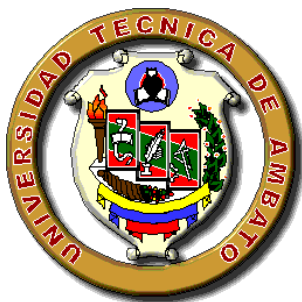




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA

**Aplicación de extracto de ajo ozonizado para el control de
paratuberculosis (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de papa (*Solanum
tuberosum*) en el Cantón Mocha**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

Autora: Freire Bonilla Edith Scarlet

Tutor: Ing. Zurita Vásquez José Hernán, Mg.

CEVALLOS – ECUADOR

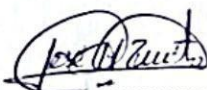
2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del trabajo de Titulación sobre el tema: **Aplicación de extracto de ajo ozonizado para el control de paratuberculosis (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en el Cantón Mocha** del alumno Freire Bonilla Edith Scarlet, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo, expongo que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado en su totalidad, el mismo que responde a las normas establecidas en el **Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato**.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designados por **Consejo Directivo de la Facultad**.

Cevallos, junio 2026



Ing. Zurita Vásquez José Hernán, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El suscrito, **Freire Bonilla Edith Scarlet**, portador de cédula de ciudadanía número: 1850291707, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: **Aplicación de extracto de ajo ozonizado para el control de paratuberculosis (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en el Cantón Mocha** es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es expresamente de mi responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

Cevallos, junio de 2026

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature appears to be 'Edith Scarlet' with a stylized 'F' at the beginning. Below the signature is a horizontal dotted line.

Freire Bonilla Edith Scarlet

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **Aplicación de extracto de ajo ozonizado para el control de paratuberculosis (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en el Cantón Mocha** como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad. Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial. Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final o de parte de él.

Cevallos, junio 2026

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Scarlet', is written over a horizontal dotted line.

Freire Bonilla Edith Scarlet

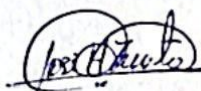
AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el Trabajo de Titulación, Aplicación de extracto de ajo ozonizado para el control de paratuberculosis (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en el Cantón Mocha, de Freire Bonilla Edith Scarlet, estudiante de la carrera de Agronomía, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el Título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado

Cevallos, junio de 2026

REVISADO POR



Ing. Zurita Vásquez José Hernán, Mg.
TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

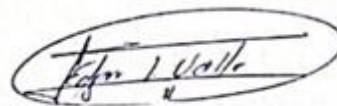
Para constancia firman:



Ing. Vásquez Freytez Carlos Luis, PhD.
PRESIDENTE



Ing. Mg. León Gordón Olguer Alfredo
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Mg. Valle Velastegui Edgar Luciano
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, a mi San Juanito y a mi Santa Lucía, por acompañarme en cada paso de este camino, brindándome fortaleza, esperanza y confianza para no rendirme ante las dificultades y alcanzar una de las metas más importantes de mi vida.

A mis queridos padres, Hernan y Jessica, por su amor incondicional, esfuerzo y sacrificio. Gracias por estar siempre a mi lado, por apoyarme en cada decisión y por enseñarme que con dedicación y perseverancia todo sueño puede hacerse realidad. Este logro es también suyo.

A toda mi familia, por su cariño, sus consejos y sus constantes palabras de aliento. Su apoyo fue fundamental durante mi formación académica y me motivó a seguir adelante en los momentos más difíciles.

Con todo mi amor y gratitud, dedico esta tesis a quienes creyeron en mí y me acompañaron durante este importante camino.

Freire Bonilla Edith Scarlet

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, a mi querido San Juanito y a mi Santa Lucía, por iluminar mi camino, fortalecer mi fe y brindarme la sabiduría necesaria para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mi Universidad Técnica de Ambato, y a sus docentes, por los conocimientos, experiencias y valores compartidos durante mi formación profesional

De manera especial, agradezco al Ing. Hernán Zurita, tutor de la presente investigación, por su orientación, paciencia, apoyo y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo, los cuales fueron fundamentales para mi culminación.

Extiendo también mi agradecimiento al Ing. Juan Yáñez por su acompañamiento, colaboración y recomendaciones, que contribuyeron significativamente al fortalecimiento de esta investigación.

Mi profunda gratitud a mis padres por su apoyo incondicional, confianza y motivación constante, así como por facilitar el terreno donde se desarrolló la fase experimental del cultivo de papa, haciendo posible la ejecución de la presente investigación.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron al desarrollo de este trabajo y me brindaron su apoyo durante esta importante etapa de mi vida.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.

Freire Bonilla Edith Scarlet

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	2
1.1 Antecedentes Investigativos	2
1.2 Bases conceptuales	5
1.2.1 Clasificación y morfología de <i>Bactericera cockerelli</i>	5
1.2.2 Fisiopatología del complejo “Zebra Chip”	5
1.2.3 Metabolitos secundarios del Ajo (<i>Allium sativum</i>).....	6
1.2.4 El fenómeno de la Ozonólisis y formación de ozónidos.....	6
1.2.5 Resistencia de plagas y Manejo Integrado (MIP)	6
1.2.6 Obtención y estabilización del extracto de ajo mediante	6
ozonización.....	6
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos	7
CAPÍTULO II	8
METODOLOGÍA	8

2.1. Ubicación del estudio	8
2.2 Equipos y materiales.....	8
2.2.1 Equipos.....	8
2.2.2 Materiales.....	8
2.3 Tipo de investigación	9
2.4 Hipótesis.....	9
2.5 Diseño experimental	9
2.5.1 Factores de estudio.....	10
2.5.2 Tratamientos	10
2.6 Manejo del experimento	10
2.6.1 Material vegetal	10
2.6.2 Preparación del terreno	11
2.6.3 Siembra	11
2.6.4 Manejo agronómico del cultivo	11
2.6.5 Aplicación de tratamientos	11
2.6.6 Cosecha	12
2.7 Variables respuesta	12
2.7.1 Número de huevos de <i>Bactericera cockerelli</i>	12
2.7.2 Número de ninfas de <i>Bactericera cockerelli</i>	12
2.7.3 Incidencia de daño asociado de punta morada	12
2.7.4 Presencia de fitoplasma en los tubérculos.....	13
2.7.5 Rendimiento total (kg/parcela).....	13
2.7.6 Rendimiento comercial (kg/parcela).....	13
2.8 Procesamiento de la información y análisis estadístico	13
CAPÍTULO III.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
3.1. Análisis estadístico y discusión de los resultados	14
3.1.1 Número de huevos de <i>Bactericera cockerelli</i>	14
3.1.2 Número de ninfas de <i>Bactericera cockerelli</i>	16

3.1.3 Incidencia de daño asociado de punta morada	17
3.1.4 Presencia de fitoplasma en los tubérculos.....	19
3.1.5 Rendimiento total (kg/parcela).....	20
3.1.6 Rendimiento comercial (kg/parcela).....	21
CAPÍTULO IV	23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
4.1 Conclusiones	23
4.2 Recomendaciones.....	23
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
ANEXOS	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dosis y frecuencia de aplicación.....	10
Tabla 2. Prueba de Tukey al 5 % para la variable número de huevos de <i>Bactericera cockerelli</i> cada 15 días	15
Tabla 3. Prueba de Tukey al 5 % para la variable número de ninfas de <i>Bactericera cockerelli</i> cada 15 días.....	17
Tabla 4. Rendimiento total por tratamiento, incluyendo medias de producción.....	20
Tabla 5. Rendimiento comercial por tratamiento, incluyendo medias de producción	22

RESUMEN EJECUTIVO

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) representa un pilar socioeconómico fundamental para la seguridad alimentaria en la región andina de Ecuador; sin embargo, su productividad enfrenta retos críticos debido a la acción del psílido *Bactericera cockerelli*, vector del fitoplasma responsable de la “punta morada”, enfermedad capaz de causar pérdidas de rendimiento cercanas al 100%. Ante la urgente necesidad de reducir la dependencia de agroquímicos sintéticos, el presente trabajo de investigación, enmarcado en la línea de manejo fitosanitario sostenible, evaluó la eficacia del extracto de ajo ozonizado para el control de esta plaga en el Cantón Mocha utilizando un diseño de bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial (2x2+1), comparando dosis de 2.5 cc/lt y 5 cc/lt frente a frecuencias de 8 y 15 días. Se cuantificó la incidencia de huevos, ninfas, presencia de fitoplasma en el tubérculo y rendimiento total. La novedad científica radica en la aplicación de la ozonólisis para estabilizar los metabolitos secundarios del ajo, formando ozónidos altamente reactivos que potencian su acción insecticida y repelente contra estadios sésiles de *B. cockerelli*, obteniéndose que el mejor tratamiento es D1F1 (2,5 cc/lt cada 8 días), seguido de D2F2, y en la relación con el testigo, se obtuvo una menor incidencia poblacional y una mayor estabilidad del cultivo, que la aplicación de 2,5 cc/lt cada 8 días constituye la estrategia técnica más eficiente bajo condiciones locales. Esta propuesta ratifica que la ozonización de extractos vegetales optimiza el control fitosanitario, ofreciendo una solución innovadora, económicamente viable y ambientalmente responsable que garantiza la calidad del tubérculo frente a la presión plaguicida.

