Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA

Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Agronomía

Evaluación de la eficacia de cuatro insecticidas para el control de *Prodiplosi*s sp. en el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) 'Precoz erecto' en la zona media del valle de Ica

Línea de investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

CLIVER RIVAS RODRIGUEZ

Ica, Perú

2025

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico principalmente a mi familia, con su apoyo incondicional y aliento han sido mi mayor fortaleza, cuya dedicación y esfuerzo inspiran esta investigación. Finalmente a mis docentes y asesores, por su guía y conocimientos que han enriquecido mi aprendizaje.

Gracias a todos

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía y fortaleza en este camino. Su presencia constante me ha dado la serenidad y el impulso necesarios para alcanzar esta meta.

De manera especial, expreso mi reconocimiento al Dr. Juan Jesús Musto Anicama, mi asesor, por su acompañamiento invaluable. Su sabiduría, paciencia y dedicación fueron esenciales para el desarrollo de esta investigación. Siempre dispuesto a compartir sus conocimientos, orientarme en los momentos de duda y motivarme a dar lo mejor de mí, dejó una huella profunda en este trabajo. Le estaré siempre agradecido por su compromiso y generosidad.

Asimismo, agradezco a mi familia, cuyo amor, sacrificio y ejemplo de humildad y perseverancia han sido el fundamento de mis logros. A ellos dedico este trabajo, pues sin su apoyo constante y su confianza inquebrantable, alcanzar esta meta no habría sido posible.

Finalmente, extiendo mi gratitud a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron en esta travesía. A quienes me ofrecieron una palabra de aliento, un consejo oportuno o simplemente su confianza, gracias por creer en mí y acompañarme en este recorrido.

Este logro no me pertenece únicamente; es fruto del esfuerzo colectivo de todos quienes caminaron a mi lado. A cada uno de ustedes, gracias de corazón por hacer posible este sueño.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN 1
1.1 Antecedentes de la investigación 2
1.1.1 Antecedentes Internacionales 2
1.1.2 Antecedentes nacionales 4
1.1.3 Antecedentes locales 6
1.2 Sobre el cultivo de pallar 7
1.2.1 Morfología del pallar 7
1.3 Sobre la Prodiplosis 8
1.3.1 Generalidades de la *Prodiplosis sp.* 8
1.3.2 Descripción morfológica 9
1.3.3 Daños e importancia económica 9
1.4 Descripción de los ingredientes activos evaluados 10
1.4.1 Emamectin Benzoato 10
1.4.2 Spirotetramat 10
1.4.3 Clorfenapir 11
1.4.4 Imidacloprid 12
1.5 Formulación del problema 12
1.5.1 Problema general 12
1.5.2 Problemas específicos 12
1.6 Importancia de la investigación 12
1.7 Justificación de la investigación 13
1.8 Objetivo de la investigación 14
1.9 Hipótesis de la investigación 14
Hipótesis general 14
Hipótesis específicas 14
1.10 Variables de la investigación 15
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA 16
2.1 Tipo, nivel y diseño de la investigación 16
2.1.1 Tipo de investigación 16
2.1.2 Nivel de la investigación 16
2.1.3 Diseño de la investigación 16
2.2 Datos generales del campo experimental 17
2.2.1 Ubicación de la investigación 17
2.2.2 Dimensión del campo experimental 17
2.2.3 Croquis experimental 18
2.2.4 Análisis físico del suelo 19
2.2.5 Análisis químico del suelo 19

2.2.6 Datos meteorológicos durante la investigación 20
2.2.7 Manejo agronómico del experimento 21
2.3 Población y muestra 23
2.3.1 Población de estudio 23
2.3.2 Población de la muestra de estudio 23
2.4 Tratamientos 24
2.5 Aplicación de los tratamientos 24
2.6 Técnicas de procesamiento 26
III. RESULTADOS 27
3.1 Conteo de Población de Larvas de *Prodiplosis sp.* por planta 27
3.1.1 Evaluación de larvas antes y después de la primera aplicación 27
3.1.2 Evaluación de larvas antes y después de la segunda aplicación 31
3.1.3 Evaluación de larvas antes y después de la tercera aplicación 35
3.2 Porcentaje de Eficacia de Control de *Prodiplosis sp.* (Fórmula de Henderson-Tilton) 39
3.2.1 Eficacia de control en la primera aplicación 39
3.2.2 Eficacia de control en la segunda aplicación 43
3.2.3 Eficacia de control en la tercera aplicación 47
3.3 Índice de Severidad de Daño (IDP) 51
3.3.1 Índice de severidad de daño en la primera aplicación 51
3.3.2 Índice de severidad de daño en la segunda aplicación 55
3.3.3 Índice de severidad de daño en la tercera aplicación 59
3.4 Ocurrencia estacional de plagas 63
3.4.1 Registro de insectos plaga asociados al cultivo de pallar durante la investigación 63
3.4.2 Fluctuación poblacional y su relación con la temperatura 63
3.5 Evaluación del peso total y calidad comercial de frutos (Y4 y Y5) 65
IV. DISCUSIÓN 66
4.1 Conteo de población de larvas de *Prodiplosis sp.* (Y1) 66
4.2 Porcentaje de Eficacia de Control de *Prodiplosis sp.* (Y2) 66
4.3 Índice de Severidad de Daño (IDP) (Y3) 67
4.4 Ocurrencia de plagas durante la investigación (Y4) 68
4.5 Impacto de *Prodiplosis sp.* en el Rendimiento y Calidad de Frutos (Y5 y Y6) 68
V. CONCLUSIONES 69
VI. RECOMENDACIONES 70
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 71
VIII. ANEXOS 76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis físico-mecánico del suelo 19
Tabla 2 Análisis químico del suelo 19
Tabla 3 Observaciones meteorológicas enero – febrero 2024 20
Tabla 4 Malezas más frecuentes en el campo experimental 22
Tabla 5 Cronograma de manejo fitosanitario 23
Tabla 6 Tratamientos en estudio 24
Tabla 7 Programa de eventos y actividades 25
Tabla 8 Promedio de larvas de prodiplosis sp. Por brote en plantas de pallar antes y después de la primera aplicación 27
Tabla 9 Coeficiente de variación (%) del número de larvas de prodiplosis sp. Por brote en las evaluaciones de la primera aplicación 28
Tabla 10 Resumen del análisis de varianza (p-valor) para el número de larvas de prodiplosis sp. Por brote durante la primera aplicación 29
Tabla 11 Prueba de rangos múltiples de tukey para el número de larvas de prodiplosis sp. Por brote en la primera aplicación 29
Tabla 12 Promedio de larvas de prodiplosis sp. Por brote en plantas de pallar antes y después de la segunda aplicación 31
Tabla 13 Coeficiente de variación (%) del número de larvas de prodiplosis sp. Por brote en las Evaluaciones de la segunda aplicación 32
Tabla 14 Resumen del análisis de varianza (p-valor) para el número de larvas de prodiplosis sp. Por brote durante la segunda aplicación 32
Tabla 15 Prueba de rangos múltiples de tukey para el número de larvas de prodiplosis sp. Por brote en la segunda aplicación 33
Tabla 16 Promedio de larvas de prodiplosis sp. Por brote en plantas de pallar antes y después de la tercera aplicación 35
Tabla 17 Coeficiente de variación (%) del número de larvas de prodiplosis sp. Por brote en las evaluaciones de la tercera aplicación 36
Tabla 18 Resumen del análisis de varianza (p-valor) para el número de larvas de prodiplosis sp. Por brote durante la tercera aplicación 36
Tabla 19 Prueba de rangos múltiples de tukey para el número de larvas de prodiplosis sp. Por brote en la tercera aplicación 37
Tabla 20 Promedio de porcentaje de eficacia de control de los insecticidas sobre larvas de *prodiplosis sp*. En la primera aplicación 39
Tabla 21 Coeficiente de variación (%) de la eficacia de control de *prodiplosis sp*. En las evaluaciones de la primera aplicación 40

Tabla 22 Resumen del análisis de varianza (p-valor) para el porcentaje de eficacia de control de prodiplosis sp. Durante la primera aplicación 40
Tabla 23 Prueba de rangos múltiples de tukey para la eficacia de control (%) en la primera aplicación..... 41
Tabla 24 Promedio de porcentaje de eficacia de control de los insecticidas sobre larvas de *prodiplosis sp*. En la segunda aplicación..... 43
Tabla 25 Coeficiente de variación (%) de la eficacia de control de *prodiplosis sp*. En las evaluaciones de la segunda aplicación 44
Tabla 26 Resumen del análisis de varianza (p-valor) para el porcentaje de eficacia de control de prodiplosis sp. Durante la segunda aplicación..... 44
Tabla 27 Prueba de rangos múltiples de tukey para la eficacia de control (%) en la segundaaplicación..... 45
Tabla 28 Promedio de porcentaje de eficacia de control de los insecticidas sobre larvas de *prodiplosis sp*. En la tercera aplicación 47
Tabla 29 Coeficiente de variación (%) de la eficacia de control de *prodiplosis sp*. En las evaluaciones de la segunda aplicación 48
Tabla 30 Resumen del análisis de varianza (p-valor) para el porcentaje de eficacia de control de prodiplosis sp. Durante la tercera aplicación..... 48
Tabla 31 Prueba de rangos múltiples de tukey para la eficacia de control (%) en la tercera aplicación..... 49
Tabla 32 Índice de severidad de daño (idp) en el cultivo ocasionado por *prodiplosis sp*. En la primera aplicación 51
Tabla 33 Coeficiente de variación (%) del índice de severidad de daño (idp) en el cultivo durante la primera aplicación 52
Tabla 34 Resumen del análisis de varianza (p-valor) para el índice de severidad de daño (idp) durante la primera aplicación..... 52
Tabla 35 Prueba de rangos múltiples de tukey para el índice de severidad de daños en la primera aplicación..... 53
Tabla 36 Índice de severidad de daño (idp) en el cultivo ocasionado por *prodiplosis sp*. En la segunda aplicación..... 55
Tabla 37 Coeficiente de variación (%) del índice de severidad de daño (idp) en el cultivo durante la segunda aplicación..... 56
Tabla 38 Resumen del análisis de varianza (p-valor) para el índice de severidad de daño (idp) durante la segunda aplicación..... 56
Tabla 39 Prueba de rangos múltiples de tukey para el índice de severidad de daños en la segunda aplicación..... 57

Tabla 40 Índice de severidad de daño (idp) en el cultivo ocasionado por *prodiplosis sp*. En la tercera aplicación 59
Tabla 41 Coeficiente de variación (%) del índice de severidad de daño (idp) en el cultivo durante la tercera aplicación 60
Tabla 42 Resumen del análisis de varianza (p-valor) para el índice de severidad de daño (idp) durante la tercera aplicación 60
Tabla 43 Prueba de rangos múltiples de tukey para el índice de severidad de daños en la tercera aplicación 61
Tabla 44 Listado de plagas registradas durante la investigación 63
Tabla 45 Fluctuación poblacional semanal de las principales plagas y controladores biológicos evaluados en el cultivo de pallar durante los meses de octubre, noviembre y diciembre 63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del lugar del fundo el Carmen, Lote N°01 17
Figura 2. Croquis experimental..... 18
Figura 3. Dinámica poblacional de larvas de Prodiplosis sp. por brote durante las evaluaciones de la primera aplicación 30
Figura 4. Dinámica poblacional de larvas de *Prodiplosis sp*. por brote durante las evaluaciones de la segunda aplicación 34
Figura 5. Dinámica poblacional de larvas de Prodiplosis sp. por brote durante las evaluaciones de la tercera aplicación..... 38
Figura 6. Dinámica de la eficacia de control (%) de los insecticidas durante la primera aplicación. 42
Figura 7. Dinámica de la eficacia de control (%) de los insecticidas durante la segunda aplicación. 46
Figura 8. Dinámica de la eficacia de control (%) de los insecticidas durante la tercera aplicación. 50
Figura 9. Dinámica del Índice de severidad de daño de los insecticidas durante la primera aplicación. 54
Figura 10. Dinámica del Índice de severidad de daño de los insecticidas durante la segunda aplicación. 58
Figura 11. Dinámica del Índice de severidad de daño de los insecticidas durante la tercera aplicación. 62
Figura 12. Dinámica poblacional de plagas y su relación con la temperatura máxima. 64
Figura 13. Datos meteorológicos durante la investigación 76
Figura 14. Análisis de suelo, parte 1..... 77
Figura 15. Análisis de suelo, parte 2..... 77

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo comparar la eficacia de los insecticidas Emamectin benzoato, Spirotetramat, Clorfenapir e Imidacloprid en el control de *Prodiplosis sp.* en el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) var. 'Precoz erecto' en el valle de Ica. El estudio se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluaron la densidad poblacional de larvas, el porcentaje de eficacia mediante la fórmula de Henderson-Tilton y el Índice de Severidad de Daño (IDP) durante tres aplicaciones consecutivas. Los resultados demostraron que todos los ingredientes activos lograron un alto efecto de choque a los 2 días después de la aplicación, reduciendo la infestación a niveles mínimos y manteniendo la severidad del daño por debajo del 15%, en contraste con el Testigo absoluto que superó el 40% de daño. Sin embargo, a los 6 días la eficacia residual disminuyó generalizadamente debido a la rápida reinfestación favorecida por temperaturas constantes de 30°C. Aunque el Imidacloprid mostró una estabilidad numérica destacable, el análisis estadístico determinó que todos los tratamientos químicos fueron equivalentes. La alta presión de la plaga provocó el aborto total de órganos reproductivos, resultando en una pérdida del 100% del rendimiento comercial. Se concluye que los insecticidas evaluados son eficaces para la supresión inmediata de la plaga, pero requieren estrategias de rotación con intervalos cortos de aplicación para proteger las etapas críticas del cultivo bajo las condiciones locales.

Palabras clave: *Prodiplosis sp.*, *Phaseolus lunatus*, eficacia, control químico, Ica.

.

ABSTRACT

The present research aimed to compare the efficacy of the insecticides Emamectin benzoate, Spirotetramat, Chlorfenapyr, and Imidacloprid in the control of *Prodiplosis sp.* in lima bean crop (*Phaseolus lunatus* L.) var. 'Precoz erecto' in the Ica valley. The study was conducted under a Randomized Complete Block Design (RCBD) with five treatments and four replications. Larval population density, efficacy percentage using the Henderson-Tilton formula, and Damage Severity Index (DSI) were evaluated during three consecutive applications. The results demonstrated that all active ingredients achieved a high shock effect at 2 days after application, reducing infestation to minimal levels and maintaining damage severity below 15%, in contrast to the absolute Control which exceeded 40% damage. However, at 6 days, residual efficacy decreased generally due to rapid reinfestation favored by constant temperatures of 30°C. Although Imidacloprid showed remarkable numerical stability, statistical analysis determined that all chemical treatments were equivalent. The high pest pressure caused total abortion of reproductive organs, resulting in a 100% loss of commercial yield. It is concluded that the evaluated insecticides are effective for immediate pest suppression but require rotation strategies with short application intervals to protect critical crop stages under local conditions.

Keywords: *Prodiplosis sp.*, *Phaseolus lunatus*, efficacy, chemical control, Ica.

.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del pallar *(Phaseolus lunatus)* se desarrolla muy bien en el valle de Ica, debido a que presenta condiciones agroclimáticas muy favorables para su producción [1], que le otorgar una excelente calidad, el pallar de Ica debido a su menor contenido de ácido cianhídrico se caracteriza por tener un sabor agradable, de cáscara delgada, de fácil cocción [2]. En el valle de Ica, las variedades más sembradas por los agricultores son: Señor de Luren, Generoso de Ica 1548-71, Iqueño precoz INIA 205 y Sol de Ica 450, siendo la mejor época para sembrar el cultivo de pallar en los meses de febrero a abril, debido a que en estos meses hay menor incidencia de problemas fitosanitarios [3].

Sin embargo, a pesar de que el valle de Ica presenta condiciones agroclimáticas ideales, el cultivo del pallar se ve amenazado por la incidencia de diversas plagas, entre los que se encuentran la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), el gusano perforador de la vaina (*Heliothis virescens*), el gusano barrenador de vainas (*Laspeyresia leguminis*), el gusano medidor (*Pseudoplusia includens*) y la mosquilla de los brotes (*Prodiplosis longifila*) [4]. De este grupo, Prodiplosis es particularmente perjudicial, el daño es ocasionado por sus larvas, las cuales se alimentan raspando la superficie de los tejidos tiernos en brotes apicales, yemas axilares, flores y frutos recién formados, como consecuencia los órganos afectados se deforman, se retuercen y se necrosan [5].

Si bien los agricultores del valle de Ica controlan las plagas basándose en la experiencia y en recomendaciones generales, existe un vacío de información científica y localizada que permita optimizar el manejo específico de *P. longifila*. Además, se carece de estudios sistemáticos sobre su dinámica poblacional (su ocurrencia estacional) en la variedad "Precoz erecto", lo que impide anticipar los momentos de mayor riesgo. Por otro lado, la eficacia de los insecticidas comúnmente utilizados no ha sido validada experimentalmente bajo las condiciones de la zona, lo que significa que la selección de productos no podría la más efectiva. Esta falta de datos precisos puede conducir a rendimiento bajos, con costos de producción altos.

Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo general comparar la eficacia de los insecticidas Benzoato de Emamectina, Spirotetramat, Clorfenapir e Imidacloprid para el control de *Prodiplosis sp*. en el cultivo de pallar var. 'Precoz erecto'. De manera específica, se buscó: a) determinar el porcentaje de eficacia de cada tratamiento en la reducción de la población de la plaga; b) analizar el efecto de cada insecticida sobre el rendimiento y la calidad de la cosecha; y c) establecer la relación costo-beneficio de cada alternativa de control químico evaluada.

1.1 Antecedentes de la investigación

1.1.1 Antecedentes Internacionales

Durante el año 2001, en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP en Ecuador, los investigadores Cañarte y colaboradores llevaron a cabo una investigación para generar tecnologías de manejo sostenible de *Prodiplosis longifila* en el cultivo de tomate. El objetivo fue determinar el periodo crítico de ataque de la plaga, establecer el umbral económico de aplicación y evaluar la eficacia de diversas sustancias insecticidas de naturaleza química y botánica. Los resultados determinaron que el periodo crítico de interferencia de la plaga se sitúa entre los 50 y 55 días posteriores al trasplante. En cuanto a la magnitud del daño, se reportó que *P. longifila* puede provocar una reducción del 72.04% en el número de frutos sanos y del 70.40% en el peso de estos en ausencia de control. La investigación concluyó que los ingredientes activos Pirimifos-metil, Thiamethoxam e Imidacloprid presentaron la mayor eficacia de control, superando el 81%, y que el programa de manejo propuesto permite reducir en un 60% el número de aplicaciones en comparación con el manejo tradicional realizado por los agricultores [6].

Durante los años 2012 al 2013, la Dra. María Manzano y sus colaboradores, llevaron a cabo una investigación en Colombia, donde se estudiaron las características del daño, los hospederos y la distribución potencial de *Prodiplosis longifila*. El objetivo fue determinar la presencia de la plaga en diferentes zonas productoras de hortalizas y caracterizar los daños producidos en cada cultivo. Los resultados confirmaron que *Prodiplosis longifila* es uno de los problemas más importantes en la región, con reportes de pérdidas de hasta el 100% en tomate en Colombia. Se describió el daño de las larvas, las cuales consumen el follaje tierno, las flores y los frutos en el tomate, y los frutos en el pimiento dulce. Adicionalmente, el estudio reportó por primera vez en Colombia la presencia de *P. longifila* atacando los brotes florales de la lima Tahití (*Citrus latifolia*), lo que demuestra la naturaleza polífaga de la plaga y su capacidad de adaptarse a nuevos hospederos [7].

En Corea del Sur, Choi et al. (2013) investigaron la toxicidad de 47 pesticidas utilizados en pepino sobre Aphidoletes aphidimyza, un depredador de áfidos perteneciente a la familia Cecidomyiidae. Los resultados mostraron que el Emamectin benzoate presentó baja toxicidad para los huevos de Aphidoletes aphidimyza, pero demostró ser altamente tóxico para sus larvas (mortalidad > 94%). Por otro lado, tanto el Clorfenapir como el Imidacloprid mostraron alta toxicidad ya desde la etapa de huevo, con mortalidades corregidas superiores al 89% [8].

En una investigación llevada a cabo el 2015 y el 2016 en varias provincias de Ecuador, la Dra. Chirinos y sus colaboradores realizaron un estudio, realizando encuestas a agricultores para determinar su percepción sobre las plagas más perjudiciales y la magnitud del uso de insecticidas. Con esta información, los investigadores calcularon un "porcentaje de importancia" para clasificar las plagas según la opinión de los productores. En el caso del tomate, *P. longifila* fue clasificada como la plaga más importante con un 73.91% de importancia, siendo la razón principal para realizar un promedio de 2.8 aspersiones por semana. En contraste, para el cultivo de pimiento, los agricultores le asignaron una importancia del 26.33%, ubicándola como el tercer problema fitosanitario por detrás de los áfidos y los ácaros [9].

En Pakistán en el año 2017 investigadores llevaron a cabo un estudio de campo para evaluar la eficacia de diferentes insecticidas contra mosquitas de las agallas del mango (Diptera: Cecidomyiidae), plagas importantes en ese cultivo. La investigación incluyó, entre otros, el Emamectin Benzoate (EC 14.2 g/L) y el Imidacloprid (SL 200 g/L), evaluando su capacidad para reducir la población larval y el desarrollo de nuevas agallas. Los resultados mostraron diferencias significativas: el Imidacloprid alcanzó una alta mortalidad larval promedio (83.47%), significativamente superior al Emamectin benzoate, que registró la mortalidad más baja entre los productos probados (71.31%) [10].

En un estudio realizado el 2018 en Ecuador, se investigó la situación actual de *Prodiplosis longifila* como plaga en el cultivo de tomate. El objetivo fue caracterizar la problemática y el manejo de la plaga mediante la aplicación de encuestas a productores y técnicos de la región. Los resultados revelaron la magnitud del problema : el 100% de los productores encuestados señalaron a *P. longifila* como la plaga principal. Además, el 87% de los técnicos indicaron que los daños más severos ocurren durante la floración y fructificación. En términos económicos, el 66% de los técnicos estimaron que el costo de su control puede alcanzar hasta el 45% del costo total de producción, y que su manejo depende exclusivamente del uso de plaguicidas [11].

Una investigación realizada en Colombia y publicada el 2018, en donde el investigador Valbuena y colaboradores estudiaron la severidad del daño de *Prodiplosis longifila* en un cultivo de tomate, debido a que es un problema muy grave que puede llegar a limitar hasta en un 80% los rendimientos. El objetivo fue comparar la eficacia de diferentes tratamientos de control, incluyendo insecticidas de origen vegetal, de síntesis química y un testigo sin aplicación. Los resultados del análisis estadístico mostraron diferencias significativas en la variable de frutos sanos y afectados. La investigación concluyó que los tratamientos que incluyeron insecticidas de síntesis química fueron más efectivos para disminuir la severidad

del daño, lo que se tradujo en una mayor cantidad de frutos sanos en comparación con el tratamiento de origen vegetal [12].

1.1.2 Antecedentes nacionales

Durante los años 2014 y 2015, en el proyecto de irrigación Chavimochic en Perú, se realizó una investigación para caracterizar el comportamiento de *Prodiplosis longifila*, en el cultivo de espárrago. Los resultados indicaron que la plaga presenta un ciclo biológico promedio de 11 días, con picos poblacionales en los meses de mayo y noviembre. En cuanto a la magnitud del daño, se determinó que el número de larvas por turión puede variar de 68 a 489, y que el porcentaje de tallos dañados por metro lineal puede alcanzar el 70.46%. La investigación concluyó que las condiciones del cultivo y el sistema de riego por goteo son favorables para el establecimiento y la reproducción del insecto [13].

En una investigación llevada a cabo entre los años 2014 y 2016 en Huanchaco, Perú, se estudió la problemática del control químico de *P. longifila* en el cultivo de tomate. En el estudio se describe a la plaga como una amenaza muy seria, capaz de ocasionar pérdidas superiores al 50% del cultivo, también se determinó que el costo del control de *P. longifila* representó el 50% del costo total de producción. En este estudio se observó que el daño de *P. longifila* es producido por la larva, la cual posee un aparato bucal raspador que lacera los tejidos epidérmicos de brotes tiernos, inflorescencias y frutos pequeños. Específicamente, el ataque afecta el ovario, los estambres y los pétalos de las flores, mientras que en los frutos jóvenes las raspaduras se localizan debajo del sépalo, ocasionando una deformación y una costra característica que da origen al nombre común de "caracha" [14].

