en el cultivo de papa.

Tabla 5

Resultados del costo total, beneficio bruto y beneficio costo en la producción del cultivo de papa

	Unidad	1.25%	2.5%	Control -	M.C
Rendimiento	Kg/ha	21430	26540	12390	36450
Precio de venta	USD/kg	0.15	0.15	0.15	0.15
Costo total	USD/kg	2934.12	3060.36	814.55	4096.12
Beneficio bruto	USD/kg	3214.5	3981	1858.5	5467.5
Beneficio/costo	USD/kg	1.09	1.30	2.28	1.33

Nota: el cálculo del tratamiento control – se basó en el precio de referencia comercial, no el precio real recibido por calidad.

En los Anexos 3, 4, 5 y 6 se detallan los costos de producción y relación beneficio-costo correspondientes a los cuatro tratamientos evaluados, los cuales fueron analizados durante toda la fase del cultivo de papa.

En los resultados del análisis beneficio-costo evidencian que el tratamiento manejo convencional presentó el mayor margen de ganancia, con 0.33\$ por cada dólar invertido, seguido del tratamiento con extracto de mandarina al 2.5% (T2), que registró un margen de ganancia de 0.30\$ por cada dólar invertido. Por su parte, el tratamiento con extracto de mandarina 1.25% presentó un margen de ganancia de 0.09\$ por dólar invertido. En cuanto al control negativo, es importante señalar que los tubérculos obtenidos presentaron un peso promedio de 12 g, por lo que el precio pagado en campo fue inferior, y el valor económico estimado no representa el ingreso real obtenido, limitando su análisis comparativo.

El costo de producción en un área de 545.7 m² de cultivo de papa con aplicación de extracto de mandarina al 1.25% fue de \$2934.12, mientras que el tratamiento de manejo convencional alcanzó un costo total de \$4096.12. A pesar de que este último tratamiento registró el mayor rendimiento 36.450 kg ha⁻¹, también presentó el mayor costo de producción. Por otro lado, el control negativo obtuvo el menor rendimiento 12.390 kg ha⁻¹ y el menor costo total \$814.55, lo cual refleja un menor uso de insumos, aunque con baja productividad. El tratamiento 2.5%, mostró un costo de producción intermedio de \$3060.36 y un rendimiento de 26.540kg ha⁻¹,

ubicándose en un punto medio tanto en términos de inversión como de productividad. Estas diferencias influyen directamente en la rentabilidad de cada tratamiento y en su relación respectiva beneficio-costos.

En concordancia con estos resultados, Vega (2019), reporta que el costo de producción de papa varía entre \$3.563 por hectárea en Imbabura y \$3.330 por hectárea en Chimborazo, siendo la mano de obra el componente que representa el mayor gasto. En el presente estudio, el tratamiento 1.25% presentó un costo de \$3.214, generando una ganancia de 0.09 centavos de ganancia por cada dólar invertido, mientras que el tratamiento con extracto de mandarina al 2.5% alcanzó un costo de \$3.981, con una ganancia de 0.30 centavos de ganancia por cada dólar invertido, lo que demuestra que una mayor concentración del extracto mejora la rentabilidad, sin alcanzar los altos costos asociados al manejo convencional.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La aplicación de extracto hidroetanólico de mandarina a una concentración de 2.5% presentó mejor control de *B. cockerelli* y redujo el número de adultos en un 13.65%.

El extracto de mandarina a 2.5% de concentración no afecta a la entomofauna benéfica, contribuyendo al control de plagas y el manejo integrado sostenible del cultivo de papa.

Con la concentración de 2.5% de extracto de mandarina se alcanzó un rendimiento de 26.54 t ha⁻¹ y demostró ser eficiente en el control de plagas del cultivo de papa.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar investigaciones complementarias sobre la aplicación del extracto al suelo enfocando su efecto sobre la incidencia de tubérculos dañados y la calidad de tubérculos destinados a semillas, especialmente bajo el manejo del agricultor.

Se recomienda evaluar más ensayos con diferentes concentraciones del extracto de mandarina en otros cultivos, utilizando los disolventes permitidos en la agricultura y tomando en consideración la interacción de la fertilización de los cultivos para optimizar su efectividad.

