

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

“EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS NATURALES PARA EL CONTROL DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli*) EN PAPA (*Solanum tuberosum* var. Super chola) UTILIZANDO EL MÉTODO DE TERMONEBULIZACIÓN, EN LA PARROQUIA IZAMBA DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

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

AUTOR

ESTHELA FABIOLA ESPINOZA PEÑA

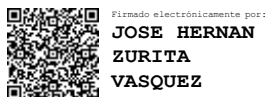
TUTOR

ING. Mg. JOSÉ HERNÁN ZURITA VASQUEZ

Cevallos – Ecuador 2022

“EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS NATURALES PARA EL CONTROL DE
PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli*) EN PAPA (*Solanum tuberosum* var. Super
chola) UTILIZANDO EL MÉTODO DE TERMONEBULIZACIÓN, EN LA
PARROQUIA IZAMBA DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA”

REVISADO POR:



.....
Ing. Mg. HERNAN ZURITA VASQUEZ

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

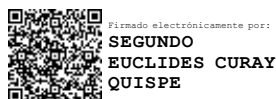
FECHA:



.....
Ing. Marco Pérez Salinas, PhD

...15/07/2022...

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



.....
Ing. Mg. Segundo Curay

..15/07/2022...

MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



.....
Ing. Mg. Walter Veloz

...12/07/2022....

MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

La suscrita, ESTHELA FABIOLA ESPINOZA PEÑA, portadora de cédula de ciudadanía número: 1850575026, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “Evaluación de insecticidas naturales para el control de paratuberculosis (*Bactericera cockerelli*) en papa (*Solanum tuberosum* var. super chola) utilizando el método de temonebulización, en la parroquia Izamba del cantón Ambato, provincia de Tungurahua” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



ESTHELA FABIOLA ESPINOZA PEÑA

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “Evaluación de insecticidas naturales para el control de paratuberculosis (*Bactericera cockerelli*) en papa (*Solanum tuberosum* var. super chola) utilizando el método de termonebulización, en la parroquia Izamba del cantón Ambato, provincia de Tungurahua” 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.



.....
ESTHELA FABIOLA ESPINOZA PEÑA

DEDICATORIA

A Dios por estar junto a mi brindándome salud, sabiduría y fortaleza para culminar mi carrera universitaria y alcanzar mis metas anheladas.

A mis queridos padres Alegría Peña y Luis Espinoza, que fueron mi apoyo incondicional y mi motor para seguir adelante inculcándome buenos valores para seguir adelante con mi vida y con mi carrera.

A mis hermanos Gloria, José, Antonio Miguel y Janeth, pues a más de ser mis confidentes fueron mis consejeros para de una u otra forma tomar las mejores decisiones en mi vida personal y estudiantil.

A mis amigos Catherine, Tatiana, Nayeli y Álvaro, quienes desde un inicio en mi vida universitaria estuvieron junto a mi generándome ánimos en todo momento y compartiendo vivencias muy bonitas y sensatas.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a mi padre Dios por bendecir mi vida y por estar junto a mi en cada decisión que he tomado durante mi vida personal y académica, lo cual llena de orgullo a mi familia.

A mis padres Alegría Peña y Luis Espinoza por sacrificarse y estar junto a mi en cada etapa de mi vida, alentándome y brindarme el apoyo necesario para seguir adelante y cumplir mis metas, les agradezco infinitamente de corazón por confiar en mi y darme su amor incondicional.

A la Universidad Técnica de Ambato, especialmente a mi facultad de Ciencias Agropecuarias y docentes quienes con mucha paciencia me brindaron conocimientos necesarios para mi vida profesional.

Al Ing. Hernán Zurita, por ser una persona bondadosa y paciente al momento de compartir sus conocimientos, por guiarme y aconsejarme en cada etapa de mi carrera y durante el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes Investigativos	2
1.3 Categorías fundamentales	4
1.3.1 Papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	4
1.3.2 Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>)	7
1.3.3 Ajo (<i>Allium sativum</i>)	9
1.3.4 Neem (<i>Azadirachta indica</i>)	9
1.3.5 Termonebulización.....	10
1.4 Hipótesis y objetivos	11
1.4.1 Hipótesis.....	11
1.4.2 Objetivos	11
CAPÍTULO II	13
METODOLOGÍA	13
2.1 Ubicación del experimento	13
2.2 Características del lugar	132
2.3 Equipos y materiales	13
2.3.1 Equipos y maquinaria.....	13
2.3.2 Materiales	13
2.4 Factores de estudio	14
2.4.1 Insecticidas naturales	14
2.4.2 Concentración de los insecticidas naturales	14
2.4.3 Testigo.....	14
2.5 Tratamientos	14
2.6 Diseño experimental	15
2.7 Manejo del experimento	15
2.7.1 Preparación del terreno.....	15

2.7.2 Siembra	15
2.7.3 Delimitación de la parcela.....	154
2.7.4 Mantenimiento del cultivo	16
2.7.5 Preparación y aplicación de los insecticidas botánicos	16
2.7.6 Cosecha	17
2.8 Variables respuestas.....	17
2.8.1 Tiempo de aparición de la plaga	17
2.8.2 Número de huevos.....	17
2.8.3 Número de ninfas	18
2.8.4 Incidencia de punta morada.....	18
2.8.5 Rendimiento del cultivo Ton/Ha	18
2.9 Procesamiento de la información.....	17
2.9.1 Análisis estadístico.....	18
CAPÍTULO III	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
3.1 Análisis y discusión de resultados	19
3.1.1 Número de días a la aparición de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>).....	19
3.1.2 Número de huevos de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>).....	20
3.1.3 Número de ninfas de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>)	22
3.1.4 Porcentaje de incidencia de punta morada	24
3.1.5 Rendimiento del cultivo Ton/Ha	25
CAPÍTULO VI	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
4.1 Conclusiones	28
4.2 Recomendaciones	28
BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la papa	5
Tabla 2. Taxonomía de la paratrioza	7
Tabla 3. Tratamientos.....	15
Tabla 4. ADEVA para número de días a la aparición de paratrioza	19
Tabla 5. Prueba de Tukey al 5% para número de días a la aparición paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>).....	20
Tabla 6. ADEVA para número de huevos de paratrioza.....	21
Tabla 7. Prueba de Tukey 5% para número de huevos de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>).....	21
Tabla 8. ADEVA para número de ninfas de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>)	22
Tabla 9. Prueba de Tukey 5% para número de ninfas de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>).....	23
Tabla 10. ADEVA para porcentaje de incidencia de punta morada.....	24
Tabla 11. Prueba de Tukey para porcentaje de incidencia de punta morada.....	25
Tabla 12. ADEVA para rendimiento del cultivo Ton/ha	26
Tabla 13. Prueba de Tukey 5% para rendimiento del cultivo Ton/Ha	27

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preparación del terreno, desinfección de semilla y siembra del tubérculo.....	35
Anexo 2. Preparación del extracto de ajo.	35
Anexo 3. Mantenimiento del cultivo (deshierbe, aporque fertilización, riego, control fitosanitario y cosecha.....	35
Anexo 4. Aplicación del extracto de ajo y el producto Neem X a diferentes dosis con el equipo termonebulizador en el cultivo de papa.....	36
Anexo 5. Toma de datos	36
Anexo 6. ADEVA-TUKEY Días a la aparición de la plaga	38
Anexo 7. ADEVA-TUKEY Número de huevos de la paratrioza	39
Anexo 8. ADEVA-TUKEY Número de ninfas de la paratrioza.....	40
Anexo 9. ADEVA-TUKEY Incidencia punta morada.....	41
Anexo10. ADEVA-TUKEY Rendimiento del cultivo Ton/Ha	43

RESUMEN

En la actualidad los cultivos de solanáceas están siendo afectados por una perjudicial plaga conocida como paratrioza (*Bactericera cockerelli*). Dicha plaga ha generado grandes pérdidas a los agricultores, especialmente en la producción papera, ya que es el principal vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* y del fitoplasma BLTVA, agentes causales de la enfermedad punta morada de la papa, cuyos síntomas reflejan un retraso de crecimiento, plantas amarillas con brotes morado, enrollamiento de hojas tiernas y baja producción de mala calidad. Dada la importancia que ha tomado controlar esta plaga, se evaluó el efecto del extracto de ajo y el producto Neem x con dos dosis, 10 y 15%, sobre el control de *B. cockerelli* en el cultivo de papa utilizando el método de termonebulización. Se empleó un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar en arreglo factorial $2^2 + 1$ con tres repeticiones, alcanzando un total de 15 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron el tiempo de aparición de la plaga, número de huevos y ninfas por planta, incidencia de punta morada y el rendimiento del cultivo. El monitoreo se realizó cada 21 días a partir de la emergencia de la papa durante todo el ciclo del cultivo. Al finalizar el análisis, se determinó que la dosis y extracto más adecuado para el control de paratrioza fue Neem X al 15%, ya que arroja los mejores resultados en todas las variables respuestas analizadas en este estudio. El método de aplicación por termonebulización resulta altamente efectivo para el control de *B. cockerelli*, ya que ayuda considerablemente el accionar del ingrediente activo del insecticida orgánico, además que esparce uniformemente el producto potenciando su función.

Palabras clave: *Allium sativum*, *Azadirachta indica*, *Bactericera cockerelli*, control, *Solanum tuberosum*, termonebulización.

ABSTRACT

Solanaceae crops are currently being affected by a harmful pest known as paratrioza (*Bactericera cockerelli*). This pest has caused great losses to farmers, especially in mumps production, as it is the main vector of the bacterium *Candidatus Liberibacter solanacearum* and phytoplasma BLTVa, causal agents of the purple tip disease of potatoes, whose symptoms retract a delay in growth, plants yellow with purple shoots, rolling of tender leaves and low production with poor quality. Given the importance of this pest, the effect of garlic extract and the Neem x product with two doses of 10 and 15% on the control of *B. cockerelli* in potatoe crops was evaluated using the thermal fogging method. A randomized complete block split plot design was used in a 22 + 1 factorial arrangement with three replications, reaching a total of 15 experimental units. The variables evaluated were the time of appearance of the pest, number of eggs and nymphs per plant, incidence of purple tip and crop yield. Monitoring was carried out every 21 days from potato emergence throughout the crop cycle. At the end of the analysis, it was suspended that the most suitable dose and extract for the control of paratrioza was Neem X at 15%, since it yields the best results in all the response variables analyzed in this study. The thermal fogging application method is highly effective for the control of *B. cockerelli*, since it helps considerably by activating the active ingredient of the organic insecticide, in addition to spreading the product evenly improving its function.

Keywords: Allium sativum, Azadirachta indica, Bactericera cockerelli, thermal fogging, control, Solanum tuberosum

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

La papa (*Solanum tuberosum*) es un producto nativo de América, sin embargo, su producción se ha extendido casi por todo el mundo, siendo China el productor más grande a nivel mundial. En más de cien países la papa es uno de los cultivos que se encuentra dentro de las principales actividades agrícolas por tener una importante contribución en la generación de ingresos y por formar parte de la dieta diaria de las personas (Monreal, 2001). En el Ecuador existe una producción promedio de 23.41 toneladas por hectárea, donde sobresalen Carchi, Pichincha, Tungurahua y Bolívar como las provincias tienen mayor producción de papa a nivel nacional (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2021).

En la actualidad los cultivos de solanáceas están siendo afectados por una plaga de importancia agrícola conocida como paratíozia. Su control se ha vuelto cada vez más complicado, pues este insecto tiene la capacidad de generar fácilmente resistencia a los pesticidas, debido a esto el agricultor se ha visto obligado a incrementar la frecuencia y dosis de los insecticidas (Comisión Internacional de Agronegocios en Honduras [PYMERURAL], 2011). Las pérdidas que ha provocado *Bactericera cockerelli* son considerables en los cultivos, especialmente para el sector papero, ya que es el principal vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* y del fitoplasma BLTVA, agentes causales de la enfermedad punta morada de la papa, cuyos síntomas reflejan un retraso de crecimiento, yemas axilares proliferadas más de lo normal, plantas amarillas con ápices morado, enrollamiento de hojas tiernas hacia arriba y un bajo o escaso rendimiento de producción de mala calidad (Rubio et al., 2011).

Frente a este panorama se ha venido investigando y aplicando alternativas que permitan reemplazar el uso excesivo de plaguicidas como es el caso de los insecticidas naturales que por lo general son amigables con el ambiente y no perjudica la salud de las personas. Tal es el caso del ajo (*Allium sativum*) y el neem (*Azadirachta indica*), pues al presentar efectos de repelencia y mortalidad, resultan ideales para el control de insectos plaga (Barrios et al., 2016).

Con respecto a los métodos de aplicación, hoy en día se trata utilizar aquellos que brinden mayor eficiencia en el control de plagas, tal es el caso de la termonebulización. Dicha técnica emplea el calor y la pulverización con el fin de obtener gotas ultrafinas de 1 a 50 micrómetros aproximadamente. La ventaja de esta técnica es que se puede aplicar productos cubriendo grandes extensiones de forma rápida, uniforme y con una menor cantidad de pesticidas, por lo cual existe un mayor control de la plaga ya sea por contacto o por inhalación especialmente por aquellos insectos voladores. En fin, este método puede ser muy ventajoso ya que a más de lo que se menciona puede erradicar sin ningún inconveniente patógenos que se hospedan especialmente en el envés de las hojas (Vázquez, 2000).

1.2 Antecedentes Investigativos

Una vez que llegó la paratífoza al Ecuador se extendió rápidamente por todo el país, esto empezó durante el periodo 2012 – 2013 en la provincia del Carchi y se esparció hacia el sur de nuestro territorio ecuatoriano. Desde entonces esta plaga cada vez se ha vuelto más invasiva por lo que los agricultores han tenido que sembrar sus cultivos en zonas más altas y a su vez se han visto obligados a doblar las aplicaciones de pesticidas (Navarrete et al., s.f.). Debido a las problemáticas que genera *B. cockerelli*, se ha tratado de buscar alternativas que permitan disminuir su población, tal es el caso del uso de plantas que contienen metabolitos secundarios en su estructura y que causan un efecto insecticida. La determinación de la eficacia de estos componentes se ha podido evaluar mediante la preparación y aplicación de extractos, macerados o purines (Chipantiza, 2020).

Tal es el caso de Vargas (2018) quien evaluó la efectividad biológica de extractos vegetales para el control de *Bactericera cockerelli* en condiciones de laboratorio con canela (*Cinnamomum verum*) y mostaza (*Sinapis arvensis*), y a su vez evaluó cuatro diferentes insecticidas químicos: abamectina, imidacloprid, deltametrina y spirotetramat. Como resultados obtuvo que el extracto mostaza demostró tener mayor toxicidad con 106.528 ppm, al igual que el insecticida químico spirotetramat con 109.786 ppm, lo que significa que estos insecticidas tienen un mejor control en el desarrollo de paratífoza. En cuanto a las mezclas establecidas canela + abamectina reportó mayor efectividad con 6.90 ppm.

En la investigación de Barrios et al. (2016) se realizó de igual manera un control alternativo de paratífoza con cuatro tratamientos: neem, caldo de ceniza, extracto de ajo

e imidacloprid en un cultivo de chile serrano. Los resultados demostraron mayor control de huevos y ninfas de la paratrioza con el insecticida imidacloprid, ya que presentó 1.34 huevos y 0.72 ninfas por planta, mientras que para adultos el tratamiento que mostró mayor efectividad fue el extracto de ajo con un promedio de 2.59 adultos por planta.

Por otra parte, Rivera (2007) realizó bioensayos en el laboratorio con el fin de determinar la efectividad de cuatro extractos a partir de *Azadirachta indica*, *Nicotiana glauca*, *Pinus cembroides* y *Prosopis juliflora* sobre *Myzus persicae*, *Trialeurodes vaporariorum* y *Bactericera cockerelli*. En los resultados de esta investigación se obtuvo que el extracto de neem generó mayor control en pulgón, mosca blanca y paratrioza, usando concentraciones de 200 ppm generando un 100% de mortalidad en estas plagas. Por otro lado, el extracto de piñón, tabaquillo y mezquite requirieron mayor concentración para matar apenas el 50% de estos insectos, en este caso se usó dosis de 1131 ppm, 1766 ppm y 1153 ppm respectivamente.

Así mismo, en el trabajo investigativo de Figueroa (2018) se evaluó dos extractos vegetales: la higuera (*Ricinus cumminis*) y amapola (*Argemone mexicana*), y cuatro insecticidas químicos: abamectina, imidacloprid, spirotetramat y el deltametrina para saber el grado de toxicidad que controle *B. cockarelli*. En los resultados la higuera fue más eficiente que la amapola pues, con una baja toxicidad aguda de 67.45ppm se pudo obtener mayor control de paratrioza. En los insecticidas químicos el spirotetramat tuvo mayor toxicidad con un valor mínimo de 109.78 ppm. En cuanto a la mezcla de extractos e insecticidas, deltametrina junto con higuera resultaron tener mayor eficiencia de control en el insecto evaluado con 8.2 ppm.

Por otra parte, Raura (2021) evaluó el efecto de extractos vegetales del tiglán (*Clinopodium tomentosum*), ajo (*Allium sativum*) y de marco (*Ambrosia arborescens*) sobre la dinámica poblacional de paratrioza y su incidencia en la enfermedad punta morada en el cultivo de papa dando como resultado comportamientos diferentes en los tratamientos probados. En el caso del ajo tuvo menor incidencia de la enfermedad punta morada de la papa (PMP) con 20,97 %, seguido de marco con 25,91 % y tiglán con 27,61 %. De igual manera en cuanto al peso de tubérculos/planta, el tratamiento que mostro mayor eficiencia fue las plantas que se sometieron al tratamiento con ajo obteniendo un valor de 1806,96 g/planta y 39 t/ha, seguido de marco con 1665,90 g/planta y 36,65 t/ha. y tiglán con 1630.28 g/planta y 35.07 t/ha.

Con respecto a los métodos de aplicación de plaguicidas, Montada et al. (2010) realizó ensayos para determinar la eficacia y eficiencia de los insecticidas: clorpirifos, cipermetrina y lambdacialotrina para el control del mosquito del dengue (*Aedes aegypti*) procedentes de la ciudad de La Habana (plaza, Cerro y Boyeros) mediante termonebulización y nebulización en frío. En los resultados después de haber transcurrido 24 h de haber aplicado el producto, se evidenció que con la termonebulización la cipermetrina a una dosis de 0.25 ml ia/ local genero una alta mortalidad de las cepas seguido de clorpirifos y lambdacialotrina a una dosis 0,5 y 1,92 g ia/local, respectivamente. Con respecto a la nebulización en frío se vio la necesidad de utilizar el insecticida diclorvos para potencializar la acción fumigante de los tres insecticidas, lo que demostró tener menos efectividad y eficiencia que el método de termonebulización.