En estudios técnicos sobre el manejo integrado de *Prodiplosis longifila* desarrollados en Perú el 2015, se caracterizó el comportamiento de pupación de la plaga como un punto crítico para su control. Se determinó que las larvas de tercer estadio (L3) se dejan caer al suelo para empupar, enterrándose a pocos milímetros de la superficie, donde permanecen protegidas. Los resultados de observaciones de campo indicaron que la humedad del suelo es un factor clave para la supervivencia de las pupas, y que el sistema de riego por goteo genera microclimas ideales para su desarrollo. Se concluyó que las estrategias de control químico dirigidas únicamente al follaje son insuficientes si no se complementan con el manejo del riego y aplicaciones dirigidas al suelo para romper el ciclo biológico de la plaga [15].

En una investigación realizada en el año 2016 en Chepén, Perú, el tesista Arteaga Leyva estudió la problemática del control químico de *P. longifila* en el cultivo de tomate. La

investigación se justificó en que la plaga se ha convertido en un problema de relevancia económica, cuyo manejo ha derivado en el uso indiscriminado de insecticidas, pérdida de rentabilidad e incluso el abandono del cultivo. El tesista Arteaga observa que en lugar donde realizó su estudio, la alta infestación de *P. longifila* obligaba a los agricultores a realizar aplicaciones de insecticidas con una frecuencia de 3 a 4 días. El daño es producido por las larvas, las cuales atacan los cogollos, los botones florales (causando su caída) y los frutos en desarrollo, donde dejan cicatrices y deformaciones [16].

En una investigación realizada en el año 2017 en el Centro Poblado Santa Elena, Virú, el tesista Rodríguez Cerquera evaluó la eficiencia del control químico de *Prodiplosis longifila* en el cultivo de espárrago. El objetivo fue comparar la eficacia de la mezcla de Spirodiclofen más Abamectina (del mismo grupo químico que el Emamectin benzoato) frente al ingrediente activo Spirotetramat. Los resultados del análisis estadístico no mostraron diferencias significativas entre las moléculas evaluadas, reportándose que tanto la mezcla con Abamectina como el tratamiento con Spirotetramat alcanzaron niveles de eficiencia entre el 77% y el 95% respecto al testigo absoluto. La investigación concluyó que la inclusión de avermectinas en rotación con inhibidores de la biosíntesis de lípidos permite mantener un control comercialmente aceptable de la plaga, reduciendo la incidencia de daño en los brotes [17].

Durante el año 2017, en la irrigación Chavimochic, La Libertad, se llevó a cabo un ensayo de campo para determinar la eficacia de tres insecticidas en el control de *Prodiplosis longifila* en espárrago. El estudio tuvo como objetivo específico comparar el desempeño del Imidacloprid (Confidor) frente al Spiromesifen (Oberon). Los resultados revelaron una marcada diferencia en la eficacia de control: el tratamiento con Spiromesifen alcanzó una eficacia del 51.95%, diferenciándose significativamente del tratamiento con Imidacloprid, el cual obtuvo eficacias inferiores del 23.49% y 20.32% en sus dosis evaluadas. Se concluyó que las poblaciones locales de P. longifila han desarrollado una menor sensibilidad al Imidacloprid debido a su uso frecuente, sugiriendo su reemplazo por moléculas con nuevos modos de acción [18].

En una investigación realizada en el año 2017 en el distrito de Barranca, Perú, la tesista Martel Vergara estudió la eficiencia del producto comercial Galil 300 SC (mezcla de Imidacloprid 250 g/L + Bifentrina 50 g/L) para el control de *Prodiplosis longifila* en el cultivo de pimiento (Capsicum annuum L.). El objetivo fue determinar la dosis óptima para disminuir la infestación en brotes terminales. Los resultados indicaron que la aplicación de la mezcla a una dosis de 0.75 L/ha logró reducir significativamente el porcentaje de infestación, manteniendo las poblaciones por debajo del umbral de daño económico en

comparación con el testigo. El estudio concluyó que la combinación de un neonicotinoide sistémico (Imidacloprid) con un piretroide de contacto ofrece un efecto de choque y residualidad adecuado para el manejo de la plaga en las condiciones edafoclimáticas de la costa central [19].

En un estudio llevado a cabo el año 2018 en el valle de Virú, La Libertad, se evaluó el efecto de cuatro insecticidas para el control de *Prodiplosis longifila* en el cultivo de sandía. El objetivo fue determinar la eficacia de ingredientes activos modernos, incluyendo al Spirotetramat, frente a insecticidas convencionales como el Clotianidin. Los resultados mostraron que el tratamiento con Spirotetramat, aplicado a una dosis de 100 ml/cilindro, presentó un control superior de larvas móviles en los brotes, superando estadísticamente a los tratamientos estándar a los 7 y 10 días después de la aplicación. La investigación concluyó que la sistemia bidireccional del Spirotetramat es determinante para alcanzar a las larvas protegidas dentro de las estructuras vegetativas deformadas [20].

En una investigación de carácter taxonómico y bioecológico realizada en la costa peruana, se documentó la ocurrencia de Prodiplosis longifila en diversos cultivos de exportación y consumo local. El estudio confirmó, mediante la identificación del especialista R.J. Gagné, que el Pallar (*Phaseolus lunatus* L.) actúa como un hospedero reproductivo de la plaga en Perú. Se describió que las infestaciones en pallar se concentran en los brotes tiernos y racimos florales, donde las larvas se alimentan raspando los tejidos epidérmicos. El reporte concluyó que el pallar juega un papel importante como reservorio de la plaga en los valles costeros, facilitando la migración de adultos hacia otros cultivos susceptibles como el espárrago y el tomate [21].

1.1.3 Antecedentes locales

Durante el 2017 en el valle de Villacurí, Ica (Perú), se llevó a cabo una investigación con el objetivo de determinar la fluctuación poblacional de los principales insectos fitófagos en el cultivo de sandía, centrándose especialmente en la plaga clave *Prodiplosis longifila*. Entre los parámetros evaluados se incluyó la incidencia de la plaga mediante conteos semanales de larvas por planta, así como la eficacia en el control larval mediante la aplicación de insecticidas como Emamectin benzoato, Imidacloprid. Los resultados mostraron una reducción significativa de las poblaciones larvarias tras las aplicaciones de insecticidas sistémicos, destacándose la efectividad de la mezcla de Emamectin benzoato + Imidacloprid, la cual logró disminuir la incidencia larval hasta en un 100% en algunas etapas fenológicas. Además, se evidenció que las aplicaciones tempranas y continuas influyeron directamente en las variaciones poblacionales de la plaga, confirmando la importancia del manejo químico oportuno para m inimizar daños en brotes y frutos [22].

1.2 Sobre el cultivo de pallar

1.2.1 Morfología del pallar

a) Sistema radicular

El sistema radicular de *Phaseolus lunatus* L. se clasifica como pivotante y vigoroso, caracterizado por desarrollar una raíz principal que, dependiendo de las condiciones edáficas, puede profundizar verticalmente hasta los 2.0 metros, presentando raíces delgadas o engrosadas según el genotipo [23]. Esta arquitectura radicular profunda le confiere al cultivo una elevada plasticidad fenotípica y tolerancia a condiciones de estrés hídrico, permitiéndole explorar estratos del suelo inaccesibles para otras leguminosas y colonizar áreas con baja disponibilidad de agua [24]. Adicionalmente, investigaciones realizadas en condiciones locales señalan que este sistema radicular posee una alta capacidad para establecer simbiosis con bacterias del género Rhizobium, formando nódulos que facilitan la fijación biológica de nitrógeno, lo que convierte al pallar en un cultivo mejorador de la fertilidad del suelo en los valles costeros [25].

b) Tallo

El tallo del Phaseolus lunatus se describe botánicamente como una estructura de consistencia herbácea con tendencia a volverse leñosa en la base durante la madurez, presentando una sección transversal angular y estriada, a menudo cubierta de pubescencia fina. Investigaciones sobre la arquitectura de la planta determinaron que el hábito de crecimiento es un carácter varietal distintivo: en los genotipos indeterminados (volubles), el tallo principal puede alcanzar longitudes significativas de 2 a 6 metros, desarrollando guías que se enredan en sentido contrario a las manecillas del reloj [23]. Por otro lado, en las variedades de hábito determinado (tipo arbustivo), estudios agronómicos reportan que el tallo detiene su crecimiento apical tempranamente, alcanzando una altura promedio limitada entre 0.30 y 0.90 metros, lo cual resulta en una arquitectura compacta y erecta que no requiere tutorado [24].

c) Hoja

Las hojas de Phaseolus lunatus se disponen de forma alterna y son compuestas trifoliadas, unidas al tallo por un peciolo de longitud variable. Estudios de caracterización del banco nacional de germoplasma describen que los foliolos presentan una forma predominantemente deltoide y superficie que varía de glabra a pubescente, siendo el foliolo central simétrico y acuminado [26]. Por otro lado, descripciones botánicas complementarias señalan que los dos foliolos laterales

exhiben una marcada asimetría en su base y pueden alcanzar dimensiones de entre 3 y 15 cm, dependiendo de las condiciones ambientales y el cultivar [23].

d) Flores

Las flores de *Phaseolus lunatus* se distribuyen en inflorescencias de tipo racimo axilar, conformadas por pequeñas flores hermafroditas zigomorfas que presentan una corola de coloración blanca, amarillenta o violeta pálido, sustentadas por pedúnculos delgados. Según la descripción botánica oficial, el cáliz es campanulado y la estructura floral incluye un estandarte ancho y reflexo que caracteriza a la subfamilia Papilionoideae [27]. Biológicamente, la especie se comporta predominantemente como autógama; sin embargo, la disposición de sus órganos reproductivos permite tasas de polinización cruzada (alogamia) que pueden ser significativas en presencia de insectos vectores como abejas [23].

e) Fruto

El fruto de Phaseolus lunatus es una legumbre o vaina bivalva dehiscente, de forma oblonga y aplanada, frecuentemente curvada en forma de media luna. Investigaciones realizadas en genotipos de la región Ica reportan que las vainas alcanzan una longitud promedio de 10 a 12 cm, conteniendo semillas grandes de forma arriñonada [28]. Asimismo, la caracterización del germoplasma nacional describe que la textura de la vaina madura es coriácea y su coloración varía de amarillo pajizo a marrón, siendo el grado de dehiscencia (apertura espontánea) un rasgo agronómico crítico para determinar el momento oportuno de cosecha [26].

1.3 Sobre la Prodiplosis

1.3.1 Generalidades de la *Prodiplosis sp.*

La especie *Prodiplosis sp.* fue descrita taxonómicamente en 1986 por el especialista Gagné, quien la clasificó dentro del orden Diptera, familia Cecidomyiidae, diferenciándola de otras especies afines por la morfología de los adultos [29]. Estudios sobre su distribución biogeográfica establecen que este insecto es de origen neotropical, con reportes confirmados de importancia agrícola en países como Estados Unidos (Florida), Colombia, Ecuador y Perú [30]. En el ámbito nacional, su presencia se ha generalizado en los valles de la costa, donde las condiciones climáticas y la disponibilidad continua de hospederos han favorecido su adaptación y permanencia como plaga clave [3].

En cuanto a su comportamiento ecológico, *P. longifila* se define como una especie altamente polífaga, reportándose en la literatura, más de 30 especies de plantas hospederas pertenecientes a 15 familias botánicas diferentes [31]. Investigaciones entomológicas en el

Perú han identificado daños severos en cultivos de agroexportación como el espárrago, donde el insecto se ha establecido como una plaga clave que afecta los turiones y brotes, utilizando el cultivo como un reservorio constante y agresivo durante todo el año [32].

Específicamente para el cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.), reportes técnicos confirman su estatus como hospedero reproductivo, donde las larvas colonizan los brotes tiernos y las inflorescencias, comprometiendo el desarrollo fenológico de la planta [15].

1.3.2 Descripción morfológica

Los estados inmaduros de *Prodiplosis sp.* inician con la fase de huevo, el cual es de forma elipsoide, coloración hialina (transparente) y posee una longitud microscópica promedio de 0.24 a 0.27 mm, siendo depositados comúnmente sobre los estambres o estilos de las flores [30].

Tras la eclosión, el desarrollo larval atraviesa por tres estadios; la larva madura (L3) se distingue por alcanzar una longitud de hasta 1.9 mm, presentar una espátula esternal en forma de clavo en el primer segmento torácico y tornar a una coloración amarillo-anaranjada antes de caer al suelo para empupar [33].

El adulto corresponde a una mosca pequeña (midge) de cuerpo delicado y coloración amarillenta a marrón claro, con una longitud corporal aproximada de 1.5 mm. Estudios morfométricos precisan que la longitud del ala varía entre 1.42 mm en los machos y 1.53 mm en las hembras, presentando dimorfismo sexual evidente en las antenas: los machos poseen antenas largas y curvadas hacia atrás con circunfilas (bucles), mientras que las hembras tienen antenas más cortas y cilíndricas, además de un ovipositor largo y retráctil [33].

1.3.3 Daños e importancia económica

El daño directo de *Prodiplosis sp.* es ocasionado exclusivamente por los estadios larvales, los cuales poseen un aparato bucal raspador que lacera los tejidos epidérmicos de brotes tiernos, botones florales y frutos recién cuajados. Investigaciones en solanáceas describen que estas lesiones provocan una reacción necrótica conocida comúnmente como "caracha" o "roña", la cual causa la deformación irreversible de los frutos y la abscisión prematura de las flores, comprometiendo directamente el rendimiento comercial [30].

En cultivos de agroexportación como el espárrago, el daño se concentra en el turión y las brácteas, induciendo una curvatura apical severa y la muerte de los puntos de crecimiento (brote ciego), condiciones que facilitan el ingreso de patógenos oportunistas como Fusarium spp. [32].

La importancia económica de esta plaga radica en su capacidad para ocasionar pérdidas totales en ausencia de medidas de control efectivas. Estudios experimentales de campo determinaron que el ataque de la "negrita" puede reducir el número de frutos sanos hasta en un 72.04% y el peso de la cosecha en un 70.40%, mientras que reportes en zonas de alta presión de Colombia señalan pérdidas históricas de hasta el 100% [30].

Adicionalmente, en el contexto de la agroexportación peruana, P. longifila es considerada una plaga clave debido a las barreras cuarentenarias; la detección de estadios inmaduros en envíos de espárrago o pallar conlleva al rechazo del contenedor en puertos de destino (EE.UU. y Europa) y a la fumigación obligatoria con bromuro de metilo, lo que incrementa los costos y reduce la vida útil del producto [15].

1.4 Descripción de los ingredientes activos evaluados

1.4.1 Emamectin Benzoato

Para la evaluación de este ingrediente activo se utilizó el producto comercial COLOSO® 50 SG. Este es un insecticida agrícola formulado como Gránulos Solubles (SG), el cual pertenece al grupo químico de las Avermectinas y presenta una concentración de 50 g/kg.

Respecto a su mecanismo y modo de acción, es un insecticida que actúa principalmente por ingestión, pero con alguna acción de contacto. El Emamectin benzoato se fija a receptores específicos en el sistema nervioso del organismo objetivo. Esta fijación a receptores potencia la actividad de neurotransmisores tales como el glutamato y el ácido gama aminobutírico (GABA) para mantener abiertos los canales del cloro, lo que aumenta la permeabilidad de la membrana celular a los iones de cloro.

El flujo resultante de iones de cloro lleva a la parálisis y finalmente a la muerte del insecto plaga. Esta característica de causar parálisis es fundamental, ya que detiene el daño al cultivo poco después de la ingestión, aunque la muerte del insecto ocurra posteriormente.

Finalmente, de acuerdo con la clasificación del IRAC (Insecticide Resistance Action Committee), el Emamectin benzoato forma parte del Grupo 6 (Activadores de los canales de cloro), una categoría distinta a los otros productos evaluados, lo cual es clave para reducir el riesgo de resistencia dentro de un programa de manejo integrado.

1.4.2 Spirotetramat

Para este tratamiento se empleó el producto comercial MOVENTO® 150 OD. Este insecticida presenta una formulación de Dispersión Oleosa (OD) y una concentración de 150 g/L. Pertenece químicamente al grupo de los cetoenoles (derivados del ácido tetrámico).

Su mecanismo de acción consiste en la inhibición de la biosíntesis de lípidos (LBI), afectando específicamente la enzima Acetil-CoA carboxilasa. Al bloquear la formación de lípidos, el insecto es incapaz de completar sus procesos de muda y desarrollo, lo que provoca la muerte, afectando principalmente a los estadios inmaduros (ninfas y larvas) y reduciendo la fecundidad en hembras adultas. Una característica distintiva de este ingrediente activo es su ambimovilidad; una vez que penetra en la hoja, se hidroliza a su forma enólica y se trasloca tanto por el xilema (hacia arriba) como por el floema (hacia abajo). Esto permite proteger los tejidos nuevos post-aplicación y controlar plagas ocultas en raíces o brotes de difícil acceso. Actúa principalmente por ingestión.

Según la clasificación del IRAC, el Spirotetramat se ubica en el Grupo 23 (Inhibidores de la Acetil-CoA carboxilasa), lo cual lo convierte en una herramienta valiosa para la rotación, ya que no presenta resistencia cruzada con otros grupos comunes como los neonicotinoides o avermectinas.

1.4.3 Clorfenapir

El tratamiento evaluado con este ingrediente activo corresponde al producto comercial SUNFIRE® 240 SC. Este insecticida-acaricida se presenta en una formulación de Suspensión Concentrada (SC) con una concentración de 240 g/L. Pertenece a la familia química de los Pirroles (arilpirroles).

Su mecanismo de acción es particular, ya que actúa como un pro-insecticida. Esto significa que la molécula original es activada biológicamente por las propias enzimas del insecto (oxidasas) una vez ingerida. En su forma activa, el Clorfenapir actúa desacoplando la fosforilación oxidativa en las mitocondrias. Específicamente, altera el gradiente de protones a través de las membranas mitocondriales, impidiendo la síntesis de ATP (adenosín trifosfato). La consecuencia directa es que las células del insecto se quedan sin energía, provocando la parálisis y muerte. Aunque su acción principal es por ingestión, también presenta actividad por contacto y posee un excelente efecto traslaminar, lo que le permite atravesar la lámina foliar y controlar plagas que se encuentran en el envés o protegidas dentro de los brotes.

Según la clasificación del IRAC, el Clorfenapir pertenece al Grupo 13 (Desacopladores de la fosforilación oxidativa mediante la interrupción del gradiente de protones). Al tener un sitio de acción único y diferente a los neurotóxicos comunes, es una herramienta clave para la rotación y el manejo de poblaciones resistentes.

1.4.4 Imidacloprid

El tratamiento correspondiente a este ingrediente activo se realizó utilizando el producto comercial CONFIDOR®. Este es un insecticida sistémico que pertenece a la familia química de los Neonicotinoides (cloronicotinilos).

Su mecanismo de acción se basa en la interferencia de la transmisión de estímulos en el sistema nervioso central del insecto. El Imidacloprid actúa como un agonista de los receptores nicotínicos de la acetilcolina (nAChR). Al mimetizar la acción de la acetilcolina, se une a estos receptores de manera irreversible, provocando una sobreexcitación continua de los nervios. Esto conlleva a convulsiones, parálisis y finalmente la muerte del insecto.

Una de sus principales ventajas técnicas es su alta sistemia acropétala (movimiento ascendente a través del xilema). Al ser absorbido por las raíces o las hojas, el ingrediente activo se distribuye hacia los puntos de crecimiento y brotes tiernos, protegiendo los tejidos nuevos que son los preferidos por Prodiplosis para la alimentación y oviposición. Actúa tanto por contacto directo como por ingestión.

De acuerdo con la clasificación del IRAC, el Imidacloprid se encuentra en el Grupo 4A (Moduladores competitivos del receptor nicotínico de la acetilcolina). Es una molécula clave para el control de insectos chupadores y ciertas larvas de dípteros, aunque su uso debe rotarse para gestionar el riesgo de resistencia cruzada con otros neonicotinoides.

1.5 Formulación del problema

1.5.1 Problema general

- ¿Cuál es la eficacia de Emamectin benzoato, Spirotetramat, Clorfenapir, Imidacloprid en el control de *Prodiplosis sp*. en el cultivo de pallar precoz en la zona media del valle de Ica?

1.5.2 Problemas específicos

- ¿Qué insecticida resulta más eficaz para reducir la población de *Prodiplosis sp*. en el cultivo de pallar precoz?
- ¿Cómo influye el uso insecticida en la calidad y cantidad de la producción de pallar precoz?
- ¿Cuál es la relación costo-beneficio de aplicar insecticidas en el cultivo de pallar precoz

1.6 Importancia de la investigación

El cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) posee una importancia socioeconómica trascendental para la región Ica, la cual concentra aproximadamente el 95% de la producción nacional de esta leguminosa, consolidándose como la principal zona productora del país [34].

Este cultivo representa el sustento directo de miles de familias de agricultores en los valles de Ica, Palpa y Nazca, quienes aprovechan las condiciones agroclimáticas excepcionales de la zona para obtener un grano de calidad superior. Su valor comercial fue ratificado oficialmente por el Estado Peruano mediante la obtención de la Denominación de Origen "Pallar de Ica", un distintivo que protege sus características fenotípicas únicas —sabor dulce por bajo contenido de ácido cianhídrico, cáscara delgada y textura cremosa— y lo posiciona estratégicamente en los mercados de agroexportación [35].

En el ámbito cultural y gastronómico, el pallar es un insumo insustituible de la identidad iqueña, con raíces históricas que se remontan a su domesticación por culturas preincas como Mochica y Nazca, donde fue utilizado no solo como alimento base, sino también con fines rituales y comunicativos en la iconografía cerámica [25]. En la actualidad, este legado se mantiene vivo en la gastronomía regional, siendo el ingrediente protagonista de platos emblemáticos como la morusa de pallares (puré rústico tradicional), el picante y el chupe de pallares verdes. Su versatilidad culinaria y alto perfil nutricional lo han consolidado como un "producto bandera" que contribuye a la seguridad alimentaria y a la preservación de las tradiciones culinarias ancestrales de la costa peruana [36].

Sin embargo, la sostenibilidad de este patrimonio agrícola se encuentra amenazada por la alta incidencia de *Prodiplosis sp.*, una plaga clave que compromete la rentabilidad del cultivo al dañar directamente los órganos productivos y generar rechazos por cuarentena en los mercados de exportación [15]. Por consiguiente, esta investigación es de vital importancia técnica, ya que busca validar alternativas químicas eficaces (como Benzoato de Emamectina y Spirotetramat) que permitan reducir las pérdidas económicas y asegurar la inocuidad del producto. Generar un manejo fitosanitario eficiente es fundamental no solo para proteger el rendimiento del agricultor, sino para salvaguardar el prestigio y la calidad exportable que exige la Denominación de Origen del Pallar de Ica [11].

1.7 Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica desde el punto de vista técnico y agronómico debido a la creciente presión que ejerce *Prodiplosis sp.* sobre el cultivo de pallar en el valle de Ica, donde se ha consolidado como una plaga clave capaz de comprometer severamente los rendimientos y la calidad comercial de la vaina. Actualmente, el manejo de este insecto se realiza frecuentemente de manera empírica o mediante calendarios de aplicación, lo que conlleva al uso indiscriminado de insecticidas, eleva los costos de producción y acelera el riesgo de resistencia de la plaga; por tanto, resulta imperativo validar científicamente la eficacia de moléculas específicas (como Spirotetramat, Clorfenapir y Benzoato de Emamectina) bajo las condiciones locales para establecer estrategias de rotación eficientes y sostenibles.

Desde una perspectiva socioeconómica, el estudio es relevante porque busca dotar de herramientas técnicas objetivas a los productores de la región, cuyo sustento depende en gran medida de la rentabilidad de este cultivo emblemático. Al determinar qué ingredientes activos ofrecen el mayor porcentaje de control y la mejor relación costo-beneficio, se contribuye directamente a la competitividad de la cadena productiva del "Pallar de Ica", permitiendo obtener cosechas sanas que cumplan con los estrictos estándares de calidad e inocuidad exigidos tanto por el mercado nacional como por los destinos de agroexportación.

1.8 Objetivo de la investigación

Objetivo general:

- Comparar la eficacia de los insecticidas Emamectin benzoato, Spirotetramat, Clorfenapir e Imidacloprid en el control de Prodiplosis sp. en el cultivo de pallar (Phaseolus lunatus L.) var. Precoz erecto en la zona media del valle de Ica.

Objetivos específicos:

- Determinar cuál de los insecticidas evaluados presenta el mayor porcentaje de eficacia en la reducción de la población larval de *Prodiplosis sp*.
- Evaluar el efecto de los diferentes tratamientos insecticidas sobre los parámetros de rendimiento (peso de vainas y granos) y la calidad comercial del cultivo.
- Establecer la rentabilidad económica de los tratamientos mediante el análisis de la relación costo-beneficio para determinar la alternativa más viable para el agricultor.