REFERENCIAS

- Agustí, M., & Martínez, A. (07 de Junio de 2011). *Factores que influyen en el desverdizado de cítricos*. Obtenido de tecnicoagricola.es: https://www.tecnicoagricola.es/etiqueta/limon/page/2/?utm_source
- Alotaibi, S., Darwish, H., & Aizahrani, A. (27 de Agosto de 2022). *Potencial de control ambiental de dos aceites esenciales de cítricos contra Aphis punicae y Aphis illinoisensis (Hemiptera: Aphididae)*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/9/2040>
- Altieri, M. (1999). Agroecología bases científicas para una agricultura sustentable. *Editorial Nordan-Comunidad*, 71.
- Arroyo, W., & Tello, M. (Noviembre de 2020). *Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador*. Obtenido de JSAB: http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v8n2/v8n2_a06.pdf
- Belchi, D. (2008). *Toxicidad Volátil de monoterpenoides y mecanismos bioquímicos en insectos plagas del arroz almacenado*. Obtenido de Universidad de Murcia: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11037/LopezBelchi.pdf?se>
- Caffarini, P., Carrizo, P., & Pelicano, A. (2006). *Extractos cítricos como atrayentes para cebos hormiguicidas con sustancias naturales*. Obtenido de Universidad Nacional del Cuyo: <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382838552004.pdf>
- Caillagua, K., & Chancusing, E. (Agosto de 2022). *Evaluación de beauveria bassiana a partir de un cultivo monoespórico para el control de gusano blanco (Premnotrypes vorax) en condiciones de Laboratorio Campus Salache 2022*. Obtenido de Repositorio UTC: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9435>
- Cazco, C. (16 de Noviembre de 2016). *Evaluación de métodos agroecológicos para el control del gusano blanco (Premnotrypes vorax) en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L)*. Obtenido de Repositorio UTN: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5660>
- Cevallos, J. B. (2014). “EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE Meloidogyne EN TOMATE (Lycopersicon esculentum) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO”. *Universidad Técnica Estatal De Quevedo*, 11.
- Chavez, F. (14 de Mayo de 2019). *Generalidades de la papa*. Obtenido de <https://librosaccesoabierto.uptc.edu.co/index.php/editorial->

- uptc/catalog/download/156/192/3619?inline=1#:~:text=La%20papa%20es%20una%20planta,como%20semilla%20y%20producto%20consumible.
- Chilan, L. G. (2023). *Efectividad de trampas adhesivas para el control de pulgón (Myzus persicae), mosca blanca (Bemisia tabaci) y trips (Frankliniella occidentalis) en pimiento (Capsicum annuum) bajo invernadero*. Obtenido de UNESUM: <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4732/1/CHILAN%20CHILAN%20LICETH%20GINA.pdf>
- CIP. (2020). *Plagas y Enfermedades de la Papa*. Obtenido de CIP: <https://cipotato.org/es/potato/potato-pests-diseases/>
- Cuesta, X. (Junio de 2021). *FICHA TÉCNICA DE LA VARIEDAD DE PAPA INIAP-SuperFri*. Obtenido de INIAP: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5768/1/2.%20Ficha%20T%C3%A9cnica%20variedad%20INIAP%20SuperFri.pdf>
- Cunalata, J. V. (2020). *Evaluación de tres extractos vegetales en dos estados inmaduros de Psilido de la papa (Bactericera cockerelli)*. Obtenido de UTA: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7824a58a-1721-4995-b16a-a5d38979d8de/content>
- Del Monte AG. (2024). *Producción de papa en Ecuador y su importancia*. Obtenido de Del Monte AG: <https://delmonteag.com.ec/produccion-de-papa-en-ecuador-y-su-importancia/>
- Escobar, T. M. (Agosto de 2021). *valuación del efecto de dos alternativas ecológicas en la mortalidad de insectos benéficos, abejas (Apis mellifera) y mariquitas (Coccinellidae) en el cultivo de Chocho (Lupinus mutabilis), cantón Salcedo provincia de Cotopaxi, 2021*. Obtenido de UTC: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8119>
- Estrada, C. I. (Septiembre de 2008). *Control biológico de insectos un enfoque agroecológico*. Obtenido de Editorial Universidad de Antioquia: <https://archive.foodfirst.org/wp-content/uploads/2016/01/Control-biologico-de-insectos-un-enfoque-agroecologico.pdf>
- Fierascu, R., & Pirvu, C. (30 de Noviembre de 2019). *La aplicación de aceites esenciales como pesticidas de próxima generación: avances recientes y perspectivas futuras*. Obtenido de De Gruyter Brill: <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/znc-2019-0160/html>