PALABRAS CLAVES: PARATRIOZA, EXTRACTO DE AJO OZONIZADO, OZONÓLISIS, SOSTENIBLE

ABSTRACT

Potato cultivation (*Solanum tuberosum*) is a fundamental socioeconomic pillar for food security in the Ecuadorian Andean region; however, its productivity faces critical challenges due to the psyllid *Bactericera cockerelli*, the vector of the phytoplasma responsible for "purple top" disease, which can cause yield losses of nearly 100%. Given the urgent need to reduce reliance on synthetic agrochemicals, this research—framed within the line of sustainable phytosanitary management—evaluated the efficacy of ozonated garlic extract in controlling this pest in the Mocha Canton. A Randomized Complete Block Design (RCBD) with a factorial arrangement (2x2+1) was used, comparing doses of 2.5 cc/L and 5 cc/L against application frequencies of 8 and 15 days. The incidence of eggs, nymphs, the presence of phytoplasma in tubers, and total yield were quantified. The scientific novelty lies in the application of ozonolysis to stabilize the secondary metabolites of garlic, forming highly reactive ozonides that enhance its insecticidal and repellent action against sedentary stages of *B. cockerelli*. Results indicated that the most effective treatment was D1F1 (2.5 cc/L every 8 days), followed by D2F2. Compared to the control group, these treatments showed a lower population incidence and greater crop stability, establishing that the application of 2.5 cc/L every 8 days constitutes the most efficient technical strategy under local conditions. This proposal confirms that the ozonation of plant extracts optimizes phytosanitary control, offering an innovative, economically viable, and environmentally responsible solution that guarantees tuber quality in the face of pesticide pressure.

KEYWORDS: POTATO PSYLLID, OZONIZED GARLIC EXTRACT, OZONOLYSIS, SUSTAINABLE

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es considerada el cuarto cultivo alimenticio más importante a nivel mundial, después del maíz, arroz y trigo. En años recientes, la producción global ha superado consistentemente los 370 millones de toneladas, consolidándose como un pilar fundamental para la seguridad alimentaria de más de mil millones de personas (FAO, 2023). En Ecuador, este cultivo desempeña un papel socioeconómico vital dentro de los sistemas productivos de la región andina, siendo cultivado en las diez provincias de la Sierra ecuatoriana (INIAP, 2024).

No obstante, la sanidad del cultivo enfrenta retos críticos. La punta morada de la papa es una de las enfermedades más destructivas en América, capaz de causar pérdidas de rendimiento cercanas al 100% cuando no se controla adecuadamente. Sus agentes causales son los fitoplasmas y la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*, son transmitidos principalmente por insectos vectores como el psílido *Bactericera cockerelli* (Galindo et al., 2024). Dada la capacidad de esta plaga para propagarse mediante tubérculos semilla infectados y su alta tasa de dispersión, la enfermedad representa un problema fitosanitario de primera prioridad (Álvarez et al., 2022).

Ante la necesidad de reducir la dependencia de agroquímicos, el uso de ozono (O₃) en la protección de cultivos se perfila como una tecnología de vanguardia hacia una agricultura sostenible. La interacción del ozono con extractos de origen vegetal permite la formación de ozónidos, moléculas altamente reactivas que degradan las estructuras biológicas de las plagas mediante procesos oxidativos controlados (Wang et al., 2023). Al aplicar esta técnica al extracto de ajo (*Allium sativum*), se potencia su actividad insecticida y repelente contra la Paratrioza, ofreciendo un manejo fitosanitario en el Cantón Mocha que minimiza la presencia de residuos químicos, dado que el ozono se descompone naturalmente en oxígeno (Benelli & Pavela, 2021).

Históricamente, el uso intensivo de insecticidas sintéticos ha provocado desequilibrios en el agroecosistema, eliminando fauna benéfica y acelerando la resistencia genética en poblaciones de *B. cockerelli*. Frente a esta situación, surge la necesidad de implementar alternativas bioracionales con modos de acción multisitio, como los compuestos derivados del ajo estabilizados mediante ozonización. Este enfoque no solo responde a las demandas de una producción de papa más limpia, sino que mitiga los impactos sobre el medio ambiente y los riesgos de toxicidad para productores y consumidores (Slusarenko et al., 2022).

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es considerado uno de los sistemas agrícolas más relevantes a nivel mundial, debido a su importancia en la alimentación humana y su contribución a la seguridad alimentaria. En Ecuador, particularmente en la región andina, este cultivo constituye una de las principales fuentes de ingreso para pequeños y medianos productores. Sin embargo, la producción de papa enfrenta diversos problemas fitosanitarios que afectan tanto el rendimiento como la calidad de tubérculos, siendo las plagas uno de los factores que más limitan su desarrollo durante las diferentes etapas del cultivo (FAO, 2023; INIAP, 2024).

Entre las plagas que ocasionan mayores daños en el cultivo de papa se encuentra la paratrioza, un insecto que se alimenta de la savia de las plantas, provocando debilitamiento, deformación de las hojas y alteraciones en el crecimiento del cultivo. Asimismo, esta especie es reconocida por su capacidad de transmitir la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*, responsable de la enfermedad conocida como “Zebra chip”, la cual afecta la calidad de los tubérculos y genera pérdidas económicas importantes en diversos países productores de papa como México, Perú, Ecuador y Colombia (Galindo et al., 2024).

Para disminuir los daños ocasionados por esta plaga, los agricultores recurren principalmente al uso de insecticidas químicos. No obstante, la aplicación frecuente

de estos productos ha generado diferentes inconvenientes, entre ellos el desarrollo de resistencia por parte de la plaga, el incremento de los costos de producción y efectos negativos sobre el medio ambiente, la salud humana y los organismos benéficos presentes en los sistemas agrícolas. Además, en muchos sistemas de producción aún es limitada la implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas orientados específicamente al control de la paratrioza (**Álvarez et al., 2022**).

A nivel regional, también se presentan dificultades relacionadas con la falta de coordinación entre instituciones de investigación, organismos encargados de la sanidad agrícola y los productores. Aunque algunas universidades y centros de investigación han desarrollado estudios relacionados con el manejo de esta plaga, la transferencia de conocimientos y tecnologías hacia los agricultores continúa siendo insuficiente. De igual manera, la disponibilidad de infraestructura destinada a la producción y distribución de agentes de control biológico sigue siendo limitada, lo que dificulta la aplicación de estrategias que combinen diferentes métodos de control de forma sostenible (**INIAP, 2024; MAG, 2023**).

En el contexto local, los agricultores son quienes enfrentan directamente las consecuencias de la infestación por paratrioza. En muchos casos, el conocimiento sobre el ciclo de vida del insecto, los momentos adecuados para su control y las alternativas de manejo sostenible es limitado. Esta situación provoca que se recurra con frecuencia al uso repetido de insecticidas sin asesoramiento técnico adecuado, lo que reduce la eficacia del manejo y aumenta los costos de producción (**FAO, 2023; INIAP, 2024**).

Ante esta problemática, en los últimos años se ha incrementado el interés por investigar alternativas de control más sostenibles y amigables con el ambiente. En este sentido, los productos de origen vegetal han comenzado a ser considerados como una opción viable dentro del manejo de plagas agrícolas. El ajo (*Allium sativum*) contiene compuestos naturales con propiedades insecticidas, repelentes y antimicrobianas que pueden contribuir al control de diversos insectos que afectan los cultivos. Además, procesos como la ozonización podrían mejorar sus propiedades, aumentando su eficiencia como agente de control natural (**Benelli y Pavela, 2021**).

Por lo tanto, resulta necesario continuar investigando estrategias que permitan reducir la incidencia de la paratrioza mediante métodos más sostenibles que disminuyan la dependencia de insecticidas químicos. En este contexto, se plantea la evaluación del efecto del aceite de ajo ozonizado en el control de la paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en el Cantón Mocha **(Wang et al., 2023)**.

Diversas investigaciones han analizado el impacto de la paratrioza en los sistemas de producción de papa, destacando que su presencia puede ocasionar importantes reducciones en el rendimiento del cultivo. La alimentación de este insecto sobre los tejidos vegetales provoca alteraciones fisiológicas en las plantas, tales como amarillamiento de las hojas, retraso en el crecimiento y reducción en la formación de tubérculos. Estos efectos influyen directamente en la productividad del cultivo, generando pérdidas económicas significativas para los agricultores, especialmente en sistemas de producción donde no se aplican estrategias adecuadas de manejo fitosanitario **(Nansen et al., 2024)**.

En los últimos años, el uso de productos de origen natural ha cobrado mayor relevancia dentro de la agricultura sostenible. Entre estos productos se encuentran los extractos vegetales, los cuales contienen compuestos bioactivos capaces de afectar el comportamiento o desarrollo de los insectos plaga. Estos compuestos pueden actuar como repelentes, inhibidores de la alimentación o agentes tóxicos para determinados insectos, lo que permite reducir el uso de productos químicos sintéticos y disminuir los impactos negativos asociados a su aplicación **(Slusarenko et al., 2022)**.

Dentro de este grupo de plantas con potencial insecticida, el ajo ha sido ampliamente estudiado debido a sus propiedades biológicas. Este vegetal contiene compuestos azufrados, como la alicina, que presentan actividad insecticida, fungicida y bactericida. Estas características han permitido que el ajo sea utilizado en diferentes formulaciones de extractos naturales destinados al control de plagas en diversos cultivos agrícolas **(Borlinghaus et al., 2024)**.

Además, el proceso de ozonización aplicado a extractos vegetales puede mejorar sus propiedades químicas y biológicas, incrementando su capacidad para actuar como agentes de control natural. El ozono posee propiedades oxidantes que pueden potenciar la actividad de ciertos compuestos presentes en el ajo, lo que podría contribuir a mejorar su eficacia en el manejo de plagas agrícolas **(Martínez et al., 2023)**.

Por lo tanto, el estudio del efecto del aceite de ajo ozonizado representa una alternativa prometedora dentro del manejo sostenible de plagas en el cultivo de papa. La evaluación de este tipo de productores naturales puede contribuir al desarrollo de nuevas estrategias de control que permitan reducir la dependencia de insecticidas químicos, mejorar la sostenibilidad de los sistemas productivos y disminuir los impactos ambientales asociados a la agricultura convencional **(Wang et al., 2023)**.

1.2 Bases conceptuales

1.2.1 Clasificación y morfología de *Bactericera cockerelli*

La paratrioza es un hemíptero de la familia Triozidae. Su ciclo biológico consta de huevo, cinco estadios ninfales y adulto. Se caracteriza por un aparato bucal picador-chupador altamente especializado que penetra los tejidos vasculares (floema). Las ninfas, de forma aplanada y sésil, se adhieren fuertemente al envés de las hojas, lo que dificulta su control con insecticidas de contacto convencionales **(Burckhardt y Martínez, 2023)**.

1.2.2 Fisiopatología del complejo “Zebra Chip”

La bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*, transmitida por el psílido, altera el metabolismo de los carbohidratos en la planta. Esto provoca una hidrólisis prematura del almidón en azúcares reductores. Al procesar el tubérculo a altas temperaturas, estos azúcares reaccionan con los aminoácidos, generando un pardeamiento oscuro en forma de anillos que invalida la calidad comercial del producto **(Nansen et al., 2024)**.

1.2.3 Metabolitos secundarios del Ajo (*Allium sativum*)

El potencial insecticida del ajo reside en la alicina (*dialil tiosulfinato*). Este compuesto se sintetiza cuando la enzima alinasa entra en contacto con la aliina tras la maceración del tejido. La alicina actúa sobre los grupos sulfhidrilo de las proteínas de los insectos, interfiriendo en sus procesos enzimáticos y actuando como un neurotóxico natural que causa repelencia y muerte por contacto **(Borlinghaus et al., 2024)**.

1.2.4 El fenómeno de la Ozonólisis y formación de ozónidos

El ozono es un agente oxidante con un alto potencial, redox. Al aplicarse sobre extractos vegetales, ocurre la ozonólisis: el ozono rompe los dobles enlaces de carbono de las moléculas del ajo, generando ozónidos. Estas nuevas moléculas son más estables y poseen mayor capacidad de penetración en la cutícula de la plaga, potenciando el efecto residual y reduciendo la degradación por rayos UV en el campo **(Martínez et al., 2023)**.

1.2.5 Resistencia de plagas y Manejo Integrado (MIP)

El uso continuo de insecticidas sintéticos en el Cantón Mocha ha generado presión de selección, resultando en poblaciones de paratrioza resistentes. El uso de extractos ozonizados se basa en el concepto de “modificadores de conducta”, los cuales presentan múltiples sitios de acción biológica, dificultando que el insecto desarrolle resistencia genética y protegiendo la fauna benéfica **(Álvarez et al., 2022)**.

1.2.6 Obtención y estabilización del extracto de ajo mediante ozonización

La preparación del extracto vegetal inicia con la selección de bulbos de ajo (*Allium sativum*) en estado de madurez fisiológica, los cuales son sometidos a un proceso de limpieza y maceración mecánica para facilitar la ruptura de las membranas celulares. Posteriormente, la pasta obtenida se diluye en agua destilada en una relación

técnica y se somete a una fase de filtración de malla fina para separar el material sólido remanente. Finalmente, el extracto líquido es expuesto a un flujo controlado de ozono mediante un sistema de burbujeo; este proceso de ozonización busca potenciar la estabilidad oxidativa del compuesto y maximizar su efecto de choque y repelencia sobre las poblaciones de *Bactericera cockerelli*, garantizando así una solución biorracional homogénea apta para su aplicación mediante aspersión foliar en el cultivo de papa (FAO, 2023).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Aplicar extracto de ajo ozonizado para el control de paratRIOza (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en el Cantón Mocha.

1.3.2 Objetivos específicos

- Establecer la dosis adecuada del extracto de ajo ozonizado en el control de la paratRIOza.
- Identificar la frecuencia de aplicación del extracto de ajo ozonizado.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del estudio

El experimento se realizará en el Cantón Mocha, provincia de Tungurahua, Ecuador. La zona se ubica aproximadamente a una altitud de 3.200 m s.n.m., con coordenadas geográficas aproximadas 1°25' S y 78°40' O. El clima del sector es templado-frío, caracterizado por temperaturas promedio entre 8 y 14 °C y precipitaciones distribuidas a lo largo del año.

El ensayo se ejecutó en una zona productora de papa, con suelos de textura franco-arenosa, buen drenaje y contenido medio de materia orgánica **(INIAP, 2024)**.

2.2 Equipos y materiales

2.2.1 Equipos

- Bomba de aspersión manual
- Azadones
- Computadora
- Estereoscopio
- Balanza

2.2.2 Materiales

- Tubérculos de papa
- Extracto de ajo ozonizado
- Insecticidas
- Fungicidas
- Lupas de mano
- Libreta de campo

- Etiquetas de señalización

2.3 Tipo de investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se fundamenta en la recolección y análisis de datos numéricos y estadísticos para evaluar la incidencia de *Bactericera cockerelli* y el rendimiento del cultivo. Asimismo, se define como una investigación de campo, a través de experimentación realizada a campo abierto en el Cantón Mocha, permitiendo un contacto real con el objeto de estudio y una modalidad aplicada, puesto que busca implementar el uso de extractos ozonizados como una solución técnica a un problema fitosanitario en la producción de papa.

2.4 Hipótesis

Hipótesis Nula (H₀): El extracto de ajo ozonizado no controla la paratrioza.

Hipótesis Alternativa (H₁): El extracto de ajo ozonizado controla eficazmente la paratrioza.

2.5 Diseño experimental

El experimento fue conducido en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial de $2^2 + 1$ con 3 repeticiones. Se aplicó una prueba de Tukey al 5% para las variables que resulten significativas.

2.5.1 Factores de estudio

Factor A: Dosis de aceite ozonizado

D1 2,5 cc/lt

D2 5 cc/lt

Factor B: Frecuencia en aplicación

F1 8 días

F2 15 días

2.5.2 Tratamientos

Tabla 1.