1.9 Hipótesis de la investigación

Hipótesis general

- La aplicación de los insecticidas Emamectin benzoato, Spirotetramat, Clorfenapir e Imidacloprid influye significativamente en el control poblacional de *Prodiplosis sp*. en el cultivo de pallar var. Precoz erecto, existiendo diferencias estadísticas en la eficacia entre los ingredientes activos evaluados.

Hipótesis específicas

- Los insecticidas con acción sistémica y translaminar (como Spirotetramat) presentan una mayor eficacia en la reducción de larvas de *Prodiplosis sp*. en comparación con los otros mecanismos de acción evaluados.
- El control químico efectivo de la plaga incide positivamente en el rendimiento y la calidad de la cosecha, logrando un mayor porcentaje de vainas comerciales y peso de grano respecto al testigo sin aplicación.

- Existe una diferencia significativa en la relación costo-beneficio entre los tratamientos, siendo aquellos con mayor efecto residual los que generan una mayor rentabilidad económica para el productor.

1.10 Variables de la investigación

Variables independientes (X)

- X = Ingredientes activos de los insecticidas (Emamectin benzoato, Spirotetramat, Clorfenapir, Imidacloprid y Testigo absoluto).

Variables dependientes (Y)

- Y1 = Conteo de población de larvas de *Prodiplosis sp.*
- Y2 = Porcentaje de Eficacia de Control de *Prodiplosis sp*. (Fórmula de Henderson-Tilton)
- Y3 = Índice de Severidad de Daño (IDP).
- Y4 = Ocurrencia de plagas durante la investigación.
- Y5 = Peso total de frutos.
- Y6 = Calidad comercial de frutos.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Tipo, nivel y diseño de la investigación

2.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, debido a que su propósito fundamental reside en la utilización de conocimientos científicos para dar solución a una problemática real y persistente en la agricultura local, referida específicamente al manejo de las poblaciones de *Prodiplosis s*p. que afectan el rendimiento del cultivo de pallar.

El estudio no se limita a la descripción teórica del problema, sino que busca generar una utilidad práctica inmediata mediante la validación de diferentes insecticidas con distintos mecanismos de acción, proporcionando así a los agricultores y técnicos herramientas técnicas validadas para la toma de decisiones en campo. De manera complementaria, la investigación profundiza en la dinámica del agroecosistema al evaluar mensualmente la manifestación de la plaga, describiendo su comportamiento en relación con las tendencias meteorológicas registradas durante la campaña, lo cual aporta una visión integral para el manejo fitosanitario.

2.1.2 Nivel de la investigación

El nivel de la investigación es experimental, puesto que se trabajó directamente en condiciones de campo manipulando de forma deliberada y controlada las variables de estudio para demostrar una relación de causa y efecto. En específico, se aplicaron distintas dosis de insecticidas con el fin de medir su impacto real sobre la mortalidad de la plaga y el desarrollo agronómico del cultivo, todo ello bajo condiciones estandarizadas que garantizan la fiabilidad de los resultados. Asimismo, el estudio presenta un componente descriptivo, debido a que se monitoreó la fluctuación poblacional de *Prodiplosis sp*. con una frecuencia mensual para analizar su dinámica de infestación a lo largo del tiempo, relacionando cualitativamente sus variaciones con las tendencias térmicas registradas mes a mes durante la campaña agrícola.

2.1.3 Diseño de la investigación

Este estudio se llevó a cabo utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con el objetivo de evaluar la eficacia de diferentes insecticidas en el control de *Prodiplosis sp*. Para ello, se definieron cinco tratamientos que incluían cuatro insecticidas distintos, así como un tratamiento testigo sin aplicación, todos distribuidos de forma aleatoria dentro de cada bloque experimental.

Cada tratamiento fue replicado cuatro veces, lo que dio como resultado un total de 20 unidades experimentales. Cada unidad estuvo conformada por un conjunto homogéneo de plantas,

manejadas bajo las mismas condiciones de cultivo, lo que permitió reducir la influencia de factores externos en los resultados. La asignación aleatoria de los tratamientos por bloques ayudó a minimizar el sesgo experimental y a garantizar la validez estadística de los datos obtenidos. Este diseño permitió realizar comparaciones objetivas entre tratamientos, no solo respecto al control de la plaga, sino también en relación con indicadores de productividad del cultivo. La elección del DBCA fue adecuada para controlar la variabilidad espacial del terreno, lo cual favoreció una evaluación precisa y confiable de los efectos de cada dosis aplicada.

2.2 Datos generales del campo experimental

2.2.1 Ubicación de la investigación

El campo experimental de la presente investigación se encuentra ubicado en el lote N° 1 del fundo "El Carmen", propiedad particular, en la zona media del Valle de Ica. Este fundo está situado en el distrito de San Juan Bautista, provincia y departamento de Ica. La ubicación geográfica corresponde a las coordenadas 14°00'28.7" S y 75°44'16.4" W.

Figura 1. Ubicación del lugar del fundo el Carmen, Lote N°01

2.2.2 Dimensión del campo experimental

- Largo (en dirección al surco): 20.00 m
- Ancho (transversal al surco): 44.00 m
- Área total: 880.00 m²
- Área de calles: 80.00 m²
- Área neta: 800.00 m²

Calles y bordes:

- Ancho de calle entre bloques: 1.00 m (1 línea de separación)
- Ancho de bordes: 0.50 m

Bloques:

- Largo del bloque (en dirección al surco): 20.00 m
- Ancho del bloque (transversal al surco): 10.00 m
- Área de un bloque: 200.00 m²
- Número de bloques: 4
- Área de bloques 800.00 m²

Parcela experimental:

- Largo de parcela (en dirección al surco): 10.00 m
- Ancho de parcela (transversal al surco): 4.00 m
- Área de una parcela: 40.00 m²
- Número de parcelas: 20

2.2.3 Croquis experimental

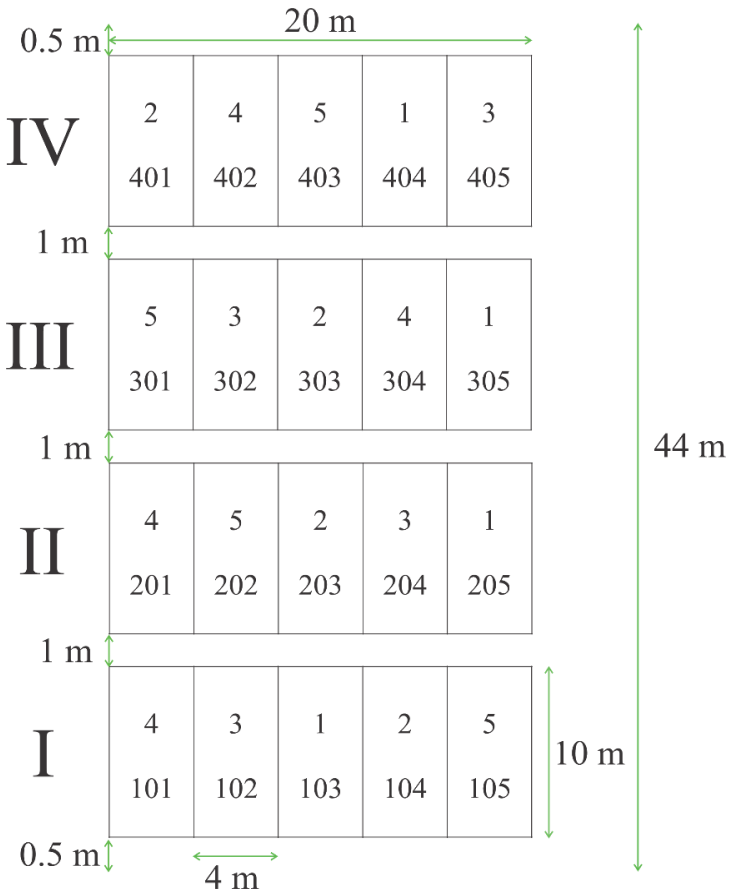


Figura 2. Croquis experimental

2.2.4 Análisis físico del suelo

TABLA 1

ANÁLISIS FÍSICO-MECÁNICO DEL SUELO

Determinación	Profundidad del suelo (0-20 cm)	Método empleado
Arena	52.6 %	
Limo	44.4 %	Método de Bouyoucos
Arcilla	3.0 %	
Textura	Franco Arenoso	Triángulo textural

Fuente: Laboratorio SGS (anexos)

La Tabla 1 muestra que el suelo presenta una textura Franco Arenosa, compuesta principalmente por arena (52.6%) y limo (44.4%), con un contenido mínimo de arcilla (3.0%). Esta estructura física proporciona un suelo ligero con excelente drenaje y aireación, características altamente favorables para el desarrollo radicular del cultivo de pallar, evitando problemas de asfixia radicular, aunque requiere un manejo frecuente del riego debido a su menor retención de humedad.

2.2.5 Análisis químico del suelo

TABLA 2

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

Determinación	Profundidad del suelo (0-20 cm)	Interpretación
Materia Orgánica (%)	1.47	Bajo
Fósforo Disponible (mg/kg)	11.4	Medio
Calcáreo CaCO3 (%)	5.36	Bajo
C.I.C (meq/100 g)	20.17	Medio/Alto
Ca (meq/100 g)	11.63	Alto
Mg (meq/100 g)	2.56	Alto
K (meq/100 g)	1.74	Alto
Na (meq/100 g)	0.29	Bajo
C.E (dS/m)	0.267	Muy bajo
pH	7.59	Ligeramente alcalino

Fuente: Laboratorio AGQ (anexos)

La Tabla 2 muestra los resultados del análisis de suelo analizado a una profundidad de 0-20 cm. El suelo presenta condiciones favorables con un pH ligeramente alcalino (7.59) y una muy baja salinidad (CE de 0.267 dS/m), lo que es ideal para el desarrollo radicular. A diferencia de otros suelos de la zona, su Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es de 20.17 meq/100 g, lo que indica una buena capacidad de retención de nutrientes, a pesar de que el contenido de materia orgánica se mantiene en un nivel bajo (1.47%).

En cuanto a los elementos nutricionales, se identificaron niveles óptimos de bases cambiables, destacando contenidos altos de Potasio (1.74 meq/100 g), Calcio y Magnesio. Específicamente sobre el Calcio (11.63 meq/100 g), este actúa como el catión predominante en el complejo de cambio; su relación con el Magnesio (Ca/Mg) es de 4.5, un valor que refleja un balance adecuado entre estas bases, asegurando la disponibilidad de ambos nutrientes sin riesgos de antagonismos marcados.

El Fósforo disponible presenta un nivel medio (11.4 mg/kg). Un aspecto muy positivo es la mínima presencia de Sodio (0.29 meq/100 g), descartando problemas de toxicidad o sodicidad que afecten la estructura del suelo. Por último, la presencia de carbonatos (5.36%) es moderada y no representa una limitante significativa para la disponibilidad de micronutrientes.

2.2.6 Datos meteorológicos durante la investigación

La Tabla 3 presenta los registros meteorológicos de la estación CO-TACAMA durante todo el periodo experimental, abarcando desde la etapa de siembra en primavera (octubre 2023) hasta la cosecha en verano (febrero 2024).

TABLA 3

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS ENERO – FEBRERO 2024

Año	Mes	Temperatura °C		Humedad relativa (%)	Horas de sol
		Mínima	Máxima		
2023	Octubre	15.2	30.3	75	237.7
	Noviembre	14.8	30.0	75	249.7
	Diciembre	16.8	30.8	74	254.7
2024	Enero	19.0	32.4	73	224.8
	Febrero	20.5	33.6	74	201.6

Fuente: Estación meteorológica CO-TACAMA – SENAMHI – ICA, Latitud sur: 13° 59´59.22¨, Longitud oeste: 75° 43´13.88¨ - Altitud: 429 msnm

Los datos evidencian una clara transición estacional durante el desarrollo del cultivo. Al inicio del ensayo (octubre y noviembre de 2023), las condiciones fueron moderadas, con temperaturas mínimas alrededor de los 15 °C y máximas de 30 °C. Sin embargo, a partir de diciembre se registró un incremento térmico sostenido propio de la llegada del verano. El mes de febrero de 2024 (etapa de cosecha) presentó las condiciones más extremas, alcanzando un pico de temperatura máxima de 33.6 °C y una mínima de 20.5 °C. Por otro lado, la humedad relativa se mantuvo notablemente estable y alta durante toda la campaña, oscilando entre el 73% y el 75%, lo que generó un ambiente húmedo constante en el agroecosistema.

Esta evolución climática fue un factor clave para la presión de *Prodiplosis sp*. Mientras que las temperaturas de octubre favorecieron el establecimiento inicial de la plaga, el calentamiento registrado en enero y febrero (con mínimas superiores a 19 °C y máximas sobre los 32 °C) creó un escenario óptimo para acelerar su metabolismo y acortar su ciclo biológico. Este aumento de temperatura, sumado a una humedad relativa constante superior al 70%, condiciones que favorece la supervivencia de pupas en el suelo, propició un incremento en la tasa de reproducción y número de generaciones de la plaga justamente durante las fases críticas de floración y fructificación, justificando la necesidad de las intervenciones químicas evaluadas.

2.2.7 Manejo agronómico del experimento

La conducción del experimento se realizó siguiendo las labores culturales y el manejo técnico característico para la producción de pallar en el valle de Ica. Las actividades se iniciaron el 15 de octubre de 2023 y se mantuvieron uniformes en todas las unidades experimentales para garantizar la validez de los resultados. A continuación, se detallan las labores específicas:

a) Preparación del terreno:

   Las actividades pre-siembra comenzaron con la limpieza del campo experimental, eliminando manualmente los residuos de la campaña anterior (papa) y las malezas presentes. Posteriormente, se aplicó un riego de machaco. A los 8 días del machaco, se procedió con la aradura en seco utilizando un arado de reja con tracción animal (caballo), mullendo el suelo para luego realizar el surcado. A continuación, se dio un riego ligero para marcar claramente la línea de humedad y el nivel alcanzado por el agua. Finalmente, a los 2 días de este último riego, se realizó la siembra del pallar colocándolo en el punto medio entre la línea del agua y la raya de humedad, evitando así que el agua toque directamente el tallo de la planta o que la semilla quede en zona seca.

b) Demarcación y siembra:

   El 17 de octubre de 2023 se realizó la demarcación del área experimental utilizando estacas y cordel, delimitando los bloques y unidades experimentales según el croquis

establecido. Previo a la siembra, la semilla de pallar var. 'Precoz erecto' fue desinfectada con Tolclofos-methyl (Rhyzolex) a una dosis de 5 g/kg de semilla para prevenir el ataque de patógenos del suelo como *Rhizoctonia sp*. y *Fusarium sp*..

La siembra se ejecutó manualmente el 18 de octubre de 2023, depositando 4 semillas por golpe a una profundidad de 4 a 6 cm.

c) Labores culturales:

- Desahije: Debido al alto porcentaje de emergencia (>90%), no fue necesario realizar resiembras. El desahije se efectuó a los 25 días después de la siembra (DDS), seleccionando las dos plantas más vigorosas por golpe y eliminando aquellas con menor desarrollo o daños fitosanitarios.
- Aporque: Se realizó a los 30 DDS de forma manual, con el objetivo de brindar soporte a las plantas, mejorar la aireación radicular y controlar las malezas presentes en el surco.
- Control de malezas: Se efectuaron deshierbos manuales periódicos para eliminar la competencia por recursos, controlando principalmente especies de hoja ancha y gramíneas detalladas en la Tabla 7.

TABLA 4

MALEZAS MÁS FRECUENTES EN EL CAMPO EXPERIMENTAL

Nombre común	Nombre científico
Coquito	*Cyperus rotundus*
Grama común	*Cynodon dactilon*
Verdolaga	*Portulaca oleracea*
Yuyo	*Amaranthus* sp.

d) Riego y Fertilización El riego se realizó por gravedad (surco) con una frecuencia semanal (cada 7 a 8 días), ajustando la lámina de agua con una duración de 30 a 40 minutos por riego, dependiendo de la demanda evapotranspirativa generada por las altas temperaturas de la zona. La fertilización edáfica se programó en función de la fórmula de abonamiento 60 - 40 - 60 ($N – P_2O_5 - K_2O$), realizándose la aplicación a los 28 DDS de forma localizada a 10 cm del pie de la planta (25 g/planta). Complementariamente, se realizaron tres aplicaciones foliares con biofertilizantes durante la fase vegetativa, y aplicaciones de Calcio-Boro al inicio de la floración para favorecer el cuajado de vainas.

e) Manejo fitosanitario general Para el control de plagas distintas a la estudiada (*Prodiplosis sp*.), como gusanos de tierra (*Agrotis sp., Spodoptera sp*.) y picadores chupadores (*Bemisia tabaci*, *Empoasca sp*.), se realizaron aplicaciones preventivas y curativas generales en todo el campo, cuidando de no interferir con los momentos de

evaluación de los tratamientos específicos. El detalle de estas aplicaciones se presenta en la Tabla 8.

TABLA 5

CRONOGRAMA DE MANEJO FITOSANITARIO

Fecha	Materia activa	Dosis 200 L	Plagas a controlar
18/10/2023	Methomyl	300 g	Gusanos de tierra *(Agrotis sp. y Spodoptera sp.)*
27/10/2023	Emamectin benzoato	200 g	Prodiplosis. *Bemisia tabaci*, *Empoasca sp*
10/11/23	Methomyl	300 g	Prodiplosis, *Bemisia tabaci*, *Empoasca sp*,
22/11/23	Emamectin	200 g	Prodiplosis. *Bemisia tabaci*,
07/12/23	Methomyl	300 g	Prodiplosis. *Bemisia tabaci*, .
16/12/23	Emamectin benzoato	200 g	Prodiplosis. *Bemisia tabaci*,
25/12/23	Spinosad	250 cc	*Prodiplosis sp.*
10/01/24	Spinosad	250 cc	Prodiplosis. *Bemisia tabaci*,

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población de estudio

La población de estudio estuvo formada por todas las plantas de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) variedad 'Precoz erecto' sembradas en el campo experimental, las cuales representan a los cultivos de la zona media del valle de Ica. Con un distanciamiento de 1.00 m entre surcos y 0.40 m entre golpes (dejando 2 plantas por golpe después del desahije), cada parcela experimental de 40.00 m^2 tuvo 10 surcos. Esto da un total de 200 plantas por parcela. Al multiplicar por las 20 parcelas del ensayo, la población total del experimento fue de 4,000 plantas (lo que equivale a 50,000 plantas por hectárea).

2.3.2 Población de la muestra de estudio

La muestra de estudio fue el grupo de plantas donde realmente se contaron las larvas y los daños. De las 4,000 plantas del campo, se seleccionaron y marcaron 5 plantas por parcela.

Para evitar el efecto de borde, estas 5 plantas se tomaron únicamente de los surcos centrales de cada parcela. En total, la muestra donde se evaluó el ensayo fue de 100 plantas (5 plantas × 20 parcelas).

2.4 Tratamientos

Para la presente investigación se establecieron cinco tratamientos con el objetivo de evaluar la eficacia de control químico sobre *Prodiplosis sp*. Se seleccionaron cuatro ingredientes activos distintos (Emamectin benzoato, Spirotetramat, Clorfenapir e Imidacloprid) y un testigo absoluto sin aplicación, basándose en criterios técnicos y de sostenibilidad para el manejo del cultivo de pallar var. 'Precoz erecto'.

Los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente en el campo experimental. La descripción específica de los productos comerciales utilizados, así como las dosis empleadas y el número de aplicaciones correspondientes a cada tratamiento, se detallan en la Tabla 4:

TABLA 6

TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Clave	Nombre del producto	Materia activa	Dosis 200 L	Número de aplicaciones
T0	Testigo absoluto	Testigo absoluto	-	-
T1	Coloso	Emamectin benzoato	200 cc	3
T2	Movento	Spirotetramat	200 cc	3
T3	Sunfire	Clorfenapir	200 cc	3
T4	Confidor	Imidacloprid	200 cc	3

2.5 Aplicación de los tratamientos

La aplicación de los tratamientos siguió la siguiente metodología.

a) Elección de mochila para las aplicaciones

Se utilizó un pulverizador tipo Vermorel para la aplicación uniforme de los tratamientos en las parcelas experimentales. El equipo fue calibrado para asegurar una distribución adecuada de las dosis de los insecticidas en investigación.

b) Cálculo el gasto de agua para las aplicaciones foliares

Antes de cada aplicación, se realizó un cálculo del gasto de agua, se llenó 5 litros de sólo agua en la pulverizadora y se aplicó una hilera de 10 metros, del testigo absoluto, luego de vació el contenido de la pulverizadora y se procedió a medir el agua restante.

c) Preparación de los tratamientos

Con el gasto de agua por tratamiento se procedió a calcular la dosis de cada tratamiento con la dosis por volumen que se indica en la "Tabla 4", se usó la regla de tres simple para hacer los cálculos. Durante la preparación de los tratamientos se siguieron las

buenas prácticas agrícolas como el uso de un traje de aplicaciones completo, respirador, guantes y careta.

d) Aplicación de tratamientos

Finalmente, con los tratamientos preparados se procedió a la aplicación de los tratamientos, durante la aplicación de los tratamientos se usaron las medidas de seguridad recomendadas como guantes, gafas, mascarillas, traje para aplicaciones fitosanitarias, correspondientes a las buenas prácticas de manejo de uso de productos fitosanitarios.

TABLA 7

PROGRAMA DE EVENTOS Y ACTIVIDADES

Evento	Momento	Actividad
Siembra del cultivo	-	
Emergencia de brotes	15-25 DDS*	Primera aplicación
Porcentaje de daños en la planta	15-40 DDS	Observación del crecimiento vegetativo
Desarrollo inicial de la floración	35-40 DDS	Segunda aplicación
Desarrollo inicial del fruto	50-60 DDS	Tercera aplicación
Cosecha	90-100 DDS	Evaluación de rendimiento

* Días después de la siembra

El cronograma de actividades presentado en la Tabla 5 se estructuró para sincronizar las intervenciones químicas con las etapas de mayor susceptibilidad fisiológica del cultivo. La primera fase crítica se identificó entre los 15 y 25 días después de la siembra (DDS), coincidiendo con la emergencia de brotes y el establecimiento inicial de la planta. En este periodo, los tejidos tiernos y en activo crecimiento representan el principal foco de atracción para la oviposición y alimentación de las larvas de Prodiplosis sp. Por ello, la primera aplicación de los tratamientos se ejecutó en esta ventana de tiempo, con el objetivo de reducir la población inicial de la plaga y proteger la arquitectura vegetativa de la planta desde sus primeros estadios de desarrollo.

Posteriormente, se mantuvo un monitoreo constante del porcentaje de daños entre los 15 y 40 DDS, lo que permitió evaluar la residualidad y eficacia inmediata de los productos evaluados. Esta fase de observación culminó con la segunda aplicación estratégica, realizada entre los 35 y 40 DDS, momento que marca el inicio de la floración. Esta intervención fue determinante para proteger los botones florales, ya que un ataque severo de la "caracha" en esta etapa podría comprometer irreversiblemente el potencial productivo del cultivo.

Avanzando en el ciclo fenológico, se programó una tercera aplicación durante la etapa de desarrollo inicial del fruto, estimada entre los 50 y 60 DDS. Esta intervención final tuvo como

propósito blindar las vainas recién cuajadas, las cuales son altamente sensibles a las deformaciones causadas por las larvas de la plaga. Al proteger el fruto en su fase de elongación, se buscó asegurar la calidad comercial de la cosecha, evitando que los daños estéticos afectaran la clasificación del producto final.

Finalmente, el ciclo experimental se cerró con la etapa de cosecha, realizada entre los 90 y 100 DDS, momento en el cual el cultivo alcanzó su madurez fisiológica y comercial. En esta etapa se procedió a la recolección de las vainas y a la cuantificación de los parámetros de rendimiento en todas las unidades experimentales. La evaluación final en este punto permitió determinar el efecto acumulativo de las tres estrategias de control aplicadas, comparando la productividad obtenida en los tratamientos químicos frente al testigo absoluto. Estos datos de cierre son fundamentales para establecer no solo la eficacia biológica de los insecticidas, sino también su impacto real en la rentabilidad agronómica del cultivo de pallar.

2.6 Técnicas de procesamiento

La información recolectada en las fichas de evaluación de campo fue sistematizada y organizada en una base de datos utilizando hojas de cálculo del programa Microsoft Excel. El procesamiento estadístico se realizó empleando el software Minitab. En primera instancia, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de los datos. Posteriormente, se ejecutó el Análisis de Varianza (ANVA) correspondiente al Diseño Completamente al Azar (DCA) para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Para la comparación de los promedios y la jerarquización de la eficacia de los insecticidas, se utilizó la prueba de rangos múltiples de TUKEY con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$). Finalmente, la interpretación de los resultados se realizó integrando el análisis estadístico con criterios agronómicos de rendimiento y sanidad del cultivo.