- Flor de Planta. (12 de Enero de 2011). *Mandarina, necesidades para el cultivo*. Obtenido de <https://www.flordeplanta.com.ar/arboles/mandarina-necesidades-para-el-cultivo-clima-suelo-abono-riego-poda-cosecha/>
- Guamarrigra, L. J. (Julio de 2016). *VALIDACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL TIZÓN TARDÍO (Phytophthora infestans) DE LA PAPA, EN TRES VARIEDADES, PÍLLARO*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/8223/1/T-UCE-0004-53.pdf>
- Gutiérrez, Ruipérez, & Alvarez. (1993). *LOS SUBPRODUCTOS DE CITRICOS EN ALIMENTACION ANIMAL. I. PRODUCCION, TIPOS, COMPOSICION Y VALOR NUTRITIVO*. . Obtenido de Producción Animal. Nutrición y Alimentación Animal. Fac. de Veterinaria. : https://dehesa.unex.es:8443/bitstream/10662/14315/1/0214-039X_5_47.pdf
- Himashree, B. (2020). Citrus Essential Oils (CEOs) and Their Applications in Food: An Overview. *MDPI*, 5-6-7.
- Hollingsworth, R. (Junio de 2005). *Limonene, a citrus extract, for control of mealybugs and scale insects*. Obtenido de PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16022305/>
- ICA. (12 de Abril de 2016). *Manejo de la gallinaza y su utilización como abono de la agricultura*. Obtenido de Biblioteca digital Agropecuaria de Colombia: <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34918/66569.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ICA. (2022). Sintomas de punta morada. *Instituto Colombiano Agropecuario*, 2.
- INIFAP. (2019). Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos. *INIFAP*, 8.
- Intagri. (2016). *Manejo Integrado de Paratrioza*. Obtenido de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-paratrioza>
- Invesa. (2020). *Mandarina*. Obtenido de Invesa compañía amiga: [https://www.invesa.com/product/mandarina/#:~:text=Mandarina%20\(CITRUS%20RE TICULATA%20BLANCO.\),base%20y%20el%20%C3%A1pice%20obtusos](https://www.invesa.com/product/mandarina/#:~:text=Mandarina%20(CITRUS%20RE TICULATA%20BLANCO.),base%20y%20el%20%C3%A1pice%20obtusos).
- Kidane, D., & Jembere, B. (Enero de 2010). *Evaluación de la cáscara de naranja Citrus sisnensis como fuente derepelente, tóxico y protector contra Zabrotes subfasciatus(Coleoptera)*. Obtenido de ReaerchGate: researchgate.net/publication/266379187_Evaluation_of_orange_Peel_citrus_Sinensis_L_As_a_Source_of_Repellent_Toxicant_and_Protectant



- Koppert. (2025). *Control Biológico de plagas* . Obtenido de Koppert: <https://www.koppert.ec/proteccion-de-cultivos/control-biologico-de-plagas/#:~:text=El%20control%20de%20plagas%20es,el%20medio%20ambiente%20y%20segura.>
- Lalangui, V. C. (2018). *Efecto in vitro del aceite esencial y extracto etanólico de andarina Citrus Reticulata frente a streptococcus mutans*. Obtenido de Universidad Regional Autónoma de los Andes: <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/8800/1/PIUAMFCH032-2018.pdf>
- Lü, J. (1 de Diciembre de 2017). *Efecto del aceite esencial de Citrus reticulata Blanco sobre adultos de Cryptolestes ferrugineus (Stephens)*. Obtenido de Elsevier: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X22096090?utm_source=chatgpt.com
- Luzón, J. A. (2024). *Evaluación del potencial inhibitorio de aceites esenciales de plantas cítricas contra el crecimiento de Hemileia vastatrix (roya del café) en condiciones in vitro*. Obtenido de UNL: https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/29956/1/JenniferAdriana_Lude%20c3%b1aLuz%20c3%b3n.pdf
- MAG. (2022). *Ecuador se proyecta a ser exportador de papa*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-se-proyecta-a-ser-exportador-de-papa/?utm_source=chatgpt.com
- Mediavilla, N. A. (2022). *Obtención de un aceite esencial extraído de la cascara de mandarina Citrus reticulata para control e mosca blanca Trialeurodes vaporariorum W*. Obtenido de UTN: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13162/2/03%20EIA%20573%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Mousa, K., & Ueno, k. (2019). Intercropping Potato with Citrus Trees as Ecologically–Based Insect Pest Management. *ResearchGate*, 75-76.
- Nevárez, J. C. (31 de Enero de 2025). *EFEECTO DE ACEITES ESENCIALES DE CÍTRICOS EN EL MANEJO DE NINFAS DE COCHINILLAS*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d559993d-8f48-498f-830b-5e90a268997f/content>