1.3 Categorías fundamentales

1.3.1 Papa (*Solanum tuberosum*)

La papa es una planta herbácea anual, pertenece a la familia Solanaceae y se caracteriza por ser una planta dicotiledónea, posee un sistema aéreo y un subterráneo provista de rizomas del cual se originan los tubérculos (Román y Hurtado, 2002). Este cultivo es originario de América, especialmente de países como Perú, Ecuador, Colombia, Bolivia, Guatemala y Chile (Cortez y Hurtado, 2002).

La importancia de la papa radica a que es el cuarto alimento más importante a nivel mundial. Este tubérculo es una fuente de energía, ya que contiene por cada 100 gramos de papa 21,6 g de carbohidratos, 1,76 g de proteína, 7.8 a 20 mg de vitamina C, 0.29 mg de vitamina B6 y un estimado de 200 mg de minerales entre los que sobresale el potasio, fósforo, magnesio, hierro y zinc (Pumisacho y Sherwood, 2002).

La papa de igual manera tiene importancia en la generación de ingresos económicos para el país y a su vez es fuente de trabajo para la población ecuatoriana. Se sabe que en el Ecuador durante el periodo 2020 la superficie total cosechada fue de aproximadamente 19.7 miles de hectáreas de papa, obteniendo una producción de 0.4 millones de toneladas en el año. La mayor producción papera se encuentra en la Región Sierra, donde se destacan Carchi, Chimborazo, Cotopaxi y Tungurahua como las provincias que más cultivan dicho tubérculo (Inst. Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2021).

Taxonomía.

Tabla 1.

Taxonomía de la papa

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Solanum tuberosum</i>

(Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados [SIOVM], s.f.)

Morfología de la papa. Aparco (2017) menciona que la papa es una planta herbácea anual que al igual que otras plantas tiene definidas sus partes como: raíces, tallos, rizomas, tubérculos, hojas, inflorescencias y frutos, todas estas tienen su morfología individual como se evidencia a continuación:

Raíces. La papa presenta un sistema radical fibroso, estas raíces se origina por lo general en los nudos de los tallos subterráneos.

Tallos. La papa presenta tres tipos de tallos. Uno de estos es el tallo aéreo que crece directamente del tubérculo de semilla, y en ella se ramifica los tallos laterales. El segundo tallo es el estolonífero que nace por lo general en la base del tallo aéreo. El tercer tallo hace referencia a los tubérculos, y se caracteriza por ser un tallo modificado que almacena azúcares y almidón.

Hoja. Son imparpinnados y compuestas de forma lanceolada con nerviación reticular.

Flores. Nacen en racimos, es decir presenta una inflorescencia terminal. Las flores son pentámeras y presentan estilo, estigma y ovario binocular, posee una corola rotácea gamopétala de diversos colores según la variedad de papa.

Brote. Tallo que se forma en el ojo del tubérculo, en un ojo puede formarse de tres a cuatro yemas.

Tubérculos. También conocidos como tallos carnosos, tienden a originarse en el extremo del estolón y están conformados por nudos, comúnmente llamados “ojos”, es el tallo subterráneo encargado del almacenamiento del almidón, es la parte comestible.

Fruto. Es una baya pequeña carnosa de forma redonda u ovalada y posee un color verde amarillento.

Requerimientos edafoclimáticos

La papa se desarrolla en un clima templado con temperaturas que oscilan entre los 14-20 °C. Las temperaturas superiores a los 30°C e inferiores a los 10°C tienden a perjudicar el desarrollo del tubérculo. Este cultivo no tolera las sequías, por ende, se debe mantener una humedad relativa del 80-85% especialmente cuando empieza a formarse los tubérculos. La altura óptima para su desarrollo es de 2600 a 3600 msnm. Esta planta tiene un buen crecimiento en suelos franco-arcillosos, profundos con buen drenaje de pH de 5,2 a 6,4 y con un alto contenido de materia orgánica (Vignola et al., 2017).

Ciclo fenológico

El ciclo fenológico de este cultivo se divide por lo general en cinco fases: brotación, crecimiento de brotes laterales, inicio de la tuberización, llenado de tubérculos y la fase de maduración. La duración del ciclo fenológico de la papa depende prácticamente de la variedad y de las condiciones agroclimáticas (Vignola et al., 2017). La duración del ciclo fenológico de la papa variedad súper chola es de 5 a 6 meses (Rivadeneira et al., 2021).

Incidencia de plagas y enfermedades en la papa

Los ataques por plagas y enfermedades generan pérdidas de producción y por ende pérdidas económicas al agricultor. Una de las plagas que más problemas ha causado a

este cultivo es *B. cockerelli*, pues adquiere fácilmente resistencia a los pesticidas, lo cual conlleva al uso desmedido insecticidas ocasionando daños a la salud humana, contaminación ambiental y pérdida de la microfauna del suelo (PYMERURAL, 2011). Barrera (2002) aporta información similar, sobre todo en la producción de papa, pues alude que el uso excesivo de pesticidas ha venido generando un elevado costo de producción y un efecto nocivo para el ambiente.

1.3.2 Paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

La paratrioza o pulgón saltador pertenece a la familia Triozidae, por lo general ataca a las solanáceas. Se caracteriza por ser un insecto picador-chupador que se alimenta de la savia de las plantas en las que se hospeda ocasionando fuertes daños y pérdidas a los cultivos (Caudillo, 2010).

Taxonomía

Tabla 2.

Taxonomía de la paratrioza

Reino	Animal
Phylum	Artrópoda Latreille, 1829
Clase	Insecta Linnaeus, 1758
Orden	Hemiptera
Familia	Triozidae
Género	<i>Bactericera</i> , Puton, 1876
Especie	<i>cockerelli cockerelli</i> (Sulc)

(Caudillo, 2010)

Ciclo biológico

Huevos. Los huevos de este insecto tienen forma ovoide, son de color anaranjado, posee un pequeño filamento con el cual tiene la facilidad de adherirse a las superficies de las hojas y se depositan especialmente en el borde de estas. De 3 a 9 días tardan en eclosionar y su viabilidad depende de la temperatura ambiental en la que se encuentren, pues se sabe que con una temperatura de 8 a 27 grados centígrados tienen un mejor desarrollo (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria [OIRSA], 2013).

Ninfas. Jiménez y Ramos (2021) mencionan que la paratrioza presenta cinco estados ninfales y la duración de cada uno de ellos depende de la temperatura ambiental en la que se encuentre, puede tardar entre 12 a 21 días hasta convertirse en adultos con temperaturas de 16 – 26 ° C, pero cuando supera los 26 ° C o desciende de los 8 °C hay un bajo nivel de supervivencia especialmente para las ninfas del primer al tercer estadio.

- **Primer estadio.** Las ninfas son de color naranja, presentan segmentos basales cortos y gruesos, sus ojos son notorios tanto en vista ventral como dorsal.
- **Segundo estadio.** Se puede apreciar en la ninfa las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen y el par de alas se hacen visibles. En la cabeza de la ninfa se puede observar una matriz amarillenta y el tórax presenta un color verde amarillento.
- **Tercer estadio.** La cabeza torna un color amarillento, los ojos presentan una coloración rojiza, el tórax se mantiene el color verde amarillento.
- **Cuarto estadio.** Segmentación del cuerpo bien definida. En la parte terminal de las tibias del insecto se puede observar los tarsales y un par de uñas.
- **Quinto estadio.** Cuerpo bien definido. La cabeza y el abdomen presentan un color verde claro y el tórax presenta una tonalidad más oscura. Los ojos presentan un color guinda. Tanto las antenas como las patas se encuentran bien segmentadas. Sus paquetes alares sobresalen del resto del cuerpo.

Adulto. Al emerger este insecto adulto presenta una coloración verde amarillenta, posee alas blancas, pero al paso de 3 horas se vuelven transparentes. A los primeros 7 a 10 días la coloración va cambiando ligeramente de ámbar a un café oscuro. Los machos duran por lo general un promedio de 20 días y las hembras pueden sobrevivir hasta 3 veces más (OIRSA, 2013).

Daños que ocasiona. La paratrioza afecta a los cultivos ya sea por efecto de su alimentación y por patógenos que causa por lo general síntomas irreversibles a la planta con daños fisiológicos que a su vez afectan el rendimiento de la producción y por consecutivo se produce la muerte (Caudillo, 2010).

Daños Directos. Los daños directos ocurren cuando las ninfas y adultos succionan la savia para alimentarse, esto genera un amarillamiento temporal de la planta y un retraso de crecimiento (Caudillo, 2010).

Daños Indirectos. El daño indirecto se atribuye a que, la paratrioza es el principal vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* y del fitoplasma BLTVA, los cuales están estrechamente relacionada con la enfermedad punta morada de la papa, esto causa daños irreparables y síntomas como retraso del crecimiento, hojas enrolladas hacia arriba de color amarillento, brotes morados, formación de tubérculos aéreos, los entrenudos se engrosan y el rendimiento de la producción tiende a bajar y ser de mala calidad (Rubio et al., 2011).