III. RESULTADOS

3.1 Conteo de Población de Larvas de *Prodiplosis sp.* por planta

3.1.1 Evaluación de larvas antes y después de la primera aplicación

TABLA 8

PROMEDIO DE LARVAS DE PRODIPLOSIS SP. POR BROTE EN PLANTAS DE PALLAR ANTES Y DESPUÉS DE LA PRIMERA APLICACIÓN

Tratamiento	Bloque	Antes de la aplicación	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
Testigo absoluto	I	3.20	3.20	4.00
	II	3.00	3.20	3.60
	III	2.00	3.00	3.80
	IV	3.20	3.40	4.00
Emamectin benzoato	I	2.20	0.80	2.60
	II	2.60	0.20	2.40
	III	1.40	0.20	1.80
	IV	3.20	0.20	2.80
Spirotetramat	I	2.40	0.20	2.00
	II	2.00	0.20	2.20
	III	2.00	0.40	2.60
	IV	2.20	0.20	2.40
Clorfenapir	I	2.40	0.20	1.80
	II	1.40	0.00	1.40
	III	2.60	0.40	3.00
	IV	1.60	0.60	1.60
Imidacloprid	I	3.40	0.60	1.80
	II	3.00	0.00	1.40
	III	2.80	0.20	2.40
	IV	2.20	0.40	2.40

La Tabla 8 presenta los promedios poblacionales de larvas de *Prodiplosis sp*. por brote, obtenidos al evaluar cinco plantas por unidad experimental en los cuatro bloques. Antes de la aplicación, la infestación fue homogénea en el campo, con valores que oscilaron entre 1.40 y 3.40 larvas. Como se observa en la tabla, a los dos días de la aplicación se evidenció un contundente efecto de choque en todos los tratamientos químicos (Emamectin benzoato, Spirotetramat, Clorfenapir e Imidacloprid), reduciendo la media a niveles mínimos entre 0.00 y 0.80 larvas por brote. En contraste, el testigo absoluto mantuvo su población alta, oscilando entre 3.00 y 3.40.

La Tabla 8 nos muestra que a los 6 días después de la aplicación, la presión de la plaga se intensificó en el Testigo absoluto, alcanzando picos máximos de 4.00 larvas por brote en los bloques I y IV. Por otro lado, aunque los tratamientos químicos mostraron un ligero incremento poblacional respecto al día dos (producto de la reinfestación natural), la mayoría logró mantener niveles de control inferiores al testigo, con valores que oscilaron entre 1.40 y 3.00 larvas. Esta diferencia ratifica que, a pesar de la fuerte presión ambiental evidenciada en el aumento del testigo, los insecticidas lograron frenar el crecimiento exponencial de la plaga durante la primera semana.

TABLA 9

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%) DEL NÚMERO DE LARVAS DE PRODIPLOSIS SP. POR BROTE EN LAS EVALUACIONES DE LA PRIMERA APLICACIÓN

Tratamiento	Antes de la aplicación (%)	2 días después de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
T0 - Testigo absoluto	20.16	5.10	4.97
T1 - Emamectin benzoato	32.13	85.71	18.00
T2 - Spirotetramat	8.91	40.00	11.23
T3 - Clorfenapir	29.44	86.07	36.86
T4 - Imidacloprid	17.54	86.07	24.49
Total	25.03	137.24	32.88

La Tabla 9 presenta el análisis de la variabilidad de los datos experimentales expresada mediante el Coeficiente de Variación (CV). Antes de la aplicación, el CV total fue del 25.03%, un valor aceptable que indica una distribución natural de la plaga. Sin embargo, a los 2 días después de la aplicación, el CV total se elevó drásticamente a 137.24%. Este incremento no refleja un error experimental, sino un efecto matemático esperado debido a la eficacia de los tratamientos: al reducirse las poblaciones de larvas a niveles cercanos a cero en las parcelas tratadas, mientras el testigo se mantenía alto y uniforme (CV bajo de 5.10%), la varianza entre grupos se maximizó.

Como se observa en la tabla, a los 6 días después de la aplicación el CV se estabilizó en un 32.88%. Es importante destacar que los valores altos de CV observados en tratamientos específicos, como el Clorfenapir (86.07%) o Imidacloprid (86.07%) a los 2 días, son consecuencia directa de tener promedios de infestación muy bajos. Por tanto, en este ensayo de eficacia, estos coeficientes confirman la heterogeneidad provocada intencionalmente por el control químico frente al testigo.

TABLA 10

RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (P-VALOR) PARA EL NÚMERO DE LARVAS DE PRODIPLOSIS SP. POR BROTE DURANTE LA PRIMERA APLICACIÓN

Efectos principales	Valor p		
	Antes de la aplicación	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
Tratamiento	0.164 NS	0.000 **	0.000 **
Bloque	0.497 NS	0.205 NS	0.295 NS

* Significancia ** Alta significancia NS No significante

La Tabla 10 presenta el resumen de los niveles de significancia obtenidos mediante el Análisis de Varianza (ANVA) para evaluar el efecto de los tratamientos y los bloques sobre la densidad poblacional de la plaga. Antes de la aplicación, se obtuvo un p-valor de 0.164 para el factor Tratamiento; al ser este valor superior al nivel de significancia estándar ($p > 0.05$), se acepta la hipótesis nula. Esto confirma estadísticamente que la distribución inicial de la plaga fue homogénea en todas las unidades experimentales.

Como se observa en la tabla, el escenario cambió drásticamente tras la intervención química. A los 2 y 6 días después de la aplicación, se registraron p-valores de 0.000 en ambas fechas, indicando una alta significancia estadística ($p < 0.01$). Esto demuestra de manera contundente que las diferencias en el número de larvas no fueron producto del azar, sino del efecto directo y diferenciado de los insecticidas evaluados. Adicionalmente, el factor Bloque no mostró significancia en ninguna de las fechas ($p > 0.05$), con valores que oscilaron entre 0.205 y 0.497, lo que descarta la influencia de la variabilidad del terreno en la respuesta de la plaga.

TABLA 11

PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE TUKEY PARA EL NÚMERO DE LARVAS DE PRODIPLOSIS SP. POR BROTE EN LA PRIMERA APLICACIÓN

Tratamiento	Antes de la aplicación	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
T0 - Testigo absoluto	2.85 a	3.20 b	3.85 b
T1 - Emamectin benzoato	2.35 a	0.35 a	2.40 a
T2 - Spirotetramat	2.15 a	0.25 a	2.30 a
T3 - Clorfenapir	2.00 a	0.30 a	1.95 a
T4 - Imidacloprid	2.85 a	0.30 a	2.00 a

La Tabla 11 presenta la agrupación de medias según la prueba de TUKEY ($p<0.05$). Antes de la aplicación, todos los tratamientos compartieron la letra "a" (2.00 a 2.85 larvas), confirmando la homogeneidad inicial de la infestación. También se observa en la tabla, a los 2 días de la aplicación se definieron dos grupos, el grupo "a", con todos los insecticidas con medias de 0.25 a 0.35 larvas, y el grupo "b", formado solo por el Testigo absoluto con 3.20 larvas, evidenciando estadísticamente un alto poder de choque inmediato de los productos químicos frente al control.

La Tabla 11 nos muestra que esta eficacia se sostuvo a los 6 días después de la aplicación. El Testigo absoluto permaneció aislado en el grupo "b" con la mayor carga poblacional (3.85 larvas), diferenciándose significativamente del resto. En contraste, los cuatro ingredientes activos se mantuvieron en el grupo estadístico "a", con promedios entre 1.95 y 2.40 larvas por brote. Aunque hubo un leve incremento respecto al día dos, la prueba ratifica que todos los productos conservaron una supresión eficaz y homogénea de la plaga.

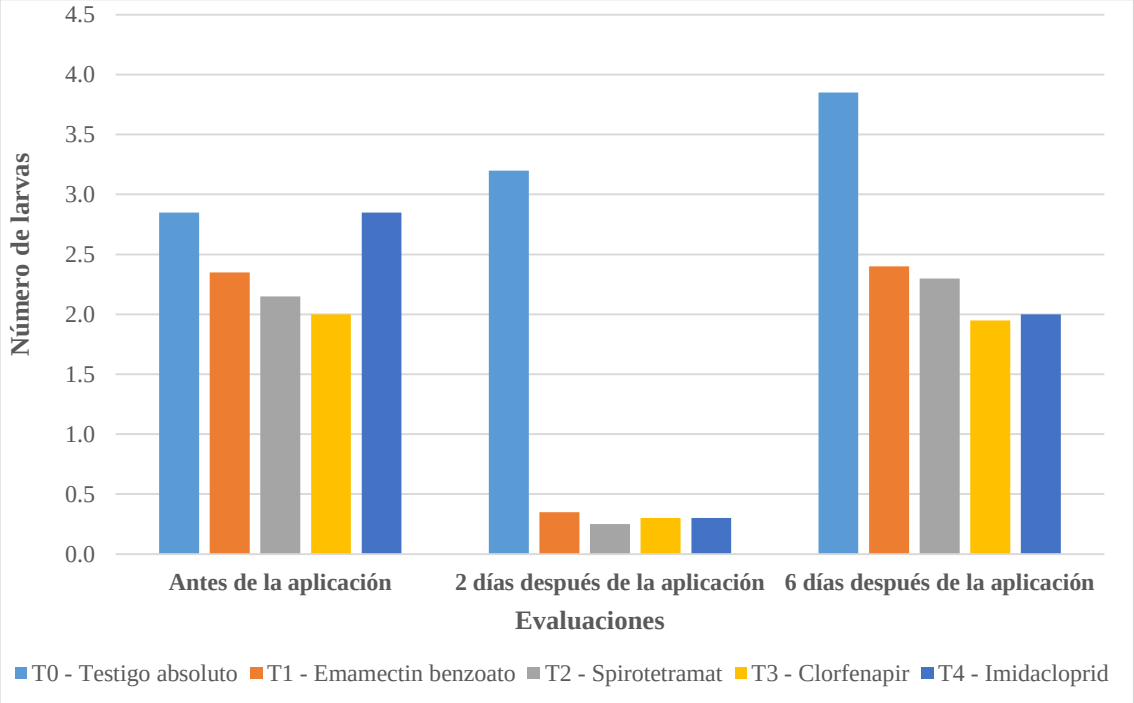


Figura 3. Dinámica poblacional de larvas de Prodiplosis sp. por brote durante las evaluaciones de la primera aplicación

La Figura 3 presenta la dinámica poblacional de larvas de *Prodiplosis sp*. por brote durante la primera aplicación. En la etapa previa, se aprecia gráficamente la uniformidad de la infestación entre tratamientos. Sin embargo, a los 2 días después de la aplicación, se ilustra un drástico contraste: la barra del Testigo absoluto se mantiene elevada, mientras que las de los insecticidas descienden abruptamente a niveles mínimos, confirmando visualmente su potente efecto de choque. A los 6 días, la barra del Testigo absoluto alcanza su altura máxima en el gráfico, evidenciando el avance de la plaga sin control.

3.1.2 Evaluación de larvas antes y después de la segunda aplicación

TABLA 12

PROMEDIO DE LARVAS DE PRODIPLOSIS SP. POR BROTE EN PLANTAS DE PALLAR ANTES Y DESPUÉS DE LA SEGUNDA APLICACIÓN

Tratamiento	Bloque	Antes de la aplicación	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
Testigo absoluto	I	2.40	2.80	3.20
	II	3.00	3.80	3.60
	III	3.20	3.60	3.80
	IV	3.20	3.40	4.00
Emamectin benzoato	I	2.60	0.80	2.40
	II	2.60	0.20	2.40
	III	2.20	0.00	1.80
	IV	2.40	0.20	2.80
Spirotetramat	I	2.40	0.20	2.20
	II	2.60	0.20	2.60
	III	3.00	0.40	3.00
	IV	2.40	0.20	2.40
Clorfenapir	I	2.40	0.20	2.00
	II	1.60	0.00	1.40
	III	2.60	0.40	3.00
	IV	2.00	0.60	1.60
Imidacloprid	I	3.40	0.60	2.40
	II	3.00	0.00	1.40
	III	2.00	0.20	1.60
	IV	2.20	0.40	2.40

La Tabla 12 presenta los resultados del monitoreo poblacional correspondientes a la segunda aplicación, mostrando el promedio de larvas por brote evaluado en los cuatro bloques. Antes de la aplicación, se registró una presión de plaga generalizada y más homogénea que en evaluaciones anteriores, con valores oscilando entre 1.60 y 3.40 larvas, lo que justificó plenamente la segunda intervención química. Como se observa en la tabla, a los 2 días después de la aplicación, la respuesta de los tratamientos fue nuevamente contundente: mientras el testigo absoluto mantuvo poblaciones altas (entre 2.80 y 3.80), los insecticidas redujeron la infestación a mínimos históricos para esta etapa, con rangos de 0.00 a 0.80 larvas por brote, reafirmando el efecto de choque inmediato de los productos.

La Tabla 12 nos muestra que a los 6 días después de la aplicación, la presión de la plaga siguió en aumento en el testigo absoluto, alcanzando un máximo de 4.00 larvas en el bloque IV. Por su parte, los tratamientos químicos experimentaron un ligero incremento poblacional respecto al segundo día

(rebrote natural), situándose mayormente entre 1.40 y 3.00 larvas por brote. A pesar de este repunte por la presión del entorno, los valores se mantuvieron inferiores a los del testigo, demostrando que los ingredientes activos continuaron ejerciendo control y suprimiendo el desarrollo exponencial de la plaga casi una semana después de la aplicación.

TABLA 13

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%) DEL NÚMERO DE LARVAS DE PRODIPLOSIS SP. POR BROTE EN LAS EVALUACIONES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN

Tratamiento	Antes de la aplicación (%)	2 días después de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
T0 - Testigo absoluto	12.83	12.71	9.36
T1 - Emamectin benzoato	7.82	115.47	17.55
T2 - Spirotetramat	20.63	40.00	13.39
T3 - Clorfenapir	20.63	86.07	35.59
T4 - Imidacloprid	24.94	86.07	26.97
Total	18.03	143.41	30.66

La Tabla 13 presenta el análisis de variabilidad para la segunda aplicación. Antes del tratamiento, el Coeficiente de Variación (CV) total fue de 18.03%, confirmando una distribución altamente homogénea de la plaga en el campo. Sin embargo, a los 2 días después de la aplicación, el CV total se elevó drásticamente a 143.41%. Este incremento repite el patrón observado en la primera aplicación, donde la alta variabilidad es un indicador positivo de la eficacia de los tratamientos (que redujeron la media a niveles cercanos a cero) frente a la alta población del testigo. Se observa además en la Tabla 13, la variabilidad tendió a estabilizarse a los 6 días después de la aplicación, con un CV total de 30.66%, lo que indica que las diferencias entre las parcelas tratadas y el testigo se mantuvieron constantes en el tiempo.

TABLA 14

RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (P-VALOR) PARA EL NÚMERO DE LARVAS DE PRODIPLOSIS SP. POR BROTE DURANTE LA SEGUNDA APLICACIÓN

Efectos principales	Valor p		
	Antes de la aplicación	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
Tratamiento	0.238 NS	0.000 **	0.003 **
Bloque	0.912 NS	0.949 NS	0.635 NS

* Significancia ** Alta significancia NS No significante

La Tabla 14 presenta el resumen de significancia estadística del ANVA para la segunda aplicación. Antes de la intervención, el factor Tratamiento arrojó un p-valor de 0.238, superando ampliamente el nivel de significancia de 0.05. Este resultado acepta la hipótesis nula y confirma que la distribución de la plaga era homogénea entre las unidades experimentales antes de aplicar los productos, asegurando que no hubo ventajas iniciales para ningún tratamiento.

Como se observa en la tabla, el escenario cambió tras la aplicación, obteniéndose p-valores altamente significativos a los 2 días (0.000) y a los 6 días (0.003). Estos valores indican diferencias estadísticas contundentes causadas por la eficacia de los insecticidas frente al testigo. Además, el factor Bloque no mostró significancia en ninguna evaluación ($p > 0.05$), con valores altos como 0.949 a los 2 días, lo que descarta cualquier influencia de la ubicación espacial o gradientes del terreno en la respuesta de control observada.

TABLA 15

PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE TUKEY PARA EL NÚMERO DE LARVAS DE PRODIPLOSIS SP. POR BROTE EN LA SEGUNDA APLICACIÓN

Tratamiento	Antes de la aplicación	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
T0 - Testigo absoluto	2.95 a	3.40 b	3.65 b
T1 - Emamectin benzoato	2.45 a	0.30 a	2.35 a
T2 - Spirotetramat	2.60 a	0.25 a	2.55 ab
T3 - Clorfenapir	2.15 a	0.30 a	2.00 a
T4 - Imidacloprid	2.65 a	0.30 a	1.95 a

La Tabla 15 presenta los resultados de la prueba de rangos múltiples de TUKEY ($p<0.05$), herramienta fundamental para determinar la significancia estadística de las diferencias observadas entre medias. En la evaluación previa a la aplicación, se ratificó la uniformidad del ensayo, ya que todos los tratamientos se ubicaron en el grupo estadístico "a" con poblaciones oscilando entre 2.15 y 2.95 larvas por brote, lo que garantiza que las variaciones posteriores son efecto exclusivo de los productos y no de una infestación inicial desigual.

Como se observa en la tabla, a los 2 días después de la aplicación (DDA), la separación de grupos fue contundente y clara. El Testigo absoluto se aisló en el grupo superior "b" con 3.40 larvas, mientras que la totalidad de los ingredientes activos evaluados (Emamectin benzoato, Spirotetramat, Clorfenapir e Imidacloprid) conformaron el grupo "a", reduciendo la infestación a niveles mínimos de 0.25 a 0.30 larvas. Este resultado valida estadísticamente un excelente "efecto de choque" inmediato para todos los mecanismos de acción testeados.

La Tabla 15 nos muestra un cambio en la dinámica de control a los 6 DDA. Mientras el Testigo se mantuvo en el grupo "b" con la carga poblacional más alta (3.65), la persistencia de los químicos varió. Los tratamientos T1, T3 y T4 demostraron una mayor residualidad, manteniéndose firmes en el grupo "a" con medias bajas (1.95 a 2.35). Sin embargo, es crucial notar que el Spirotetramat (T2) se desplazó hacia un grupo intermedio "ab" con 2.55 larvas. Estadísticamente, esto indica que a los 6 días, el T2 comenzó a perder diferenciación significativa frente al testigo, sugiriendo que, bajo las condiciones de esta segunda aplicación, su efecto residual fue menos consistente o más lento en manifestarse frente a la rápida tasa de reinfestación de la plaga.

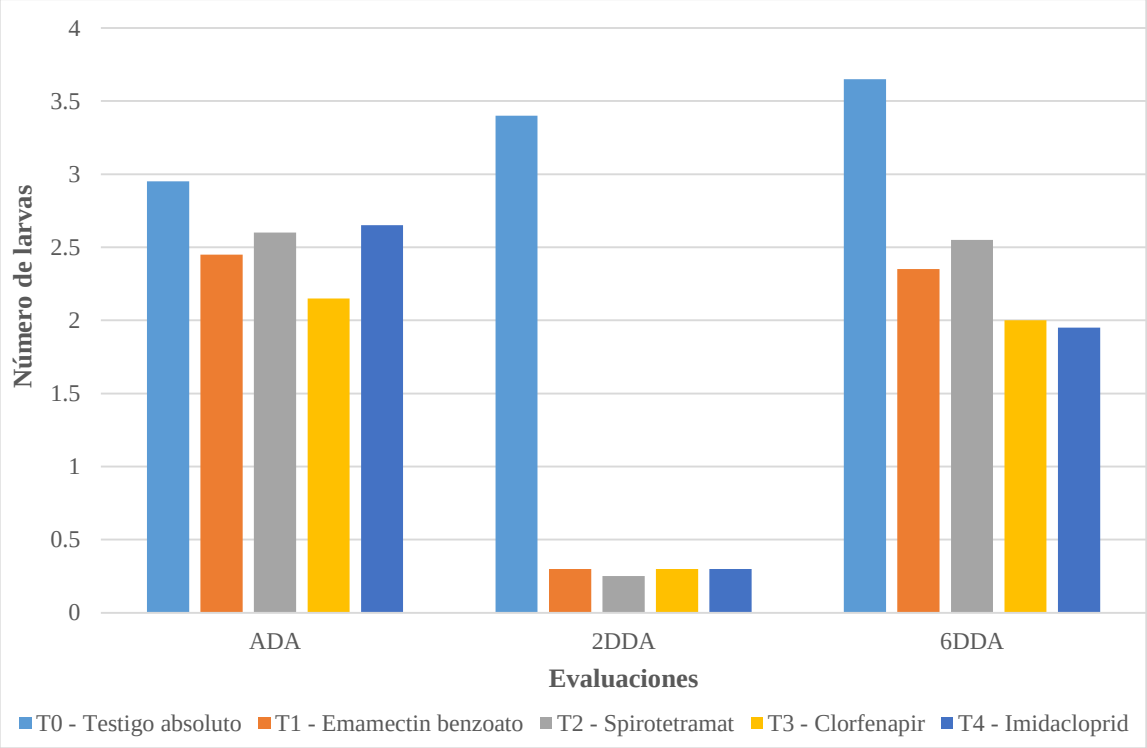


Figura 4. Dinámica poblacional de larvas de *Prodiplosis sp*. por brote durante las evaluaciones de la segunda aplicación

La Figura 4 ilustra la fluctuación poblacional de Prodiplosis sp. durante el ciclo de la segunda aplicación. En la evaluación previa (ADA), se observa una distribución relativamente homogénea de la infestación, con alturas de barra similares entre tratamientos. El impacto del control químico se hace visualmente evidente a los 2 DDA: mientras la barra del Testigo absoluto (T0) se dispara superando las 3.0 larvas, las de los insecticidas se reducen drásticamente a niveles cercanos al eje cero, validando el efecto de choque. Para los 6 DDA, aunque el Testigo alcanza su máximo nivel (>3.5) y los tratamientos químicos muestran un rebrote natural por la presión ambiental (barras entre 2.0 y 2.5), estos últimos se mantienen claramente por debajo del nivel de daño del testigo, confirmando la contención de la plaga.

3.1.3 Evaluación de larvas antes y después de la tercera aplicación

TABLA 16

PROMEDIO DE LARVAS DE PRODIPLOSIS SP. POR BROTE EN PLANTAS DE PALLAR ANTES Y DESPUÉS DE LA TERCERA APLICACIÓN

Tratamiento	Bloque	Antes de la aplicación	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
Testigo absoluto	I	3.20	3.80	3.80
	II	3.00	3.20	3.40
	III	2.80	3.00	3.80
	IV	3.20	3.00	4.00
Emamectin benzoato	I	2.60	0.60	2.40
	II	2.20	0.40	1.80
	III	1.80	0.20	1.80
	IV	3.20	0.20	2.40
Spirotetramat	I	2.60	0.40	1.80
	II	2.20	0.20	2.20
	III	2.40	0.20	3.00
	IV	2.00	0.20	2.40
Clorfenapir	I	2.60	0.20	2.40
	II	1.60	0.00	1.20
	III	2.60	0.40	2.40
	IV	1.80	0.60	1.80
Imidacloprid	I	3.20	0.60	1.40
	II	3.00	0.00	1.60
	III	2.20	0.20	2.40
	IV	1.60	0.40	2.00

En la Tabla 16 observamos los resultados del monitoreo de la tercera y última aplicación. Antes del tratamiento, se observó una presión de la plaga consistente en todos los bloques, con poblaciones que fluctuaron entre 1.60 y 3.20 larvas por brote. Como se observa en la tabla, a los 2 días después de la aplicación, todos los insecticidas evaluados mantuvieron su eficacia de choque, reduciendo la infestación a rangos mínimos de 0.00 a 0.60 larvas, contrastando notablemente con el testigo absoluto que mantuvo niveles altos de infestación (3.00 a 3.80 larvas). Además nos indica la Tabla 16 que a los 6 días después de la aplicación, el testigo absoluto alcanzó su pico máximo de infestación en el Bloque IV con 4.00 larvas por brote. Por su parte, los tratamientos químicos experimentaron un incremento poblacional debido a la fuerte presión de reinfestación externa propia de esta etapa fenológica, con valores que oscilaron entre 1.20 y 3.00 larvas.

TABLA 17

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%) DEL NÚMERO DE LARVAS DE PRODIPLOSIS SP. POR BROTE EN LAS EVALUACIONES DE LA TERCERA APLICACIÓN

Tratamiento	Antes de la aplicación (%)	2 días después de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
T0 - Testigo absoluto	6.28	11.65	6.71
T1 - Emamectin benzoato	24.38	54.71	16.50
T2 - Spirotetramat	11.23	40.00	21.28
T3 - Clorfenapir	24.46	86.07	29.46
T4 - Imidacloprid	29.57	86.07	23.97
Total	22.03	138.43	33.88

La Tabla 17 confirma el patrón estadístico observado a lo largo del ensayo. Inicialmente, el coeficiente de variación (CV) del 22.03% ratificó la homogeneidad de la plaga, pero tras la aplicación, este valor se elevó drásticamente a 138.43% a los 2 días para luego estabilizarse en 33.88% a los 6 días. Este incremento temporal no constituye un error experimental, sino que valida matemáticamente la eficacia de los tratamientos químicos: al reducir las poblaciones a niveles cercanos a cero frente a un testigo con alta infestación, se maximiza la varianza entre los grupos, demostrando la contundencia del control ejercido.

TABLA 18

RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (P-VALOR) PARA EL NÚMERO DE LARVAS DE PRODIPLOSIS SP. POR BROTE DURANTE LA TERCERA APLICACIÓN

Efectos principales	Valor p		
	Antes de la aplicación	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
Tratamiento	0.184 NS	0.000 **	0.000 **
Bloque	0.392 NS	0.093 NS	0.105 NS

* Significancia ** Alta significancia NS No significante

En la Tabla 18 observamos los niveles de significancia del ANVA para la etapa final del ensayo. Previo a la aplicación, el p-valor de 0.184 para el factor Tratamiento nos indica que no existieron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre las unidades experimentales, lo cual confirma que la distribución de la plaga era uniforme al inicio de esta tercera rotación. Además, la aplicación de los tratamientos generó un efecto altamente significativo ($p < 0.01$) en las evaluaciones posteriores.

La tabla 18 muestra que en a los 2 días y a los 6 días después, se obtuvieron p-valores de 0.000, lo que demuestra estadísticamente que la reducción poblacional fue causada por la acción de los insecticidas. Adicionalmente, el análisis del factor Bloque muestra valores no significativos en todas las fechas ($p > 0.05$), descartando que la ubicación espacial haya influido en los resultados.

TABLA 19
PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE TUKEY PARA EL NÚMERO DE LARVAS DE PRODIPLOSIS SP. POR BROTE EN LA TERCERA APLICACIÓN

Tratamiento	Antes de la aplicación	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
T0 - Testigo absoluto	3.05 a	3.25 b	3.75 b
T1 - Emamectin benzoato	2.45 a	0.35 a	2.10 a
T2 - Spirotetramat	2.30 a	0.25 a	2.35 a
T3 - Clorfenapir	2.15 a	0.30 a	1.95 a
T4 - Imidacloprid	2.50 a	0.30 a	1.85 a

En la Tabla 19 observamos la conformación de los grupos homogéneos según la prueba de TUKEY ($p<0.05$) para la etapa final del ensayo. Antes de la aplicación, se confirmó la uniformidad experimental al ubicarse todos los tratamientos en el grupo "a", con medias entre 2.15 y 3.05 larvas. A los 2 días después de la aplicación, los datos nos indican una clara diferenciación estadística: el Testigo absoluto se aisló en el grupo "b" con la infestación más alta (3.25 larvas), mientras que la totalidad de los insecticidas evaluados conformaron el grupo "a" con reducciones drásticas (0.25 a 0.35 larvas), validando un efecto de choque generalizado para todas las moléculas.

La Tabla 19 muestra una tendencia de control, que se mantuvo consistente a los 6 días después de la aplicación. El Testigo absoluto alcanzó su pico máximo con 3.75 larvas, permaneciendo en el grupo "b". Por el contrario, todos los ingredientes activos se sostuvieron en el grupo "a", con promedios que oscilaron entre 1.85 y 2.35 larvas. Es destacable que el Imidacloprid (T4), que en la evaluación anterior mostraba valores bajos, mantuvo aquí el promedio numérico más bajo (1.85), demostrando una persistencia eficaz y estadísticamente equivalente a las demás moléculas frente a la presión de la plaga.

.

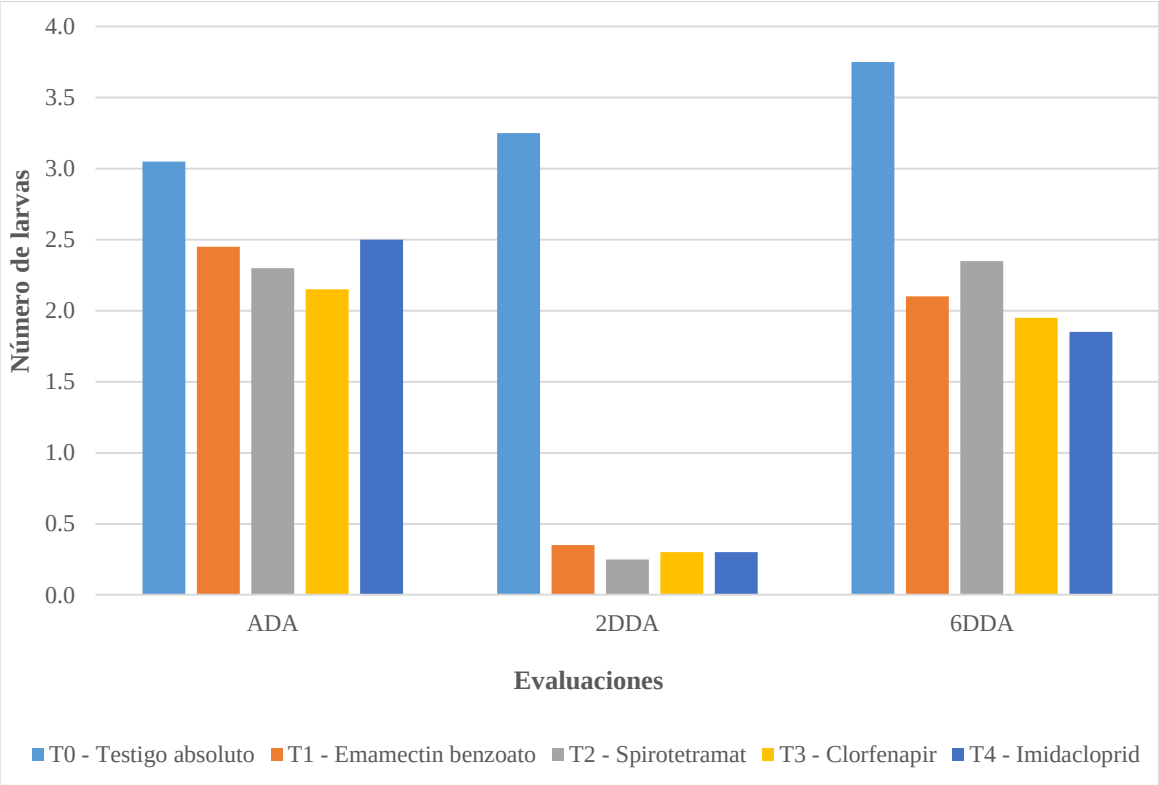


Figura 5. Dinámica poblacional de larvas de Prodiplosis sp. por brote durante las evaluaciones de la tercera aplicación

En la Figura 5 podemos visualizar el comportamiento de la plaga durante el ciclo de la tercera aplicación. La etapa previa (ADA) muestra barras con alturas similares, confirmando una infestación inicial equilibrada. El impacto de la intervención química se hace evidente a los 2 DDA, donde se observa un contraste drástico: la barra del Testigo absoluto (T0) se mantiene prominente superando las 3.0 larvas, mientras que las de todos los tratamientos insecticidas (T1, T2, T3 y T4) colapsan a niveles cercanos a cero, ilustrando el efecto de choque.

Para los 6 DDA, aunque el Testigo alcanza su pico máximo histórico (>3.5), los tratamientos químicos logran contener el rebrote natural, manteniéndose en niveles inferiores a 2.5 larvas y demostrando una persistencia efectiva frente a la alta presión de la plaga en esta etapa final.

3.2 Porcentaje de Eficacia de Control de *Prodiplosis sp.* (Fórmula de Henderson-Tilton)

3.2.1 Eficacia de control en la primera aplicación

TABLA 20

PROMEDIO DE PORCENTAJE DE EFICACIA DE CONTROL DE LOS INSECTICIDAS SOBRE LARVAS DE *PRODIPLOSIS SP*. EN LA PRIMERA APLICACIÓN

Tratamiento	Bloque	2 días después de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
Emamectin benzoato	I	63.64	5.45
	II	92.79	23.08
	III	90.48	32.33
	IV	94.12	30.00
Spirotetramat	I	91.67	33.33
	II	90.63	8.33
	III	86.67	31.58
	IV	91.44	12.73
Clorfenapir	I	91.67	40.00
	II	100.00	16.67
	III	89.74	39.27
	IV	64.71	20.00
Imidacloprid	I	82.35	57.65
	II	100.00	61.11
	III	95.24	54.89
	IV	82.89	12.73

La Tabla 20 presenta los promedios de eficacia de control mediante la fórmula de Henderson-Tilton para la primera aplicación. Los valores representan la media obtenida de los cuatro bloques experimentales, permitiendo visualizar el desempeño global de cada ingrediente activo frente a la plaga. La Tabla 20 nos indica que a los 2 días después de la aplicación, la respuesta de control fue contundente en todos los tratamientos, alcanzando niveles de eficacia que oscilaron entre 85.26% y 90.12%. Destacan numéricamente los tratamientos T4 (Imidacloprid) y T2 (Spirotetramat), ambos superando el umbral del 90%, lo que evidencia un excelente efecto de choque inicial para reducir la población larval establecida.

También observamos un cambio drástico en la persistencia del control a los 6 días después de la aplicación. La eficacia descendió en todos los tratamientos debido a la presión de la plaga; sin embargo, se distingue claramente el comportamiento del T4 (Imidacloprid), que logró mantener un promedio de 46.60% de control. Este valor es sustancialmente superior al registrado por el resto de las moléculas (T1, T2 y T3), las cuales cayeron a rangos inferiores al 29%.

TABLA 21

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%) DE LA EFICACIA DE CONTROL DE *PRODIPLOSIS SP*. EN LAS EVALUACIONES DE LA PRIMERA APLICACIÓN

Tratamiento	2 días después de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
T1 - Emamectin benzoato	15.84	34.53
T2 - Spirotetramat	2.87	35.77
T3 - Clorfenapir	20.86	24.91
T4 - Imidacloprid	15.80	34.35
Total	14.04	35.72

La Tabla 21 presenta el análisis de variabilidad de los datos de eficacia transformados mediante el Arcoseno de la raíz cuadrada. A los 2 días de la aplicación, el bajo Coeficiente de Variación (CV) del 14.04% ratifica la homogeneidad del efecto de choque, indicando que todos los insecticidas lograron un control consistente en los bloques. Como se observa en la tabla, este escenario cambió a los 6 días, donde la variabilidad se incrementó a un CV de 35.72%. Este comportamiento es esperado en la fase residual, reflejando una respuesta más heterogénea entre tratamientos a medida que disminuye su efecto letal frente a la reinfestación.

TABLA 22

RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (P-VALOR) PARA EL PORCENTAJE DE EFICACIA DE CONTROL DE PRODIPLOSIS SP. DURANTE LA PRIMERA APLICACIÓN

Efectos principales	Valor p	
	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
Tratamiento	0.880 NS	0.201 NS
Bloque	0.163 NS	0.345 NS

* Significancia ** Alta significancia NS No significante

En la Tabla 22 observamos los niveles de significancia del ANVA realizado sobre los porcentajes de eficacia transformados (Arcoseno $\sqrt{x}$). A los 2 días después de la aplicación, el p-valor de 0.880 para el factor Tratamiento nos indica que no existieron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre los productos evaluados, confirmando que la capacidad de choque inicial fue equivalente para todas las moléculas. La tabla también muestra que a los 6 días después de la aplicación, se obtuvo un p-valor de 0.201, superando el nivel de significancia del 5%.

Este resultado demuestra estadísticamente que, a pesar de las diferencias numéricas en los promedios, la variabilidad de los datos no permite establecer una superioridad significativa de ningún tratamiento sobre otro en cuanto a su residualidad. Adicionalmente, el análisis del factor Bloque arrojó valores no significativos en ambas fechas (0.163 y 0.345), descartando la influencia de la ubicación espacial en la respuesta de eficacia observada.

TABLA 23

PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE TUKEY PARA LA EFICACIA DE CONTROL (%) EN LA PRIMERA APLICACIÓN

Tratamiento	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
T1 - Emamectin benzoato	85.26* a**	22.72 a
T2 - Spirotetramat	90.10 a	21.49 a
T3 - Clorfenapir	86.53 a	28.99 a
T4 - Imidacloprid	90.12 a	46.60 a

* Los valores presentados son los promedios originales (%).

**El análisis estadístico y la asignación de letras se realizaron con los datos transformados mediante la función arcoseno de la raíz cuadrada.

La Tabla 23 presenta la conformación de grupos homogéneos según la prueba de TUKEY ($p<0.05$). A los 2 días después de la aplicación, el análisis estadístico confirmó que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, ubicándose todos en el grupo "a". Los promedios de eficacia oscilaron en un rango estrecho entre 85.26% y 90.12%, demostrando un comportamiento uniforme. Este resultado valida que, independientemente del modo de acción específico de cada molécula (contacto, ingestión o sistémico), todos los productos lograron un contundente "efecto de choque", reduciendo drásticamente la población inicial de la plaga en comparación con el testigo apenas 48 horas después de la intervención.

Para la evaluación a los 6 días, la prueba de TUKEY ratifica la tendencia observada en el ANVA: a pesar de las diferencias numéricas visibles donde el Imidacloprid (T4) alcanzó un 46.60% de control frente a valores inferiores al 29% en el resto, estadísticamente todos los tratamientos permanecieron en el mismo grupo "a". Esto indica que la alta variabilidad de los datos en esta etapa residual impidió establecer una superioridad significativa de un producto sobre otro. En conclusión, bajo la fuerte presión de reinfestación del ensayo, se determina estadísticamente que todos los ingredientes activos experimentaron una pérdida de eficacia equivalente al finalizar la primera semana.

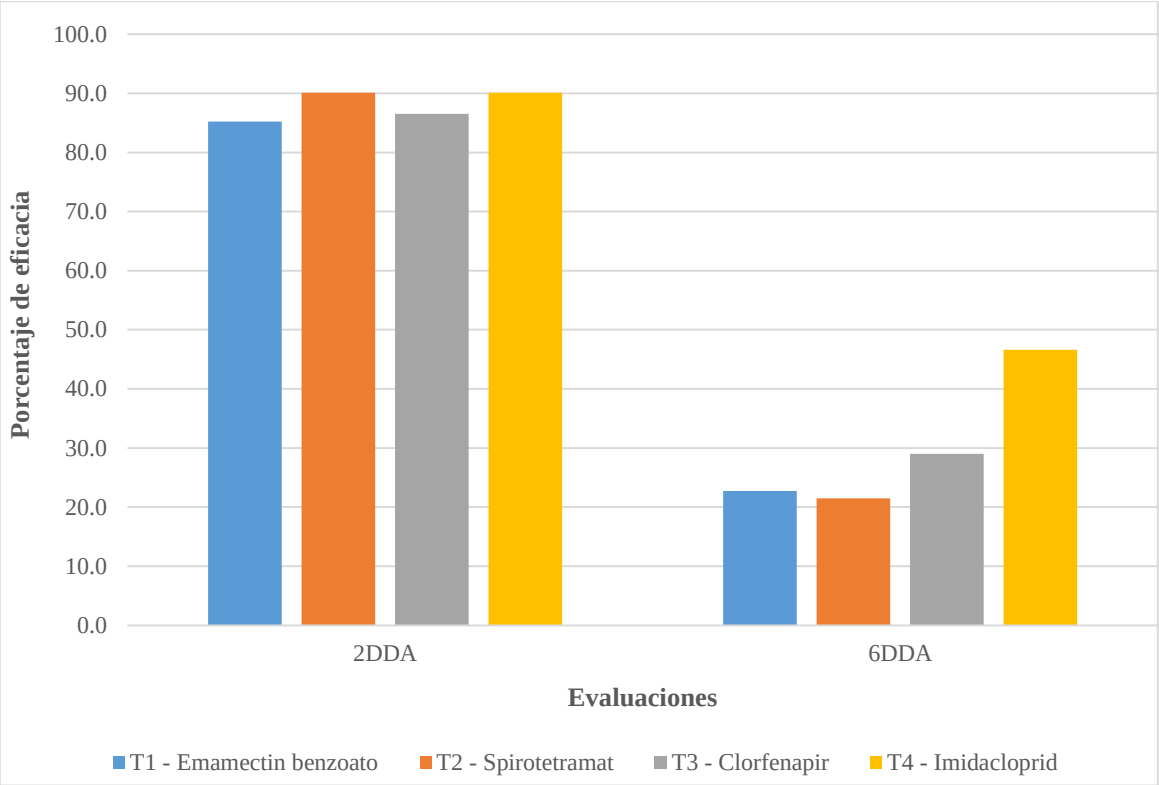


Figura 6. Dinámica de la eficacia de control (%) de los insecticidas durante la primera aplicación.

La Figura 6 ilustra el comportamiento de la eficacia de control durante la fase inicial del ensayo. En el grupo de barras correspondientes a los 2 días después de la aplicación (2DDA), se observa visualmente un patrón uniforme y elevado, donde todas las barras alcanzan alturas similares cercanas al 90%. Esta homogeneidad gráfica confirma que todos los ingredientes activos evaluados lograron un "efecto de choque" contundente, reduciendo drásticamente la población de la plaga de manera inmediata tras la aplicación, sin distinciones visuales marcadas entre ellos.

Para la evaluación a los 6 días (6DDA), el gráfico revela un cambio drástico en la tendencia. Se aprecia un descenso generalizado en la altura de todas las barras, lo que refleja visualmente la pérdida de residualidad de los productos frente a la presión de la plaga. No obstante, se distingue que la barra amarilla del Imidacloprid (T4) se mantiene visualmente más alta (cercana al 50%) en comparación con las demás que caen por debajo del 30%. Aunque estadísticamente no hubo diferencias, esta tendencia gráfica sugiere un mejor desempeño numérico relativo del Imidacloprid al final de la semana.

3.2.2 Eficacia de control en la segunda aplicación

TABLA 24

PROMEDIO DE PORCENTAJE DE EFICACIA DE CONTROL DE LOS INSECTICIDAS SOBRE LARVAS DE *PRODIPLOSIS SP*. EN LA SEGUNDA APLICACIÓN

Tratamiento	Bloque	2 días después de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
Emamectin benzoato	I	73.63	30.77
	II	93.93	23.08
	III	100.00	31.10
	IV	92.16	6.67
Spirotetramat	I	92.86	31.25
	II	93.93	16.67
	III	88.15	15.79
	IV	92.16	20.00
Clorfenapir	I	92.86	37.50
	II	100.00	27.08
	III	86.32	2.83
	IV	71.76	36.00
Imidacloprid	I	84.87	47.06
	II	100.00	61.11
	III	91.11	32.63
	IV	82.89	12.73

Se observa en la Tabla 24 los porcentajes de eficacia de control calculados mediante la fórmula de Henderson-Tilton para cada unidad experimental en la segunda aplicación. Los valores detallan el desempeño de los insecticidas en los cuatro bloques, permitiendo observar la consistencia del control en el campo. La tabla nos indica que a los 2 días después de la aplicación, la eficacia fue sobresaliente y uniforme. La mayoría de los tratamientos (Spirotetramat, Clorfenapir e Imidacloprid) registraron valores por encima del 90% en casi todos sus bloques, llegando incluso al 100% en repeticiones específicas, lo que confirma un alto poder de choque generalizado.

La Tabla 24 señala el comportamiento de la residualidad a los 6 días después de la aplicación. Aunque la eficacia disminuyó respecto al segundo día, los valores se mantuvieron superiores a los de la primera campaña. Destaca la estabilidad del T4 (Imidacloprid), que sostuvo eficacias consistentes entre sus bloques (llegando a 61.11% en el Bloque II), logrando el mejor promedio global de la evaluación. En contraste, tratamientos como el Spirotetramat mostraron una mayor variabilidad entre bloques en esta fecha, con rangos que fluctuaron entre 15.79% y 31.25%, evidenciando una pérdida de control más irregular frente a la reinfestación.

TABLA 25

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%) DE LA EFICACIA DE CONTROL DE *PRODIPLOSIS SP*. EN LAS EVALUACIONES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN

Tratamiento	2 días después de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
T1 - Emamectin benzoato	16.95	32.14
T2 - Spirotetramat	3.39	17.63
T3 - Clorfenapir	18.50	45.23
T4 - Imidacloprid	15.25	35.13
Total	13.25	34.49

La Tabla 25 muestra el análisis de variabilidad de los datos de eficacia transformados mediante el Arcoseno de la raíz cuadrada para la segunda aplicación. A los 2 días de la intervención, se registró un Coeficiente de Variación (CV) total bajo del 13.25%, ratificando una alta homogeneidad en la respuesta de control entre todos los tratamientos. Como se observa en la tabla, a los 6 días post-aplicación la variabilidad se incrementó a un CV de 34.49%. Este comportamiento es consistente con la fase residual, donde la pérdida de eficacia frente a la reinfestación genera una mayor heterogeneidad en la respuesta de las parcelas experimentales.

TABLA 26

RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (P-VALOR) PARA EL PORCENTAJE DE EFICACIA DE CONTROL DE PRODIPLOSIS SP. DURANTE LA SEGUNDA APLICACIÓN

Efectos principales	Valor p	
	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
Tratamiento	0.993 NS	0.433 NS
Bloque	0.175 NS	0.259 NS

* Significancia ** Alta significancia NS No significante

En la Tabla 26 vemos los niveles de significancia del ANVA realizado sobre los porcentajes de eficacia transformados (Arcoseno $\sqrt{x}$) para la segunda aplicación. A los 2 días después de la intervención, el p-valor de 0.993 para el factor Tratamiento indica la ausencia total de diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre los productos evaluados, ratificando que la capacidad de control inicial fue equivalente y altamente efectiva para todas las moléculas.

La Tabla 26 también muestra que a los 6 días post-aplicación se obtuvo un p-valor de 0.433, superando el nivel de significancia del 5%. Este resultado demuestra estadísticamente que, a pesar de las variaciones numéricas en los promedios de eficacia residual, la variabilidad de los datos no permite establecer una superioridad significativa de ningún tratamiento sobre otro. Adicionalmente, el análisis del factor Bloque arrojó valores no significativos en ambas fechas (0.175 y 0.259), descartando la influencia de la ubicación espacial en la respuesta observada.

TABLA 27

PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE TUKEY PARA LA EFICACIA DE CONTROL (%) EN LA SEGUNDAAPLICACIÓN

Tratamiento	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
T1 - Emamectin benzoato	89.93* a**	22.91 a
T2 - Spirotetramat	91.78 a	20.93 a
T3 - Clorfenapir	87.74 a	25.85 a
T4 - Imidacloprid	89.72 a	38.38 a

* Los valores presentados son los promedios originales (%).

**El análisis estadístico y la asignación de letras se realizaron con los datos transformados mediante la función arcoseno de la raíz cuadrada.

La Tabla 27 presenta los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($p<0.05$) para la segunda aplicación. A los 2 días después de la intervención, el análisis estadístico ratificó la homogeneidad en el desempeño de los productos, ubicando a todos los tratamientos en el grupo "a". Los promedios de eficacia fueron consistentemente altos, oscilando entre 87.74% y 91.78%, lo que confirma que todos los ingredientes activos mantuvieron un excelente y uniforme poder de choque en esta etapa intermedia del ensayo.

Para la evaluación a los 6 días, la prueba de Tukey corroboró la ausencia de diferencias significativas detectada en el ANVA. A pesar de que el Imidacloprid (T4) alcanzó un promedio numéricamente superior del 38.38% frente al resto de tratamientos (que fluctuaron entre 20.93% y 25.85%), estadísticamente todos permanecieron agrupados bajo la misma letra "a". Esto indica que la variabilidad de la respuesta en campo impidió diferenciar la residualidad de las moléculas, concluyéndose que todos los productos experimentaron una disminución de eficacia estadísticamente equivalente al finalizar la semana.

.

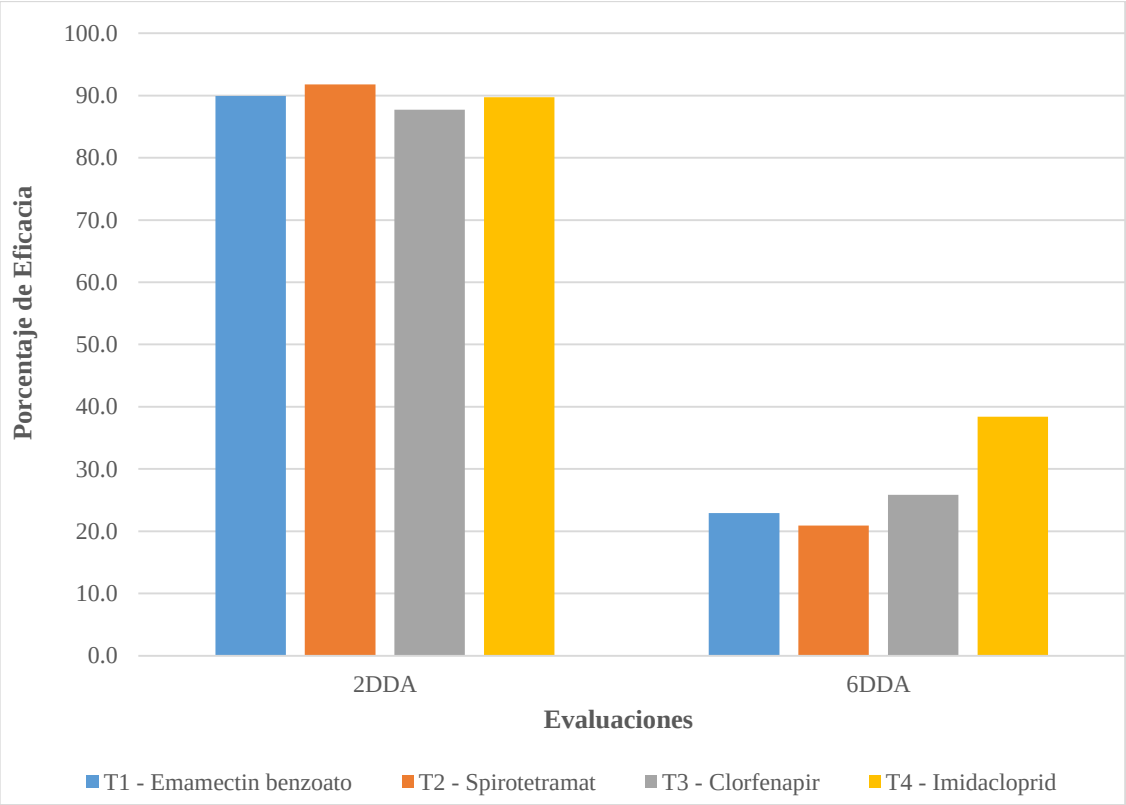


Figura 7. Dinámica de la eficacia de control (%) de los insecticidas durante la segunda aplicación.

La Figura 7 ilustra el comportamiento de la eficacia de control durante la fase intermedia del ensayo. En el grupo de barras correspondientes a los 2 días después de la aplicación (2DDA), se observa visualmente un patrón uniforme y sumamente elevado, donde todas las barras alcanzan alturas que superan el 90%. Esta homogeneidad gráfica confirma que todos los ingredientes activos evaluados lograron un "efecto de choque" contundente y parejo, reduciendo drásticamente la población de la plaga de manera inmediata tras la segunda intervención.

Para la evaluación a los 6 días (6DDA), el gráfico revela un descenso generalizado en la altura de todas las barras, reflejando la pérdida de control frente a la presión de la plaga. Sin embargo, se distingue visualmente que la barra amarilla del Imidacloprid (T4) se mantiene más alta (cercana al 40%) en comparación con las demás que descienden al rango del 20-25%. Aunque el análisis estadístico no arrojó diferencias significativas, esta tendencia gráfica sugiere un desempeño numérico más estable del Imidacloprid al cierre de esta segunda evaluación.

3.2.3 Eficacia de control en la tercera aplicación

TABLA 28

PROMEDIO DE PORCENTAJE DE EFICACIA DE CONTROL DE LOS INSECTICIDAS SOBRE LARVAS DE *PRODIPLOSIS SP*. EN LA TERCERA APLICACIÓN

Tratamiento	Bloque	2 días después de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
Emamectin benzoato	I	80.57	22.27
	II	82.95	27.81
	III	89.63	26.32
	IV	93.33	40.00
Spirotetramat	I	87.04	41.70
	II	91.48	11.76
	III	92.22	7.89
	IV	89.33	4.00
Clorfenapir	I	93.52	22.27
	II	100.00	33.82
	III	85.64	31.98
	IV	64.44	20.00
Imidacloprid	I	84.21	63.16
	II	100.00	52.94
	III	91.52	19.62
	IV	73.33	0.00

La Tabla 28 presenta los porcentajes de eficacia de control calculados mediante la fórmula de Henderson-Tilton para cada unidad experimental en la tercera aplicación. Los valores detallan el desempeño de los insecticidas en los cuatro bloques. La Tabla 28 nos indica que a los 2 días después de la aplicación, la eficacia fue contundente y generalizada. La mayoría de los tratamientos alcanzaron niveles sobresalientes, destacando el Clorfenapir y el Imidacloprid que lograron un 100% de control en el Bloque II. Incluso el Spirotetramat y el Emamectin benzoato mostraron una alta uniformidad, con valores superiores al 80% en todas sus repeticiones, confirmando un excelente efecto de choque.

También observamos un cambio drástico en la persistencia a los 6 días después de la aplicación. La eficacia descendió en todos los tratamientos debido a la alta presión de la plaga; sin embargo, se distingue claramente el comportamiento del T4 (Imidacloprid), que logró mantener los valores más altos del ensayo en bloques específicos (63.16% y 52.94%), superando sustancialmente al resto. En contraste, moléculas como el Spirotetramat sufrieron una caída severa en su residualidad, descendiendo a rangos críticos inferiores al 12% en tres de sus cuatro bloques, lo que evidencia su menor estabilidad en esta fase final del cultivo.

TABLA 29

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%) DE LA EFICACIA DE CONTROL DE *PRODIPLOSIS SP*. EN LAS EVALUACIONES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN

Tratamiento	2 días después de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
T1 - Emamectin benzoato	7.48	14.20
T2 - Spirotetramat	3.13	57.61
T3 - Clorfenapir	21.37	14.62
T4 - Imidacloprid	18.29	75.68
Total	13.32	44.92

La Tabla 29 presenta el análisis de variabilidad de los datos de eficacia transformados mediante el Arcoseno de la raíz cuadrada. A los 2 días de la aplicación, el bajo Coeficiente de Variación (CV) del 13.32% ratifica la homogeneidad del efecto de choque, indicando que todos los insecticidas lograron un control consistente en los bloques experimentales. Como se observa en la tabla, este escenario cambió notablemente a los 6 días, donde la variabilidad se incrementó a un CV de 44.92%. Este comportamiento es esperado en la fase residual, reflejando una respuesta más heterogénea entre tratamientos, especialmente en el Imidacloprid (CV de 75.68%), lo que sugiere diferencias marcadas en la persistencia del control frente a la reinfestación.

TABLA 30

RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (P-VALOR) PARA EL PORCENTAJE DE EFICACIA DE CONTROL DE PRODIPLOSIS SP. DURANTE LA TERCERA APLICACIÓN

Efectos principales	Valor p	
	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
Tratamiento	0.962 NS	0.653 NS
Bloque	0.223 NS	0.287 NS

* Significancia ** Alta significancia NS No significante

En la Tabla 30 observamos los niveles de significancia del ANVA realizado sobre los porcentajes de eficacia transformados (Arcoseno $\sqrt{x}$) para la tercera aplicación. A los 2 días después de la intervención, el p-valor de 0.962 para el factor Tratamiento nos indica la ausencia total de diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre los productos evaluados, confirmando que la capacidad de choque inicial fue equivalente y altamente efectiva para todas las moléculas.

La tabla también muestra que a los 6 días post-aplicación se obtuvo un p-valor de 0.653, superando el nivel de significancia del 5%. Este resultado demuestra estadísticamente que, a pesar de las variaciones numéricas visibles en los promedios (donde el Imidacloprid destacó con valores más altos), la alta variabilidad de los datos no permite establecer una superioridad significativa de ningún tratamiento sobre otro en cuanto a su residualidad. Adicionalmente, el análisis del factor Bloque arrojó valores no significativos en ambas fechas (0.223 y 0.287), descartando la influencia de la ubicación espacial en la respuesta de eficacia observada.

TABLA 31

PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE TUKEY PARA LA EFICACIA DE CONTROL (%) EN LA TERCERA APLICACIÓN

Tratamiento	2 días después de la aplicación	6 días después de la aplicación
T1 - Emamectin benzoato	86.62* a**	29.10 a
T2 - Spirotetramat	90.02 a	16.34 a
T3 - Clorfenapir	85.90 a	27.02 a
T4 - Imidacloprid	82.27 a	33.93 a

* Los valores presentados son los promedios originales (%).

**El análisis estadístico y la asignación de letras se realizaron con los datos transformados mediante la función arcoseno de la raíz cuadrada.

La Tabla 31 presenta la conformación de grupos homogéneos según la prueba de Tukey ($p<0.05$) para la tercera aplicación. A los 2 días después de la intervención, el análisis estadístico ratificó nuevamente la homogeneidad en el desempeño de los productos, ubicando a todos los tratamientos en el grupo "a". Los promedios de eficacia se mantuvieron altos, oscilando entre 82.27% y 90.02%, lo que confirma que, incluso en esta etapa final del cultivo, todos los ingredientes activos conservaron un excelente y uniforme poder de choque.

Para la evaluación a los 6 días, la prueba de Tukey corroboró la ausencia de diferencias significativas detectada en el ANVA. A pesar de que el Imidacloprid (T4) alcanzó un promedio numéricamente superior del 33.93% frente al resto de tratamientos (que fluctuaron entre 16.34% y 29.10%), estadísticamente todos permanecieron agrupados bajo la misma letra "a". Esto indica que la alta variabilidad de la respuesta en campo impidió diferenciar la residualidad de las moléculas, concluyéndose que todos los productos experimentaron una disminución de eficacia estadísticamente equivalente al finalizar el ensayo.

.

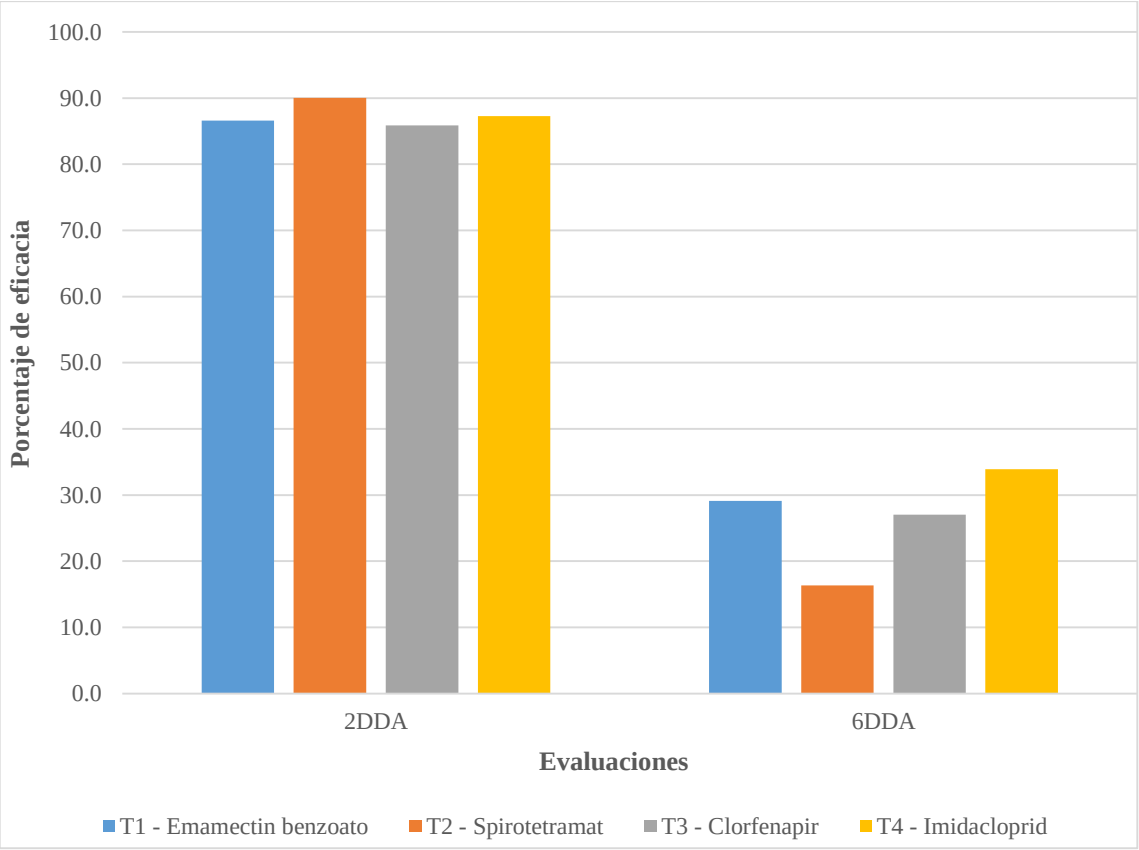


Figura 8. Dinámica de la eficacia de control (%) de los insecticidas durante la tercera aplicación.

La Figura 8 expone el comportamiento de la eficacia de control durante la fase final del ensayo. En el grupo de barras correspondientes a los 2 días después de la aplicación (2DDA), se observa visualmente un patrón uniforme y elevado, donde todas las barras alcanzan alturas similares superiores al 80%. Esta homogeneidad gráfica confirma que todos los ingredientes activos evaluados lograron un "efecto de choque" contundente, reduciendo drásticamente la población de la plaga de manera inmediata tras la tercera aplicación.

Para la evaluación a los 6 días (6DDA), el gráfico revela un cambio drástico en la tendencia. Se aprecia un descenso generalizado en la altura de todas las barras, lo que refleja visualmente la pérdida de residualidad de los productos frente a la alta presión de la plaga. No obstante, se distingue que la barra amarilla del Imidacloprid (T4) se mantiene visualmente más alta (cercana al 35%) en comparación con las demás que caen mayoritariamente por debajo del 30%. Aunque estadísticamente no hubo diferencias, esta tendencia gráfica sugiere un mejor desempeño numérico relativo del Imidacloprid al final de la semana.

3.3 Índice de Severidad de Daño (IDP).

3.3.1 Índice de severidad de daño en la primera aplicación

TABLA 32

ÍNDICE DE SEVERIDAD DE DAÑO (IDP) EN EL CULTIVO OCASIONADO POR *PRODIPLOSIS SP*. EN LA PRIMERA APLICACIÓN

Tratamiento	Bloque	Antes de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
Testigo absoluto	I	20.4	28.0
	II	30.4	33.0
	III	25.4	33.0
	IV	23.0	28.0
Emamectin benzoato	I	18.0	5.2
	II	25.4	5.2
	III	15.4	2.6
	IV	23.0	10.4
Spirotetramat	I	38.0	13.0
	II	13.0	15.4
	III	23.0	12.8
	IV	18.0	15.2
Clorfenapir	I	18.0	7.6
	II	23.0	10.2
	III	28.0	15.4
	IV	33.0	22.8
Imidacloprid	I	25.4	7.8
	II	28.0	12.8
	III	18.0	10.4
	IV	23.0	5.2

La Tabla 32 presenta los valores del Índice de Severidad de Daño (IDP) transformados a porcentaje para la primera aplicación. Los datos desglosados por bloque permiten contrastar el estado inicial del cultivo frente a su respuesta final. La tabla nos indica que, previo a la aplicación, la infestación se encontraba distribuida en todo el campo con niveles de daño que oscilaban entre el 15.4% y el 38.0%. A pesar de la variabilidad natural entre bloques, la presencia generalizada de síntomas de ataque inicial justificó la intervención química.

También observamos un cambio drástico en la integridad de la planta a los 6 días después de la aplicación. Mientras que el Testigo Absoluto (T0) incrementó la severidad del daño en todos sus bloques, alcanzando valores críticos del 33.0% en los Bloques II y III, los tratamientos químicos lograron revertir esta tendencia. Destacan el T1 (Emamectin benzoato) y el T4 (Imidacloprid), que

redujeron sustancialmente las lesiones en los tejidos nuevos, registrando valores mínimos que descendieron hasta el 2.6% y 5.2% en bloques específicos. Este contraste evidencia que, mientras el testigo continuó deteriorándose, los insecticidas protegieron eficazmente la calidad de los brotes en desarrollo.

TABLA 33

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%) DEL ÍNDICE DE SEVERIDAD DE DAÑO (IDP) EN EL CULTIVO DURANTE LA PRIMERA APLICACIÓN

Tratamiento	Antes de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
T0 – Testigo absoluto	7.94	5.28
T1 - Emamectin benzoato	12.19	28.82
T2 - Spirotetramat	25.61	5.20
T3 - Clorfenapir	14.19	25.45
T4 - Imidacloprid	10.08	19.42
Total	14.55	34.82

La Tabla 33 presenta el análisis de variabilidad de los datos de severidad transformados. Antes de la aplicación, el bajo Coeficiente de Variación (CV) del 14.55% ratifica la homogeneidad inicial del daño, indicando que la distribución de la plaga era uniforme en los bloques experimentales. Como se observa en la tabla, este escenario cambió a los 6 días, donde la variabilidad general se incrementó a un CV de 34.82%. Este comportamiento es esperado en la fase post-aplicación, reflejando la fuerte heterogeneidad generada entre los grupos controlados (con daño detenido) y el testigo (con daño en aumento).

TABLA 34

RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (P-VALOR) PARA EL ÍNDICE DE SEVERIDAD DE DAÑO (IDP) DURANTE LA PRIMERA APLICACIÓN

Efectos principales	Valor p	
	Antes de la aplicación	6 días después de la aplicación
Tratamiento	0.794 NS	0.000 **
Bloque	0.916 NS	0.588 NS
* Significancia	** Alta significancia	NS No significante

En la Tabla 34 se aprecia el resumen del análisis de varianza para el índice de severidad de daño. Los resultados previos a la aplicación muestran un p-valor de 0.794 para el factor

Tratamiento, lo que descarta cualquier diferencia estadística inicial y confirma que la distribución del daño en el campo era uniforme antes de intervenir.

Por el contrario, a los 6 días post-aplicación se detecta un cambio contundente, con un p-valor de 0.000 que evidencia diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Esto valida estadísticamente que la variación en la severidad final no fue aleatoria, sino causada directamente por la efectividad de los insecticidas frente al avance de la plaga en el testigo. Asimismo, la no significancia del factor Bloque (0.588) descarta que la ubicación de las parcelas haya influido en los resultados.

TABLA 35

PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE TUKEY PARA EL ÍNDICE DE SEVERIDAD DE DAÑOS EN LA PRIMERA APLICACIÓN

Tratamiento	Antes de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
T0 - Testigo absoluto	24.8* a**	30.5 b
T1 - Emamectin benzoato	20.5 a	5.9 a
T2 - Spirotetramat	23.0 a	14.1 a
T3 - Clorfenapir	25.5 a	14.0 a
T4 - Imidacloprid	23.6 a	9.1 a

* Los valores presentados son los promedios originales (%).

**El análisis estadístico y la asignación de letras se realizaron con los datos transformados mediante la función arcoseno de la raíz cuadrada.

La Tabla 35 presenta la conformación de grupos homogéneos según la prueba de Tukey. Antes de la aplicación, el análisis ubicó a todos los tratamientos dentro del mismo grupo "a", indicando que los promedios de daño (entre 20.5% y 25.5%) eran estadísticamente equivalentes al inicio del ensayo.

Para la evaluación a los 6 días, la prueba confirmó la separación de los promedios en dos categorías distintas. El Testigo Absoluto (T0) se aisló en el grupo "b" con el nivel más alto de daño (30.5%). En contraste, todos los tratamientos químicos formaron un único grupo homogéneo "a", con valores entre 5.9% y 14.1%, demostrando que todos los productos tuvieron una capacidad estadísticamente similar para mantener la severidad del daño en niveles inferiores respecto al testigo.

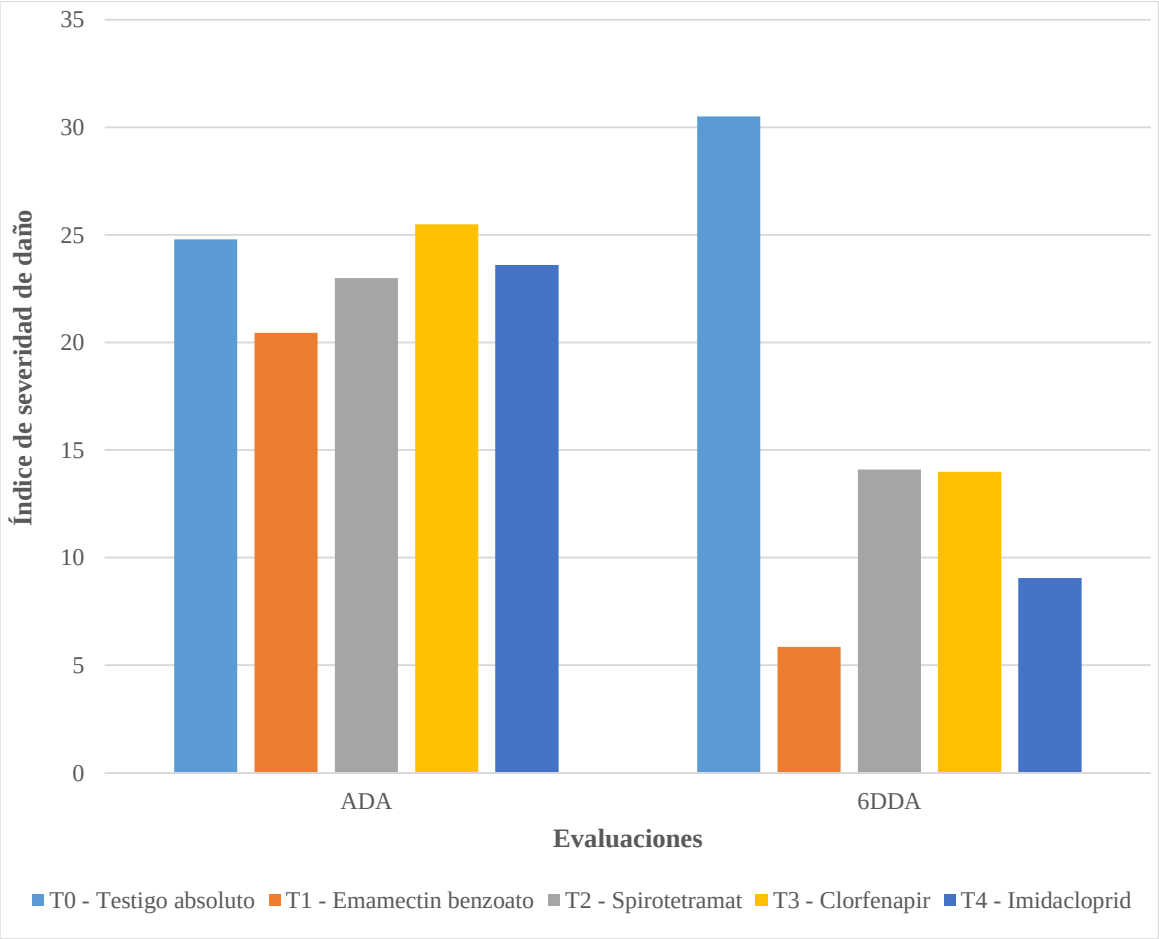


Figura 9. Dinámica del Índice de severidad de daño de los insecticidas durante la primera aplicación.

La Figura 9 ilustra la dinámica de la severidad del daño en el cultivo. En la evaluación previa a la aplicación (ADA), se observa un patrón visual uniforme entre las barras, las cuales oscilan mayoritariamente en un rango cercano al 20-25%, ratificando la homogeneidad inicial de la infestación en el ensayo antes de la intervención química.

Para la evaluación a los 6 días (6DDA), el gráfico revela un contraste evidente en la respuesta del cultivo. Mientras la barra del Testigo Absoluto (T0) asciende superando el 30% de severidad, las barras correspondientes a los tratamientos químicos descienden notablemente a niveles inferiores al 15%. Esta diferencia visual confirma la capacidad de los insecticidas para suprimir la expresión del daño en los tejidos nuevos, frente al deterioro progresivo observado en las plantas sin protección.

3.3.2 Índice de severidad de daño en la segunda aplicación

TABLA 36

ÍNDICE DE SEVERIDAD DE DAÑO (IDP) EN EL CULTIVO OCASIONADO POR *PRODIPLOSIS SP*. EN LA SEGUNDA APLICACIÓN

Tratamiento	Bloque	Antes de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
Testigo absoluto	I	23.0	43.0
	II	28.0	43.0
	III	25.4	35.4
	IV	25.4	43.0
Emamectin benzoato	I	15.4	12.8
	II	15.4	15.4
	III	23.0	12.8
	IV	20.4	7.8
Spirotetramat	I	23.0	28.0
	II	13.0	13.0
	III	23.0	23.0
	IV	12.8	18.0
Clorfenapir	I	7.8	18.0
	II	20.4	23.0
	III	12.8	28.0
	IV	25.4	33.0
Imidacloprid	I	22.8	38.0
	II	25.4	28.0
	III	13.0	18.0
	IV	20.4	23.0

La Tabla 36 presenta los valores del Índice de Severidad de Daño (IDP) para la segunda aplicación. Previo a la intervención, la infestación mostró una distribución generalizada con niveles que oscilaron entre el 7.8% y el 28.0%. A pesar de cierta variabilidad entre bloques, la presencia de síntomas activos en todas las unidades experimentales confirmó la necesidad de la segunda intervención química para proteger los brotes.

Para la evaluación a los 6 días, se observa una marcada diferenciación en la respuesta del cultivo. El Testigo Absoluto (T0) experimentó un severo incremento en el daño, alcanzando picos críticos del 43.0% en tres de sus cuatro bloques. En contraste, los tratamientos químicos frenaron este deterioro, destacando el T1 (Emamectin benzoato) con la mayor consistencia, reduciendo la severidad a rangos del 7.8% al 15.4%.

TABLA 37

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%) DEL ÍNDICE DE SEVERIDAD DE DAÑO (IDP) EN EL CULTIVO DURANTE LA SEGUNDA APLICACIÓN

Tratamiento	Antes de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
T0 – Testigo absoluto	4.43	5.61
T1 - Emamectin benzoato	10.94	14.34
T2 - Spirotetramat	17.68	17.41
T3 - Clorfenapir	26.43	14.19
T4 - Imidacloprid	14.83	17.79
Total	16.52	25.22

La Tabla 37 presenta el análisis de variabilidad de los datos de severidad transformados. Antes de la aplicación, el Coeficiente de Variación (CV) del 16.52% indica una dispersión inicial moderada en la distribución del daño en los bloques experimentales. Como se observa en la tabla, este escenario cambió a los 6 días, donde la variabilidad se incrementó a un CV de 25.22%. Este aumento refleja la heterogeneidad generada por la efectividad de los tratamientos, que rompieron la uniformidad del daño severo observada en el testigo.

TABLA 38

RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (P-VALOR) PARA EL ÍNDICE DE SEVERIDAD DE DAÑO (IDP) DURANTE LA SEGUNDA APLICACIÓN

Efectos principales	Valor p	
	Antes de la aplicación	6 días después de la aplicación
Tratamiento	0.318 NS	0.001 **
Bloque	0.897 NS	0.757 NS
* Significancia	** Alta significancia	NS No significante

En la Tabla 38 observamos los niveles de significancia del ANVA para la severidad del daño en la segunda aplicación. Antes de la intervención, el p-valor de 0.318 para el factor Tratamiento indica que no existieron diferencias estadísticas ($p > 0.05$), confirmando que la distribución de la severidad en el campo se mantuvo homogénea previo al segundo control químico. La tabla también muestra que a los 6 días post-aplicación se obtuvo un p-valor de 0.001, denotando diferencias altamente significativas ($p < 0.01$).

Este resultado valida estadísticamente que la marcada reducción del daño en las parcelas tratadas frente al deterioro del testigo no fue producto del azar, sino del efecto contundente de los

insecticidas. Adicionalmente, el análisis del factor Bloque arrojó valores no significativos en ambas fechas (0.897 y 0.757), descartando la influencia espacial en los resultados.

.

TABLA 39

PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE TUKEY PARA EL ÍNDICE DE SEVERIDAD DE DAÑOS EN LA SEGUNDA APLICACIÓN

Tratamiento	Antes de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
T0 - Testigo absoluto	25.45 a	41.1 c
T1 - Emamectin benzoato	18.55 a	12.2 a
T2 - Spirotetramat	17.95 a	20.5 ab
T3 - Clorfenapir	16.6 a	25.5 bc
T4 - Imidacloprid	20.4 a	26.75 bc

* Los valores presentados son los promedios originales (%).

**El análisis estadístico y la asignación de letras se realizaron con los datos transformados mediante la función arcoseno de la raíz cuadrada.

La Tabla 39 presenta la conformación de grupos homogéneos según la prueba de Tukey. Antes de la aplicación, el análisis ubicó a todos los tratamientos dentro del mismo grupo "a", indicando que los promedios de daño (entre 16.6% y 25.45%) eran estadísticamente equivalentes al inicio de la segunda intervención.

Para la evaluación a los 6 días, la prueba confirmó la separación de los promedios en categorías distintas. El Testigo Absoluto (T0) se ubicó en el grupo superior "c" con el nivel más alto de daño (41.1%). En contraste, el Emamectin benzoato (T1) se aisló en el grupo inferior "a" con el menor valor de daño (12.2%), mientras que el resto de los tratamientos mostraron un comportamiento intermedio o similar al testigo (grupos "ab" y "bc").

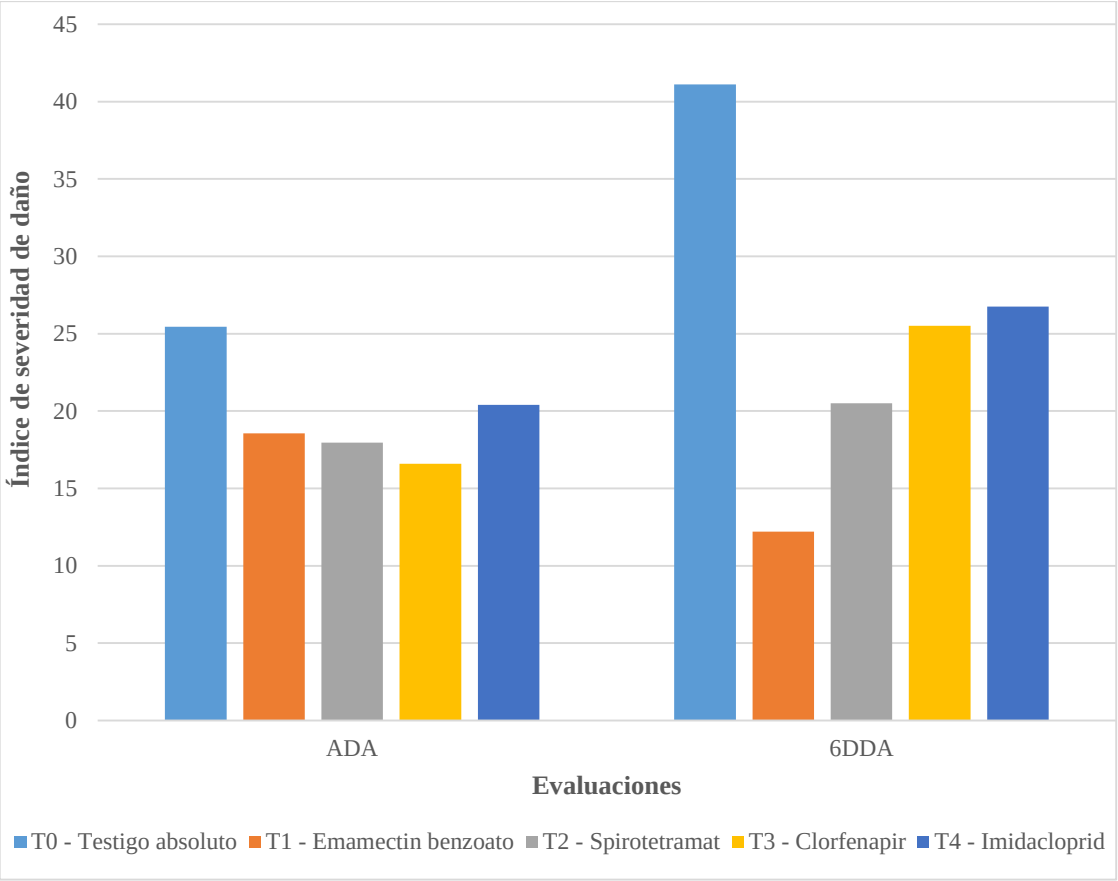


Figura 10. Dinámica del Índice de severidad de daño de los insecticidas durante la segunda aplicación.

La Figura 10 ilustra la dinámica de la severidad del daño durante la segunda aplicación. En la evaluación previa (ADA), se observa un perfil visual homogéneo entre las barras de los diferentes tratamientos, las cuales oscilan uniformemente en un rango cercano al 20%, ratificando gráficamente la consistencia inicial de la infestación en el campo antes de la segunda intervención.

Para la evaluación a los 6 días (6DDA), el gráfico revela un comportamiento divergente. Mientras la barra del Testigo Absoluto (T0) asciende drásticamente superando el 40% de severidad, el Emamectin benzoato (T1) destaca visualmente con la barra más baja (cercana al 12%), evidenciando su superioridad en el control. Los demás tratamientos (T2, T3 y T4) presentan una respuesta intermedia, conteniendo el daño por debajo del nivel del testigo, pero sin alcanzar la reducción observada en el T1.

3.3.3 Índice de severidad de daño en la tercera aplicación

TABLA 40

ÍNDICE DE SEVERIDAD DE DAÑO (IDP) EN EL CULTIVO OCASIONADO POR *PRODIPLOSIS SP*. EN LA TERCERA APLICACIÓN

Tratamiento	Bloque	Antes de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
Testigo absoluto	I	43.0	38.0
	II	43.0	28.0
	III	35.4	33.0
	IV	43.0	48.0
Emamectin benzoato	I	18.0	10.2
	II	20.4	5.2
	III	23.0	15.2
	IV	28.0	13.0
Spirotetramat	I	28.0	13.0
	II	13.0	15.4
	III	23.0	5.2
	IV	18.0	15.2
Clorfenapir	I	18.0	7.6
	II	23.0	2.6
	III	28.0	15.4
	IV	33.0	33.0
Imidacloprid	I	38.0	23.0
	II	28.0	20.4
	III	18.0	10.4
	IV	23.0	12.8

La Tabla 40 presenta los valores del Índice de Severidad de Daño (IDP) para la tercera aplicación. La tabla nos indica que, antes de la intervención, existía una marcada diferencia inicial: el Testigo Absoluto (T0) presentaba un daño avanzado y uniforme, oscilando entre 35.4% y 43.0%. Por su parte, los tratamientos químicos iniciaron esta etapa con niveles de severidad menores (entre 13.0% y 38.0%), producto del control acumulado en las fechas previas. Para la evaluación a los 6 días, se confirma la persistencia de la protección química. Mientras el testigo mantuvo niveles críticos de daño que alcanzaron hasta un 48.0% en el Bloque IV, los tratamientos lograron reducir o estabilizar la severidad. Destaca la consistencia del T1 (Emamectin benzoato) y el T2 (Spirotetramat), que mantuvieron el daño mayoritariamente en rangos bajos (5.2% a 15.4%), evitando que el deterioro del follaje progresara hacia los niveles severos observados en las plantas sin tratar.

TABLA 41

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%) DEL ÍNDICE DE SEVERIDAD DE DAÑO (IDP) EN EL CULTIVO DURANTE LA TERCERA APLICACIÓN

Tratamiento	Antes de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
T0 – Testigo absoluto	5.61	13.62
T1 - Emamectin benzoato	10.40	22.38
T2 - Spirotetramat	17.41	23.35
T3 - Clorfenapir	14.19	52.82
T4 - Imidacloprid	17.79	19.66
Total	19.11	37.07

La Tabla 41 presenta el análisis de variabilidad de los datos de severidad transformados. Antes de la aplicación, el Coeficiente de Variación (CV) del 19.11% indica una dispersión inicial moderada en la distribución del daño en los bloques experimentales. Como se observa en la tabla, este escenario cambió a los 6 días, donde la variabilidad se incrementó notablemente a un CV de 37.07%. Este aumento refleja la heterogeneidad generada por la efectividad de los tratamientos, que rompieron la uniformidad del daño severo observada en el testigo.

TABLA 42

RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (P-VALOR) PARA EL ÍNDICE DE SEVERIDAD DE DAÑO (IDP) DURANTE LA TERCERA APLICACIÓN

Efectos principales	Valor p	
	Antes de la aplicación	6 días después de la aplicación
Tratamiento	0.009 **	0.007 **
Bloque	0.721 NS	0.257 NS
* Significancia	** Alta significancia	NS No significante

En la Tabla 42 observamos los niveles de significancia del ANVA para la tercera aplicación. Antes de la intervención, el p-valor de 0.009 para el factor Tratamiento revela diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$). Este resultado es consistente con el historial del ensayo, reflejando que los tratamientos químicos iniciaron esta fase con una carga de daño significativamente menor a la del testigo debido al control acumulado de las aplicaciones previas.

La tabla también muestra que a los 6 días post-aplicación se mantuvo la tendencia con un p-valor de 0.007, confirmando diferencias altamente significativas. Esto valida estadísticamente que los productos lograron sostener la supresión del daño frente al testigo a lo largo del tiempo.

Adicionalmente, el análisis del factor Bloque arrojó valores no significativos en ambas fechas (0.721 y 0.257), descartando la influencia de la ubicación espacial en la respuesta observada.

TABLA 43

PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE TUKEY PARA EL ÍNDICE DE SEVERIDAD DE DAÑOS EN LA TERCERA APLICACIÓN

Tratamiento	Antes de la aplicación (%)	6 días después de la aplicación (%)
T0 - Testigo absoluto	41.1* b**	36.75 b
T1 - Emamectin benzoato	22.35 a	10.9 a
T2 - Spirotetramat	20.5 a	12.2 a
T3 - Clorfenapir	25.5 ab	14.65 a
T4 - Imidacloprid	26.75 ab	16.65 ab

* Los valores presentados son los promedios originales (%).

**El análisis estadístico y la asignación de letras se realizaron con los datos transformados mediante la función arcoseno de la raíz cuadrada.

La Tabla 43 presenta la conformación de grupos homogéneos según la prueba de Tukey. Antes de la aplicación, el análisis detectó una heterogeneidad inicial significativa: el Testigo Absoluto (T0) se ubicó en el grupo superior "b" con un 41.1% de daño, diferenciándose de los tratamientos T1 y T2 (grupo "a"). Por su parte, el Clorfenapir y el Imidacloprid mostraron niveles intermedios (grupo "ab"), confirmando que el ensayo partió con una carga de daño desigual producto del acumulado histórico.

Para la evaluación a los 6 días, la prueba ratificó la eficacia de la mayoría de los químicos. El testigo se mantuvo en el grupo "b" con el mayor deterioro (36.75%). En contraste, el Emamectin benzoato, Spirotetramat y Clorfenapir se consolidaron en el grupo "a" con los niveles más bajos de severidad (entre 10.9% y 14.65%). El Imidacloprid mostró un comportamiento de transición (grupo "ab"), logrando reducir el daño numéricamente pero sin diferenciarse estadísticamente por completo del testigo en esta fecha específica.

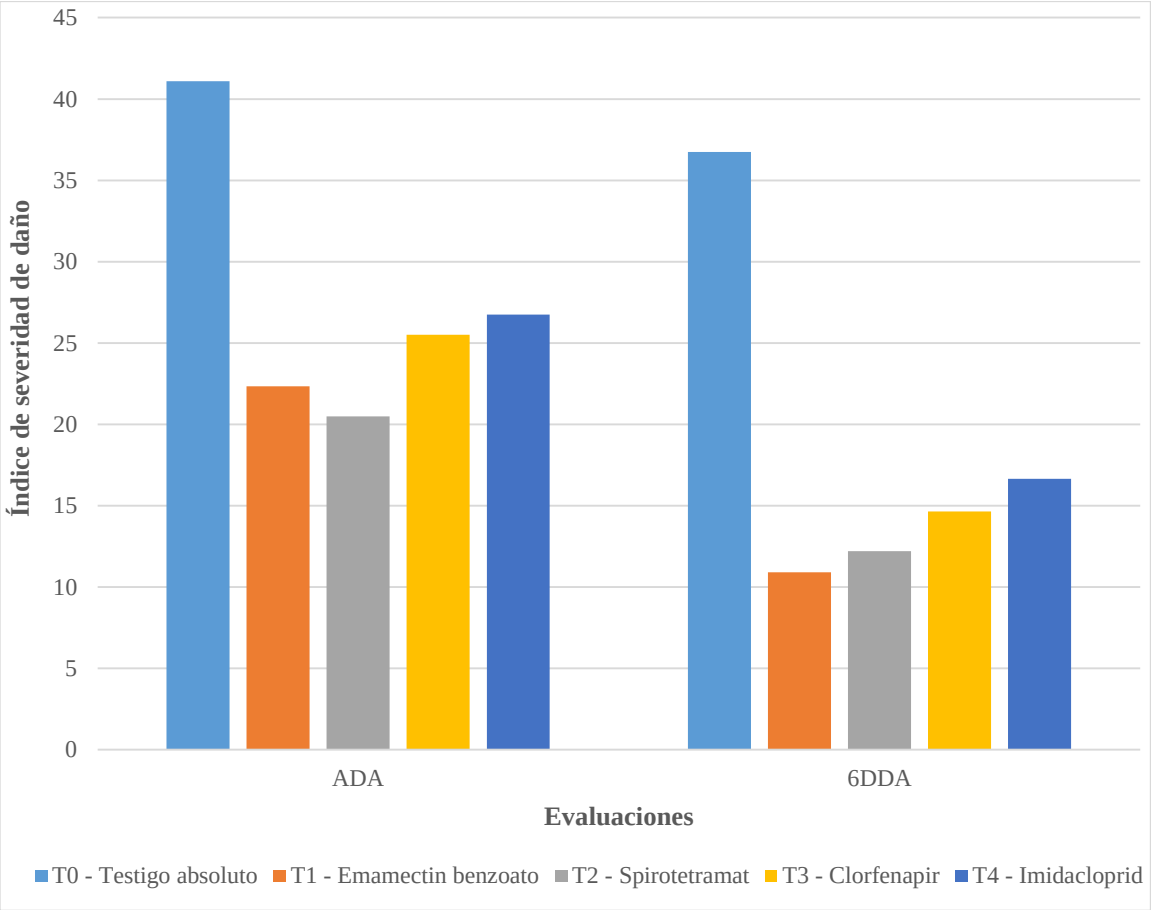


Figura 11. Dinámica del Índice de severidad de daño de los insecticidas durante la tercera aplicación.

La Figura 11 ilustra la dinámica de la severidad del daño durante la tercera aplicación. En la evaluación previa (ADA), se observa una clara diferencia visual entre las barras: el Testigo Absoluto (T0) presenta una columna prominente que supera el 40%, mientras que los tratamientos químicos muestran barras considerablemente más bajas (entre 16% y 27%). Esto confirma gráficamente que el ensayo inició esta etapa con una carga de daño desigual debido al control acumulado en las fechas anteriores.

Para la evaluación a los 6 días (6DDA), el gráfico ratifica la superioridad del control químico. La barra del testigo se mantiene elevada (cercana al 37%), indicando la persistencia del daño. En contraste, las barras de los tratamientos, especialmente la del Emamectin benzoato (T1) y el Spirotetramat (T2), se mantienen en niveles mínimos (alrededor del 11% y 12%), demostrando visualmente su capacidad para suprimir la expresión de la "caracha" frente a la alta presión observada en las plantas sin protección.

3.4 Ocurrencia estacional de plagas

3.4.1 Registro de insectos plaga asociados al cultivo de pallar durante la investigación

TABLA 44

LISTADO DE PLAGAS REGISTRADAS DURANTE LA INVESTIGACIÓN

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Importancia
Diptera	Cecidomyiidae	*Prodiplosis sp.*	Caracha / Negrita	Plaga Clave
Hemiptera	Aleyrodidae	*Bemisia tabaci*	Mosca blanca	Secundaria
Lepidoptera	Gracillariidae	*Phyllocnitis sp.*	Minador de la hoja	Secundaria
Lepidoptera	Noctuidae	*Agrotis sp.*	Gusano de tierra	Ocasional

La Tabla 44 detalla el complejo de plagas identificadas durante la fenología del cultivo. Se determinó que *Prodiplosis sp.* fue la especie predominante y de mayor importancia económica (Plaga Clave), manteniendo una presencia constante en los brotes. Adicionalmente, se registraron plagas secundarias como la Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y el Minador de la hoja (*Phyllocnitis sp.*), cuyas poblaciones fluctuaron durante la campaña sin superar el umbral de daño de la plaga principal. El Gusano de tierra (*Agrotis sp.*) se presentó únicamente como una plaga ocasional en las etapas iniciales de instalación del cultivo.

3.4.2 Fluctuación poblacional y su relación con la temperatura

TABLA 45

Fluctuación poblacional semanal de las principales plagas y controladores biológicos evaluados en el cultivo de pallar durante los meses de octubre, noviembre y diciembre

Plaga	Unidad	Octubre				Noviembre				Diciembre		
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3
Prodiplosis sp.	Larva /brote	1.0	1.5	1.2	1.2	1.2	1.1	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
Bemisia tabaci	Adulto /hoja	1.4	13.0	7.0	3.8	0.5	0.7	0.5	0.4	0.5	0.2	0.1
Phyllocnitis sp.	Larva /hoja	1.5	1.2	0.5	0.5	0.5	0.8	0.5	0.6	0.3	0.3	0.3
Gusano de tierra	Larvas	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Para determinar la ocurrencia estacional, se realizó un monitoreo semanal exhaustivo contabilizando los individuos por órgano evaluado (Tabla 45). Como se puede observar, la presencia de *Prodiplosis sp.* fue constante durante los tres meses de evaluación, con promedios que fluctuaron entre 1.0 y 1.5 larvas por brote.

Esta presión sostenida de la plaga, independientemente de la etapa fenológica y las aplicaciones, se atribuye a la configuración del agroecosistema del fundo. Al tratarse de una unidad productiva dedicada principalmente a frutales, estos cultivos perennes actúan como reservorios naturales y fuentes constantes de inóculo de la plaga. El área experimental, destinada a la rotación de cultivos estacionales (maíz, pallar y menestras), se encuentra expuesta a una migración continua de adultos provenientes de los frutales colindantes, lo que genera un 'efecto de borde' persistente y dificulta la erradicación total de la plaga.

Por otro lado, *Bemisia tabaci* mostró un comportamiento explosivo en la segunda semana de octubre (13 adultos/hoja), favorecido probablemente por la migración desde cultivos vecinos o malezas hospedantes, para luego descender drásticamente coincidiendo con las aplicaciones generales de control realizadas en el fundo.

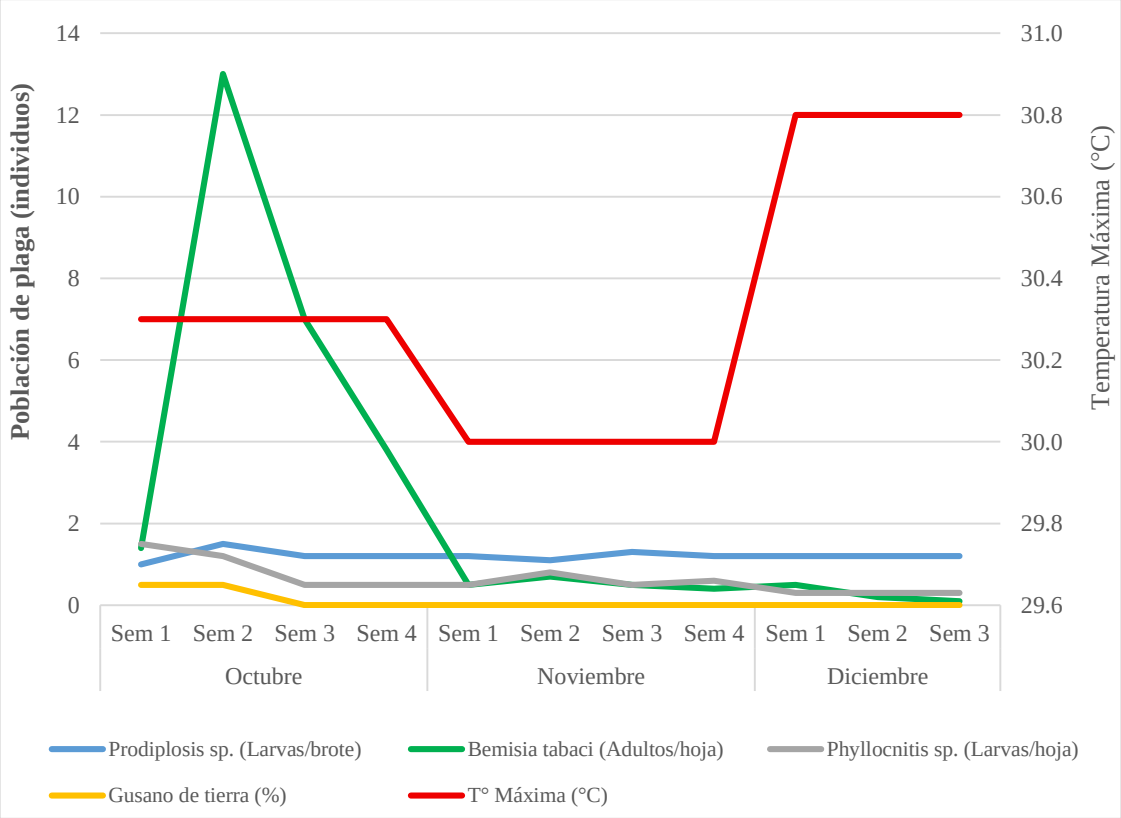


Figura 12. Dinámica poblacional de plagas y su relación con la temperatura máxima.

La Figura 12 presenta la fluctuación poblacional de las cuatro plagas identificadas en relación con la temperatura máxima, la cual se mantuvo estable entre 30.0°C y 30.8°C.

- *Prodiplosis sp.* (Línea azul): Mantuvo una población constante y persistente durante todo el cultivo (1.0 a 1.5 larvas/brote), confirmando su estatus de plaga clave adaptada a las condiciones cálidas del valle.
- *Bemisia tabaci* (Línea verde): Presentó un comportamiento explosivo y focalizado, con un pico drástico de 13 adultos/hoja en la segunda semana de octubre, para luego descender abruptamente, indicando una infestación puntual severa.
- *Phyllocnitis sp.* (Línea naranja): El minador de la hoja mostró una presencia moderada al inicio del cultivo (1.5 larvas/hoja en la semana 1), compitiendo con *Prodiplosis*, pero su población descendió progresivamente hacia niveles bajos (0.3) conforme el cultivo maduró, comportándose como una plaga secundaria.
- Gusano de tierra (Línea marrón): Su incidencia fue exclusiva de las dos primeras semanas (fase de instalación), desapareciendo totalmente del registro a partir de la tercera semana de octubre.

3.5 Evaluación del peso total y calidad comercial de frutos (Y4 y Y5)

Durante el desarrollo de la investigación, la persistente presión de *Prodiplosis sp.* (confirmada en la Figura 12 con poblaciones constantes bajo condiciones de 30°C), sumada al ataque severo de *Bemisia tabaci* en la etapa de floración (octubre), provocó un colapso fisiológico en el cultivo. Se registró una abscisión floral generalizada y el aborto de la totalidad de las vainas en formación en las parcelas testigo y experimentales.

Debido a este daño irreversible en la etapa reproductiva crítica, no fue factible cuantificar las variables de peso total (Y4) y calidad comercial (Y5). Este resultado, lejos de ser un dato perdido, constituye una evidencia agronómica contundente: demuestra que, bajo las condiciones climáticas del valle de Ica, la agresividad de *Prodiplosis sp.* es capaz de comprometer el 100% del rendimiento comercial si no se logra un control absoluto en las primeras etapas fenológicas.

IV. DISCUSIÓN

4.1 Conteo de población de larvas de *Prodiplosis sp.* (Y1)

Los resultados de la presente investigación demostraron que la aplicación de los cuatro insecticidas evaluados (Emamectin benzoato, Spirotetramat, Clorfenapir e Imidacloprid) redujo significativamente la población de larvas de Prodiplosis sp. en comparación con el Testigo absoluto. Se logró disminuir la infestación a niveles mínimos (cercanos a 0 larvas/brote) a los 2 días después de cada aplicación, confirmando la alta susceptibilidad de los estadios inmaduros de la plaga a estas moléculas bajo las condiciones del valle de Ica.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado localmente por el investigador Segovia [22] en el valle de Villacurí, Ica, quien determinó que el uso de insecticidas sistémicos y de contacto, específicamente la mezcla de Emamectin benzoato e Imidacloprid, logró disminuir la incidencia larval hasta en un 100% en etapas fenológicas críticas de la sandía. Nuestra investigación confirma que, incluso aplicados por separado, estos ingredientes activos mantienen una contundencia similar en el cultivo de pallar, validando su eficacia en la zona.

Respecto al desempeño del Emamectin benzoato (T1), la drástica caída poblacional observada concuerda con los estudios del investigador Choi y su equipo [8], quienes reportaron una mortalidad larval superior al 94% para este ingrediente activo en ensayos de laboratorio con insectos de la misma familia (*Cecidomyiidae*). Sin embargo, se difiere parcialmente de lo observado por Muhamad en Pakistan [10] en cultivo de mango, donde el Emamectin registró la mortalidad más baja (71%) frente a otros productos; esta discrepancia podría atribuirse a diferencias en la formulación o a la susceptibilidad específica de la especie de Cecidomyiidae presente en cada región.

En cuanto al Imidacloprid (T4), nuestra investigación validó su alta eficacia estadística al ubicarse en el grupo de mejor control. Este resultado contrasta notablemente con lo reportado en la irrigación Chavimochic [13], donde se encontró una eficacia muy baja (20-23%) para esta molécula en el cultivo de espárrago, sugiriendo problemas de resistencia en el norte del país. El hecho de que en Ica el Imidacloprid siga funcionando eficientemente sugiere que las poblaciones locales de *Prodiplosis sp*. en pallar aún no han desarrollado los niveles de resistencia observados en otras zonas agroindustriales, o que la presión de selección ha sido menor en este cultivo.

4.2 Porcentaje de Eficacia de Control de *Prodiplosis sp.* (Y2)

Al analizar la eficacia mediante la fórmula de Henderson-Tilton, se determinó que todos los tratamientos alcanzaron niveles de control sobresalientes a los 2 días de la aplicación, oscilando mayoritariamente entre el 85% y el 100%. Este alto efecto de choque inicial concuerda con lo establecido por Cañarte y su equipo [30] en Ecuador, quienes reportaron que ingredientes activos

como el Imidacloprid pueden superar el 81% de eficacia en el control de *P. longifila* en tomate cuando se aplican oportunamente.

Específicamente para el Spirotetramat (T2), los valores de eficacia obtenidos (superiores al 90% en el efecto de choque) se alinean con la investigación de Rodríguez [17] en La Libertad. En dicho estudio, el Spirotetramat alcanzó eficiencias del 77% al 95% frente al testigo, siendo estadísticamente similar a mezclas potentes de abamectinas. Asimismo, corrobora los hallazgos en el valle de Virú [21], donde se concluyó que la sistemia bidireccional de este producto es determinante para alcanzar larvas protegidas dentro de brotes deformados, una característica clave para el éxito observado en nuestro ensayo con pallar.

Sin embargo, se observó una disminución generalizada de la eficacia a los 6 días después de la aplicación, producto de la rápida reinfestación y la degradación natural de los activos. A pesar de ello, tratamientos como la mezcla de Imidacloprid mantuvieron valores numéricos superiores en la fase residual. Esto respalda lo mencionado por Martel [19] en Barranca, quien concluyó que los neonicotinoides sistémicos ofrecen un efecto de choque y residualidad adecuado para mantener las poblaciones por debajo del umbral de daño económico, validando su uso dentro de una estrategia de rotación

4.3 Índice de Severidad de Daño (IDP) (Y3)

En cuanto a la severidad del daño, nuestra investigación evidenció un contraste drástico a los 6 días después de cada aplicación. Mientras que el Testigo Absoluto experimentó un deterioro progresivo, alcanzando niveles críticos de daño (superiores al 30-40%) con síntomas severos de deformación en brotes y vainas, los tratamientos químicos lograron mantener la sanidad del cultivo con índices de daño significativamente menores (entre 5% y 15%). Estos resultados corroboran lo reportado por el investigador Valbuena [12] en Colombia, quienes concluyeron que el uso de insecticidas de síntesis química es determinante para disminuir la severidad del daño en órganos reproductivos, superando ampliamente a otras estrategias de control menos contundentes.

La manifestación de los síntomas observados en las parcelas no tratadas (Testigo), caracterizados por la suberización de tejidos y deformación de brotes, coincide plenamente con la descripción realizada por Arteaga [16]. En su investigación en tomate, este autor identificó que las lesiones provocadas por el raspado de las larvas generan una costra característica o "caracha" que compromete irreversiblemente la calidad comercial del fruto. Nuestra tesis confirma que este mismo patrón de daño severo se replica en el pallar var. 'Precoz erecto' en Ica si no se implementa un control químico oportuno con moléculas eficaces como el Emamectin benzoato o el Imidacloprid.

4.4 Ocurrencia de plagas durante la investigación (Y4)

El análisis de la dinámica poblacional reveló que *Prodiplosis sp.* mantuvo una presencia constante y sostenida durante toda la campaña, sin mostrar descensos naturales significativos. Este comportamiento se relaciona directamente con las condiciones climáticas registradas durante el ensayo, donde las temperaturas máximas se mantuvieron estables alrededor de los 30°C. Esto difiere parcialmente de lo reportado en la irrigación Chavimochic [32], quienes identificaron picos poblacionales marcados en meses específicos (mayo y noviembre). La estabilidad observada en Ica sugiere que las condiciones térmicas del valle favorecen la superposición continua de generaciones de la plaga.

Asimismo, se registró la ocurrencia concurrente de *Bemisia tabaci* (Mosca blanca), la cual presentó un pico explosivo y focalizado durante la etapa de floración (octubre), para luego descender abruptamente. Este hallazgo valida la importancia de considerar el complejo de plagas en el manejo fitosanitario, tal como lo advierte Segovia [22] en su estudio local en Villacurí. Aunque *Prodiplosis* fue la plaga clave y persistente, la irrupción temporal de plagas secundarias bajo condiciones de estrés térmico puede exacerbar el daño fisiológico en el cultivo, como se evidenció con el aborto floral observado en nuestro ensayo.

4.5 Impacto de *Prodiplosis sp.* en el Rendimiento y Calidad de Frutos (Y5 y Y6)

La pérdida total de la cosecha registrada en esta investigación (rendimiento de 0 kg/ha), causada por el aborto generalizado de flores y vainas, confirma de manera contundente el potencial destructivo de *Prodiplosis sp.* en el valle de Ica. Este resultado extremo supera lo reportado por Cañarte [30] en Ecuador, quienes estimaron que la falta de control reduce el peso de los frutos en un 70.40%. En nuestro caso, la combinación de altas temperaturas y una presión constante de la plaga llevó el daño más allá de una reducción parcial, provocando un colapso productivo absoluto en las unidades experimentales.

Sin embargo, este escenario de pérdida del 100% coincide plenamente con lo advertido por Manzano [7] en Colombia, quienes documentaron que, bajo condiciones de alta infestación, *Prodiplosis longifila* es capaz de ocasionar pérdidas totales de la producción en cultivos hortícolas susceptibles. Del mismo modo, se alinea con las observaciones de Valbuena [12], quienes señalaron que la severidad del daño en órganos reproductivos es el factor limitante que puede comprometer hasta el 80% o más del rendimiento comercial si no se interrumpe el ciclo de la plaga. Por lo tanto, la ausencia de datos de peso (Y5) y calidad (Y6) en nuestro ensayo no debe interpretarse como una falta de respuesta agronómica, sino como la evidencia máxima de la agresividad de la plaga en la variedad 'Precoz erecto'. Esto valida la hipótesis de que el cultivo de pallar en Ica es inviable comercialmente sin un programa de protección fitosanitaria riguroso y oportuno durante las etapas de floración y cuajado.

V. CONCLUSIONES

1. Los cuatro insecticidas evaluados (Emamectin benzoato, Spirotetramat, Clorfenapir e Imidacloprid) demostraron ser altamente eficaces para el control de larvas de Prodiplosis sp. en el cultivo de pallar var. 'Precoz erecto'. Todos los tratamientos lograron un contundente efecto de choque a los 2 días después de la aplicación, reduciendo la población a niveles cercanos a cero y manteniendo el Índice de Severidad de Daño (IDP) por debajo del 15%, en contraste con el testigo absoluto que superó el 40% de daño. Estadísticamente, no existieron diferencias significativas entre los cuatro ingredientes activos en cuanto a su eficacia general.

2. Si bien todos los productos alcanzaron porcentajes de eficacia superiores al 85% en el efecto inicial, su residualidad disminuyó notablemente a los 6 días después de la aplicación. Esta pérdida de control se debió a la rápida reinfestación favorecida por las altas temperaturas constantes (30°C) del valle de Ica. Numéricamente, el Imidacloprid mostró mayor estabilidad en su efecto residual, mientras que el Emamectin benzoato y el Spirotetramat lograron mantener los índices de severidad de daño más bajos (inferiores al 12%), por lo que se recomienda su rotación para evitar la resistencia de la plaga.

3. La alta presión poblacional de Prodiplosis sp., sumada al ataque concurrente de Bemisia tabaci durante la etapa crítica de floración, provocó un colapso fisiológico en el cultivo, resultando en la abscisión floral y el aborto total de las vainas. Esto generó una pérdida del 100% del rendimiento comercial en las parcelas sin un control absoluto y oportuno, demostrando el devastador impacto económico de esta plaga y la inviabilidad comercial del cultivo de pallar en la zona sin un manejo fitosanitario riguroso.

4. Prodiplosis sp. se comportó como la plaga clave del cultivo, presentando una ocurrencia estacional constante y sostenida durante toda la campaña (con promedios de 1.0 a 1.5 larvas por brote), sin mostrar descensos naturales significativos. Esta persistencia está directamente relacionada con las condiciones térmicas estables del valle de Ica y el "efecto de borde" generado por los cultivos frutales perennes colindantes, los cuales actúan como reservorios naturales y fuentes continuas de inóculo de la plaga.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda rotar los insecticidas evaluados (Emamectin, Spirotetramat e Imidacloprid), ya que todos mostraron una gran eficacia inicial. Alternar sus modos de acción es clave para evitar que la plaga desarrolle resistencia en Ica, como ya ocurrió en el norte del país. Se sugiere no aplicar el mismo producto dos veces seguidas para conservar su efectividad por más campañas.

- Se sugiere ajustar la frecuencia de las aplicaciones a un máximo de 4 o 5 días durante la floración y cuajado. El estudio demostró que, debido al calor constante (30°C), la eficacia de los productos baja notablemente a los 6 días por la rápida reinfestación. Reducir el intervalo evitará que la "caracha" dañe la cosecha cuando el efecto del insecticida disminuye.

- Es necesario apoyar el control químico con limpieza del campo. Se sugiere eliminar malezas y restos de cosechas anteriores antes de sembrar, además de controlar el riego para evitar el exceso de humedad que favorece a las pupas en el suelo. Estas labores culturales bajan la presión de la plaga, permitiendo que los insecticidas funcionen mejor y no se vean sobrepasados.

- Se aconseja vigilar constantemente el Imidacloprid en la zona media de Ica. Aunque nuestra tesis probó que aquí todavía funciona muy bien, su uso excesivo puede generar resistencia rápidamente. Sería ideal realizar pruebas de laboratorio cada dos campañas para detectar si la plaga se vuelve fuerte y retirar el producto a tiempo antes de que falle en el campo.

- Se sugiere realizar nuevas investigaciones que integren controladores biológicos o extractos naturales junto a los químicos. Dada la agresividad de Prodiplosis, que puede causar pérdidas totales, es vital buscar estrategias mixtas. El objetivo debe ser encontrar el umbral económico exacto en la variedad 'Precoz erecto' para ayudar al agricultor a reducir costos sin arriesgar su producción.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CEDEP, "Manual del Cultivo de Pallar," Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación, Boletín, 2009. [En línea]. Disponible en: https://es.scribd.com/doc/70257107/pallar.

[2] Indecopi, "Orgullo peruano: conoce nuestros 10 productos con denominación de origen que son motivo de celebración este 28 de julio," *Gob.pe*, jul. 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.gob.pe/institucion/indecopi/noticias/809340-orgullo-peruano-conoce-nuestros-10-productos-con-denominacion-de-origen-que-son-motivo-de-celebracion-este-28-de-julio.

[3] RPP Noticias, "Gastronomía: Los pallares iqueños," *RPP*, mar. 2013. [En línea]. Disponible en: https://rpp.pe/lima/actualidad/gastronomia-los-pallares-iquenos-noticia-578361.

[4] SENASA, "Ica: Evaluación fitosanitaria al cultivo de pallar en Changuillo," *Senasa Contigo*, ago. 2017. [En línea]. Disponible en: https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/ica-evaluacion-fitosanitaria-al-cultivo-de-pallar-en-changuillo/.

[5] F. Geraud Pouey, A. Garces, N. Contreras y J. Geraud Chirino, "*Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae), evolución como plaga y un método para evaluar sus poblaciones en tomate," *Rev. Colomb. Entomol.*, vol. 48, no. 1, jun. 2022. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v48n1/2665-4385-rcen-48-01-e7807.pdf.

[6] J. Chávez V., O. Valarezo C., E. Cañarte B. y B. Navarrete C., "Estudio de la dinámica poblacional de *Prodiplosis longifila* (Díptera: Cecidomyiidae) en cultivos de tomate en el Valle del Río Portoviejo," en *XII Seminario Nacional de Sanidad Vegetal*, Latacunga, Ecuador, nov. 2003. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/bb880310-112d-4f94-a76e-b486bf75c415/content.

[7] M. R. Manzano, L. M. Hernández, Y. C. Guzmán, A. Martínez Arias y J. J. Selvaraj, "The bud midge *Prodiplosis longifila*: Damage characteristics, potential distribution and presence on a new crop host in Colombia," *SpringerPlus*, vol. 4, no. 205, 2015. [En línea]. Disponible en: https://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/s40064-015-0987-6.

[8] Y. Choi, Y. Nam, I. Hwang e I. Han, "Selection of Low Toxic Chemicals among 47 Pesticides Used in Cucumber for Aphid Predator, Aphidoletes aphidimyza Rondani (Diptera: Cecidomyiidae)," *Korean J. Appl. Entomol.*, vol. 52, no. 3, pp. 161-169, 2013. [En línea]. Disponible en: https://koreascience.kr/article/JAKO201336447764545.page.

[9] D. T. Chirinos *et al.*, "Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: La magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador," *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, vol. 20, no. 1, 2020. [En línea]. Disponible en: https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/1276/611.

[10] W. Muhammad, U. Javed, S. Saeed, A. K. Kassi, N. Iqbal e I. Ahmad, "Evaluation of different insecticides against mango midges (Diptera: Cecidomyiidae)," *J. Entomol. Zool. Stud.*, vol. 5, no. 4, pp. 1888-1890, 2017. [En línea]. Disponible en: https://www.entomoljournal.com/archives/?year=2017&vol=5&issue=4&ArticleId=2284.

[11] G. B. Constante Tubay, E. G. Cañarte Bermúdez, J. B. Navarrete Cedeño y V. A. Saldarriaga Lucas, "Situación actual de *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en zonas tomateras de Manabí, Ecuador," *Rev. Manglar*, vol. 20, no. 1, abr. 2023. [En línea]. Disponible en: https://revistas.untumbes.edu.pe/index.php/manglar/es/article/view/364.

[12] O. Valbuena Calderón, A. Bolaños Trujillo y M. Muriel Rodríguez, "Evaluación de daño causado por *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en un cultivo de Solanum lycopersicum L. en Gigante, Huila," *Rev. Agricolae & Habitat*, vol. 1, no. 1, pp. 46-62, 2018. [En línea]. Disponible en: https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/agricolae/article/view/2344/2450.

[13] J. R. Castillo Valiente *et al.*, "*Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) in asparagus (Asparagus officinalis) crop in Chavimochic Irrigation Project," *Peruv. J. Agron.*, vol. 4, no. 3, pp. 75-81, 2020. [En línea]. Disponible en: https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/jpagronomy/article/view/1645/pdf_45.

[14] J. E. Polo Valencia, "Estudio del Control Químico de *Prodiplosis longifila* Gagné en *Lycopersicum esculentum* Mill, en Huanchaco, La Libertad," Tesis de Titulación, Univ. Nac. de Trujillo, Trujillo, Perú, 2017. [En línea]. Disponible en: https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8b055e3e-cf75-460b-98b3-e5f43a3d015b/content.

[15] Agraria.pe, "Manejo integrado de Prodiplosis longifila," *Agraria.pe*, jul. 2015. [En línea]. Disponible en: https://agraria.pe/noticias/manejo-integrado-de-prodiplosis-longifila-8623.

[16] M. Arteaga Leyva, "Control Químico de Prodiplosis longifila Gagné en *Solanum lycopersicum* L. en el híbrido Kattia en Consultora Costa Verde S.A.C. – Chepén – La Libertad," Tesis de Titulación, Univ. Nac. de Trujillo, Trujillo, Perú, 2017. [En línea]. Disponible en: https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/44660e6c-21fd-465c-bc7a-be3960375d84/content.

[17] D. L. Rodríguez Cerquera, "Evaluación de la eficiencia de dos dosis de la mezcla de spirodiclofen y abamectina, en el control de larvas de *Prodiplosis longifila* Gagné en el cultivo de espárrago," Tesis de Titulación, Univ. Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú, 2017. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.upao.edu.pe/item/7b1b96c5-e595-f7ab-e050-010a1c030756.

[18] H. J. Sucre López, "Comparativo de tres insecticidas y dos dosis en el control químico de *Prodiplosis longifila* Gagné en *Asparagus officinalis* L., en Virú - La Libertad," Tesis de Titulación, Univ. Nac. de Trujillo, Trujillo, Perú, 2012. [En línea]. Disponible en: https://dspace.unitru.edu.pe/items/8327407e-12c6-4ad3-be1b-91c893e4ba1f.

[19] Y. N. Martel Vergara, "Eficiencia del Galil 300 SC (Imidacloprid 250 g/L + Bifentrina 50 g/L) en el control de *Prodiplosis longifila*, en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo las condiciones edafoclimáticas del distrito de Barranca, provincia Barranca," Tesis de Titulación, Univ. Nac. Santiago Antúnez de Mayolo, Barranca, Perú, 2017. [En línea]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNM_d26968b4df8ec253d6765133ad261733.

[20] E. N. Mariño Capcha, "Efecto residual de benzoato de emamectina, clorantraniliprole y flubendiamide en el control de *Diaphania nitidalis* Stoll (Lepidoptera, Crambidae) en pepinillo (*Cucumis sativus* L.)," Tesis de Titulación, Univ. Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú, 2018. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.upao.edu.pe/item/7b1b96c5-eb52-f7ab-e050-010a1c030756.

[21] R. I. Bernabé Álvarez, "Efecto de cuatro insecticidas y tres dosis en el control de *Prodiplosis longifila* Gagné en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) en el valle de Virú, La Libertad, septiembre 2018," Tesis de Titulación, Univ. Nac. de Tumbes, Tumbes, Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.untumbes.edu.pe/items/9ffc0acf-67e1-400d-b59f-5b498fa36a45.

[22] I. Segovia Romani, "Fluctuación poblacional de los principales insectos fitófagos en el cultivo de sandía en el valle de Ica," Tesis de Maestría, Univ. Nac. Agraria La Molina, Lima, Perú, 2017. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/0d5ae1be-fb38-47f8-af4d-abc7002e4524/content.

[23] Feedipedia, "Lima bean (*Phaseolus lunatus*)," *Feedipedia.org*, 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.feedipedia.org/node/267.

[24] J. Rojas Sandoval y P. Acevedo Rodríguez, "*Phaseolus lunatus* (lima bean)," *CABI Compendium*, 2015. [En línea]. Disponible en: https://www.cabidigitallibrary.org/doi/abs/10.1079/cabicompendium.40620.

[25] E. F. Rodríguez Rodríguez *et al.*, "*Phaseolus lunatus* L. (Fabaceae) 'Pallar', un pequeño gigante empleado en la alimentación desde épocas Pre-Hispánicas," *Rev. Herb. Truxillense Sagasteguiana*, vol. 11, no. 1, 2023. [En línea]. Disponible en: https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSAGAS/article/download/5611/5685/21176.

[26] H. D. Huamán, R. Zamata Guzmán y V. H. Casa Coila, "Caracterización agro-morfológica de accesiones de pallar del banco nacional de germoplasma," *Bioagro*, vol. 35, no. 1, 2023. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.inia.gob.pe/items/21868e4f-1c3b-486a-814b-3526b071b351.

[27] S. Rojas Chávez, "*Phaseolus lunatus*," *Conabio.gob.mx*, 2010. [En línea]. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/phaseolus-lunatus/fichas/ficha.htm.

[28] L. M. Espinoza Melgar, F. Camarena Mayta y D. E. Zúñiga Dávila, "Caracterización morfológica de 30 genotipos de *Phaseolus lunatus* L. de la costa del Perú," *Ciencia Latina*, vol. 5, no. 5, 2021. [En línea]. Disponible en: https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1051/1440.

[29] R. J. Gagné, "Revision of *Prodiplosis* (Diptera: Cecidomyiidae) with Descriptions of Three New Species," *Ann. Entomol. Soc. Am.*, vol. 79, no. 1, ene. 1986. [En línea]. Disponible en: https://academic.oup.com/aesa/article-abstract/79/1/235/2759164?redirectedFrom=fulltext.

[30] E. Cañarte B., O. Valarezo C. y B. