

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE PARATRIOZA
(*Bactericera cockerelli*) EN EL CULTIVO DE PAPA, EN INTIBUCÁ**

POR

ROSA YAMILETH VÁSQUEZ DOMÍNGUEZ

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO, 2026

**EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE PARATRIOZA
(*Bactericera cockerelli*) EN EL CULTIVO DE PAPA, EN INTIBUCÁ**

POR

ROSA YAMILETH VÁSQUEZ DOMÍNGUEZ

JOSÉ ANDRÉS PAZ DÍAZ M. Sc.

Asesor principal

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

JUNIO, 2026

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Los suscritos miembros del Comité Evaluador del Informe Final de la Tesis de investigación certificamos que:

El estudiante **ROSA YAMILETH VÁSQUEZ DOMÍNGUEZ** del IV año de Ingeniería Agronómica presentó su informe titulado:

EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli*) EN EL CULTIVO DE PAPA, EN INTIBUCÁ

El cual a criterio de los evaluadores el presente trabajo de investigación

Como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Dado en la ciudad de Catacamas, Departamento de Olancho, a los once días del mes de junio del año dos mil veintiséis.

M.Sc. JOSÉ ANDRÉS PAZ DÍAZ

Asesor Principal

M.Sc. KEVIN ISRAEL RODAS BACA

Asesor Auxiliar

ALEX FABIÁN LÓPEZ

Asesor Auxiliar

DEDICATORIA

A **Dios**, por regalarme la vida, por darme sabiduría, entendimiento y la fortaleza necesaria para avanzar y llegar a cumplir esta meta.

A **mis padres** Luis Alonso Vásquez Vásquez y Ma. Auxiliadora Domínguez Hernández, por su gran amor, apoyo incondicional, su entrega sin medida y todo lo que dieron de sí para que yo pudiera abrirme camino y alcanzar mis metas; por su presencia constante a mi lado tanto en los momentos favorables como en los más complejos. Ellos constituyen mis más grandes ejemplos de vida; cada sacrificio realizado fue mi principal fuente de inspiración, por tal razón este logro es de ellos.

A **mis hermanos** Eric Joel Vásquez Domínguez, Maynor Enrrique Vásquez Domínguez y Delcy Yaleny Vásquez Domínguez, por su apoyo incondicional, por brindarme su cariño, su comprensión y su aliento en todo momento, siendo un pilar importante en mi vida y en el cumplimiento de cada una de mis metas.

A **mi tía** María Leonor Vásquez Vásquez, por ser una segunda madre que siempre me ha apoyado y por haber estado siempre ahí para mí en todo momento.

AGRADECIMIENTO

A **Dios todopoderoso**, por regalarme la vida, por darme fuerzas y esperanzas en cada momento; por brindarme la sabiduría para culminar mis estudios.

A **mis padres**, por ser los pilares de mi vida y ayudarme a cumplir mis propósitos; sin su apoyo y dedicación nada de esto habría sido posible.

A **mis hermanos**, por su apoyo incondicional, su cariño y aliento constantes, siendo parte fundamental de mi camino.

A **la Universidad Nacional de Agricultura**, por ser mi alma máter y mi segundo hogar, por brindarme conocimientos de calidad y proporcionarme una experiencia de vida inolvidable.

A **mis asesores**, M.Sc. José Andrés Paz, M.Sc. Kevin Israel Rodas, M.Sc. Alex Fabián López, por orientarme en la realización de este trabajo de investigación.

A **mi compañera** y amiga Nermy Rodríguez, una persona muy especial que siempre ha estado ahí para mí y con quien compartí los mejores momentos.

A **Jonathan Castellanos**, por su apoyo incondicional en todo momento, por ser fuente de motivación y creer siempre en mí.

A **mis amigos** Juan Trochez y Josué Torres, por ser amigos incondicionales, por su lealtad y estar siempre dispuestos a apoyarme.

A **SAG/DICTA**, por brindarme el espacio para el desarrollo de mi tesis y proporcionarme el apoyo logístico y los conocimientos necesarios para llevarla a cabo.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE ANEXOS.....	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
II. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo general	14
2.2 Objetivos específicos	14
III. REVISIÓN DE LITERATURA	15
3.1 Cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	15
3.1.1 Importancia económica y social en Honduras	15
3.1.2 Requerimientos agronómicos	16
3.1.3 Principales limitantes en la producción	16
3.2 La plaga <i>B. cockerelli</i> (paratRIOZA).....	17
3.2.1 Taxonomía y características biológicas	17

3.2.2 Daños directos e indirectos.....	17
3.2.3 Biología de los adultos de <i>B. cockerelli</i>	18
3.2.4 Importancia económica de la paratrioza (<i>B. cockerelli</i>)	18
3.3 Manejo integrado de paratrioza	19
3.3.1 Prácticas culturales	19
3.3.2 Control biológico.....	19
3.3.3 Control químico.....	19
3.4 Insecticidas para el control de <i>B. cockerelli</i>	20
3.4.1 Insecticidas foliares	20
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
4.1 Lugar experimental.....	22
4.2 Factor bajo estudio	22
4.3 Manejo agronómico de la parcela experimental.....	22
4.3.1 Preparación de casa malla.....	22
4.3.2 Establecimiento de la colonia <i>B. cockerelli</i>	23
4.3.3 Siembra.....	23
4.3.4 Manejo del cultivo	23
4.3.5 Plan de fertilización.....	23
4.3.6 Control de paratrioza y Toma de Datos	24
4.3.7 Cosecha y postcosecha	25

4.4 Equipo y materiales	25
4.5 Diseño experimental	26
4.6 Modelo estadístico	26
4.7 Métodos	27
4.7.1 Tratamientos evaluados	27
4.7.2 Unidad Experimental	27
4.8 Variables a evaluar	28
4.9 Análisis estadístico	30
4.10 Análisis económico (costo-beneficio)	31
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
5.1 Incidencia	32
5.1.1 Ajustes del modelo estadístico	32
5.1.2 Evaluación de residuales	33
5.1.3 Efectos de tratamiento y tiempo	34
5.1.4 Comparación de medias	34
5.1.5 Distribución de datos observados por tratamiento	35
5.2 Severidad	36
5.2.1 Ajuste del modelo estadístico	36
5.2.2 Comportamiento de la severidad a través del tiempo	37
5.2.3 Efectos de tratamiento y tiempo	38

5.2.4 Comparación medias	38
5.3 Rendimiento	39
5.3.1 Verificación de supuestos	39
5.3.2 Análisis de varianza	40
5.3.3 Comparación de medias.....	40
5.3.4 Comportamiento del rendimiento.....	41
5.3.5 Análisis económico.....	42
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	45
VIII. BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	50

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Residuales de Pearson del modelo lineal generalizado con distribución binomial negativa para la variable incidencia.....	33
Figura 2. Distribución de plantas infestadas por paratrioza según tratamiento evaluado. ..	35
Figura 3. Evaluación de severidad según tratamientos a través del tiempo.	37
Figura 4. Rendimiento por tratamiento ($\pm$ desviación estándar).	41

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción de los tratamientos evaluados.	27
Tabla 2. Aleatorización de tratamientos para el control de paratuberculosis.	28
Tabla 3. Análisis estadísticos de variables.	31
Tabla 4. Estadísticos de ajuste y evaluación de sobredispersión del modelo lineal generalizado (PROC GLIMMIX) con distribución binomial negativa para la incidencia. ...	32
Tabla 5. Prueba de efectos fijos (Type III) para la variable incidencia.	34
Tabla 6. Medias ajustadas (LSMeans) para la variable incidencia según tratamientos.	34
Tabla 7. Estadísticos de ajuste y evaluación de sobredispersión del modelo lineal generalizado (PROC GLIMMIX) con distribución binomial negativa para la severidad. ...	36
Tabla 8. Prueba de efectos fijos (Type III) para la variable de severidad.	38
Tabla 9. Medias ajustadas de severidad según tratamientos.	38
Tabla 10. Prueba de normalidad de residuos (Shapiro-Wilk) para la variable rendimiento. ...	39
Tabla 11. Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) para la variable rendimiento. ...	39
Tabla 12. Análisis de varianza para la variable rendimiento.	40
Tabla 13. Comparación de medias de rendimiento según tratamientos mediante prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).	40
Tabla 14. Análisis económico y relación beneficio/costo de los tratamientos insecticidas evaluados para el manejo de <i>Bactericera cockerelli</i> en el cultivo de papa.	42

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Croquis del diseño experimental.	50
Anexo 2. Preparación y acondicionamiento de la casa malla.	51
Anexo 3. Establecimiento de la colonia de <i>Bactericera cockerelli</i>	51
Anexo 4. Producción y establecimiento del material vegetal del ensayo.	52
Anexo 5. Insecticidas utilizados en el ensayo.	52
Anexo 6. Aplicación de tratamientos insecticidas.....	53
Anexo 7. Monitoreo y evaluación de paratrioza.	53
Anexo 8. Cosecha y pesado de las unidades experimentales.	54
Anexo 9. Evaluación de daño por paratrioza en tubérculos	54

Vásquez Domínguez, RY (2026). Evaluación de insecticidas para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de papa, en Intibucá. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho.

RESUMEN

En la zona alta del departamento de Intibucá se evaluó la eficacia biológica de diferentes insecticidas para el control de *Bactericera cockerelli*, plaga considerada una de las principales limitantes en la producción de papa debido a los daños que ocasiona al cultivo y a su capacidad de transmitir la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* asociada a la enfermedad conocida como punta morada. La investigación se realizó en el Centro Experimental DICTA, ubicado en La Esperanza, Intibucá, bajo condiciones de casa malla. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron Spirotetramat, Tolfenpyrad, Spiropidion + Acetamiprid + coadyuvante, Thiodicarb + Imidacloprid, Ciantraniliprol + Pimetrozina y un testigo absoluto sin aplicación. Durante el ensayo se evaluó la incidencia y severidad de la plaga, el rendimiento del cultivo y la rentabilidad económica de cada tratamiento. Los resultados mostraron que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados; sin embargo, algunos insecticidas mostraron mejor comportamiento en el control de la plaga y mayor estabilidad durante el desarrollo del ensayo. Los tratamientos Spirotetramat y Ciantraniliprol + Pimetrozina reflejaron mejores resultados en rendimiento y relación beneficio/costo. Asimismo, la baja incidencia de la plaga observada durante el estudio pudo estar influenciada por las condiciones ambientales presentes y el manejo agronómico implementado. De acuerdo con los resultados obtenidos, Spirotetramat y Ciantraniliprol + Pimetrozina representaron alternativas viables para fortalecer el manejo integrado de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa en la zona de Intibucá.

Palabras clave: *Bactericera cockerelli*, papa, paratrioza, punta morada, insecticidas, rendimiento.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) representa una de las principales actividades agrícolas y una importante fuente de ingresos para las familias productoras de las zonas altas de Honduras. Según datos de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA), anualmente se cultivan aproximadamente 2.900 manzanas en manos de alrededor de 4.040 productores, con mayor concentración en los departamentos de Intibucá, Ocotepeque y La Paz, aunque también existen áreas productivas en Francisco Morazán y El Paraíso (DICTA, 2013). La totalidad de la papa producida en el país se destina al mercado de consumo fresco, lo que subraya su relevancia económica y social dentro del sector hortícola (DICTA, 2017).

Según IICA (2020), a pesar de su importancia, la producción de papa presenta serias limitaciones derivadas de factores fitosanitarios, entre los cuales destaca *Bactericera cockerelli*, conocida como paratrioza o psílido de la papa. Esta plaga es considerada una de las más destructivas del cultivo de la región, debido a los daños directos que provoca por su alimentación y a su capacidad para transmitir el agente asociado a la enfermedad de punta morada (*Candidatus Liberibacter solanacearum*), incrementando significativamente las pérdidas en rendimiento y calidad del tubérculo. La presencia del psílido afecta el crecimiento de la planta, reduce su vigor, provoca deformaciones en los tubérculos y, en casos severos, ocasiona pérdidas económicas considerables.

Ante esta problemática, el manejo químico sigue siendo una de las herramientas más utilizadas por los productores para reducir las poblaciones de paratrioza. No obstante, la eficacia de los insecticidas puede variar entre moléculas según su modo de acción, su efecto sistémico, la etapa biológica sobre la cual actúan y el tiempo necesario para generar efectos letales. Por ello, surgió la necesidad de evaluar comparativamente diversas moléculas para determinar cuáles ofrecen mejores resultados bajo condiciones controladas.

Para abordar esta necesidad, el presente estudio se enfocó en evaluar el comportamiento de diferentes programas de manejo químico para el control de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa, considerando su efecto sobre la incidencia, severidad y rendimiento del cultivo bajo condiciones de baja presión de la plaga. Asimismo, se realizó un análisis económico con el propósito de determinar la rentabilidad de las alternativas de manejo evaluadas. La información generada contribuye a fortalecer la toma de decisiones y el desarrollo de estrategias de manejo integrado de **Bactericera cockerelli** en las condiciones de producción de la zona de Intibucá.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento de diferentes programas de manejo químico sobre la incidencia, severidad y rendimiento del cultivo de papa bajo condiciones de baja presión de *Bactericera cockerelli* en Intibucá.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar el comportamiento de los tratamientos insecticidas sobre la incidencia y severidad de *B. cockerelli* durante el periodo de evaluación.
- Cuantificar el rendimiento físico obtenido en cada tratamiento, para determinar el efecto de los programas de manejo químico sobre la producción del cultivo de papa.
- Estimar la rentabilidad de cada alternativa de manejo mediante un análisis de costo-beneficio, determinando el retorno económico para el productor de la zona.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)

La papa era producida y consumida por los habitantes de los Andes mucho antes de la llegada de los europeos al continente americano. El término “papa” viene de la lengua quechua y era la palabra usada por los incas para referirse a este tubérculo. En 1570 las primeras papas fueron llevadas a Europa y aunque inicialmente fueron vistas con recelo y desconfianza (se creía que los tubérculos eran venenosos o usados para la hechicería), ya para los años 1700 la planta ya se cultivaba en todo el continente (Lutaladio y Castaldi, 2009).

El nombre científico de la papa es *S. tuberosum*, nombre dado por el botánico europeo Gaspard Bauhin en 1596. Pertenece a la familia de las solanáceas, junto con el tomate, el chile, la berenjena, el tabaco y muchas otras especies. La papa cultivada es originaria de las montañas de los Andes en Sudamérica (específicamente de Perú y Bolivia) donde comenzó a ser cultivada hace al menos unos 6,000 años (Rodríguez, 2010). No obstante, hay especies silvestres de papa distribuidas en toda América, desde el sur de EE. UU. hasta Chile, aunque la mayor concentración de especies se observa en Perú, Bolivia, Argentina y México (Hijmans y Spooner, 2001).

3.1.1 Importancia económica y social en Honduras

Según Swisscontact (2009, citado por Toledo, 2013), el cultivo de la papa en Honduras tiene un fuerte impacto social ya que da sostén a unos 4,000 productores y sus familias, genera unos 5,800 empleos permanentes y es la principal fuente de riqueza de las comunidades donde se desarrolla el cultivo. Debido al fuerte daño provocado por el insecto paratuberculosis (*Bactericera cockerelli*) a las plantaciones de papa en 2009 y 2010, donde se perdió al menos la mitad de estas, la información sobre área sembrada desde entonces no representa lo que ha

sido la situación real del cultivo en Honduras, ya que todavía se está en el proceso de recuperación.

3.1.2 Requerimientos agronómicos

Para el buen desarrollo y producción del cultivo de papa en Honduras, se requieren lugares con alturas superiores a 1.500 m s.n.m. que garanticen temperaturas adecuadas, así como suelos con una profundidad efectiva mínima de 60 cm, preferiblemente sueltos, con un pH entre 6.0 y 6.5 y libres de excesos tóxicos de aluminio y manganeso. Es fundamental evitar terrenos con presencia de patógenos incontrolables como *Erwinia*, *Ralstonia* o *Rhizoctonia*, siendo preferible sembrar en lotes que no hayan tenido papa en al menos ocho años para reducir la densidad de dichas enfermedades; asimismo, si se desconoce la calidad sanitaria o de fertilidad del suelo, se debe investigar con productores vecinos antes de proceder. Durante la temporada de lluvias, deben evitarse los suelos planos, pesados o poco profundos por su drenaje deficiente, mientras que, debido a la alta sensibilidad de la planta a la escasez hídrica, es vital asegurar una fuente de agua (DICTA, 2017).

3.1.3 Principales limitantes en la producción

Existen diversos factores que limitan la producción y utilización de papa en América Latina. Un primer factor es la importancia que se le asigna a los problemas de comercialización y postcosecha, como precios, costos, almacenamiento y demanda. En grupo, los problemas de comercialización y postcosecha reciben los dos más altos porcentajes de los 71 factores limitantes y 4 de los 10 más altos. La inestabilidad de los precios y la producción es considerada la restricción más importante para una mayor producción de papa, tanto en el caso de países de baja como los de alta producción de ese cultivo. Este factor actúa elevando el riesgo de los productores. El productor al no tener la certeza de un resultado favorable, se orientaría hacia otros productos, dado el costo relativamente elevado de la producción de papa (Herrera y Scott, 2003).

3.2 La plaga *B. cockerelli* (paratrioza)

La paratrioza (*B. cockerelli*) es un insecto que pertenece al orden Hemiptera de la familia Triozidae. Se encuentra ampliamente distribuido en regiones productoras de cultivos de Solanáceas (papa, tomate, ají, pimiento, naranjilla, tabaco) y su importancia radica en el daño directo que provoca al succionar la savia de las plantas e inyectar toxinas, además, posee amplia capacidad para transmitir enfermedades que se asocian a la punta morada de la papa. Es vector de virus y fitoplasmas, y últimamente se ha relacionado con la transmisión de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*, asociada con la enfermedad en papa conocida como Super Chola (DICTA, 2016).

3.2.1 Taxonomía y características biológicas

Según Hodkinson (2009) la taxonomía de la paratrioza (*B. cockerelli*) es:

Reino: Animal

Phylum: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Familia: Triozidae

Género: *Bactericera*

Especie: *Bactericera cockerelli* (Sulc)

3.2.2 Daños directos e indirectos

Daño directo: Es provocado por la inyección de una toxina, la cual es transmitida únicamente por las ninfas. Dicha toxina ocasiona amarillamiento y debilita las plantas, debido a lo cual se afecta el rendimiento y la calidad de frutos y tubérculos (MAG, 2010).

Daño indirecto: Se considera más importante que el directo, ya que es ocasionado por fitoplasmas y bacterias, ambos son transmitidos tanto por las ninfas como por adultos.

Para el control de la paratRIOza no basta con la sola aplicación de insecticidas, es necesario seguir toda una estrategia de manejo integrado (CESAVEM, 2015).

3.2.3 Biología de los adultos de *B. cockerelli*

Los adultos de *B. cockerelli* se alimentan de la savia de plantas de solanáceas principalmente papa, y son responsables de la transmisión de fitoplasmas y bacterias asociadas con la enfermedad punta morada. Su longevidad promedio es de 30 a 40 días y presentan alta capacidad de dispersión, lo que favorece la colonización de nuevos cultivos. Aunque las ninfas producen daño directo a las plantas, la evaluación de insecticidas en adultos es clave, ya que su control interrumpe la propagación de enfermedades y reduce daños económicos en el cultivo (OIRSA, 2015).

3.2.4 Importancia económica de la paratRIOza (*B. cockerelli*)

La paratRIOza es un insecto importante en la agricultura ya que causa fuertes daños y pérdidas a los cultivos de papa, tomate y chile, entre otros. Los estudios realizados en la última década han documentado la variabilidad genética sustancial en esta especie invasora, mejorando la comprensión de la rápida evolución de las interacciones entre el insecto y la enfermedad que transmite, y la mejora de la valoración del potencial invasor de la plaga. Por lo tanto, el continuo incremento en los precios de los plaguicidas hace cada día más difícil de considerar el combate químico como la única estrategia válida para manejar este insecto plaga y la enfermedad que transmite, por lo que una integración de todas las tácticas de manejo, como son los combates: biológico, cultural, legal y químico, son la única alternativa práctica para alcanzar los objetivos del productor en el mercado, mientras se brinda protección al ecosistema (OIRSA, 2015).

3.3 Manejo integrado de paratrioza

3.3.1 Prácticas culturales

Según OIRSA (2013), entre las prácticas culturales para el manejo integrado de paratrioza se pueden mencionar las siguientes:

- Producción de plántula o tubérculo para semilla libre de la plaga y de fitopatógenos.
- Fecha de siembra y/o trasplante acorde al diseño de un patrón de cultivos que reduzca el problema.
- Destrucción de rastrojos

3.3.2 Control biológico

Los principales depredadores que se han utilizado son el león de los áfidos *Chrysoperla sp.*, chinche ojona *Geocoris sp.* y la catarinita roja *Hippodamia convergens*. El principal parasitoide de ninfas del pulgón saltador es la avispa *Tamarixia triozae*, la cual se ha registrado su presencia con buenos niveles de parasitismo con poblaciones nativas del parasitoide en varias regiones en México, lo cual constituye un fuerte elemento del control biológico natural de esta especie. Los insumos de control bioracional y la fauna insectil benéfica son muy importantes para mantener las poblaciones regionales del pulgón saltador en una posición general de equilibrio que pueda ser manejable por los productores sobre todo en las primeras etapas del desarrollo de los cultivos (OIRSA, 2013).

3.3.3 Control químico

Generalmente el agricultor recurre al uso de insecticidas como única herramienta de combate de *B. cockerelli*, cuando la solución apropiada consiste en programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en la región (Lomelí-Flores y Bueno, 2002; Norris y Kogan, 2003). El uso de carbamatos de amplio espectro como el metomilo aumenta la densidad de esta plaga (Cranshaw, 2007) por ello, deben evitarse dentro de un Manejo Integrado de Plagas. En experimentos controlados se ha observado que la abamectina, permetrina y lambda-cihalotrina, independientemente de la cantidad de individuos presentes, eliminan 95 % de las

ninfas de *B. cockerelli* a las 48 h de la aplicación. Al respecto (Dent, 2000) habla sobre resultados negativos ante el uso indiscriminado de insecticidas. Esto genera efectos negativos, como el desarrollo de resistencia adquirida de la plaga, acumulación y persistencia que estos afectan al ambiente además del efecto indirecto que es el daño de organismos benéficos.

3.4 Insecticidas para el control de *B. cockerelli*

Para el control de *B. cockerelli* se han utilizado varias alternativas, como el uso de trampas de colores, de enemigos naturales y principalmente la aplicación indiscriminada de productos agroquímicos. La principal dificultad para aplicar insecticidas contra *B. cockerelli* es que las ninfas se encuentran con mayor frecuencia por el envés de las hojas y su movilidad es casi nula (Daniels, 1934; Pavlista, 2002), los tratamientos foliares son más efectivos cuando las partes inferiores de las hojas se exponen al tratamiento (Pavlista, 2002; Cranshaw, 2007). Se han reportado once insecticidas que presentaron eficiencia contra ninfas y adultos del psílido de la papa. Las aplicaciones de abamectina, aceite, y bifentrina han sido eficaces contra poblaciones de adultos después de tres días de tratamientos. La mezcla de abamectina y aceite, bifentrina y spirotetramat, spiromesifen (estos últimos inhibidores del acetil CoA carboxilasa; son derivados del ácido tetrónico y tetrámico) han sido los compuestos que controlaron mejor a los estadios ninfales (Bujanos *et al.*, 2005; Bravo, 2007; IRAC, 2014)

3.4.1 Insecticidas foliares

- **MOVENTO 15 OD (Spirotetramat)**

Spirotetramat es un insecticida sistémico perteneciente al grupo 23 del Comité de Acción para la Resistencia de Insecticidas (IRAC). Su mecanismo de acción consiste en la inhibición de acetil-CoA carboxilasa, enzima clave de la biosíntesis de lípidos, afectando el crecimiento y desarrollo de los insectos susceptibles. Presenta movilidad ascendente y descendente dentro de la planta a través del xilema y floema, lo que favorece el control de insectos chupadores localizados en diferentes tejidos vegetales (IRAC, 2025; Disagro Panamá, 2022).

- Hachi-Hachi (Tolfenpyrad)
Tolfenpyrad es un insecticida de contacto e ingestión perteneciente al grupo de los pirazoles. Su acción se basa en la interrupción de la cadena de transporte de electrones en las mitocondrias, reduciendo la producción de energía celular y ocasionando la muerte del insecto. Se utiliza para el control de diversas plagas chupadoras y masticadoras en diferentes cultivos (SePRO Corporation, 2025).
- ELESTAL® NEO 54 WG (Spiropidion + Acetamiprid)
Este producto contiene dos ingredientes activos con mecanismos de acción diferentes. Spiropidion pertenece al grupo 23 de IRAC y actúa inhibiendo la biosíntesis de lípidos en insectos chupadores. Por su parte, Acetamiprid pertenece al grupo 4A de los neonicotinoides y actúa como modulador competitivo de los receptores nicotínicos de acetilcolina, afectando la transmisión nerviosa de los insectos. La combinación de ambos ingredientes proporciona actividad sistémica y de contacto para el manejo de plagas chupadoras (IRAC, 2025; Elestal Neo 54 WG, 2024).
- Cerrojo ® 56 SC (Thiodicarb + Imidacloprid)
Cerrojo ® 56 SC combina Thiodicarb, perteneciente al grupo de carbamatos, e imidacloprid, un neonicotinoide clasificado en el grupo 4A de IRAC. Ambos ingredientes activos actúan sobre el sistema nervioso de los insectos mediante mecanismos distintos, permitiendo el control de plagas chupadoras y masticadoras presentes en diversos cultivos (IRAC, 2025).
- Minecto ® Star 60WG
Minecto ® Star 60WG combina Ciantraniliprol, perteneciente al grupo 28 de IRAC, y Pimetrozina, clasificada en el grupo 9B. Ciantraniliprol actúa sobre los receptores de rianodina, provocando alteraciones musculares y parálisis en los insectos, mientras que Pimetrozina interfiere en la alimentación de insectos chupadores al afectar los mecanismos nerviosos relacionados con la ingestión. La combinación de ambos ingredientes contribuye al manejo de plagas mediante mecanismos de acción complementarios (IRAC, 2025).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Lugar experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la casa malla lado A del Centro Experimental DICTA, ubicado a 1 km de la ciudad de La Esperanza, carretera de La Esperanza-Marcala en el municipio de La Esperanza, departamento de Intibucá. El sitio se localiza entre los 14°18'33.0" de latitud norte y los 88°09'05.3" de longitud oeste, a una altitud de 1.650 m s.n.m. (14.309167, -88.151472), con un clima templado-húmedo que favorece el desarrollo del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y presenta las condiciones adecuadas para el ciclo biológico de la paratrypa (*Bactericera cockerelli*).

4.2 Factor bajo estudio

El factor bajo estudio correspondió a los programas de manejo químico compuestos por diferentes ingredientes activos insecticidas, con modos de acción sistémicos y de contacto, evaluados mediante su eficacia biológica en el control de *B. cockerelli* y su efecto sobre la incidencia, severidad y rendimiento del cultivo de papa.

4.3 Manejo agronómico de la parcela experimental

4.3.1 Preparación de casa malla

Este proceso inició con la limpieza, reestructuración y desinfección de una casa malla, incluyendo los mesones donde se colocaron las bolsas con las plantas. Posteriormente se hizo una separación con la malla antinsectos para la zona donde se realizó la reproducción de la plaga hasta el ingreso de las plantas que ya contaban con 30 días de edad para los diferentes tratamientos.

4.3.2 Establecimiento de la colonia *B. cockerelli*

Se estableció una colonia de *B. cockerelli* dentro de la casa malla en un espacio aislado de los tratamientos, para esto se recolectaron adultos de paratrioza, en zonas de cultivo de papa con presencia de la plaga, los cuales fueron colocados en plantas hospedantes ubicadas en el área destinada para su reproducción. Una vez establecida la colonia, los adultos fueron liberados en las unidades experimentales para asegurar una infestación uniforme en los tratamientos evaluados.

4.3.3 Siembra

Se llenaron las bolsas con suelo, y posteriormente se realizó la siembra de semilla de papa, colocando el tubérculo semilla en el centro de cada bolsa y cubriéndolo con suelo. Las plantas establecidas fueron utilizadas para reemplazar las unidades experimentales que contaban con 30 días de edad al momento del inicio del ensayo.

4.3.4 Manejo del cultivo

Después del proceso de siembra y sustitución de plantas se esperó 30 días, tiempo en el que la plaga estaba reproduciéndose y las plantas se encontraban óptimas para iniciar con la evaluación de los tratamientos. El manejo cultural se centró en optimizar el desarrollo de las 24 unidades experimentales, mediante el aporque; este se llevó a cabo a los 25 días después de la siembra (DDS), en una etapa clave para fortalecer el desarrollo de los estolones y proteger la formación de tubérculos. Esta práctica fue fundamental en el ensayo para mejorar el drenaje del suelo, evitar daños por polillas y prevenir el verdeo de los tubérculos por exposición solar. Asimismo, durante el desarrollo del ensayo se realizaron labores de riego, limpieza de malezas, monitoreo de plagas y toma de datos, de acuerdo con las necesidades del cultivo y las actividades programadas en el campo.

4.3.5 Plan de fertilización

Debido a la alta demanda nutricional del cultivo, se implementó un programa de fertilización uniforme en todas las parcelas. El 24 de febrero se realizó la primera aplicación mediante

solución diluida, utilizando la mitad de la dosis de la fórmula base. En esta aplicación se incorporaron 2.1 lb de Sulfato de Potasio, 1.6 lb de Nitrato de Amonio, 0.45 lb de MAP (fosfato monoamónico), 0.6 libras de Nitrato de Calcio y 0.75 lb de sulfato de Magnesio. Esta fertilización permitió aportar nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

Posteriormente el 18 de marzo se efectuó una fertilización granulada al suelo, aplicando una “chapa” por planta de fertilizante YaraMila UNIK 15-15-15, con el objetivo de reforzar el crecimiento vegetativo y favorecer la formación de tubérculos mediante un aporte balanceado de nitrógeno, fósforo, y potasio.

Finalmente, el 25 de marzo se realizó una segunda aplicación líquida utilizando nuevamente la misma solución diluida con el fin de mantener un suministro constante de nutrientes y mejorar el llenado y calidad de los tubérculos.

4.3.6 Control de paratrioza y Toma de Datos

Para el control de la paratrioza (*B. cockerelli*), eje central de esta investigación, y con el fin de evaluar con rigor el desempeño de los insecticidas seleccionados, la aplicación de los insecticidas se realizó de acuerdo con las dosis recomendadas para cada tratamiento utilizando bomba de mochila. Se realizaron cuatro aplicaciones foliares durante el periodo experimental, empleando 1 L de agua por tratamiento en cada aplicación. Durante las aplicaciones se utilizaron barreras de nilón para evitar deriva entre tratamientos. Asimismo, después de cada aplicación, la bomba fue lavada con ASE y cloro, con el propósito de evitar la contaminación cruzada entre insecticidas.

Para la toma de datos se siguió un ciclo de monitoreo sistemático que iniciaba 24 horas antes de cada aplicación, estableciendo así una población base de la plaga. Posteriormente, se realizaron evaluaciones a las 72 horas después de cada aplicación para cuantificar el porcentaje de incidencia y severidad ocasionado por la plaga en cada tratamiento. Además, se efectuó monitoreo periódico de las plantas para dar seguimiento al desarrollo de la plaga y al comportamiento de los tratamientos insecticidas durante el ensayo.

La evaluación se ejecutó mediante la inspección detallada del envés de las hojas en los tres estratos de la planta (superior, medio e inferior), registrando la presencia de adultos y ninfas. Los datos obtenidos en cada evaluación fueron registrados en hojas de campo para su posterior análisis estadístico.

4.3.7 Cosecha y postcosecha

Al finalizar el ciclo vegetativo del cultivo, se realizó la quema química del follaje mediante la aplicación de Paraquat, 10 días antes de la cosecha, con el propósito de inducir la madurez y uniformizar el secado de la planta. Posteriormente dos días antes de la cosecha, se realizó el retiro manual del follaje seco para facilitar la recolección de los tubérculos.

La cosecha se realizó manualmente en condiciones de tiempo seco. Durante este proceso, cada unidad experimental fue cosechada y pesada de manera individual, registrando por separado cada tratamiento y sus respectivas repeticiones. Esto permitió obtener el rendimiento individual de cada repetición y posteriormente calcular el rendimiento por tratamiento expresado en kg/ha.

Después del pesaje se realizó una evaluación sanitaria de los tubérculos para determinar la incidencia de daño ocasionado por paratrioza. Para ello, los tubérculos fueron clasificados en sanos y dañados, contabilizando la cantidad correspondiente a cada tratamiento. Los tubérculos dañados fueron cortados longitudinalmente para verificar si el daño estaba asociado a paratrioza.

4.4 Equipo y materiales

- Equipo:

Se utilizó una computadora con el software estadístico SAS OnDemand for Academics para el análisis de datos. Asimismo, se emplearon herramientas de labranza como azadón, piocha, pala. Además, se utilizaron calculadora, cuaderno de campo, cintas métricas, estacas, cabuyas, nilón y sistema de riego mediante mangueras.

Para las aplicaciones fitosanitarias y fertilizaciones se utilizó una bomba de mochila, barriles para la preparación de soluciones, copas medidoras, y jeringas para la dosificación exacta de los productos aplicados.

- Insumos:

Se utilizó semilla certificada de papa, variedad DICTA Purén, además de fertilizantes granulados y foliares previamente descritos en el programa de fertilización. Asimismo, se emplearon los ingredientes activos evaluados en la investigación: Spirotetramat, Tolfenpyrad, la mezcla de Spiropidion + Acetamiprid + coadyuvante, Thiodicarb + Imidacloprid, y la mezcla de Ciantraniliprol + Pimetrozina. También se incluyó un tratamiento testigo absoluto como referencia experimental.

4.5 Diseño experimental

Se trabajó con diseño de bloques completos al azar (DBCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por cinco plantas, sembradas a un distanciamiento de 25 cm entre plantas. Asimismo, se utilizó como testigo una parcela sin aplicación de insecticidas.

4.6 Modelo estadístico

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

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta.

μ = promedio general.

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} = error experimental asociado a la i-ésima unidad experimental.

4.7 Métodos

4.7.1 Tratamientos evaluados

En la Tabla 1, se presentó la descripción de los insecticidas evaluados en el ensayo para control de paratrioza en el cultivo de papa, en Intibucá.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos evaluados.

N	Ingrediente activo	Dosis por litro	Nombre comercial	Vía
1	Spirotetramat	0.5 cc/L	Movento 15 OD	Foliar
2	Tolfenpyrad	2 cc/L	Hachi-Hachi	Foliar
3	Spiropidion + Acetamiprid + coadyuvante	0.6 g/L + 2.5 cc/L de Ledna	Elestal Neo + Ledna	Foliar
4	Thiodicarb + Imidacloprid	3 cc/L	Cerrojo 56 SC	Foliar
5	Ciantraniliprol + Pimetrozina	0.5 g/L	Minecto Star 60 WG	Foliar
6	Testigo absoluto	—	Sin aplicación	—

4.7.2 Unidad Experimental

- La unidad experimental consistió en una parcela de 0.99 m², con dimensiones de 1.21 m de ancho por 0.82 m de largo, conformada por una fila de cinco plantas de papa establecidas en mesones. El área útil correspondió a las cinco plantas evaluadas, donde se realizaron las liberaciones de adultos de *Bactericera cockerelli*, los muestreos de paratrioza y las evaluaciones de rendimiento.

El ensayo estuvo conformado por cuatro bloques y seis tratamientos, distribuidos en mesones de 1.21 m de ancho por 4.92 m de largo (producto de la unión de dos mesones de 2.46 m). El área neta del ensayo fue de 23.81 m², correspondiente al área ocupada por las 24 unidades experimentales. Asimismo, el experimento se estableció dentro de un área total aproximada de 36 m² (7.4 m × 4.92 m), incluyendo pasillos de separación de 0.80 m y 1.00 m entre bloques, así como los bordes necesarios para facilitar las labores de manejo, asegurar la precisión en las aplicaciones y garantizar el aislamiento fitosanitario entre tratamientos insecticidas.

- A continuación, en la Tabla 2, se presentó la aleatorización de los seis tratamientos para la evaluación del control de paratrioza en el cultivo de papa, ubicado en la zona de La Esperanza, Intibucá.

Tabla 2. Aleatorización de tratamientos para el control de paratrioza.

N	Ingrediente activo	Tratamiento	I	II	III	IV
1	Spirotetramat	T1	101	201	303	405
2	Tolfenpyrad	T2	102	204	305	401
3	Spiropidion + Acetamiprid + coadyuvante	T3	103	205	304	402
4	Thiodicarb + Imidacloprid	T4	104	206	306	403
5	Ciantraniliprol + Pimetrozina	T5	105	203	301	404
6	Testigo absoluto	T6	106	202	302	406

4.8 Variables a evaluar

En el siguiente estudio se analizaron las siguientes variables para determinar la eficacia de los tratamientos sobre el control de paratrioza (*B. cockerelli*) y su impacto en la productividad:

a) Incidencia (%):

Esta variable midió la dispersión o presencia de la plaga dentro de la unidad experimental. Se inspeccionó la totalidad de las cinco plantas en el área útil de cada parcela. Se registró como planta afectada toda aquella que manifestó síntomas visuales de amarillamiento o presencia física de ninfas y adultos. Los registros se realizaron 24 horas antes de la aplicación y 72 horas después de la aplicación.

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{Plantas con presencia de plaga}}{\text{Total de plantas evaluadas}} \times 100$$

b) Severidad de daño (%):

Esta variable cuantificó la intensidad del impacto fisiológico mediante una escala visual de cinco niveles. Se evaluaron las 5 plantas de cada unidad experimental asignando un valor de

0 a 4 según el grado de necrosis y defoliación observado. Estos datos se tomaron 24 horas antes de la aplicación y 72 horas después de la aplicación.

0 (Sana): Sin síntomas visibles.

1 (Baja): Pequeñas pecas, epinastia leve, afectando <5% del área foliar.

2 (Media): Manchas visibles de amarillamiento, pérdida de turgencia, necrosis foliar parcial.

3 (Alta): Decaimiento generalizado, necrosis extensa y defoliación.

4 (Muy Alta): Muerte de la planta o defoliación total.

La severidad se calculó mediante la fórmula de Townsend y Heuberger:

$$\text{Severidad (\%)} = \frac{\sum(n \times v)}{N \times V} \times 100$$

Donde:

n = Número de plantas en cada categoría de daño.

v = Valor numérico asignado a cada categoría de severidad.

N = Número total de plantas evaluadas.

V = Valor máximo de la escala utilizada.

Esta metodología permitió estimar el porcentaje de severidad del daño ocasionado por la paratrioza en las plantas evaluadas, de acuerdo con la escala propuesta por Townsend y Heuberger.

c) Rendimiento (kg/ha):

Esta variable cuantificó la respuesta productiva neta del cultivo. Los tubérculos de las plantas correspondientes al área útil de cada parcela se cosecharon y pesaron al finalizar el ciclo del cultivo, durante la etapa de madurez fisiológica.

Para la evaluación del rendimiento se registró el número total de tubérculos cosechados y el peso total cosechado por unidad experimental. Posteriormente se calcularon los componentes del rendimiento, incluyendo el número de tubérculos por planta (N_tub) y el peso promedio por tubérculo (P_prom). Finalmente, el rendimiento se expresó en kg/ha utilizando el área útil de cada parcela.

El número de tubérculos por planta se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$N_{\text{tub}} = \frac{\text{Número total de tubérculos cosechados}}{\text{Número total de plantas evaluadas}}$$

El peso promedio se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$P_{\text{prom}} = \frac{\text{Peso total cosechado (kg)}}{\text{Número total de tubérculos cosechados}}$$

El rendimiento se expresó en kg/ha utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = \frac{\text{Peso total de parcela (kg)}}{\text{Área útil (m}^2\text{)}} \times 10.000$$

4.9 Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó utilizando el software SAS OnDemand for Academics. Para la variable rendimiento se efectuó un análisis de varianza (ANOVA) bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), mediante el procedimiento PROC GLM. Previamente se verificaron los supuestos de normalidad de los residuos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas mediante la prueba Levene. Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, se realizó la comparación de medias utilizando la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Las variables incidencia y severidad fueron analizadas mediante Modelos Lineales Generalizados Mixtos (GLMM), empleando el procedimiento PROC GLIMMIX. Debido a la naturaleza de conteo y la presencia de sobredispersión en los datos, se utilizó una distribución binomial negativa con función de enlace logarítmica (log).

En los modelos se consideraron como efectos fijos los tratamientos, los tiempos de evaluación y la interacción tratamiento $\times$ tiempo; mientras que los bloques y las unidades experimentales fueron considerados efectos aleatorios. Asimismo, se incorporó una

estructura de medidas repetidas con el propósito de evaluar el comportamiento temporal de las variables analizadas.

Finalmente, se realizaron análisis diagnósticos y gráficos de medias ajustadas para verificar el ajuste y comportamiento de los modelos estadísticos empleados.

Tabla 3. Análisis estadísticos de variables.

Variable	Análisis estadístico
Incidencia	PROC GLIMMIX, distribución binomial negativa
Severidad	PROC GLIMMIX, distribución binomial negativa
Rendimiento	ANOVA y prueba de Tukey al 5%

4.10 Análisis económico (costo-beneficio)

Se realizó un análisis económico utilizando la metodología de los presupuestos parciales para determinar la viabilidad financiera de los tratamientos insecticidas. Se consideraron los costos de los productos, aplicación e insumos adicionales. El ingreso bruto se calculó multiplicando el rendimiento obtenido por el precio del mercado del producto. Posteriormente se determinó la relación beneficio/costo mediante la fórmula:

$$B/C = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo total de producción}}$$

Los resultados se interpretaron de la siguiente manera: valores de B/C mayores a 1 indicaron rentabilidad económica, valores igual a 1 representaron el punto de equilibrio y valores menores a 1 indicaron pérdidas económicas.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Incidencia

La variable de incidencia reflejó la presencia de plantas afectadas por la plaga durante el período experimental. Debido al comportamiento de los datos y la presencia de valores iguales a cero en las evaluaciones realizadas, se utilizó el procedimiento PROC GLIMMIX de SAS con distribución binomial negativa para el análisis estadístico.

5.1.1 Ajustes del modelo estadístico

Tabla 4. Estadísticos de ajuste y evaluación de sobredispersión del modelo lineal generalizado (PROC GLIMMIX) con distribución binomial negativa para la incidencia.

Criterios	Valor
AIC	684.58
AICC	719.09
BIC	742.31
CAIC	791.31
HQIC	699.90
Chi cuadrado de Pearson	33.13
Chi cuadrado de Pearson/DF	0.17

En la tabla 4 se presentan los estadísticos de ajuste del modelo lineal generalizado con distribución binomial negativa. La razón entre el Chi-cuadrado de Pearson y los grados de libertad presentó un valor de 0.17, indicando una baja dispersión de los datos dentro del modelo. Este comportamiento puede estar asociado al predominio de observaciones sin infección, evidenciando una distribución asimétrica con predominio de valores cero. Mesa-Fúquen et al. (2021) señalan que los modelos lineales generalizados con distribución binomial negativa son apropiados para variables de conteo con sobredispersión y alta frecuencia de ceros. La baja incidencia observada sugiere una menor presión de la plaga durante el periodo de evaluación, posiblemente influenciada por las condiciones ambientales

presentes durante el ensayo, las cuales pudieron limitar la actividad y establecimiento de la plaga en el cultivo. Cabrera et al. (2022) indica que temperaturas inferiores a 15°C reducen el desarrollo y número de generaciones de *Bactericera cockerelli*, afectando su comportamiento poblacional. Asimismo, Toledo et al. (2017) menciona que las condiciones ambientales y la efectividad de los insecticidas influyen directamente sobre la presencia y establecimiento de la plaga en el cultivo de papa lo que también limitó la evaluación de la mortalidad debido a la reducida presencia de individuos durante el periodo experimental.

5.1.2 Evaluación de residuales

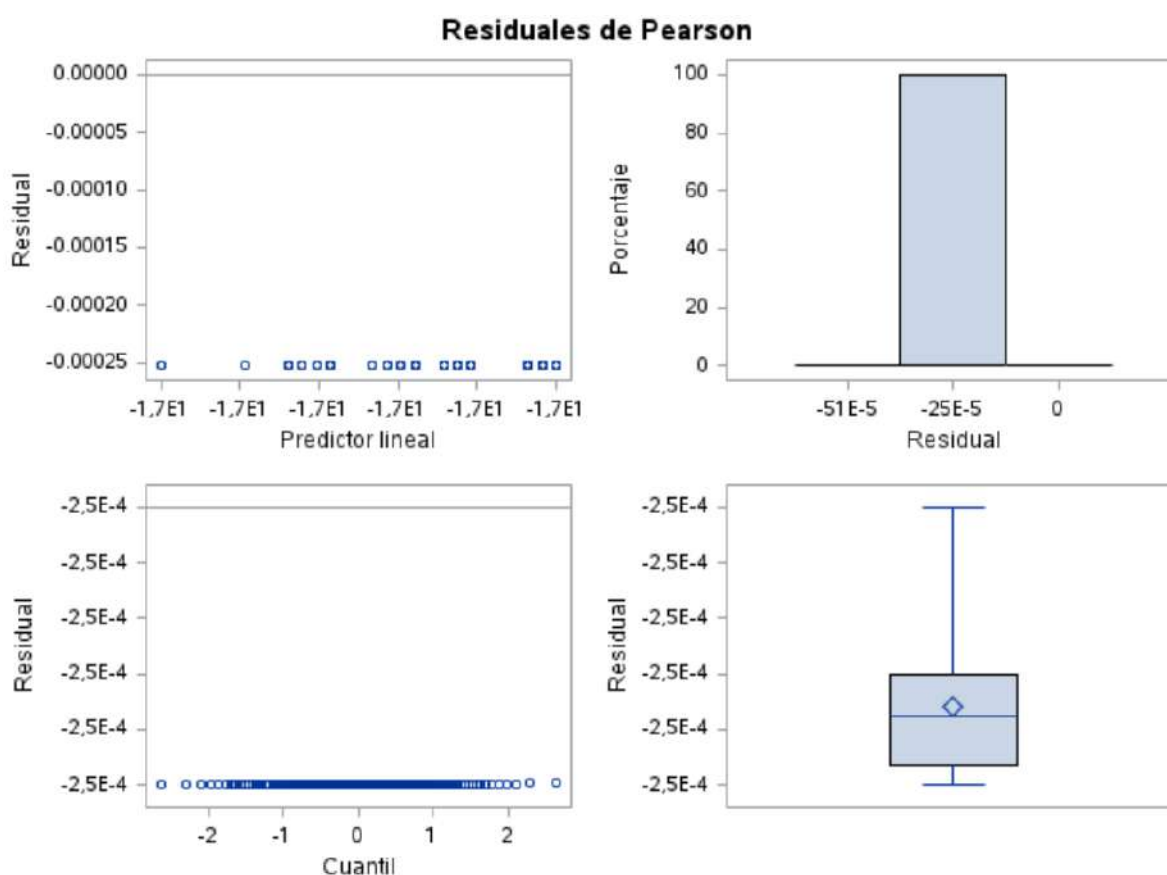


Figura 1. Residuales de Pearson del modelo lineal generalizado con distribución binomial negativa para la variable incidencia.

En la figura 1 se presenta los residuales de Pearson modelo lineal generalizado con distribución binomial negativa. Los residuales mostraron valores cercanos a cero y una

dispersión reducida, sin presencia de patrones definidos, indicando un adecuado ajuste del modelo a los datos observados.

5.1.3 Efectos de tratamiento y tiempo

Tabla 5. Prueba de efectos fijos (Type III) para la variable incidencia.

Efecto	DF Num	DF Den	Valor F	Pr > F
Tratamiento	5	126	0.00	1.0000
Tiempo	7	126	8.67	<0.0001
Tratamiento × Tiempo	28	126	0.09	1.0000

En la tabla 5 se presentan los resultados de la prueba de efectos fijos para la variable incidencia. El factor tiempo presentó diferencias significativas ($P < 0.0001$), indicando variación de la incidencia durante las evaluaciones realizadas. Butler y Trumble (2012) señalan que las poblaciones de *Bactericera cockerelli* fluctúan según las condiciones ambientales y el desarrollo fenológico del cultivo generando cambios en la presencia de la plaga a lo largo del tiempo. Por el contrario, los tratamientos y la interacción tratamiento x tiempo no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$), sugiriendo un comportamiento similar entre tratamientos a través del tiempo.

5.1.4 Comparación de medias

Tabla 6. Medias ajustadas (LSMeans) para la variable incidencia según tratamientos.

Tratamiento	Estimación	Error estándar	Valor P
T1 Spirotetramat	-6.25	290.60	0.9829
T2 Tolfenpyrad	-6.64	305.55	0.9827
T3 Spiropidion + Acetamiprid + coadyuvante	0.80	6.83	0.9072
T4 Thiodicarb + Imidacloprid	-9.41	279.22	0.9732
T5 Ciantraniliprol + Pimetrozina	-13.82	361.47	0.9696
T6 Testigo absoluto	-2.81	38.42	0.9419

En la tabla 6 se presentan las medias ajustadas (LSMeans) para la variable incidencia según tratamientos. Aunque se observaron variaciones numéricas entre tratamientos, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$), indicando un

comportamiento similar de los tratamientos sobre la incidencia de la plaga durante las evaluaciones realizadas. Resultados similares han sido reportados por Toledo et al. (2017), quienes mencionan que la respuesta de *Bactericera cockerelli* puede variar dependiendo de las condiciones ambientales y el comportamiento de los insecticidas utilizados en el manejo del cultivo.

Los valores negativos observados en las medias ajustadas (LSMeans) no representan incidencias negativas de la plaga. Estos resultados corresponden a estimaciones del modelo estadístico empleado y deben interpretarse únicamente como una referencia para comparar el comportamiento de los tratamientos evaluados.

5.1.5 Distribución de datos observados por tratamiento

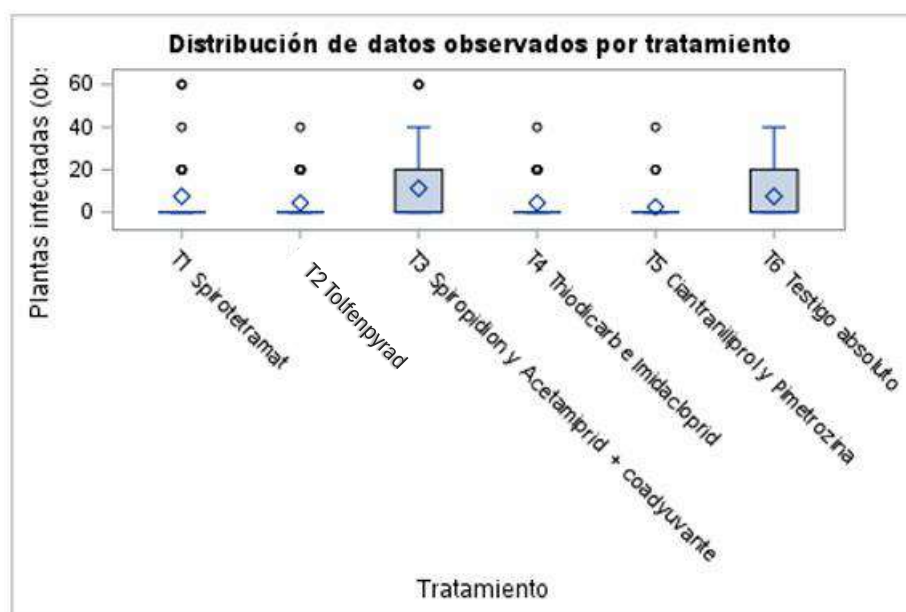


Figura 2. Distribución de plantas infestadas por paratrioza según tratamiento evaluado.

La figura 2 muestra una alta concentración de valores cero en la mayoría de los tratamientos, indicando que durante varios muestreos no se registraron plantas infestadas, esto sugiere una baja incidencia de paratrioza durante el ensayo y evidencia el efecto de algunos tratamientos para mantener reducida la infestación.

Los tratamientos T1, T2, T4, T5, presentaron menor dispersión y valores cercanos a cero reflejando un comportamiento más estable en el control de la plaga. En contraste T3 y el Testigo absoluto (T6) mostraron mayor variabilidad y mayores niveles de infestación.

La presencia de abundantes ceros y algunos valores extremos indica que los datos no siguieron una distribución normal, por lo que fue necesario utilizar un modelo con distribución binomial negativa para realizar un análisis estadístico más adecuado al comportamiento observado en campo.

5.2 Severidad

La variable de severidad reflejó el nivel de afectación de la plaga en las plantas evaluadas durante el periodo experimental. Debido al comportamiento de los datos, se utilizó el procedimiento PROC GLIMMIX de SAS con distribución binomial negativa para el análisis estadístico.

5.2.1 Ajuste del modelo estadístico

Tabla 7. Estadísticos de ajuste y evaluación de sobredispersión del modelo lineal generalizado (PROC GLIMMIX) con distribución binomial negativa para la severidad.

Criterio	Valor
AIC	511.42
AICC	514.53
BIC	552.45
CAIC	568.45
HQIC	528.01
Chi-cuadrado de Pearson	112.79
Chi-cuadrado de Pearson / DF	0.59

En la tabla 7 se presentan los estadísticos de ajuste del modelo lineal generalizado con distribución binomial negativa para la variable de severidad. La razón entre el Chi-cuadrado de Pearson y los grados de libertad presentó un valor de 0.59, indicando un ajuste adecuado del modelo y una variabilidad aceptable en los datos evaluados. Los criterios AIC, AICC,

BIC, CAIC y HQIC permitieron evaluar el comportamiento del modelo estadístico para describir la severidad durante las evaluaciones realizadas. Mesa-Fúquen et al. (2021) señalan que los modelos lineales generalizados con distribución binomial negativa son adecuados para variables de conteo con sobredispersión y comportamiento asimétrico en los datos.

5.2.2 Comportamiento de la severidad a través del tiempo

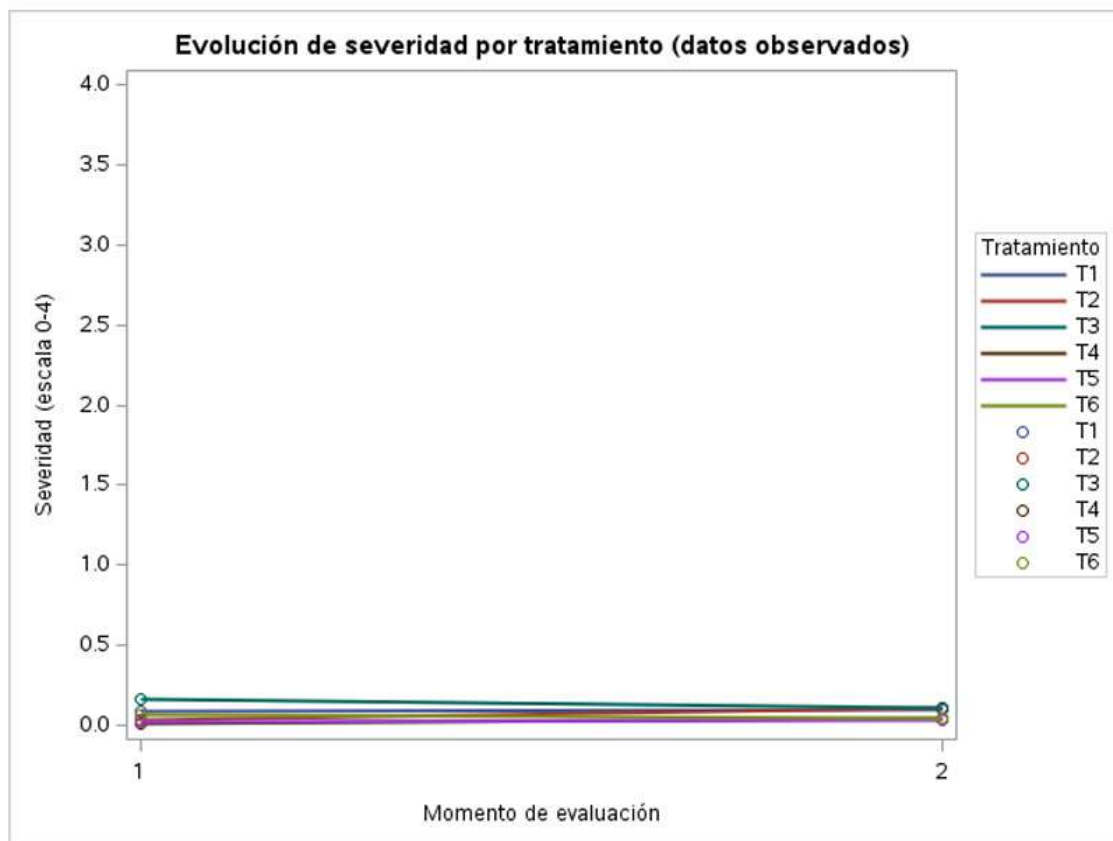


Figura 3. Evaluación de severidad según tratamientos a través del tiempo.

En la figura 3 se presenta la evolución de la severidad según los tratamientos durante los momentos de evaluación. Los tratamientos mostraron un comportamiento similar a lo largo del período evaluado, manteniendo niveles bajos de severidad en el cultivo. La reducida variación observada sugiere una limitada progresión del daño ocasionado por la plaga durante las evaluaciones realizadas, lo que pudo influir en la ausencia de diferencias estadísticas entre tratamientos.

5.2.3 Efectos de tratamiento y tiempo

Tabla 8. Prueba de efectos fijos (Type III) para la variable de severidad.

Efecto	DF Num	DF Den	Valor F	Pr > F
Tratamiento	5	174	1.90	0.0958
Tiempo	1	174	1.05	0.3062
Muestreo	3	174	2.51	0.0602
Tratamiento × Tiempo	5	174	0.35	0.8812

En la tabla 8 se presentan los resultados de la prueba de efectos fijos para la variable severidad. No se encontraron diferencias significativas para los factores tratamiento, tiempo e interacción tratamiento x tiempo ($P > 0.05$), indicando un comportamiento similar de la severidad entre los tratamientos durante las evaluaciones realizadas. El factor muestreo presentó una tendencia cercana a la significancia estadística ($P = 0.0602$), sugiriendo variaciones en la severidad entre los diferentes momentos de evaluación.

5.2.4 Comparación medias

Tabla 9. Medias ajustadas de severidad según tratamientos.

Tratamiento	Estimación
T1 Spirotetramat	0.36
T2 Tolfenpyrad	0.09
T3 Spiropidion + Acetamiprid + coadyuvante	1.68
T4 Thiodicarb + Imidacloprid	0.12
T5 Ciantraniliprol + Pimetrozina	-1.04
T6 Testigo absoluto	-0.26

En la tabla 9 se presentan las medias ajustadas de severidad según tratamientos. Aunque estadísticamente no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, se observaron variaciones numéricas en los valores estimados de severidad. El tratamiento T3 presentó la mayor estimación de severidad durante las evaluaciones realizadas, mientras que los tratamientos T5 y T6 registraron los valores más bajos. Este comportamiento sugiere una reducida progresión del daño de la plaga en el cultivo, reflejando niveles bajos de severidad bajo las condiciones en las que se desarrolló el ensayo. Butler y Trumble (2012) mencionan

que el desarrollo y daño ocasionado por *Bactericera cockerelli* pueden verse influenciados por factores ambientales y las estrategias de manejo implementadas en el cultivo.

Los valores negativos observados en las medias ajustadas de severidad no representan niveles negativos de daño. Estos valores corresponden a estimaciones del modelo estadístico utilizado y sirve únicamente como referencia para comparar el comportamiento de los tratamientos evaluados.

5.3 Rendimiento

La variable rendimiento correspondió a la producción obtenida por tratamiento durante el período experimental. Previo al análisis de varianza, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente.

5.3.1 Verificación de supuestos

Tabla 10. Prueba de normalidad de residuos (Shapiro-Wilk) para la variable rendimiento.

Prueba	Estadístico	Valor P
Shapiro-Wilk	0.9763	0.8200

En la tabla 10 se presentan los resultados de la prueba de normalidad de residuos para la variable rendimiento. La prueba de Shapiro-Wilk no presentó diferencias significativas ($P > 0.05$), indicando que los residuos del modelo se distribuyeron normalmente.

Tabla 11. Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) para la variable rendimiento.

Fuente	DF	Valor F	Pr > F
Tratamiento	5	1.26	0.3221

En la tabla 11 se presentan los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas para la variable rendimiento. La prueba de Levene no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$),

indicando homogeneidad de varianzas entre tratamientos y cumplimiento de los supuestos requeridos para el análisis de varianza.

5.3.2 Análisis de varianza

Tabla 12. Análisis de varianza para la variable rendimiento.

Fuente	DF	Valor F	Pr > F
Bloque	3	0.55	0.6529
Tratamiento	5	1.56	0.2315

En la tabla 12 se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$), indicando un comportamiento estadísticamente similar en la producción obtenida durante el ensayo. Asimismo, el efecto de bloques tampoco presentó diferencias significativas. Aunque algunos tratamientos mostraron diferencias numéricas en el rendimiento promedio, estas variaciones no fueron suficientes para generar diferencias estadísticas entre tratamientos evaluados. Este comportamiento podría estar asociado a factores agronómicos y fisiológicos del cultivo durante el período experimental, como el desarrollo y llenado de tubérculos, los cuales pueden influir directamente sobre el rendimiento final del cultivo.

5.3.3 Comparación de medias

Tabla 13. Comparación de medias de rendimiento según tratamientos mediante prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)
T1 Spirotetramat	6414.14
T6 Testigo absoluto	6414.14
T5 Ciantraniliprol + Pimetrozina	5727.27
T4 Thiodicarb + Imidacloprid	5267.68
T3 Spiropidion + Acetamiprid + coadyuvante	5037.88
T2 Tolfenpyrad	4583.34

En la tabla 13 se presentan las medias de rendimiento según tratamientos. Aunque el tratamiento T1 Spirotetramat y el testigo absoluto presentaron los mayores valores promedio

de rendimiento, mientras que T2 Tolfenpyrad registró el menor rendimiento, la prueba de Tukey no detectó diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$). La ausencia de diferencias estadísticas sugiere que las condiciones bajo las cuales se desarrolló el ensayo pudieron limitar el efecto diferencial de los tratamientos sobre la producción del cultivo. Asimismo, factores fisiológicos relacionados con el desarrollo y llenado de tubérculos pudieron influir sobre el rendimiento obtenido durante el ciclo del cultivo. De igual manera, la baja incidencia y severidad de *Bactericera cockerelli* observada durante el periodo experimental pudo contribuir a que el testigo absoluto presentara un comportamiento productivo similar al tratamiento Spirotetramat.

5.3.4 Comportamiento del rendimiento

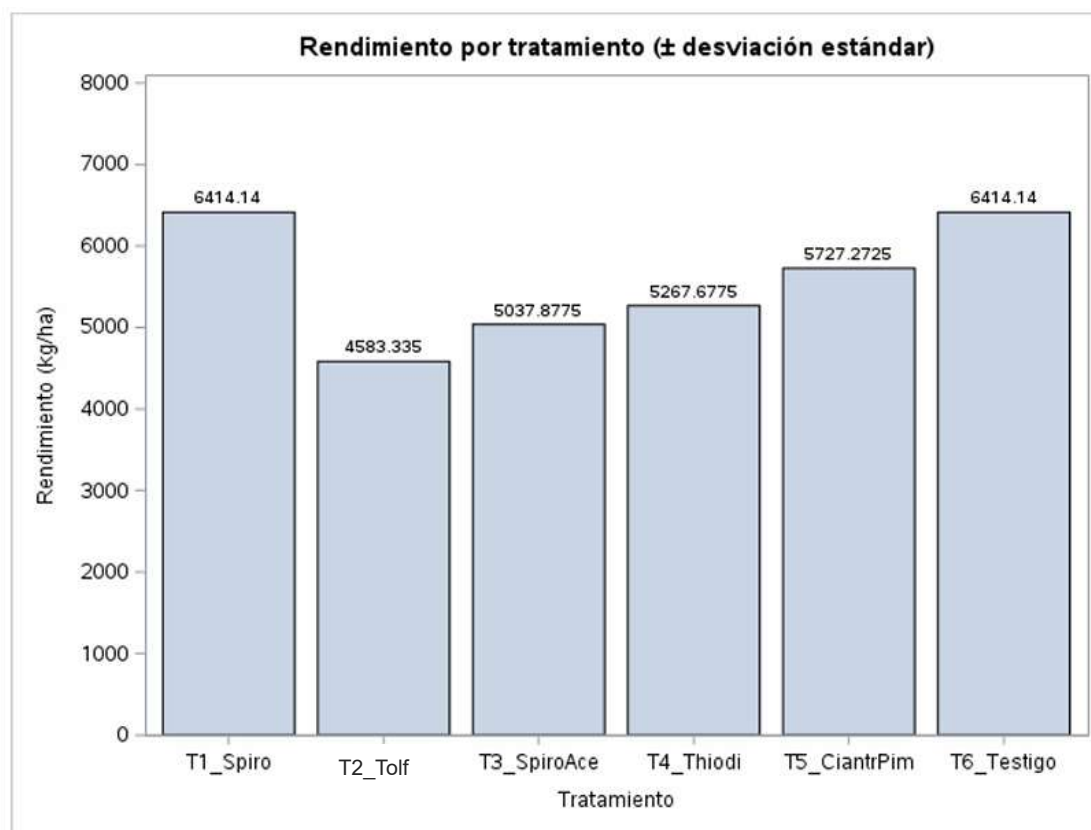


Figura 4. Rendimiento por tratamiento ($\pm$ desviación estándar).

La figura 4 muestra el rendimiento promedio obtenido por los tratamientos evaluados. Numéricamente, el tratamiento con spirotetramat presentó uno de los mayores rendimientos (6,414.14 kg/ha), igualando al testigo absoluto, seguido por ciantraniliprol + pimetozina

(5,727.27 kg/ha). Por su parte, tolfenpyrad registró el menor rendimiento promedio (4,583.34 kg/ha).

No obstante, el análisis estadístico indicó que las diferencias observadas entre tratamientos no fueron significativas ($p>0.05$), por lo que no es posible atribuir el comportamiento del rendimiento al efecto de los insecticidas evaluados. Este resultado puede estar asociado a la baja presión de *Bactericera cockerelli* registrada durante el desarrollo del ensayo, condición que limitó la expresión del daño de la plaga y, en consecuencia, la respuesta diferencial de los tratamientos sobre la producción del cultivo.

Aunque spirotetramat y ciantraniliprol + pimetrozina mostraron los mayores valores promedio de rendimiento, estos resultados deben interpretarse únicamente como una tendencia numérica y no como evidencia de una superioridad estadística sobre los demás tratamientos.

5.3.5 Análisis económico

Tabla 14. Análisis económico y relación beneficio/costo de los tratamientos insecticidas evaluados para el manejo de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa.

Trat.	Ingrediente activo	Costo ins. (Lps/ha)	Costo apl. (Lps/ha)	Rend. com.est. (kg/ha)	Ingreso Total (Lps/ha)	Beneficio Neto (Lps/ha)	Relación B/C
T1	Spirotetramat	2,600.00	3,200.00	6,276.69	69,187.55	63,387.55	11.93
T2	Tolfenpyrad	9,280.00	3,200.00	4,382.90	48,312.37	35,832.37	3.87
T3	Spirothion + Acetamiprid + coadyuvante	4,056.00	3,200.00	4,854.62	53,512.11	46,256.11	7.37
T4	Thiodicarb + Imidacloprid	10,800.00	3,200.00	4,901.16	54,025.11	40,025.11	3.86
T5	Ciantraniliprol + Pimetrozina	3,200.00	3,200.00	5,452.38	60,101.17	53,701.17	9.39
T6	Testigo absoluto	0.00	0.00	5,589.46	61,612.27	61,612.27	N.A.

Nota: Rend. com. est. = rendimiento comercial estimado, obtenido descontando del rendimiento total la proporción de tubérculos dañados registrados en cada tratamiento, considerando que estos no poseen valor comercial.

En la Tabla 14 se presenta el análisis económico de los tratamientos insecticidas evaluados. El tratamiento con spirotetramat presentó el mayor beneficio neto (Lps. 63,387.55) y la mayor relación beneficio/costo (11.93), por lo que constituyó la alternativa de manejo químico más rentable bajo las condiciones del ensayo. Por su parte, ciantraniliprol + pimetrozina ocupó el segundo lugar en rentabilidad ($B/C = 9.39$), mientras que la mezcla spiropidion + acetamiprid + coadyuvante presentó una rentabilidad intermedia ($B/C = 7.37$). En contraste, tolfenpyrad y la mezcla thiodicarb + imidacloprid registraron las menores relaciones beneficio/costo, debido a sus mayores costos de aplicación y al menor beneficio económico obtenido.

Aunque el testigo absoluto no presentó costos asociados al control químico, el mayor número de tubérculos dañados redujo la cantidad de producto comercializable y, por consiguiente, el beneficio neto obtenido. En comparación, el tratamiento con spirotetramat permitió alcanzar el mayor retorno económico, evidenciando que la reducción del daño en los tubérculos puede traducirse en una mayor rentabilidad para el productor, aun cuando el rendimiento físico sea similar entre tratamientos.

VI. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de baja presión de *Bactericera cockerelli* en que se desarrolló el ensayo, los tratamientos insecticidas evaluados no presentaron diferencias estadísticas significativas en la incidencia, severidad ni en el rendimiento del cultivo de papa.

Debido a la baja incidencia de la plaga durante el periodo experimental, no fue posible determinar con suficiente evidencia estadística la eficacia agronómica de los insecticidas evaluados, ya que las diferencias observadas entre tratamientos fueron similares.

Aunque no se detectaron diferencias estadísticas en rendimiento, los tratamientos con spirotetramat y ciantraniliprol + pimetrozina presentaron los mayores valores promedio de producción comercial en comparación con los demás tratamientos.

El análisis económico mostró que el tratamiento con spirotetramat presentó el mayor beneficio neto y la mayor relación beneficio/costo entre las alternativas evaluadas, constituyéndose como la opción económicamente más rentable bajo las condiciones del estudio.

Los resultados obtenidos constituyen una referencia técnica para futuras investigaciones sobre el manejo de *Bactericera cockerelli* en la zona de Intibucá; sin embargo, se recomienda realizar evaluaciones bajo condiciones de mayor presión de la plaga para determinar con mayor precisión la eficacia agronómica y económica de los tratamientos insecticidas.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar futuras investigaciones bajo condiciones de mayor presión poblacional de *Bactericera cockerelli*, con el fin de evaluar de manera más precisa la eficacia agronómica y biológica de los insecticidas, incluyendo variables como mortalidad de la plaga, incidencia y severidad del daño.

Repetir este tipo de estudios en diferentes épocas de siembra y ciclos productivos, considerando la influencia de las condiciones climáticas sobre la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* y la respuesta de los tratamientos insecticidas.

Incorporar el monitoreo poblacional como criterio para definir el momento oportuno de aplicación de insecticidas, evitando aplicaciones innecesarias cuando la presión de la plaga sea baja y favoreciendo un manejo más eficiente del cultivo.

Promover la implementación del manejo integrado de plagas mediante la combinación de monitoreo, prácticas culturales y rotación de ingredientes activos con diferentes modos de acción, para disminuir el riesgo de resistencia y contribuir a la sostenibilidad del cultivo.

Continuar evaluando el comportamiento de spirotetramat y ciantraniliprol + pimetrozina en estudios posteriores, debido a que presentaron los mejores resultados agronómicos y económicos bajo las condiciones del presente ensayo.

Incluir en futuros análisis económicos variables relacionadas con la calidad comercial de los tubérculos y las pérdidas ocasionadas por el daño de la plaga, con el propósito de obtener una estimación más representativa del beneficio económico para el productor.

Desarrollar investigaciones que permitan analizar la relación entre las variaciones climáticas registradas en la zona de Intibucá y el comportamiento poblacional de *Bactericera cockerelli*, considerando que los eventos de lluvia y otros factores ambientales pueden influir en la incidencia de la plaga y en la respuesta de los programas de manejo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Arce, D. (2002). Producción de papa en sistemas andinos. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa.
- Bujanos, MR; Garzón, T; Marín, AJ. 2005. Manejo integrado del pulgón saltador *Bactericera cockerelli*. Folleto Técnico No. 2. México, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) / Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
- Butler, CD; Trumble, JT. 2012. El psílido de la patata, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): historia de vida, relación con enfermedades de las plantas y estrategias de manejo. *Terrestrial Arthropod Reviews* 5(2):87-111. DOI: 10.1163/187498312X634266.
- Cabrera, R; Gómez, Y; Pérez, M. 2022. Influencia de la temperatura sobre el desarrollo poblacional de *Bactericera cockerelli*. *Revista de Protección Vegetal* 37(2):1-10.
- CESAVEM (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Michoacán). 2015. Manejo integrado de la paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en jitomate (en línea). Morelia, Michoacán, México. Consultado 3 jun. 2026. Disponible en: <https://www.cesavem.mx/img/fitosanitariodeljitomate/jitomate2.pdf>
- Cranshaw, W. 2007. El psílido de patata/tomate: biología e impactos. Colorado, Estados Unidos, Colorado State University Extension.
- Daniels, L. 1934. Estudios sobre *Paratrioza cockerelli*. Boletín Técnico USDA. Washington, DC, Estados Unidos, United States Department of Agriculture.
- Dent, D. 2000. Manejo de plagas de insectos. 2 ed. Wallingford, Reino Unido, CABI Publishing.

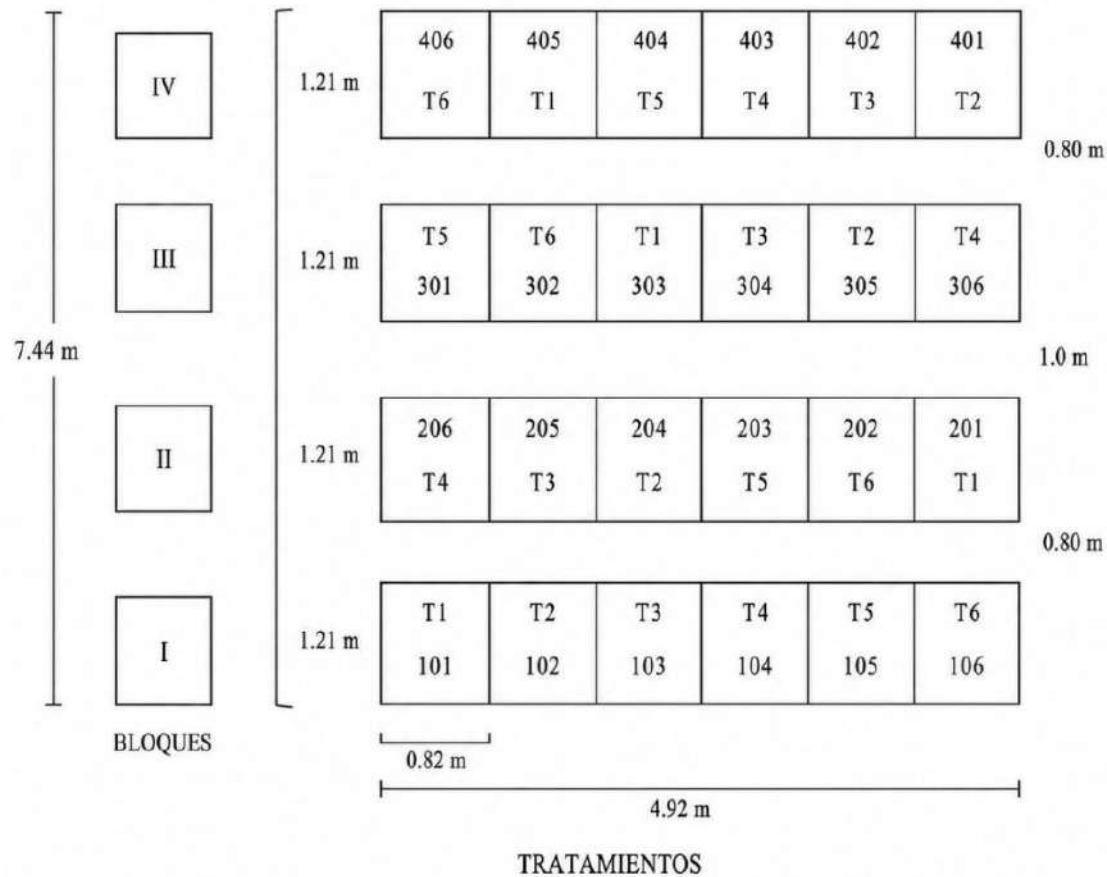
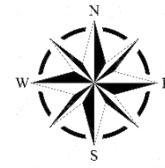
- DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria). 2013. El cultivo de papa en Honduras (en línea). La Esperanza, Intibucá, Honduras. Consultado 3 jun. 2026. Disponible en: <https://dicta.gob.hn/files/2013,-El-cultivo-de-papa-en-Honduras.pdf>
- DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria). 2016. Tecnología agropecuaria (en línea). Honduras. Consultado 3 jun. 2026. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B4174e/B4174e.pdf>
- DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria). 2017. El cultivo de papa en Honduras (en línea). Honduras. Consultado 3 jun. 2026. Disponible en: <https://dicta.gob.hn/files/2017,-El-Cultivo-de-Papa-en-Honduras-G.pdf>
- Disagro Panamá. 2022. Portafolio de soluciones agrícolas: manejo fitosanitario en hortalizas (en línea). Panamá. Consultado 3 jun. 2026. Disponible en: <https://www.disagro.com/>
- Herrera, J; Scott, G. 2003. Sistemas de comercialización rural en América Latina. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa.
- Hijmans, RJ; Spooner, DM. 2001. Geographic distribution of wild potato species. *American Journal of Botany* 88(11):2101-2112. DOI: 10.2307/3558435.
- Hodkinson, ID. 2009. Life cycle variation and adaptation in jumping plant-lice (Insecta: Hemiptera: Psylloidea): a global synthesis. *Journal of Natural History* 43(1-2):65-179. DOI: 10.1080/00222930802354167.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2020. Informe técnico agropecuario. San José, Costa Rica, IICA.
- IRAC (Insecticide Resistance Action Committee). 2014. Classification of insecticides by mode of action. IRAC International.
- IRAC (Insecticide Resistance Action Committee). 2025. IRAC mode of action classification scheme. IRAC International.

- Lomelí-Flores, JR; Bueno, R. 2002. Nuevo registro de *Tamarixia triozae* (Burks) parasitoide del psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae) en México. *Folia Entomológica Mexicana* 41:375-376.
- Lutaladio, N; Castaldi, L. 2009. Sustainable potato production: guidelines for developing countries. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2010. SFE desarrolla plan de acción ante la cercanía de la *Paratrioza* (*Bactericera cockerelli* Sulc.) *Actualidad Fitosanitaria* 45:4. Disponible en: <https://n9.cl/a6dnj>
- Mesa-Fúquen, EM; Gómez-Rojas, JD; Martínez, C. 2021. Modelos lineales generalizados para variables de conteo con sobredispersión y exceso de ceros. *Revista Colombiana de Estadística* 44(1):9-25.
- Norris, RF; Kogan, M. 2003. Concepts in integrated pest management. Upper Saddle River, New Jersey, Estados Unidos, Prentice Hall.
- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2013. Boletín técnico de fitosanidad en solanáceas. San Salvador, El Salvador, OIRSA.
- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2015. Manual para el manejo de *Bactericera cockerelli* (*Paratrioza*) (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 3 jun. 2026. Disponible en: <https://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Bactericera%20Cockerelli%20version%201.3.pdf>
- Pavlista, AD. 2002. Potato psyllid biology and management. University of Nebraska-Lincoln Extension Circular 23(1):12-18.
- Rodríguez, LE. 2010. Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión (en línea). *Agronomía Colombiana* 28(1):9-17. Consultado 3 jun. 2026. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180315651001>

- SePRO Corporation. 2025. Tolfenpyrad technical manual: mode of action and pest management efficacy. 2 ed. Estados Unidos, SePRO Agriculture. Consultado 3 jun. 2026. Disponible en: <https://sepro.com/agriculture/>
- Syngenta. 2024. Elestal Neo 54 WG: ficha técnica y recomendaciones de uso para el control de hemípteros (en línea). Consultado 3 jun. 2026. Disponible en: <https://www.syngenta.com.mx/product/crop-protection/elestal-neo-54-wg>
- Toledo, M. 2013. El cultivo de la papa en Honduras (en línea). La Esperanza, Intibucá, Honduras, Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Consultado 3 jun. 2026. Disponible en: <https://dicta.gob.hn/files/2013,-El-cultivo-de-papa-en-Honduras.pdf>
- Toledo, M; Domínguez, A; Gómez, S; Inestroza, T; Torres, C. 2017. Efecto de insecticidas sobre la mortalidad de adultos de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en plantas de papa (*Solanum tuberosum*). Honduras, Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA).

ANEXOS

Anexo 1. Croquis del diseño experimental.



Área total: $7.44 \times 4.92 = 36.60 \text{ m}^2$

Área por parcela: $1.21 \times 0.82 \times 1 = 0.99 \text{ m}^2$

Área útil: $1.21 \times 0.82 \times 1 = 0.99 \text{ m}^2$

Área de ensayo: $(1.21 \times 4) \times (0.82 \times 6) = 23.81 \text{ m}^2$



Anexo 2. Preparación y acondicionamiento de la casa malla.



Anexo 3. Establecimiento de la colonia de *Bactericera cockerelli*.



Anexo 4. Producción y establecimiento del material vegetal del ensayo.



Anexo 5. Insecticidas utilizados en el ensayo.



Anexo 6. Aplicación de tratamientos insecticidas.



Anexo 7. Monitoreo y evaluación de paratrioza.



Anexo 8. Cosecha y pesado de las unidades experimentales.



Anexo 9. Evaluación de daño por paratrioza en tubérculos