1.3.3 Ajo (*Allium sativum*)

Descripción. El ajo es una planta bulbosa, pertenece la familia Amarillidaceae, es un insecticida de amplio espectro, tiene la peculiaridad de cambiar el olor natural de las plantas una vez que ingresa al sistema vascular evitando que el insecto consuma la planta. Entre los metabolitos secundarios que el ajo presenta esta el dialil monosulfido, dialil disulfido, dialil trisulfido, dialil tetrasulfido, dialil pentasulfido, la aliina y el disulfuro de alilo. De todos estos compuestos, la aliina tiende a transformarse en alicina cuando se triura el ajo, generando el olor azufrado característico de esta especie (Torres, 2015). Las temperaturas altas, mayores a 50 °C, destruyen los compuestos químicos presentes en el ajo (Guapulema, 2013).

Mecanismo de acción. Este insecticida actúa como repelente sobretodo para aquellos insectos chupadores, pues al modificar el olor y sabor del tejido vegetal de la planta tiende a mimetizarla y volverla inapetecible. De igual manera, debido a los trisulfatos que presenta el ajo enmascara las feromonas que emite los insectos, por ende, disminuye el porcentaje de apareamiento (Torres, 2015).

1.3.4 Neem (*Azadirachta indica*)

Descripción. El neem pertenece a la familia Meliaceae, es considerado un árbol perenne de rápido crecimiento con propiedades insecticidas y fúngicas. Esta planta presenta mas de 300 metabolitos, entre ellos un tercio pertenece a los terpenoides entre los cuales podemos mencionar a la azadiractina, nimbidina, nimbolina, gedunina, nimbidato de sodio, ácido gálico, neoergosterona, etc. Al ser un insecticida sistémico tiende a regular la vida del insecto, por ende, la efectividad de mortalidad de larvas, huevo y ninfas de este insecticida es de 77,17% una vez aplicado con todas las indicaciones del fabricante (Aldás, 2014).

Mecanismo de acción. Este insecticida tiene un mecanismo de acción por contacto e ingestión. Actúa como un regulador de crecimiento, pues al presentar azadirachtina en su composición tiene la capacidad de bloquear la síntesis de la hormona ecdysona producida por el insecto. La ecdysona es la hormona que controla los cambios que ocurren durante la metamorfosis del insecto. De igual manera, los limonoides que presenta el neem genera parálisis de los músculos del insecto, especialmente de la mandíbula, por lo cual muere a causa del hambre (Aldás, 2014).

1.3.5 Termonebulización

La termonebulización es un método con el cual se puede obtener gotitas ultrafinas de un diámetro que oscila entre 1-50 μm . Para ello se utiliza una máquina termonebulizadora, en donde las sustancias líquidas son vaporizadas en su interior debido a sus altas temperaturas que oscilan entre los 500 a 600 $^{\circ}\text{C}$, una vez que salen y se ponen en contacto con la temperatura ambiente se condensan y forman una niebla visible (Vázquez, 2000).

El Empleo de la termonebulización. Los pesticidas empleados con dicho método tienen mejor distribución, cubre grades extensiones en un menor tiempo posible con poca cantidad de producto. Los insecticidas y fungicidas que se aplican vía termonebulización deben ser diluidos en excipientes acuosos u oleosos. El volumen de la mezcla que se emplea en este método es de 5 a 10 L/Ha, con un valor máximo de 50 L/Ha (Rey, 2009).

Tamaño de gotas. Con este método se puede obtener gotas de diámetro de 1 a 30 μm . Por lo general las gotas más finas tienen la capacidad de permanecer más tiempo suspendidas y suelen ser más eficaces por inhalación o contacto contra los insectos. Por otra parte, las gotas más grandes descienden más rápido y tiene mayor dificultad para penetrar los tejidos de la planta o ingresar por los espiráculos del insecto (Rey, 2009).

Frente a esto se puede regular el quipo termonebulizador para obtener ya sea gotas mas grandes o mas pequeñas en base a los siguientes parámetros: cuanto mas delgado sea el conducto de las boquillas habrá menos caudal y por ende será mayor volumen de niebla con gotas mas pequeñas; con respecto a la temperatura, a mayor calor (generalmente mayor a 500 $^{\circ}\text{C}$) se obtiene un mayor numero de gotas pequeñas y finamente se debe considerar el liquido

termonebulizador, en este caso el mejor vehículo son los productos oleosos, pues con un vehículo como el agua las gotas son demasiado grandes (Vázquez, 2000).

Cubrimiento. Para el control de patógenos se necesita una alta probabilidad de contacto con las gotitas de niebla, lo que implica un cubrimiento total de la superficie que se logra ventajosamente con este método. Por ende, dicho autor infiere que la relación que guarda entre el cubrimiento y la cantidad de gotas para un mismo volumen de insecticida se basa el tamaño de las gotas (Rey, 2009).

Condiciones ambientales que requiere la termonebulización. Para tener buenos resultados con este método se recomienda realizar la actividad sobre la superficie foliar del cultivo siempre y cuando la temperatura ambiental se encuentre bajo los 15 °C y la humedad relativa sea superior al 80%, con respecto a la velocidad del viento esta debe ser menor a los 12 Km/hora (Vázquez, 2000).

1.4 Hipótesis y objetivos

1.4.1 Hipótesis

La utilización de insecticidas naturales tanto de ajo como de Neem X controlan la paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en sus diferentes estados (huevos y ninfas) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* var. Súper chola).

1.4.2 Objetivos

Objetivo general.

- Evaluar el efecto de los insecticidas naturales sobre el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* var. Súper chola), utilizando el método de termonebulización.

Objetivos específicos.

- Determinar el insecticida natural que tenga mayor eficiencia en el control de *B. cockerelli* en papa (*Solanum tuberosum* var. Súper chola).
- Establecer la mejor concentración del insecticida natural que controle el estado ninfal de *B. cockerelli* en papa (*Solanum tuberosum* var. Súper chola).

- Evaluar la efectividad del método de termonebulización en la aplicación de productos vegetales para el control de *B. cockerelli*.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

Esta investigación se llevó a cabo en los predios del señor Luis Espinoza ubicado en el caserío Quillán Loma perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua, cuyas coordenadas geográficas son: 01° 13' 13" S y 78° 33' 35" W (Datos proporcionados por el título de propiedad del dueño del predio).

2.2 Características del lugar

El sector donde se realizó la investigación presenta temperaturas que oscilan entre 16 – 18°C, humedad relativa de 77 - 80%, velocidad de viento de 6 km/h y precipitación anual de 3414 mm, estas condiciones son adecuadas para el desarrollo del cultivo (Estación meteorológica Aeropuerto Ambato, 2022). Los suelos de esta zona de estudio corresponden al Orden Molisoles y se caracterizan por poseer superficies oscuras, ser profundos, de texturas franco arenosos y franco limosos, con buena actividad biológica en la capa superior (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Izamba [GADPI], 2015).

2.3 Equipos y materiales

2.3.1 Equipos y maquinaria

- Equipo de termonebulización
- Bomba de mochila
- Tractor
- Computador
- Cámara fotográfica

2.3.2 Materiales

- Insecticidas naturales (extracto de Ajo y producto comercial de Neem X)
- Líquido termonebulizador
- Plástico
- Palos de madera

- Plantas de papa variedad Súper chola
- Rótulos
- Colador de tela
- Baldes
- Balanza
- Azadón
- Lupa
- Jeringa de 5 ml
- Esferos, lápices, marcadores
- Libreta de campo

2.4 Factores de estudio

2.4.1 Insecticidas naturales

- Neem X E1
- Extracto de ajo E2

2.4.2 Concentración de los insecticidas naturales

- 10 % C1
- 15% C2

2.4.3 Testigo

Se utilizó un testigo en el ensayo, el cual no recibió ninguna aplicación de ningún producto.

2.5 Tratamientos

Los tratamientos resultan ser la combinación de los factores de estudio como muestran a continuación.

Tabla 3.*Tratamientos*

N.- TRATAMIENTOS	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
1	E1C1	Neem X al 10%
2	E1C2	Neem X al 15%
3	E2C1	Ajo al 10%
4	E2C2	Ajo al 15%
5	Testigo	Sin aplicación de los productos

2.6 Diseño experimental

Para el desarrollo de este ensayo se empleó un diseño de parcelas divididas, donde los productos fueron las parcelas grandes y las concentraciones fueron las subparcelas, en bloques completos al azar en arreglo factorial $2^2 + 1$ con tres repeticiones, alcanzando un total de 15 unidades experimentales.

2.7 Manejo del experimento**2.7.1 Preparación del terreno**

En la parcela del ensayo se pasó dos rastras con la finalidad de darle soltura al suelo y un mejor drenaje. Seguidamente, se abonó con gallinaza a fin de adecuar la disponibilidad de nutrientes para el cultivo. Luego se realizó el surcado y se aplicó riego por gravedad.

2.7.2 Siembra

En el ensayo se manejó una densidad de siembra de 0,45 m entre plantas y 1.2 m entre surcos, colocando 1 semillas por golpe.

2.7.3 Delimitación de la parcela

Se estableció los bloques a experimentar en el cultivo en base al diseño experimental, se dividió el terreno de 441 m² en dos parcelas grandes que representaron los productos a evaluar y cada una de ellas se subdividieron en 18 subparcelas que fueron

las concentraciones de cada insecticida. De igual manera se rotuló cada división a fin de identificarlos.

2.7.4 Mantenimiento del cultivo

Deshierbe. Esta actividad se realizó a los 30 días después de la siembra de forma manual con la ayuda de un azadón, a fin de controlar las malezas presentes en el cultivo.

Aporque. El aporque se realizó de forma manual con un azadón a los 75 días después de la siembra, esto con el fin de ayudar al cultivo a que mantenga una correcta dirección de crecimiento, evitar que los estolones se conviertan en tallos y proteger a los tubérculos de la luz solar para evitar que se verdeen. Durante esta actividad se aplicó fertilizante al voleo.

Riego. El método de riego que se aplicó en este cultivo fue por inundación, con una frecuencia de 8 días.

Control fitosanitario. Con respecto al control de enfermedades fúngicas y bacterianas se realizó un control químico y en cuanto al control de plagas, como la paratrioza, se aplicó los diferentes insecticidas botánicos que se evaluó en esta investigación.

2.7.5 Preparación y aplicación de los insecticidas botánicos

Para la elaboración del extracto vegetal se empleó el método de maceración utilizando harina de ajo, se colocó 1000 gr del material en 5 litros de agua en un recipiente sellado en un lugar fresco, este se revolvió pasando un día por un periodo de 10 días para luego filtrarlo y almacenarlo bajo sombra. Se determinó la concentración base del extracto con la fórmula, para luego diluirlo al 10 y 15%

$$\text{Concentración} = \frac{\text{gr del soluto}}{\text{ml del solvente}} * 100$$

En el caso del producto comercial Neem X, partimos de la concentración establecida en el producto para diluirlo en las concentraciones evaluadas. La aplicación de los productos se realizó mediante un equipo de termonebulización con capacidad de 5 litros, cada 15 días durante todo el ciclo del cultivo a partir de su emergencia.

2.7.6 Cosecha

Esta actividad se llevó a cabo después de los 160 días después de la siembra, los tubérculos recolectados de cada tratamiento fueron colocados en bolsas para luego ser pesados con una balanza.

2.8 Variables respuestas

2.8.1 Tiempo de aparición de la plaga

Para evaluar el tiempo de aparición de la plaga se contabilizó el número de días en que se presenciaron las primeras ninfas de paratrioza en el cultivo después de la emergencia del cultivo, con el fin de determinar el efecto de repelencia de los insecticidas naturales utilizados.

2.8.2 Número de huevos

Se contabilizó el número de huevos presentes en los brotes terminales, de cinco hojas de cinco plantas tomadas al azar de la parcela, cada 21 días a partir de la emergencia del cultivo.

2.8.3 Número de ninfas

Se contabilizó el número de ninfas presentes en cinco hojas de los diferentes estratos de las cinco plantas tomadas al azar de la parcela, cada 21 días a partir de la emergencia del cultivo.

2.8.4 Incidencia de punta morada

En cada tratamiento se realizó el conteo del número de plantas que presentaron síntomas de punta morada, cada 21 días a partir de la emergencia del cultivo, este valor se expresó en porcentaje.

2.8.5 Rendimiento del cultivo Ton/Ha

Para determinar el rendimiento del cultivo se seleccionó al azar 10 plantas por cada tratamiento y con la ayuda de una balanza se pesó los tubérculos producidos por planta, para posteriormente determinar el rendimiento en Ton/Ha.

2.9 Procesamiento de la información

2.9.1 Análisis estadístico

Los datos adquiridos en esta investigación se sometieron a un análisis de varianza y aquellas variables que mostraron diferencias significativas fueron comparadas según las pruebas de Tukey ($p < 0,05$) usando el programa InfoStat para Windows.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de resultados

3.1.1 Número de días a la aparición de paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

El ADEVA para número de días a la aparición de paratrioza (*Bactericera cockerelli*) muestra resultados altamente significativos para tratamientos con un coeficiente de variación de 8.09%, como se puede apreciar en la tabla 4.

Tabla 4.

ADEVA para número de días a la aparición de paratrioza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	1.60	2	0.80	0.26	0.7757	ns
Tratamientos	305.60	4	76.40	25.05	0.0001	*
Extractos	80.08	1	80.08	19.88	0.0043	*
Concentración	60.75	1	60.75	15.08	0.0081	*
Extractos*Concentración	60.75	1	60.75	15.08	0.0081	*
Testigo vs Resto	104.02	1	104.02	34.10	0.0004	*
Error	24.40	8	3.05			
Total	331.60	14				

CV: 8.09%

ns: no significativo * Significativo ** Altamente significativo

Los resultados para el número de días a la aparición de la plaga, y luego de realizar el análisis de varianza muestran la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en la tabla 5.

Los resultados de las pruebas de significación Tukey (5%) al que fueron sometidos los datos de número de días a la aparición de la plaga indicaron que existen diferencias significativas entre los tratamientos; verificando que el mejor tratamiento es E1C2 (Neem X/15% de concentración) con una media de 30 días a la aparición de la plaga, y el tratamiento menos favorecido es el T (sin aplicación) con una media de 16.33 días a la aparición de la plaga.

Tabla 5.

Prueba de Tukey al 5% para número de días a la aparición paratrioza (Bactericera cockerelli)

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
E1C2	30.00	3	1.01	A
E1C1	21.00	3	1.01	B
E2C2	20.33	3	1.01	B
E2C1	20.33	3	1.01	B
T	16.33	3	1.01	B

Para tomar en cuenta la aparición de la plaga, se lo hizo en el estado de ninfa que es donde causa los daños más severos. Según Marín (2005) las afecciones causadas por la paratrioza están relacionadas con el estado de ninfa, ya que los adultos solo aparecen para ovopositar en el envés de las hojas y al eclosionar las ninfas empiezan su proceso de alimentación, dañando los tejidos parenquimáticos de las hojas y transmitiendo enfermedades bacterianas y virales.

Por su parte Ramírez et al. (2008) manifiesta que, el mejor monitoreo de esta plaga es en estado de huevecillos y ninfas, de forma semanal y directo en las hojas. Dichas hojas deben pasar por un proceso cuidadoso de conteo y observación minuciosa para determinar con claridad el número y tamaño de huevecillos y ninfas presentes en los diferentes estratos de la planta afectada.

El ciclo biológico de paratrioza pasa por un período de incubación de 3 a 15 días, y el desarrollo ninfal completo se da después de 14 a 17 días después de la eclosión de los huevecillos. Las ninfas, luego de cinco micro periodos los cuales se desarrollan dentro de hasta 30 días, pasan a estado adulto (Córdova 2019).

3.1.2 Número de huevos de paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

El ADEVA para número de huevos de paratrioza (*Bactericera cockerelli*) muestra resultados altamente significativos para tratamientos con un coeficiente de variación de 12.63%, como se puede apreciar en la tabla 6.

Tabla 6.*ADEVA para número de huevos de paratrioza*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	0.0017	2	0.80	0.26	0.7757	ns
Tratamientos	10.22	4	76.40	25.05	0.0001	*
Extractos	2.21	1	80.08	19.88	0.0043	*
Concentración	0.29	1	60.75	15.08	0.0081	*
Extractos*Concentración	0.10	1	60.75	15.08	0.0081	*
Testigo vs Resto	7.07	1	104.02	34.10	0.0004	*
Error	0.26	8	3.05			
Total	10.49	14				

CV: 12.63%

ns: no significativo * Significativo ** Altamente significativo

Los resultados para el número de huevos de la plaga, y luego de realizar el análisis de varianza muestran la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en la tabla 7.

Los resultados de las pruebas de significación Tukey (5%) al que fueron sometidos los datos de número de huevos de la plaga por planta indicaron que existen diferencias significativas entre los tratamientos; verificando que el mejor tratamiento es E1C2 (Neem X/15% de concentración) con una media de 0.56 huevos de la plaga, y el tratamiento menos favorecido es el T (sin aplicación) con una media de 2.81 huevos de la plaga.

Tabla 7.*Prueba de Tukey 5% para número de huevos de paratrioza (Bactericera cockerelli)*

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
E1C2	0.56	3	0.1	A	
E1C1	0.82	3	0.1	A	B
E2C2	1.07	3	0.1		B
E2C1	1.92	3	0.1		C
T	2.81	3	0.1		D

El número de huevecillos es un referente de la cantidad de individuos adultos que se encuentran en la plantación y también permite proyectar el posible número de ninfas que se harán presentes en el cultivo (Arcos, 2021).

En la investigación realizada por Xicay (2014) se evaluó la aplicación de cuatro insecticidas comerciales: thiametoxan 0,4kg/ha, spirotetramate 0,5 lt/ha, ethiprole + imidacloprid 1,5 lt/ha y spiromesifen + abamectina 0,5 l/ha sobre el control de paratrioza en el cultivo de papa. Los resultados que muestra esta investigación reflejaron un valor similar a este trabajo en lo que respecta a la mortalidad de huevos por planta, ya que el promedio de número de huevecillos estuvo entre 0.1 para todos los tratamientos y 2.06, con el mayor número de huevecillos en las unidades experimentales correspondientes a los testigos.

3.1.3 Número de ninfas de paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

El ADEVA para número de ninfas de paratrioza (*Bactericera cockerelli*) muestra resultados altamente significativos para tratamientos con un coeficiente de variación de 7.40%, como se puede apreciar en la tabla 8.

Tabla 8.

*ADEVA para número de ninfas de paratrioza (*Bactericera cockerelli*)*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Repeticiones	0.06	2	0.03	4.31	0.0536	ns
Tratamientos	5.51	4	1.38	213.81	<0.0001	**
Extractos	0.17	1	0.17	52.17	0.0004	*
Concentración	0.05	1	0.05	15.08	0.0081	*
Extractos*Concentración	0.13	1	0.13	40.06	0.0007	*
Testigo vs Resto	4.90	1	4.90	760.50	<0.0001	**
Error	0.05	8	0.01			
Total	5.61	14				

CV: 7.40%

ns: no significativo * Significativo ** Altamente significativo

Los resultados para el número de ninfas de la plaga, y luego de realizar el análisis de varianza muestran la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en la tabla 9.

Los resultados de las pruebas de significación Tukey (5%) al que fueron sometidos los datos de número de ninfas de la plaga indicaron que existen diferencias significativas entre los tratamientos; verificando que el mejor tratamiento es E1C2 (Neem X/15% de concentración) con una media de 0.44 ninfas de la plaga, y el tratamiento menos favorecido es el T (sin aplicación) con una media de 2.23 ninfas de la plaga.

Tabla 9.

*Prueba de Tukey 5% para número de ninfas de paratrioza (*Bactericera cockerelli*)*

TRATAMIENTOS	Medias	N	E.E.			
E1C2	0.44	3	0.05	A		
E1C1	0.80	3	0.05		B	
E2C1	0.91	3	0.05		B	C
E2C2	1.04	3	0.05			C
T	2.23	3	0.05			D

Una vez que los huevos cumplen su período de incubación, de ellos emergen las ninfas, que son el estadio intermedio entre huevo y adulto. Esta etapa de desarrollo tiene una duración alrededor de 22 días y una capacidad de supervivencia del 41%. Las ninfas permanecen en el envés de las hojas, donde pueden ser vistas, casi inmóviles, como pequeñas conchas de color amarillo o verdoso (Toledo 2016).

Ramírez et al. (2008) en su trabajo titulado “Evaluación de insecticidas alternativos para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli* b.y l.) (homoptera: trioziidae) en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.)” manifiesta que, los diferentes insecticidas mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$) en el número de ninfas por planta. Para determinar donde se encontraban tales diferencias se procedió a realizar la prueba de medias de “t”. La parcela donde no se aplicó insecticida (Testigo) presenta el valor más alto de infestación con 3.75 ninfas, mientras que los tratamientos aplicados en este ensayo presentan un número bajo en lo que respecta a la población de ninfas 1.95. Estos valores son muy similares a los obtenidos en este ensayo.

3.1.4 Porcentaje de incidencia de punta morada

El ADEVA para porcentaje de incidencia de punta morada muestra resultados altamente significativos para tratamientos con un coeficiente de variación de 6.64%, como se puede apreciar en la tabla 10.

Tabla 10.

ADEVA para porcentaje de incidencia de punta morada

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	32.34	2	16.17	1.10	0.3783	ns
Tratamientos	2673.99	4	668.50	45.48	<0.0001	**
Extractos	691.69	1	691.69	69.05	0.0002	*
Concentración	354.97	1	354.97	35.44	0.001	*
Extractos*Concentración	106.43	1	106.43	10.62	0.0173	*
Testigo vs Resto	968.66	1	968.66	65.91	<0.0001	**
Error	117.58	8	14.70			
Total	2823.91	14				

CV: 6.64%

ns: no significativo * Significativo ** Altamente significativo

Los resultados para el porcentaje de incidencia de punta morada, y luego de realizar el análisis de varianza muestran la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en la tabla 11.

Los resultados de las pruebas de significación Tukey (5%) al que fueron sometidos los datos de porcentaje de incidencia de punta morada indicaron que existen diferencias significativas entre los tratamientos; verificando que el mejor tratamiento es E1C2 (Neem X/15% de concentración) con una media de 33.20 % de incidencia de punta morada, y el tratamiento menos favorecido es el T (sin aplicación) con una media de 73.77 % de incidencia de punta morada.

Tabla 11.

Prueba de Tukey para porcentaje de incidencia de punta morada

TRATAMIENTOS	Medias	N	E.E.	
E1C2	33.20	3	2.21	A
E1C1	58.04	3	2.21	B
E2C1	61.37	3	2.21	B
E2C2	62.10	3	2.21	B
T	73.77	3	2.21	C

En la investigación realizada por Rubio et al. (2006) se puede apreciar reducciones de incidencia de punta morada hasta en un 34% de las muestras colectadas. El vector de la PMP (*B. cockerelli*), se encontraron presentes en casi todas las regiones productoras de papa estudiadas. Se observaron mayores poblaciones de insectos vectores en las regiones con mayor temperatura; sin embargo, hubo otros factores como la presencia de otros cultivos hospederos que pueden influir en la aparición de insectos en los cultivos de papa.

Las mayores poblaciones de ninfa de *Bactericera cockerelli* muestran la mayor cantidad de incidencia de punta morada. La incidencia de daño fue de hasta 54.8 %. Se detectó una muestra positiva de *Candidatus liberibacter* como agente causal de punta morada en papa, relacionada con la presencia de ninfas de *Bactericera cockerelli* (Jimenez 2009).

3.1.5 Rendimiento del cultivo Ton/Ha

El ADEVA para rendimiento en toneladas por hectárea, muestra resultados altamente significativos para los tratamientos con un coeficiente de variación de 4.13 %, como se puede apreciar en la tabla 12.

Tabla 12.*ADEVA para rendimiento del cultivo Ton/ha*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	0.49	2	0.24	4.60	0.0469	*
Tratamientos	90.24	4	22.57	424.46	<0.0001	**
Extractos	33.06	1	33.06	243.41	<0.0001	**
Concentración	6.76	1	6.76	49.79	0.0004	*
Extractos*Concentración	7.41	1	7.41	54.59	0.0003	*
Testigo vs Resto	23.34	1	23.34	438.84	<0.0001	**
Error	1.98	8	1.34			
Total	42.01	14				

CV: 4.13%

ns: no significativo * Significativo ** Altamente significativo

Los resultados para el rendimiento en Toneladas por hectárea, y luego de realizar el análisis de varianza muestran la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en la tabla 13.

Los resultados de las pruebas de significación Tukey (5%) al que fueron sometidos los datos de rendimiento en toneladas por hectárea, indicaron que existen diferencias significativas entre los tratamientos; verificando que el mejor tratamiento es E1C2 (Neem X/15% de concentración) con una media de 10.15 Toneladas por hectárea, y el tratamiento menos favorecido es el T (sin aplicación) con una media de 3.08 Toneladas por hectárea.

Tabla 13.*Prueba de Tukey 5% para rendimiento del cultivo Ton/Ha*

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
E1C2	10.15	3	0.13	A
E1C1	5.88	3	0.13	B
E2C1	4.40	3	0.13	C
E2C2	4.37	3	0.13	C
T	3.08	3	0.13	D

Para Chimbo (2021) el mejor rendimiento de producción de papa lo obtuvo con el tratamiento del paquete químico que arrojó un promedio 8,94 t/ha, superando ampliamente al tratamiento orgánico que mostro 1,9 ton/ha y al testigo sin aplicación de insecticidas que apenas presentó 1,29 t/ha de rendimiento.

El daño que ocasiona *B. cockerelli* en las hojas del cultivo de la papa, es bastante significativo, ya que, disminuye la capacidad fotosintética de la planta, reflejándose este problema en el bajo rendimiento del cultivo con promedios no mayores a 8,16 t/ha. El impacto por paratrioza es evidentemente perjudicial (Salas 2016).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Al finalizar el análisis se determinó que el insecticida natural que tuvo mayor eficiencia en el control de paratryza en el cultivo de papa fue el producto comercial Neem X, ya que presenta datos estadísticos que sobresalen en todas las variables respuestas
- La mejor concentración del insecticida natural que generó mayor control del estado ninfal de paratryza fue al 15%, especialmente con Neem X, ya que obtuvo un promedio inferior de 0,44 ninfas por planta frente al testigo y al resto de tratamientos analizados en este estudio.
- El método de termonebulización resultó ser altamente efectivo para el control de *B. cockerelli*, pues al ayudar considerablemente el accionar del producto comercial Neem X con 15% de concentración se evidenció una baja población de huevos y ninfas de paratryza en el cultivo de papa.

4.2 Recomendaciones

- De acuerdo con los resultados obtenidos, se recomienda emplear Neem X al 15% de concentración como una alternativa al uso de insecticidas químicos y a su vez debería ser considerado dentro de un programa de manejo integrado para el control de paratryza.
- Se sugiere evaluar altas concentraciones del insecticida natural de Neem X y frecuencias cortas de aplicación vía termonebulización para el control de paratryza.
- Se recomienda realizar un análisis económico del control de paratryza con el método de termonebulización frente a los métodos tradicionales como la pulverización en frío.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldás, D. (2014). *Efecto del aceite de neem en el control de mosca blanca y minador de las hojas en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris L*)* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8471>
- Aparco, H. (2017). *Caracterización fenotípica de papas nativas cultivadas (*solanum sp*) en el anexo de Cruz Pata Distrito y Provincia de Castrovirreyña Huancavelica* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1670>
- Arcos, P. (2021). *Evaluación de tres insecticidas de síntesis química, utilizando tres dosis, para el control de Paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc*), en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), en la provincia del Carchi, Tulcán.* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1024>
- Barrera, V. (2002) *Evaluación económica de la aplicación de la tecnología de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) en el cultivo de papa en la Sierra del Ecuador.* INIAP.
- Barrios, B., Arellano, M., Vázquez, G., Barrios, J., Berdeja, R. y Hernández, M. (2016). Control alternativo de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc.*) en chile serrano (*Capsicum annuum L.*). *Revista Agroecología*, 3(1), 146-152. <https://1library.co/document/zgjvj08z-control-alternativo-paratrioza-bactericera-cockerelli-chile-serrano-capsicum.html>
- Brechelt, A 2004. *El Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades. Santiago de Chile, Chile: RAP-AL.*
- Caudillo, K. (2010). *Descripción morfológica, biología y susceptibilidad de Tamarixia triozae (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoide de Bactericera cockerelli (Sulc) (Hemiptera: Triozidae), a diferentes insecticidas* [Tesis de Maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/1835
- Chimbo, M. (2021). *Evaluación de métodos alternativos de control de paratrioza (*Bactericera cockerelli Sulc.*) en cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en San Luis, Riobamba, Chimborazo* [Tesis de grado, Escuela Politécnica de Chimborazo].

- Chipantiza, J. (2020). *Evaluación de tres extractos vegetales en dos estados inmaduros de psílido de la papa (Bactericera cockerelli)* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31391>
- Córdova, V. (2019). *Control de la Bactericera cockerelli (paratrioza) en el cultivo de papa mediante el monitoreo en campo en el Cantón Montufar, Provincia del Carchi*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo Sede El Ángel]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6458>
- Cortez, M; Hurtado, G. (2002). *Cultivo de La Papa. La libertad, El Salvador*. CENA.
- Estación Meteorológica Aeropuerto Ambato. (2022). Datos reportados por la estación meteorológica: 1470 (SEAM). Recuperado de: <https://rrnn.tungurahua.gob.ec/red>
- Figuroa, V. (2018). *Uso de insecticidas botánicos para el control del psílido de la papa (Bactericera cockerelli Sulc) (HEMIPTERA: PSILIDAE)* [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/43344>
- Flores, M., Gonzalez, R., Guerrero, E., Mendoza, R., Cárdenas, E. y Cerna, E. (2011). Insecticidal effect of plant extracts on *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) nymphs. *Southwestern Entomologist*, 1, 137-144. <https://bioone.org/journals/southwestern-entomologist/volume-36/issue-2/059.036.0203/Insecticidal-Effect-of-Plant-Extracts-on-Bactericera-cockerelli-Hemiptera/10.3958/059.036.0203.short>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Izamba (2015). *Contenidos principales del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial*. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1865015430001_PDyOT%20IZAMBA%2018_31-10-2015_18-09-59.pdf
- Guapulema, M. (2013). *Proceso y elaboración de cápsulas de ajo* [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil].
- Inst. Nacional de Estadísticas y Censos. (2021). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2020*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf

- Jimenez, E. (2009). *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemiptera: Triozidae) causante de punta morada (*Candidatus liberibacter solanacearum*) en papa (*Solanum tuberosum* L.) en Estelí, Nicaragua. *Ciencia de las Plantas*, 36-41.
- Jiménez, E; Ramos, R. 2021. *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemiptera: Triozidae) causante de punta morada (*Candidatus liberibacter, solanacearum*) en papa (*Solanum tuberosum* L.) en Estelí, Nicaragua. *La Calera* 21 (36). <https://www.camjol.info/index.php/CALERA/article/view/11832>
- Marín, A. (2005). Ciclo biológico y morfología del salerillo (*Bactericera cockerelli*). *Manejo Integrado de Plagas*, 38, 25-32. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7237>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). *Informe de rendimientos objetivos de papa en el Ecuador 2019*. Recuperado de: <https://fliphtml5.com/ijia/wuus/basic>
- Monreal, L. (2001). *Importancia de la papa (Solanum Tuberosum L.) en la región de Navidad, Nuevo León* [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria]. [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1217/IMPOR_TANCIA%20DE%20LA%20PAPA%20\(Solanum%20tuberosum%20L.\)%20EN%20LA%20RAVIDAD%20NUEVO%20LEON.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1217/IMPOR_TANCIA%20DE%20LA%20PAPA%20(Solanum%20tuberosum%20L.)%20EN%20LA%20RAVIDAD%20NUEVO%20LEON.pdf?sequence=1)
- Montada, D., Leyva, M., Castex, M. y Silva, Y. (2010). Eficacia de los tratamientos intradomiciliarios con cipermetrina, lambdacialotrina y clorpirifos en el control de *Aedes aegypti* en Ciudad de La Habana. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 62(3), 230-236. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602010000300011
- Navarrete, I., Almekinders, C., Yue, X., Quimbiulco, K., Panchi, N., Andrade, J. y Struik, P. (s. f.) Punta morada de la papa: ¿cómo se puede manejar esta “enfermedad” en el Ecuador? *Leisa*, 37 (1). <https://leisa-al.org/web/index.php/volumen-37-numero-1/4437-punta-morada-de-la-papa-como-se-puede-manejar-esta-enfermedad-en-el-ecuador>
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2013). *El psílido de la papa y tomate Bactericera (=Paratrioza) cockerelli (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): ciclo biológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas en la región del OIRSA*.

- <https://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Bactericera%20Cockerelli%20version%201.3.pdf>
- Pumisacho, M. y Sherwood, S. (2002). *El cultivo de la papa en el Ecuador*. INIAP.
- Comisión Internacional de Agronegocios en Honduras. (2011). *Manejo de Plagas producción orgánicas de hortalizas de clima templado*. PYMERURAL. <https://www.metrocert.com/files/manejo%20de%20plagas%2015-03-2012.pdf>
- Ramírez, M., Santamaria, E., Mendez, J., Ríos, J., Hernandez, J. y Pedro, J. (2008). Evaluación de insecticidas alternativos para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de chile jalapeño. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 76, 47-56. <https://www.redalyc.org/pdf/4555/455545066007.pdf>
- Raura, D. (2021). *Efecto de la aplicación de extractos vegetales sobre la dinámica poblacional de Bactericera cockerelli en el cultivo de papa* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23138>
- Rey, S. (2009). Tecnología de gota ultra bajo volumen (ULV) para control espacial de mosquitos. *Revista Icosan*, 1(1), 62-71. Recuperado de: <https://fitogranos.com/wp-content/uploads/2021/04/V4-plicaciondeInsecticidas.pdf>
- Román, M y Hurtado, G. (2002). *Guía técnica cultivo de papa*. CENTA. <https://docplayer.es/5817796-Guia-tecnica-cultivo-de-la-papa.html>
- Rubio, O., Almeyda, I., Moreno, J., Sánchez, J., Fernández, R., Borbón, J., Díaz, C., Garzón, J. y Rocha, R. (2006). Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* Sulc. en las principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura Técnica en México*, 1(1), 201-211. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172006000200008
- Rubio, O., Almeyda, I., Cadena, M. y Lobato, R. (2011). Relación entre *Bactericera cockerelli* y presencia de *Candidatus Liberibacter psyllaourous* en lotes comerciales de papa. *Revista mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(1), 17-28. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000100002

- Rivadeneira, J., Yumisaca, F., Monteros, C., Racines, M. y Cuesta, X. (2021). Ficha Técnica de la variedad de papa INIAP-Super Fri. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5768/1/2.%20Ficha%20Técnica%20variedad%20INIAP%20SuperFri.pdf>
- Rivera, A (2007). *Efectividad biológica in vitro de extractos vegetales crudos en inmaduros de insectos chupadores* [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3829/K%20060730%20Rivera%20Basurto%2C%20Alma%20Yadira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salas, M. (2016). *Eficiencia de Insectos Vectores en la Transición de Fitoplasmas de la Punta Morada de la Papa. Buenavista, Saltillo Coahuila*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Recuperado de: <https://1library.co/document/qvj958gq-eficiencia-insectos-vectores-transmision-fitoplasmas-punta-morada-papa.html>
- Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados. (s.f.) *Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad: Solanum tuberosum*. Recuperado de: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20914_sg7.pdf.
- Toledo, M. (2016). *Manejo de la Paratrypanosoma (Bactericera cockeralli) en el cultivo de la papa*. SAG-DICTA. <http://repiica.iica.int/docs/B4174e/B4174e.pdf>
- Toro, M. (2017). *La aplicación de técnicas alternativas limpias en el control de trips (Frankliniella tuberosi) en el cultivo de papa (Solanum tuberosum var. Superchola), en la Granja Victoria* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25613>
- Torres, R. (2015). *Evaluación de la toxicidad del extracto botánico de ajo para el control del caracol manzano (Pomacea canaliculata L.)* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1109>
- Vargas, R. (2018). *Efectividad biológica de extractos vegetales para el control del psilido de la papa (bactericera cockerelli sulc) (hemiptera: psilidae)* [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/43341?show=full>

- Vázquez, J. (2000). *Pulverización termoneumática*. Recuperado de:
https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2918406&fbclid=IwAR0YGcGaeaRYDNyKYbsbCEf0LjiILS_d9VQu_4cyOI-3J67zUsotO4-jnHE
- Vignola, R., Watler, W., Vargas, A. y Morales, M. (2017). *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de papa en Costa Rica*. CATIE. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8214.pdf>
- Xicay, R. (2014). *Evaluación de insecticidas en diferentes aplicaciones al follaje y aplicaciones al suelo para el control de paratuberculosis (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), diagnóstico y servicios realizados en Bayer S.A., Departamento de Desarrollo Agronómico, Guatemala, C. A.* [Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2853/>

ANEXOS

Anexo 1. Preparación del terreno, desinfección de semilla y siembra del tubérculo.



Anexo 2. Preparación del extracto de ajo.



Anexo 3. Mantenimiento del cultivo (deshierbe, aporte fertilización, riego, control fitosanitario y cosecha)





Anexo 4. Aplicación del extracto de ajo y el producto Neem X a diferentes dosis con el equipo termonebulizador en el cultivo de papa.



Anexo 5. Toma de datos

Días a la aparición de la plaga





Incidencia de la punta morada



Rendimiento del cultivo según el peso tubérculo por planta



Anexo 6. ADEVA-TUKEY Días a la aparición de la plaga

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días aparición plaga	15	0.93	0.87	8.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	307.20	6	51.20	16.79	0.0004
REPETICIÓN	1.60	2	0.80	0.26	0.7757
TRATAMIENTO	305.60	4	76.40	25.05	0.0001
Error	24.40	8	3.05		
Total	331.60	14			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días apariciónn plaga	12	0.89	0.80	8.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	202.75	5	40.55	10.07	0.0070
REPETICIÓN	1.17	2	0.58	0.14	0.8681
EXTRACTO	80.08	1	80.08	19.88	0.0043
CONCENTRACIÓN	60.75	1	60.75	15.08	0.0081
EXTRACTO*CONCENTRACIÓN	60.75	1	60.75	15.08	0.0081
Error	24.17	6	4.03		
Total	226.92	11			

Contrastes

TRATAMIENTO	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs Resto	-6.58	1.13	104.02	1	104.02	34.10	0.0004
Total			104.02	1	104.02	34.10	0.0004

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.92630

Error: 3.0500 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
E1C2	30.00	3	1.01	A
E1C1	21.00	3	1.01	B
E2C2	20.33	3	1.01	B
E2C1	20.33	3	1.01	B
T	16.33	3	1.01	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.83524

Error: 4.0278 gl: 6

EXTRACTO	Medias	n	E.E.	
E1	25.50	6	0.82	A
E2	20.33	6	0.82	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.83524

Error: 4.0278 gl: 6

CONCENTRACIÓN	Medias	n	E.E.	
C2	25.17	6	0.82	A
C1	20.67	6	0.82	B

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

Anexo 7. ADEVA-TUKEY Número de huevos de la paratrioza

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº huevos plaga	15	0.97	0.96	12.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10.23	6	1.70	51.73	<0.0001
REPETICIÓN	1.7E-03	2	8.3E-04	0.03	0.9753
TRATAMIENTO	10.22	4	2.56	77.59	<0.0001
Error	0.26	8	0.03		
Total	10.49	14			

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.20	5	0.64	24.54	0.0006
REPETICIÓN	0.60	2	0.30	11.49	0.0089
EXTRACTO	2.21	1	2.21	84.64	0.0001
CONCENTRACIÓN	0.29	1	0.29	11.23	0.0154
EXTRACTO*CONCENTRACIÓN	0.10	1	0.10	3.84	0.0977
Error	0.16	6	0.03		
Total	3.35	11			

Contrastes

TRATAMIENTO	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Testigo vs Resto		1.72	0.12	7.07	1	7.07	214.69	<0.0001
Total				7.07	1	7.07	214.69	<0.0001

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.51198

Error: 0.0329 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
E1C2	0.56	3	0.10	A
E1C1	0.82	3	0.10	A B
E2C2	1.07	3	0.10	B
E2C1	1.92	3	0.10	C
T	2.81	3	0.10	D

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.22803

Error: 0.0261 gl: 6

EXTRACTO	Medias	n	E.E.	
E1	0.66	6	0.07	A
E2	1.61	6	0.07	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.22803

Error: 0.0261 gl: 6

CONCENTRACIÓN	Medias	n	E.E.	
C2	0.74	6	0.07	A
C1	1.53	6	0.07	B

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

Anexo 8. ADEVA-TUKEY Número de ninfas de la paratrioza

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº huevos plaga	15	0.99	0.98	7.40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.56	6	0.93	143.98	<0.0001
REPETICIÓN	0.06	2	0.03	4.31	0.0536
TRATAMIENTO	5.51	4	1.38	213.81	<0.0001
Error	0.05	8	0.01		
Total	5.61	14			

Contrastes

TRATAMIENTO	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs Resto		1.43	0.05	4.90	1	4.90	760.50 <0.0001
Total				4.90	1	4.90	760.50 <0.0001

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.22634

Error: 0.0064 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
E1C2	0.44	3	0.05	A
E1C1	0.80	3	0.05	B
E2C1	0.91	3	0.05	B C
E2C2	1.04	3	0.05	C
T	2.23	3	0.05	D

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

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.63	5	0.13	38.96	0.0002
REPETICIÓN	0.28	2	0.14	43.74	0.0003
EXTRACTO	0.17	1	0.17	52.17	0.0004
CONCENTRACIÓN	0.05	1	0.05	15.08	0.0081
EXTRACTO*CONCENTRACIÓN	0.13	1	0.13	40.06	0.0007
Error	0.02	6	3.2E-03		
Total	0.65	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08019

Error: 0.0032 gl: 6

EXTRACTO Medias n E.E.

E1	0.54	6	0.03	A
E2	0.96	6	0.03	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08019

Error: 0.0032 gl: 6

CONCENTRACIÓN Medias n E.E.

C2	0.62	6	0.03	A
C1	0.88	6	0.03	B

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

Anexo 9. ADEVA-TUKEY Incidencia punta morada**Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº huevos plaga	15	0.96	0.93	6.64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2706.33	6	451.06	30.69	<0.0001
REPETICIÓN	32.34	2	16.17	1.10	0.3783
TRATAMIENTO	2673.99	4	668.50	45.48	<0.0001
Error	117.58	8	14.70		
Total	2823.91	14			

Contrastes

TRATAMIENTO	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Testigo vs Resto		20.09	2.47	968.66	1	968.66	65.91	<0.0001
Total				968.66	1	968.66	65.91	<0.0001

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.81427

Error: 14.6978 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
E1C2	33.20	3	2.21	A
E1C1	58.04	3	2.21	B
E2C2	61.37	3	2.21	B
E2C1	62.10	3	2.21	B
T	73.77	3	2.21	C

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº huevos plaga	12	0.97	0.94	5.90

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1765.14	5	353.03	35.24	0.0002
REPETICIÓN	612.05	2	306.03	30.55	0.0007
EXTRACTO	691.69	1	691.69	69.05	0.0002
CONCENTRACIÓN	354.97	1	354.97	35.44	0.0010
EXTRACTO*CONCENTRACIÓN	106.43	1	106.43	10.62	0.0173
Error	60.10	6	10.02		
Total	1825.24	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.47126

Error: 10.0172 gl: 6

EXTRACTO	Medias	n	E.E.	
E1	41.65	6	1.43	A
E2	62.90	6	1.43	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.47126

Error: 10.0172 gl: 6

CONCENTRACIÓN	Medias	n	E.E.	
C2	42.76	6	1.43	A
C1	61.78	6	1.43	B

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

Anexo10. ADEVA-TUKEY Rendimiento del cultivo Ton/Ha**Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento cultivo T/Ha	15	0.95	0.92	16.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	40.03	6	6.67	26.95	0.0001
REPETICIÓN	0.24	2	0.12	0.49	0.6281
TRATAMIENTO	39.78	4	9.95	40.18	<0.0001
Error	1.98	8	0.25		
Total	42.01	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.89916

Error: 0.2475 gl: 8

REPETICIÓN	Medias	n	E.E.
R3	3.23	5	0.22 A
R2	3.13	5	0.22 A
R1	2.92	5	0.22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.40345

Error: 0.2475 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
E1C2	6.19	3	0.29 A
E1C1	3.02	3	0.29 B
E2C1	2.46	3	0.29 B C
E2C2	2.31	3	0.29 B C
T	1.47	3	0.29 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31.87	5	6.37	174.43	<0.0001
REPETICIÓN	9.40	2	4.70	128.67	<0.0001
EXTRACTO	19.23	1	19.23	526.20	<0.0001
CONCENTRACIÓN	1.10	1	1.10	30.01	0.0015
EXTRACTO*CONCENTRACIÓN	2.14	1	2.14	58.62	0.0003
Error	0.22	6	0.04		
Total	32.09	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.41474

Error: 0.0365 gl: 6

REPETICIÓN	Medias	n	E.E.
R2	4.56	4	0.10 A
R1	4.05	4	0.11 B
R3	2.48	4	0.11 C

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.27005

Error: 0.0365 gl: 6

EXTRACTO	Medias	n	E.E.
E1	4.95	6	0.09 A
E2	2.44	6	0.09 B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.27005

Error: 0.0365 gl: 6

CONCENTRACIÓN	Medias	n	E.E.
C2	4.71	6	0.09 A
C1	2.68	6	0.09 B

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