- Panchi, N., & Navarrete, I. (2013). Guía fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador. *INIAP*, 38-54.
- Pernal, F. (1992). *ECONOMIC INJURY LEVELS AND FEEDING STUDIES FOR THE POTATO FLEA BEETLE, Epitrix cucumerfs (Harris), IN MANITOBA*. Obtenido de University of Manitoba: https://mspace.lib.umanitoba.ca/items/019ea27a-559d-4ce7-9ae1-1d7a154d15b3?utm_source
- Quishpe, J., Valverde, F., & Alvarado, S. (14 de Junio de 2014). *Efecto de la Aplicación de Abonos Orgánicos en la Productividad de Papa (Solanum tuberosum)*. Obtenido de Iniap-Ecuador: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4499/1/iniapscCDEVENTOS%20CIENT%3%8DFICOS59.pdf>
- Ramos, D., & Terry, E. (Diciembre de 2014). *Generalidades de los abonos orgánicos*. Obtenido de SciELO: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007#:~:text=El%20abono%20org%C3%A1nico%20es%20el,plantas%20que%20crecen%20en%20el.
- Tixicuro, A. P. (Enero de 2025). *Efecto del extracto vegetal de higuera (Recinus communis L) sobre el control de Bactericera cockerelli Sulc. en el cultivo de uvilla (Physalis peruviana L) Otavalo-Imbabura*. Obtenido de UTN: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/16859/2/03%20AGP%20450%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Vásconez, L. (30 de Mayo de 2024). *Estas son las tres provincias con mayor producción de papa en Ecuador*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/provincias-con-mayor-produccion-de-papa-en-ecuador.html>
- Vega, F. (Marzo de 2019). *DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PAPA (SOLANUM TUBEROSUM) EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. Obtenido de Observatorio de la Economía Latinoamericana: <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/03/produccion-cultivo-papa.html>
- Villamil, H. J. (2023). *Requerimientos de nutrición en papa*. Obtenido de Fisiología de la nutrición en papa: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17446/41891_44474.pdf?sequence=1&utm_source

ANEXOS

Anexo 1

Análisis de suelo de las unidades experimentales de la granja la pradera

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Tels. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec	
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

INFORME DE ENSAYO No: 22-0658

NOMBRE DEL CLIENTE: CHANG HWAN PARK
 PETICIONARIO: CHANG HWAN PARK
 EMPRESA/INSTITUCIÓN: CHANG HWAN PARK
 DIRECCIÓN: La Carolina

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 15/11/2022
 HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 15:10
 FECHA DE ANÁLISIS: 21/11/2022
 FECHA DE EMISIÓN: 25/11/2022
 ANÁLISIS SOLICITADO: 54

Análisis	pH	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO	CO.*	Textura (%)				IDENTIFICACIÓN	
																			Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural		
22-2506	7,42	P N	82,96 A	14,41 M	11,89 B	0,82 B	0,32 M	13,40 A	4,88 A	2,5 B	9,7 A	66 A	20,5 A	2,75	15,13	56,67	18,59	1,61	M	57	31	12	FRANCO-ARENOSO	Daniela Chamorro

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E.*	N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACION
	ppm	ppm	meq/100g	%	%	ppm	meq/100g	ppm	ppm	ppm	

OBSERVACIONES:

* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA	
pH = Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olen Modificado
SR = Fósforo de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olen Modificado
	S = Curcuma

INTERPRETACION		
pH	Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LA = Liger Acido	LA = Liger Alcalino	M = Medio
PN = Pnac. Neutro	AL = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal	T = Tóxico (Boro)	

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. = Pasta Saturada	
M.O. = Cromatato de Potasio	
Muel = Titulación NaOH	

INTERPRETACION			
Al+H y Na	C.E.		M.O y Cl
B = Bajo	NB = No Salino	S = Salino	S = Bajo
M = Medio	LS = Lg. Salino	MS = Muy Salino	M. = Medio
T = Tóxico			A = Alto



LABORATORISTA

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario de mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

* Opiniones de interpretación, etc, que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.



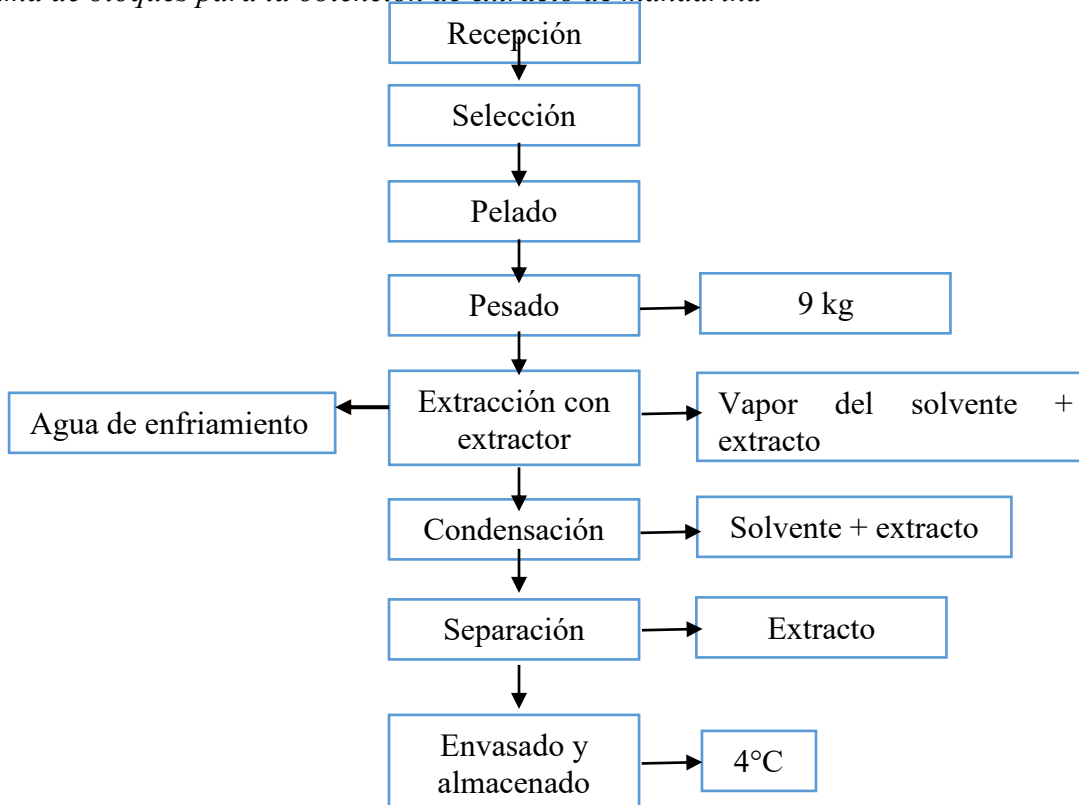
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Activar Windows

Vea Configuración de Windows para activar Windows

Anexo 2

Diagrama de bloques para la obtención de extracto de mandarina



Anexo 3

Costo de producción para tratamiento 1.25%

T1 (1.25%)	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Costos Directos				
1. Preparación del suelo				
Arado	Tractor	2	15.00	30.00
Rastra	Tractor	2	15.00	30.00
Surcado	Jornal	4	15.00	60.00
Limpieza	Jornal	4	15.00	60.00
2. Mano de obra				
Siembra y abonado	Jornal	4	15.00	60.00
Riego	Jornal	5	12.00	60.00
Deshierbe y abonado	Jornal	5	12.00	60.00
Aporque	Jornal	4	12.00	60.00
Medio aporque	Jornal	3	15.00	45.00
Cosecha	Jornal	5	12.00	60.00
3. Insumos				
Semilla: Única	Qq	1	20.00	20.00
Análisis de suelo	Análisis	1	70.00	70.00
Biol	L	15	6.00	90
Compost	Kg	150	0.11	16.50
Coadyuvante	MI	52	0.07	3.64
Costales	Unidad	18	0.25	4.50
Otros	-			146.50
4. Productos químicos				
Fungicidas (Metamil)	Kg	10	12.00	120.00
Fluopicolide + Propamocarb clohidrato	Cc	5000	0.09	450.00
Propineb + Fluopicolide	G	6000	0.015	90.00
Carboxin + Captan	Kg	4	18.00	72.00
Azoxistrobina	MI	3000	0.14	420.00
Fertilizantes (NPK)	Kg	80	2.00	25.00
Carbonato de calcio	Kg	50	0.50	25.00
Yara complex	Kg	50	2.50	125.00
Muriato de potasio	Kg	60	1.80	108.00
18-46-0	Kg	60	2.00	120.00
Sufulmag	Kg	60	1.70	102.00
5. Insecticida orgánico				
Extracto de mandarina	MI	212.5	0.54	114.75
Subtotal de costo directo				2647.89
Costo indirecto				
Fumigador de 1 litro	Unidad	1	8.00	8.00
Medidores	Unidad	5	1.00	5.00
Gramera	Unidad	1	6.50	6.50
Subtotal de costo indirecto				19.50
Subtotal final				2667.39

T1 (1.25%)	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Imprevistos 10%				266.73
TOTAL COSTO				2934.12
RENDIMIENTO				21430 kg
PRECIO DE VENTA				0.15
BENEFICIO BRUTO				3214.5
BENEFICIO COSTO				1.09

Anexo 4

Costo de producción para tratamiento 2.5%

T2 (2.5%)	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Costos Directos				
<i>1. Preparación del suelo</i>				
Arado	Tractor	2	15.00	30.00
Rastra	Tractor	2	15.00	30.00
Surcado	Jornal	4	15.00	60.00
Limpieza	Jornal	4	15.00	60.00
<i>2. Mano de obra</i>				
Siembra y abonado	Jornal	4	15.00	60.00
Riego	Jornal	5	12.00	60.00
Deshierbe y abonado	Jornal	5	12.00	60.00
Aporque	Jornal	4	12.00	60.00
Medio aporque	Jornal	3	15.00	45.00
Cosecha	Jornal	5	12.00	60.00
<i>3. Insumos</i>				
Semilla: Única	qq	1	20.00	20.00
Análisis de suelo	Análisis	1	70.00	70.00
Biol	l	15	6.00	90.00
Compost	kg	150	0.11	16.50
Costales	Unidad	18	0.25	4.50
Coadyuvante	ml	51	0.07	3.64
Otros	-			146.50
<i>4. Productos químicos</i>				
Fungicidas (Metamil)	kg	10	12.00	120.00
Fluopicolide + Propamocarb clohidrato	cc	5000	0.09	450.00
Propineb + Fluopicolide	g	6000	0.015	90.00
Carboxin + Captan	kg	4	18.00	72.00
Azoxistrobina	ml	3000	0.14	420.00
Fertilizantes (NPK)	kg	80	2.00	25.00
Carbonato de calcio	kg	50	0.50	25.00
Yara complex	kg	50	2.50	125.00
Muriato de potasio	kg	60	1.80	108.00
18-46-0	kg	60	2.00	120.00
Sufulmag	kg	60	1.70	102.00
<i>5. Insecticida orgánico</i>				
Extracto de mandarina	ml	425	0.54	229.50
Subtotal de costo directo				2762.64
Fumigador de 1 litro	Unidad	1	8.00	8.00
Medidores	Unidad	5	1.00	5.00
Gramera	Unidad	1	6.50	6.50
Subtotal de costo indirecto				19.5
Subtotal final				2782.14
Imprevistos 10%				278.21
TOTAL COSTO				3060.36
RENDIMIENTO				26540 kg
PRECIO DE VENTA				0.15

T2 (2.5%)	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
BENEFICIO BRUTO				3981
BENEFICIO COSTO				1.30

Anexo 5

Costo de producción para tratamiento Control negativo

T3 (Control -)	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Costos Directos				
1. Preparación del suelo				
Arado	Tractor	2	15.00	30.00
Rastra	Tractor	2	15.00	30.00
Surcado	Jornal	4	15.00	60.00
Limpieza	Jornal	4	15.00	60.00
2. Mano de obra				
Siembra	Jornal	4	15.00	60.00
Riego	Jornal	5	12.00	60.00
Deshierbe	Jornal	5	10.00	60.00
Aporque	Jornal	4	12.00	60.00
Medio aporque	Jornal	3	15.00	45.00
Cosecha	Jornal	5	12.00	60.00
3. Insumos				
Semilla: Única	qq	1	20.00	20.00
Análisis de suelo	Análisis	1	70.00	70.00
Carbonato de calcio	kg	50	0.25	12.50
Costales	Unidad	18	0.25	4.50
Otros	-			63.00
Subtotal de costo directo				695.00
Subtotal de costo indirecto				
Transporte	-			45.50
Subtotal final				740.50
Imprevistos 10%				74.05
TOTAL COSTO				814.55
RENDIMIENTO				12390 kg
PRECIO DE VENTA				0.15
BENEFICIO BRUTO				1858,5
BENEFICIO COSTO				2.28

Anexo 6

Costo de producción para tratamiento Manejo Convencional

T4 (Manejo convencional)	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Costos Directos				
1. Preparación del suelo				
Arado	Tractor	2	15.00	30.00
Rastra	Tractor	2	15.00	30.00
Surcado	Jornal	4	15.00	60.00
Limpieza	Jornal	4	15.00	60.00
2. Mano de obra				
Siembra y abonado	Jornal	4	15.00	60.00
Fertilización inicial	Jornal			
Riego	Jornal	5	12.00	60.00
Deshierbe y abonado	Jornal	5	12.00	60.00
Aporque	Jornal	4	12.00	60.00
Medio aporque	Jornal	3	15.00	45.00
Cosecha	Jornal	5	12.00	60.00
3. Insumos				
Semilla: Única	qq	1	20.00	20.00
Análisis de suelo	Análisis	1	70.00	70.00
Costales	Unidad	18	0.25	4.50
Otros	-			146.50
4. Productos químicos				
Insecticida (Imidacloprid)	ml	3000	0.10	300.00
Thiamethoxam + Lambda-cyhalothrin	ml	3000	0.12	360.00
Acephate	g	6000	0.015	90.00
Fipronil	ml	3000	0.11	330.00
Malathion	ml	3000	0.09	270.00
Thiacloprid + Spirotetramat	ml			
Fungicidas (Metamil)	kg	10	12.00	120.00
Fluopicolide + Propamocarb clohidrato	cc	5000	0.09	450.00
Propineb + Fluopicolide	g	6000	0.015	90.00
Carboxin + Captan	kg	4	18.00	72.00
Azoxistrobina	ml	3000	0.14	420.00
Fertilizantes (NPK)	kg	80	2.00	25.00
Carbonato de calcio	kg	50	0.50	25.00
Yara complex	kg	50	2.50	125.00
Muriato de potasio	kg	60	1.80	108.00
18-46-0	kg	60	2.00	120.00
Sufulmag	Kg	60	1.70	102.00
Subtotal de costo directo				3682.25
Costo indirecto				
Bomba de mochila	Unidad	1	30.00	30.00
Medidores	Unidad	5	1.00	5.00
Gramera	Unidad	1	6.50	6.50

T4 (Manejo convencional)	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Subtotal de costo indirecto				41.50
Subtotal final				3723.75
Imprevistos 10%				372.37
TOTAL COSTO				4096.12
RENDIMIENTO				36450 kg
PRECIO DE VENTA				0.15 ctvs
BENEFICIO BRUTO				5467.5
BENEFICIO COSTO				1.33

Anexo 7

Equipo de extractor



Anexo 8

Almacenado de extracto de mandarina



Anexo 9

Prueba de fitotoxicidad en plantas de papa



Anexo 10

Aplicación de extracto de mandarina en diferentes dosis