Dosis y frecuencia de aplicación

Tratamientos	Simbología	Descripción
1	D1 F1	Aceite ozonizado con 2,5 cc/lt, cada 8 días
2	D2 F1	Aceite ozonizado con 5 cc/lt, cada 8 días
3	D1 F2	Aceite ozonizado con 2,5 cc/lt, cada 15 días
4	D2 F2	Aceite ozonizado con 5 cc/lt, cada 15 días
5	T	Sin aplicación del producto

2.6 Manejo del experimento

2.6.1 Material vegetal

Se utilizaron tubérculos de semilla de papa pusa, seleccionados por su uniformidad en tamaño, sanidad y estado fisiológico. Los tubérculos fueron sembrados en las parcelas experimentales establecidas en la investigación.

2.6.2 Preparación del terreno

El terreno fue preparado mediante labores de arado, rastra y surcado, con la finalidad de proporcionar condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo. Posteriormente se delimitaron las parcelas experimentales de acuerdo con el diseño establecido.

2.6.3 Siembra

La siembra se realizó manualmente utilizando tubérculos de semilla previamente seleccionados. Se mantuvo una distribución uniforme en todas las parcelas experimentales para garantizar condiciones homogéneas de desarrollo.

2.6.4 Manejo agronómico del cultivo

Durante el desarrollo del ensayo se realizaron labores de riego, fertilización, control de malezas y aporque de manera uniforme en todos los tratamientos, con el fin de evitar interferencias en la evaluación de los tratamientos.

2.6.5 Aplicación de tratamientos

Los tratamientos consistieron en la aplicación foliar de extracto de ajo ozonizado mediante una bomba de mochila previamente calibrada. Se evaluaron dos dosis del producto: 2,5 cc/lt y 5 cc/lt, aplicadas con frecuencias de 8 días y 15 días. De esta combinación se obtuvieron cuatro tratamientos: D1F1 (2,5 cc/lt cada 8 días), D2F1 (5 cc/lt cada 8 días), D1F2 (2,5 cc/lt cada 15 días) y D2F2 (5 cc/lt cada 15 días).

Las aplicaciones iniciaron el 30 de diciembre de 2025, cuando el cultivo se encontraba en la etapa de crecimiento vegetativo avanzado e inicio de tuberización. Los tratamientos con frecuencia de 8 días finalizaron el 14 de abril de 2026, realizándose un total de 16 aplicaciones, mientras que los tratamientos con frecuencia de 15 días concluyeron el 07 de abril de 2026, con un total de 8 aplicaciones. Las aplicaciones se efectuaron durante el desarrollo y llenado de tubérculos, de acuerdo

con la frecuencia establecida para cada tratamiento. El tratamiento testigo permaneció sin aplicación del producto.

2.6.6 Cosecha

Al finalizar el ciclo del cultivo se realizó la cosecha manual de cada parcela experimental. Los tubérculos fueron recolectados, clasificados según su categoría y pesados para determinar el rendimiento correspondiente a cada tratamiento.

2.7 Variables respuesta

2.7.1 Número de huevos de *Bactericera cockerelli*

Se contabilizó el número de huevos en 3 folíolos de 5 plantas tomadas seleccionadas al azar dentro de la parcela, utilizando una lupa de mano, las evaluaciones se realizaron cada 15 días durante el ciclo del cultivo.

2.7.2 Número de ninfas de *Bactericera cockerelli*

Se registró el número de ninfas presentes en 3 folíolos de 5 plantas seleccionadas al azar dentro de cada parcela, los conteos se efectuaron cada 15 días utilizando una lupa de mano.

2.7.3 Incidencia de daño asociado de punta morada

Se determinó mediante observación visual en 5 plantas seleccionadas al azar por parcela, las evaluaciones se realizaron cada 60 días, contabilizando las plantas que presentaron síntomas característicos de la enfermedad.

2.7.4 Presencia de fitoplasma en los tubérculos

Se seleccionaron 5 tubérculos por planta al azar, los cuales fueron cortados longitudinalmente con un cuchillo para observar los tejidos internos, posteriormente, se evaluó la presencia de fitoplasma mediante la identificación de síntomas característicos en los tubérculos, tales como alteraciones y decoloraciones en los tejidos.

2.7.5 Rendimiento total (kg/parcela)

Se determinó al momento de la cosecha mediante el pesaje de los tubérculos obtenidos en cada parcela, posteriormente, la producción fue clasificada en tubérculos de primera, segunda y tercera categoría. El rendimiento total se obtuvo mediante la suma del peso de las tres categorías y se expresó en kilogramos por parcela.

2.7.6 Rendimiento comercial (kg/parcela)

Se determinó al momento de la cosecha mediante el pesaje de los tubérculos clasificados como de primera y segunda categoría en cada parcela. El rendimiento comercial se obtuvo mediante la suma del peso de ambas categorías, por corresponder a los tubérculos de mayor valor comercial, y se expresó en kilogramos por parcela.

2.8 Procesamiento de la información y análisis estadístico

Una vez organizado los datos, se procesó la información con el programa Infostat, donde se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de Tukey al 5% para la comparación de medias.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis estadístico y discusión de los resultados

3.1.1 Número de huevos de *Bactericera cockerelli*

Los resultados para la variable número de huevos se determinaron que la aplicación de extracto de ajo ozonizado no ejerció un efecto estadísticamente significativo en ninguna de las fechas de evaluación. De acuerdo con los datos presentados en la Tabla 3, el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% confirmaron la ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo absoluto, otorgando la misma categoría estadística a todos los registros.

Durante las primeras evaluaciones (15-30 días), se registró una baja cantidad de huevos de *Bactericera cockerelli*, con valores comprendidos entre 0,00 y 0,53 huevos por foliolo, evidenciando una escasa presencia de la plaga en el cultivo. Sin embargo, a partir de los 45 días se observó un incremento en el número de huevos, alcanzando los valores más altos entre los 75 y 90 días después de la siembra. En este período, el tratamiento D2F1 registró la mayor densidad con 7,93 huevos por foliolo, mientras que el testigo alcanzó 7,40 huevos por foliolo. Asimismo, el tratamiento D2F2 presentó una menor cantidad de huevos a los 60 días, registrando un promedio de 0,07 huevos por foliolo.

Finalmente, a los 105 días se evidenció un descenso generalizado en la mayoría de los tratamientos, coincidiendo con la etapa de senescencia del cultivo. Mientras que el tratamiento D1F2 reportó su valor más alto a la madurez del cultivo (4,53), el tratamiento D2F2 finalizó con una reducción marcada de 0,93 huevos. Esta fluctuación refleja la dinámica natural de *B. cockerelli* vinculada al desarrollo fenológico de la papa en el Cantón Mocha.

Tabla 2.

*Prueba de Tukey al 5 % para la variable número de huevos de *Bactericera cockerelli* cada 15 días*

Tratamientos	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días
D1F1	0,07 A	0,47 A	0,87 A	1,07 A	3,73 A	3,67 A	1,27 A
D1F2	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,73 A	1,60 A	2,80 A	4,53 A
D2F1	0,00 A	0,00 A	0,07 A	6,07 A	4,07 A	7,93 A	3,27 A
D2F2	0,00 A	0,07 A	0,33 A	0,07 A	2,20 A	4,80 A	0,93 A
T	0,13 A	0,53 A	0,20 A	3,40 A	7,40 A	4,47 A	3,87 A

La ausencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el testigo sugiere que la aplicación de extracto de ajo ozonizado no alteró drásticamente el comportamiento de ovoposición de las hembras de *B. cockerelli* en el área de estudio. Este fenómeno puede explicarse por la naturaleza de los insecticidas botánicos, los cuales suelen presentar una persistencia ambiental menor en comparación con los productos sintéticos, limitando su capacidad para actuar como una barrera prolongada contra la puesta de huevos (**Guedes et al., 2023**).

El incremento poblacional observado a partir de los 45 días, con picos críticos entre los 75 y 90 días, coincide con lo expuesto por **Liu et al. (2022)**, quienes indican que las poblaciones de psílicos aumentan en respuesta a la fenología del cultivo y a las condiciones ambientales favorables. Aunque el proceso de ozonización aplicado de ajo busca estabilizar los ozónidos para maximizar la repelencia, la presión constante de la plaga en el Cantón Mocha y la degradación por factores externos podrían haber reducido el efecto residual necesario para inhibir la colonización de la plaga.

Finalmente, la estabilidad numérica observada en ciertos tratamientos y el descenso generalizado a los 105 días reflejan la dinámica natural del insecto vinculada al estado de la planta. Como señalan **Duan et al. (2023)**, la distribución y densidad de esta plaga están altamente influenciadas por factores ambientales y la calidad del hospedante, lo que explica por qué, al llegar la senescencia, el número de huevos disminuye naturalmente al perderse el estímulo biológico para la reproducción.

3.1.2 Número de ninfas de *Bactericera cockerelli*

Respecto a la variable de ninfas de *B. cockerelli*, el análisis de los datos revelado en la Tabla 4 mostró una presencia marginal del insecto durante casi todo el ciclo de cultivo en el Cantón Mocha. Durante el intervalo comprendido entre los 30 y 90 días, la población se mantuvo prácticamente nula en la mayoría de las parcelas, observándose una escasa presencia de ninfas durante las evaluaciones realizadas. Esta baja presencia de estadios inmaduros durante las etapas de mayor crecimiento vegetativo sugiere una posible interrupción en el ciclo biológico de la plaga, probablemente asociada a la acción de los tratamientos aplicados.

Hacia la etapa de cierre de la investigación, específicamente a los 105 días, se observó un ligero repunte en la densidad poblacional en todas las unidades experimentales. El testigo y el tratamiento con la dosis baja a frecuencia de 15 días (D1F2) alcanzaron los promedios más elevados, con 1,87 y 1,80 ninfas por foliolo, respectivamente. Por el contrario, las parcelas tratadas con la dosis de 2,5 cc/lt cada 8 días (D1F1) presentaron la mayor estabilidad al final del ciclo, logrando reducir la presencia de ninfas a un promedio de 0,40 lo cual representa el valor más bajo registrado al finalizar el estudio.

Este comportamiento sugiere que, si bien la plaga logra colonizar el cultivo en su etapa de madurez, la aplicación frecuente del extracto de ajo ozonizado ejerce una presión que limita el crecimiento de las poblaciones ninfales. La naturaleza sésil de las ninfas las hace particularmente susceptibles a los mecanismos de oxidación de los ozónidos y a la repelencia de los compuestos azufrados del ajo, lo que explicaría por qué los niveles de infestación se mantuvieron controlados hasta el inicio de la senescencia del cultivo.

Tabla 3.

*Prueba de Tukey al 5 % para la variable número de ninfas de *Bactericera cockerelli* cada 15 días*

Tratamientos	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días
D1F1	0,33 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,07 A	0,73 A	0,40 A
D1F2	0,07 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	1,80 A
D2F1	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	1,27 A
D2F2	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	1,20 A
T	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,20 A	1,87 A

Esta diferencia sugiere que la frecuencia de aplicación es determinante para el control de ninfas. Debido a que estos estadios son sésiles, quedan expuestos de forma prolongada a los compuestos activos del extracto. Según **Borlinghaus et al., (2024)** la alicina del ajo actúa sobre las proteínas del insecto causando un efecto neurotóxico por contacto, lo cual explicaría la reducción poblacional observada en las parcelas con aplicaciones más frecuentes.

Asimismo, el repunte poblacional al cierre del ciclo se relaciona con la degradación natural de los biopesticidas. Como indica **Isman (2022)**, los insecticidas botánicos son opciones viables dentro de la agricultura moderna, pero poseen una persistencia menor que los sintéticos, lo que requiere un manejo basado en la constancia para evitar la colonización tardía. Finalmente, **Pavela y Benelli (2022)** explica que los estadios inmaduros del psílido tienden a concentrarse de forma tardía en el follaje remanente durante la etapa de senescencia del cultivo al disminuir la presión de los tratamientos, lo que justifica la dinámica de la población de los insectos plaga en el cultivo de papa en el Cantón Mocha.

3.1.3 Incidencia de daño asociado de punta morada

Durante las evaluaciones sistemáticas realizadas cada 60 días, la incidencia de la enfermedad de la punta morada de la papa (PMP) registró un valor absoluto de 0% en todas las unidades experimentales del ensayo. Esta ausencia total de síntomas visuales típicos de la enfermedad se observó de manera uniforme tanto en las parcelas

que recibieron las diferentes dosis y frecuencias de extracto de ajo ozonizado, como en las correspondientes al testigo absoluto.

Debido a que en todas las evaluaciones realizadas no se registraron plantas con síntomas asociados a punta morada, los valores obtenidos para esta variable fueron iguales a cero. Como consecuencia, no existió variabilidad entre los tratamientos, por lo que no fue posible realizar el análisis de varianza ni la prueba de comparación de medias de Tukey mediante el programa Infostat. Por esta razón, los resultados fueron analizados de forma descriptiva, evidenciando la ausencia de incidencia de la enfermedad durante el desarrollo del cultivo en el cantón Mocha.

La ausencia de incidencia de punta morada se relacionó directamente con la baja presencia de *Bactericera cockerelli* registrada entre los 30 y 90 días del cultivo de papa. Al no establecerse poblaciones importantes del psílido durante las etapas de mayor susceptibilidad del cultivo, la probabilidad de transmisión de fitoplasmas o de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* disminuyó considerablemente. Al respecto, **Castillo (2021)** sostiene que la manifestación de esta enfermedad depende de la eficiencia de transmisión del vector y del momento fenológico en que ocurre la infestación.

Dado que las ninfas, consideradas una de las etapas más importantes en la transmisión del patógeno, se mantuvieron en niveles muy bajos debido a los tratamientos aplicados, especialmente con la frecuencia de 8 días, se redujo la posibilidad de propagación de la enfermedad en el cultivo. De esta manera, los compuestos presentes en el extracto de ajo ozonizado mostraron un efecto protector indirecto, constituyéndose en una alternativa preventiva para el manejo de *Bactericera cockerelli* y de los agentes asociados a la punta morada en las condiciones del cantón Mocha. Estos resultados coinciden con lo reportado por **Molina-Bravo et al. (2023)**, quienes señalaron la eficacia de los extractos botánicos ozonizados en la reducción de la presencia de patógenos en sistemas agrícolas.

3.1.4 Presencia de fitoplasma en los tubérculos

En la evaluación realizada a los tubérculos cosechados no se detectó presencia de fitoplasma en ninguno de los tratamientos ni en el testigo absoluto. Debido a que todos los valores registrados fueron iguales a cero, la variable presentó ausencia de variabilidad, por lo que no fue posible realizar análisis estadísticos como el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación de medias de Tukey.

La ausencia de fitoplasma se relaciona con la baja población de *Bactericera cockerelli* durante el ciclo del cultivo, lo que redujo la posibilidad de transmisión del patógeno. Además, el extracto de ajo ozonizado pudo contribuir indirectamente al control del insecto vector gracias a sus propiedades repelentes y antimicrobianas. Estos resultados indican que, bajo las condiciones del ensayo en el Cantón Mocha, no existió transmisión de fitoplasma hacia los tubérculos, favoreciendo la calidad fitosanitaria del cultivo.

La ausencia de fitoplasma en los tratamientos evaluados indica que no existió transmisión del patógeno hacia los tubérculos durante el ciclo del cultivo. Estos resultados pueden estar relacionados con la baja presencia de *Bactericera cockerelli* registrada durante el ensayo, lo que redujo la probabilidad de dispersión del patógeno. Asimismo, la baja población del insecto vector contribuyó a mantener la sanidad del cultivo bajo las condiciones del cantón Mocha. Estos resultados coinciden con lo señalado por **Wenniger y Rashed (2024)**, quienes identifican a *Bactericera cockerelli* como uno de los principales vectores involucrados en la transmisión de patógenos asociados a enfermedades vasculares.

Por otro lado, la aplicación de extracto de ajo ozonizado representó una alternativa de manejo sostenible para el cultivo. Diversos estudios señalan que los compuestos presentes en *Allium sativum* poseen propiedades repelentes que pueden afectar el comportamiento de insectos plaga, contribuyendo a reducir su presencia en el cultivo (**Cenobio-Galindo et al., 2024**). Además, el uso de extractos botánicos constituye una opción que favorece la reducción del empleo de productos químicos sintéticos dentro de los sistemas de producción agrícola (**Cabrera-Mireles et al.,**

2025). En este contexto, los resultados obtenidos sugieren que el extracto de ajo ozonizado contribuyó al mantenimiento de la sanidad del cultivo y a la calidad de los tubérculos producidos.

3.1.5 Rendimiento total (kg/parcela)

Los resultados del rendimiento total se presentan en la Tabla 4. El análisis de comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % no mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, debido a que todos fueron agrupados en una misma categoría estadística (A). Sin embargo, numéricamente se observaron diferencias entre tratamientos. El tratamiento T3 registró el mayor rendimiento total con 190,84 kg/parcela, seguido por T4 con 178,03 kg/parcela y el testigo con 159,18 kg/parcela. Por su parte, T1 y T2 presentaron los menores rendimientos, con 140,55 y 117,35 kg/parcela, respectivamente.

En cuanto a la clasificación de los tubérculos, T3 presentó la mayor producción de tubérculos de primera categoría con 100,75 kg/parcela, mientras que T4 registró los mayores valores en la categoría de segunda con 48,85 kg/parcela. En la categoría de tercera, T3 también alcanzó el valor más alto con 48,22 kg/parcela. Estos resultados evidencian una tendencia numérica favorable en los tratamientos T3 y T4, aunque estadísticamente fueron similares a los demás tratamientos.

Tabla 4.

Rendimiento total por tratamiento, incluyendo medias de producción

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO TOTAL (KG/PARCELA)	MEDIAS		
		PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA
T1	140,55 A	71,98 A	29,57 A	39,00 A
T2	117,35 A	57,88 A	33,66 A	25,81 A
T3	190,84 A	100,75 A	41,87 A	48,22 A
T4	178,03 A	81,56 A	48,85 A	47,61 A
TESTIGO	159,18 A	73,21 A	45,51 A	40,46 A

La ausencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos indica que las dosis y frecuencias de aplicación del extracto de ajo ozonizado no influyeron significativamente en el rendimiento total del cultivo. Sin embargo, los tratamientos T3 y T4 presentaron los mayores valores numéricos de producción, lo que evidencia una tendencia favorable asociada a la aplicación del producto.

Estos resultados podrían estar relacionados con la baja presencia de *Bactericera cockerelli* y con la ausencia de síntomas de punta morada y fitoplasma durante el desarrollo del cultivo. Asimismo, **Pavela y Benelli (2022)** señalan que los extractos botánicos pueden contribuir al manejo sostenible de plagas, aunque su efecto sobre el rendimiento depende de las condiciones de cultivo y del nivel de infestación presente.

3.1.6 Rendimiento comercial (kg/parcela)

La Tabla 5 muestra que el rendimiento comercial varió entre 91,54 y 142,62 kg/parcela, siendo el tratamiento T3 el que presentó el mayor valor (142,62 kg/parcela), seguido de T4 (130,41 kg/parcela), el testigo (118,72 kg/parcela), T1 (101,55 kg/parcela) y T2 (91,54 kg/parcela). En todos los tratamientos, la mayor producción se concentró en la primera cosecha, mientras que la segunda aportó una menor proporción del rendimiento total.

En la primera cosecha, T3 registró la media más alta (100,75 kg/parcela), mientras que en la segunda cosecha el mayor valor correspondió a T4 (48,85 kg/parcela). Sin embargo, todas las medias presentaron la misma letra ("A"), lo que indica que no existieron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos para el rendimiento comercial ni para las medias de producción en ambas cosechas, a pesar de las diferencias numéricas observadas.

Tabla 5.*Rendimiento comercial por tratamiento, incluyendo medias de producción*

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO COMERCIAL (KG/PARCELA)	MEDIAS	
		PRIMERA	SEGUNDA
T1	101,55 A	71,98 A	29,57 A
T2	91,54 A	57,88 A	33,66 A
T3	142,62 A	100,75 A	41,87 A
T4	130,41 A	81,56 A	48,85 A
TESTIGO	118,72 A	73,21 A	45,51 A

La ausencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos indica que las dosis y frecuencias de aplicación del extracto de ajo ozonizado no influyeron de manera significativa sobre el rendimiento comercial del cultivo. Sin embargo, los mayores valores numéricos obtenidos en T3 y T4 sugieren una tendencia favorable asociada al uso del producto. Diversos estudios señalan que los extractos botánicos pueden contribuir al mantenimiento de la sanidad del cultivo y favorecer el desarrollo de las plantas, aunque su efecto sobre el rendimiento puede variar según las condiciones ambientales, la presión de la plaga y el manejo agronómico aplicado (Pavela y Benelli, 2022).

Estos resultados podrían estar relacionados con la baja presencia de *Bactericera cockerelli* observada durante el ensayo y con la ausencia de síntomas de punta morada y fitoplasma en el cultivo. Bajo estas condiciones, las plantas pudieron desarrollarse adecuadamente y expresar su potencial productivo. Sin embargo, debido a la falta de diferencias estadísticas, no es posible afirmar que un tratamiento haya sido superior a otro en términos de rendimiento comercial.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Las dosis de extracto de ajo ozonizado evaluadas (2,5 y 5 cc/lt) no presentaron diferencias estadísticas significativas en las variables estudiadas, por lo que no fue posible establecer una dosis superior para el manejo de *Bactericera cockerelli* en las condiciones en que se desarrolló la investigación.

Las frecuencias de aplicación de 8 y 15 días tampoco mostraron diferencias estadísticas significativas entre sí, por lo que no se pudo identificar una frecuencia de aplicación más efectiva para el control de la plaga.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda utilizar extracto de ajo ozonizado a una dosis de 2,5 cc/lt cada 15 días para el manejo de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa.

Se recomienda evaluar nuevas dosis y frecuencias de aplicación del extracto de ajo ozonizado, distintas a las empleadas en esta investigación, para determinar su eficacia en el manejo de *Bactericera cockerelli* bajo diferentes condiciones de cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, J. M., et al. (2022). Sustainable management of *Bactericera cockerelli* in potato cropping systems. *Crop Protection*, 158, 106015.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.106015>
- Benelli, G., & Pavela, R. (2021). Plant extracts for pest control: Status and future perspectives in crop protection. *Industrial Crops and Products*, 162, 113256.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113256>
- Borlinghaus, J., Albrecht, F., Gruhlke, M. C. H., Nwachukwu, I. D., & Slusarenko, A. J. (2024). Allicin: Chemistry and biological properties. *Molecules*, 29(4), 821. <https://doi.org/10.3390/molecules29040821>
- Burckhardt, D., & Martínez, A. (2023). Psyllid-transmitted diseases in potato: A South American perspective. *Journal of Applied Entomology*, 147(5), 312-325. <https://doi.org/10.1111/jen.13115>
- Cabrera-Mireles, H., et al. (2025). *Microbial Biopesticides to Control Whiteflies in Eggplant Solanum melongena, in Greenhouse*. *Insects*, 16(6), 578.
<https://doi.org/10.3390/insects16060578>
- Castillo, A. (2021). Epidemiología de la punta morada de la papa y el rol del psílido vector en los sistemas productivos de los Andes. *Revista Ecuatoriana de Fitopatología*, 10(2), 45-58. <https://doi.org/10.29166/ref.v10i2.2854>
- Cenobio-Galindo, A. J., et al. (2024). *Biofungicides Based on Plant Extracts: On the Road to Organic Farming*. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(13), 6879.
<https://doi.org/10.3390/ijms25136879>
- Duan, X., et al. (2023). Host plant quality and its impact on the reproductive fitness of *Bactericera cockerelli*. *Journal of Pest Science*, 96(3), 845-859.
<https://doi.org/10.1007/s10340-023-01612-4>
- FAO (2023). *Directrices para la producción de papa y el manejo de plagas*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
<https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca5678en>
- Galindo, E., et al. (2024). Current status of *Candidatus Liberibacter solanacearum* in South America. *Plant Disease*, 108(2), 245-258.
<https://doi.org/10.1094/PDIS-04-23-0758-FE>

- Guedes, R. N. C., et al. (2023). Challenges in the field performance of botanical insecticides: Persistence and environmental degradation. *Pest Management Science*, 79(5), 1540-1552. <https://doi.org/10.1002/ps.7324>
- INIAP (2024). *Tecnologías para el manejo sostenible del cultivo de papa en Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. <https://repositorio.iniap.gob.ec/>
- INIAP (2024). *Guía técnica para el manejo sostenible del cultivo de papa en la Sierra central del Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6015>
- Isman, M. B. (2022). Botanical insecticides in the 21st century: Opportunities and challenges. *Current Opinion in Insect Science*, 51, 100913. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2022.100913>
- Liu, J., et al. (2022). Population dynamics of *Bactericera cockerelli* in relation to potato phenology and climate variables. *Insects*, 13(9), 789. <https://doi.org/10.3390/insects13090789>
- MAG (2023). *Manual de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de papa*. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. <https://www.agricultura.gob.ec/manuales-tecnicos/>
- Martínez, A., et al. (2023). Ozone applications in sustainable crop protection: Mechanisms and future perspectives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(15), 5890-5905. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c00425>
- Molina-Bravo, R., Castillo, J., & Vera, L. (2023). Effect of ozonized botanical extracts on the reduction of *Candidatus Liberibacter solanacearum* transmission in potato crops. *Journal of Applied Entomology*, 147(6), 512-525. <https://doi.org/10.1111/jen.13123>
- Nansen, C., et al. (2024). Molecular impact of *Candidatus Liberibacter* on potato physiological processes. *American Journal of Potato Research*, 101, 120-135. <https://doi.org/10.1007/s12230-023-09935-y>
- Pavela, R., & Benelli, G. (2022). Essential oils as green pesticides: Recent advances in the management of agricultural pests. *Industrial Crops and Products*, 176, 114258. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114258>

- Slusarenko, A. J., et al. (2022). Allicin as a natural antimicrobial agent in plant protection. *Frontiers in Plant Science*, 13, 856421.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.856421>
- Wang, Z., et al. (2023). Ozone-based technologies for sustainable agriculture: A review. *Journal of Cleaner Production*, 412, 137350.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137350>
- Wenninger, E. J., & Rashed, A. (2024). *Biology, Ecology, and Management of the Potato Psyllid, Bactericera cockerelli (Hemiptera: Triozidae), and Zebra Chip Disease in Potato*. *Annual Review of Entomology*, 69, 139-157.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020123-014734>

ANEXOS

Anexo 1. Número de huevos de *Bactericera cockerelli*

Análisis de la varianza

HUEVOS15DIAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
HUEVOS15DIAS	15	0,52	0,16	3,63	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	6	2,0E-03	1,46	0,3030
BLOQUES	0,01	2	3,2E-03	2,37	0,1552
TRATAMIENTOS	0,01	4	1,4E-03	1,00	0,4609
DOSIS	5,3E-04	1	5,3E-04	1,00	0,3466
FRECUENCIAS	5,3E-04	1	5,3E-04	1,00	0,3466
DOSIS*FRECUENCIAS	5,3E-04	1	5,3E-04	1,00	0,3466
T VS RESTO	3,8E-03	1	3,8E-03	2,82	0,1314
Error	0,01	8	1,4E-03		
Total	0,02	14			

HUEVOS30DIAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
HUEVOS30DIAS	15	0,46	0,05	10,00	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,08	6	0,01	1,12	0,4263
BLOQUES	2,1E-04	2	1,1E-04	0,01	0,9907
TRATAMIENTOS	0,08	4	0,02	1,68	0,2461
DOSIS	0,01	1	0,01	2,42	0,1582
FRECUENCIAS	0,01	1	0,01	2,42	0,1582
DOSIS*FRECUENCIAS	0,02	1	0,02	4,89	0,0579
T VS RESTO	0,03	1	0,03	2,48	0,1542
Error	0,09	8	0,01		
Total	0,17	14			

HUEVOS45DIAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
HUEVOS45DIAS	15	0,53	0,18	11,64	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,15	6	0,02	1,51	0,2886
BLOQUES	0,02	2	0,01	0,53	0,6080
TRATAMIENTOS	0,13	4	0,03	1,99	0,1884
DOSIS	0,01	1	0,01	0,63	0,4513
FRECUENCIAS	0,02	1	0,02	1,38	0,2735
DOSIS*FRECUENCIAS	0,10	1	0,10	6,84	0,0309
T VS RESTO	2,3E-03	1	2,3E-03	0,14	0,7184
Error	0,13	8	0,02		
Total	0,28	14			

HUEVOS60DIAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
HUEVOS60DIAS	15	0,58	0,26	41,56	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,59	6	0,60	1,81	0,2151
BLOQUES	1,94	2	0,97	2,93	0,1109
TRATAMIENTOS	1,65	4	0,41	1,24	0,3663
DOSIS	0,25	1	0,25	0,51	0,4942
FRECUENCIAS	0,71	1	0,71	1,48	0,2586
DOSIS*FRECUENCIAS	0,65	1	0,65	1,36	0,2772
T VS RESTO	0,04	1	0,04	0,11	0,7484
Error	2,65	8	0,33		
Total	6,24	14			

HUEVOS75DIAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
HUEVOS75DIAS	15	0,56	0,23	29,66	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,86	6	0,48	1,70	0,2374
BLOQUES	1,43	2	0,72	2,56	0,1382
TRATAMIENTOS	1,43	4	0,36	1,28	0,3555
DOSIS	0,22	1	0,22	1,41	0,2685
FRECUENCIAS	0,22	1	0,22	1,41	0,2685
DOSIS*FRECUENCIAS	7,5E-05	1	7,5E-05	4,8E-04	0,9831
T VS RESTO	0,99	1	0,99	3,52	0,0975
Error	2,24	8	0,28		
Total	5,10	14			

HUEVOS90DIAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
HUEVOS90DIAS	15	0,38	0,00	29,11	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,90	6	0,32	0,83	0,5758
BLOQUES	0,39	2	0,20	0,52	0,6159
TRATAMIENTOS	1,51	4	0,38	0,99	0,4638
DOSIS	1,03	1	1,03	2,60	0,1459
FRECUENCIAS	0,46	1	0,46	1,16	0,3122
DOSIS*FRECUENCIAS	0,01	1	0,01	0,03	0,8624
T VS RESTO	0,01	1	0,01	0,03	0,8664
Error	3,04	8	0,38		
Total	4,95	14			

HUEVOS105DIAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
HUEVOS105DIAS	15	0,50	0,12	26,91	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,81	6	0,30	1,33	0,3458
BLOQUES	0,04	2	0,02	0,09	0,9112
TRATAMIENTOS	1,76	4	0,44	1,94	0,1964
DOSIS	0,12	1	0,12	0,78	0,4019
FRECUENCIAS	0,04	1	0,04	0,29	0,6078
DOSIS*FRECUENCIAS	1,29	1	1,29	8,27	0,0207
T VS RESTO	0,31	1	0,31	1,37	0,2762
Error	1,81	8	0,23		
Total	3,62	14			

Anexo 2. Número de ninfas de *Bactericera cockerelli***Análisis de la varianza****NINFAS15DIAS**

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
NINFAS15DIAS	15	0,37	0,00	7,82	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	6	0,01	0,78	0,6087
BLOQUES	0,01	2	4,5E-03	0,70	0,5251
TRATAMIENTOS	0,02	4	0,01	0,82	0,5476
DOSIS	0,01	1	0,01	1,51	0,2537
FRECUENCIAS	3,7E-03	1	3,7E-03	0,49	0,5049
DOSIS*FRECUENCIAS	3,7E-03	1	3,7E-03	0,49	0,5049
T VS RESTO	2,3E-03	1	2,3E-03	0,36	0,5676
Error	0,05	8	0,01		
Total	0,08	14			

NINFAS75DIAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
NINFAS75DIAS	15	0,43	0,00	2,05	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,6E-03	6	4,3E-04	1,00	0,4852
BLOQUES	8,5E-04	2	4,3E-04	1,00	0,4096
TRATAMIENTOS	1,7E-03	4	4,3E-04	1,00	0,4609
DOSIS	5,3E-04	1	5,3E-04	1,00	0,3466
FRECUENCIAS	5,3E-04	1	5,3E-04	1,00	0,3466
DOSIS*FRECUENCIAS	5,3E-04	1	5,3E-04	1,00	0,3466
T VS RESTO	1,1E-04	1	1,1E-04	0,25	0,6305
Error	3,4E-03	8	4,3E-04		
Total	0,01	14			

NINFAS90DIAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
NINFAS90DIAS	15	0,45	0,03	11,33	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	6	0,02	1,07	0,4490
BLOQUES	0,01	2	4,7E-03	0,33	0,7280
TRATAMIENTOS	0,08	4	0,02	1,45	0,3037
DOSIS	0,03	1	0,03	2,25	0,1719
FRECUENCIAS	0,03	1	0,03	2,25	0,1719
DOSIS*FRECUENCIAS	0,03	1	0,03	2,25	0,1719
T VS RESTO	8,8E-04	1	8,8E-04	0,06	0,8094
Error	0,11	8	0,01		
Total	0,20	14			

NINFAS105DIAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
NINFAS105DIAS	15	0,73	0,53	13,79	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,83	6	0,14	3,64	0,0480
BLOQUES	0,47	2	0,24	6,20	0,0236
TRATAMIENTOS	0,36	4	0,09	2,36	0,1403
DOSIS	0,01	1	0,01	0,11	0,7534
FRECUENCIAS	0,10	1	0,10	1,06	0,3327
DOSIS*FRECUENCIAS	0,13	1	0,13	1,35	0,2791
T VS RESTO	0,12	1	0,12	3,07	0,1180
Error	0,31	8	0,04		
Total	1,14	14			

Anexo 3. Rendimiento total (kg/parcela) y rendimiento comercial**Análisis de la varianza****PRIMERA (KG)**

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
PRIMERA (KG)	15	0,23	0,00	36,95	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2490,19	4	622,55	0,77	0,5702
TRATAMIENTOS	2490,19	4	622,55	0,77	0,5702
DOSIS	2063,51	1	2063,51	3,01	0,1212
FRECUENCIAS	831,00	1	831,00	1,21	0,3032
DOSIS*FRECUENCIAS	19,46	1	19,46	0,03	0,8705
T VS RESTO	56,11	1	56,11	0,06	0,8112
Error	8111,85	10	811,19		
Total	10602,04	14			

SEGUNDA (KG)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
SEGUNDA (KG)	15	0,44	0,22	31,08	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1229,18	4	307,30	2,00	0,1706
TRATAMIENTOS	1229,18	4	307,30	2,00	0,1706
DOSIS	566,50	1	566,50	3,49	0,0986
FRECUENCIAS	92,02	1	92,02	0,57	0,4730
DOSIS*FRECUENCIAS	6,29	1	6,29	0,04	0,8488
T VS RESTO	118,41	1	118,41	0,57	0,4713
Error	1537,05	10	153,70		
Total	2766,23	14			

TERCERA (KG)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
CUCHE (KG)	15	0,40	0,16	38,07	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1555,88	4	388,97	1,66	0,2351
TRATAMIENTOS	1555,88	4	388,97	1,66	0,2351
DOSIS	721,84	1	721,84	2,09	0,1865
FRECUENCIAS	142,90	1	142,90	0,41	0,5383
DOSIS*FRECUENCIAS	118,76	1	118,76	0,34	0,5740
T VS RESTO	0,22	1	0,22	8,0E-04	0,9782
Error	2344,98	10	234,50		
Total	3900,86	14			

RENDIMIENTO COMERCIAL (KG/PARCELA)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
RENDIMIENTO COMERCIAL (KG/..)	15	0,34	0,07	31,27	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6864,28	4	1716,07	1,28	0,3398
TRATAMIENTOS	6864,28	4	1716,07	1,28	0,3398
DOSIS	4792,40	1	4792,40	3,88	0,0844
FRECUENCIAS	369,96	1	369,96	0,30	0,5991
DOSIS*FRECUENCIAS	3,62	1	3,62	2,9E-03	0,9582
T VS RESTO	11,50	1	11,50	0,01	0,9372
Error	13374,67	10	1337,47		
Total	20238,94	14			

RENDIMIENTO TOTAL (KG/PARCELA)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO TOTAL (KG/PARC..	15	0,36	0,10	32,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13991,44	4	3497,86	1,38	0,3088
TRATAMIENTOS	13991,44	4	3497,86	1,38	0,3088
DOSIS	9234,09	1	9234,09	3,36	0,1043
FRECUENCIAS	972,72	1	972,72	0,35	0,5685
DOSIS*FRECUENCIAS	80,91	1	80,91	0,03	0,8681
T VS RESTO	14,88	1	14,88	4,7E-03	0,9473
Error	25360,68	10	2536,07		
Total	39352,12	14			

Anexo 4. Fotografías

Fotografía 1. Aplicación del tratamiento en campo



Fotografía 2. Observación microscópica de *Bactericera cockerelli*



Fotografía 3. Muestra del extracto de ajo ozonizado para la aplicación



Fotografía 4. Pesaje de la producción obtenida en el ensayo



Anexo 5. Número de huevos de *Bactericera cockerelli*

15 días

TRATAMIENTOS	BLOQUES			PROMEDIO
	I	II	III	
D1F1	0,2	0	0	0,07
D2F1	0	0	0	0,00
D1F2	0	0	0	0,00
D2F2	0	0	0	0,00
T	0,4	0	0	0,13

30 días

BLOQUES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	PROMEDIO
D1F1	0,8	0	0,6	0,47
D2F1	0	0	0	0,00
D1F2	0	0	0	0,00
D2F2	0,2	0	0	0,07
T	0	1,2	0,4	0,53

45 días

BLOQUES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	PROMEDIO
D1F1	1,8	0,6	0,2	0,87
D2F1	0	0,2	0	0,07
D1F2	0	0	0	0,00
D2F2	0,6	0,2	0,2	0,33
T	0	0	0,6	0,20

60 días

BLOQUES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	PROMEDIO
D1F1	3,2	0	0	1,07
D2F1	16	0	2,2	6,07
D1F2	0,2	2	0	0,73
D2F2	0,2	0	0	0,07
T	9,2	1	0	3,40

75 días

BLOQUES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	PROMEDIO
D1F1	1,6	7,4	2,2	3,73
D2F1	1,2	4,8	6,2	4,07
D1F2	0,8	4	0	1,60
D2F2	2,6	3	1	2,20
T	6,4	15,4	0,4	7,40

90 días

BLOQUES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	PROMEDIO
D1F1	3,4	1,8	5,8	3,67
D2F1	5,8	3,4	14,6	7,93
D1F2	0,4	5,2	2,8	2,80
D2F2	4,4	7,4	2,6	4,80
T	4	6,2	3,2	4,47

105 días

BLOQUES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	PROMEDIO
D1F1	1,2	1,4	1,2	1,27
D2F1	1	3,8	5	3,27
D1F2	6,8	1,8	5	4,53
D2F2	0,6	1	1,2	0,93
T	5,8	4,6	1,2	3,87

Anexo 6. Número de ninfas de *Bactericera cockerelli***15 días**

BLOQUES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	PROMEDIO
D1F1	1	0	0	0,33
D2F1	0	0	0	0,00
D1F2	0	0,2	0	0,07
D2F2	0	0	0	0,00
T	0	0	0	0,00

30 días

BLOQUES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	PROMEDIO
D1F1	0	0	0	0,00
D2F1	0	0	0	0,00
D1F2	0	0	0	0,00
D2F2	0	0	0	0,00
T	0	0	0	0,00

45 días

BLOQUES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	PROMEDIO
D1F1	0	0	0	0,00
D2F1	0	0	0	0,00
D1F2	0	0	0	0,00
D2F2	0	0	0	0,00
T	0	0	0	0,00

60 días

BLOQUES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	PROMEDIO
D1F1	0	0	0	0,00
D2F1	0	0	0	0,00
D1F2	0	0	0	0,00
D2F2	0	0	0	0,00
T	0	0	0	0,00

75 días				
BLOQUES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	PROMEDIO
D1F1	0,2	0	0	0,07
D2F1	0	0	0	0,00
D1F2	0	0	0	0,00
D2F2	0	0	0	0,00
T	0	0	0	0,00

90 días				
BLOQUES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	PROMEDIO
D1F1	0	0,4	1,8	0,73
D2F1	0	0	0	0,00
D1F2	0	0	0	0,00
D2F2	0	0	0	0,00
T	0,6	0	0	0,20

105 días				
BLOQUES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	PROMEDIO
D1F1	0,2	0,4	0,6	0,4
D2F1	0	2	1,8	1,27
D1F2	0,6	1,4	3,4	1,8
D2F2	0	1,2	2,4	1,2
T	1,8	1,8	2	1,87

Anexo 7. Rendimiento por categorías (kg/parcela)

Primera (kg)			
BLOQUES			
TRATAMIENTOS	I	II	III
D1F1	68,90	72,03	75,00
D2F1	81,92	149,32	71,01
D1F2	51,35	57,06	65,23
D2F2	114,15	74,87	55,66
T	48,17	61,23	110,22

Segunda (kg)			
BLOQUES			
TRATAMIENTOS	I	II	III
D1F1	17,37	42,50	28,85
D2F1	23,29	54,52	47,79
D1F2	38,28	34,93	27,78
D2F2	62,10	49,99	34,47
T	27,98	43,70	64,86

Tercera (kg)			
BLOQUES			
TRATAMIENTOS	I	II	III
D1F1	20,03	57,72	39,26
D2F1	36,81	81,03	26,83
D1F2	27,42	24,74	25,27
D2F2	62,01	46,61	34,22
T	31,71	40,60	49,08

Anexo 8. Rendimiento total (kg/parcela)

BLOQUES			
TRATAMIENTOS	I	II	III
D1F1	106,30	172,25	143,11
D2F1	142,02	284,87	145,63
D1F2	117,05	116,73	118,28
D2F2	238,26	171,47	124,35
T	107,86	145,53	224,16

Anexo 9. Rendimiento comercial (kg/parcela)

BLOQUES			
TRATAMIENTOS	I	II	III
D1F1	86,27	114,53	103,85
D2F1	105,21	203,84	118,80
D1F2	89,63	91,99	93,01
D2F2	176,25	124,86	90,13
T	76,15	104,93	175,08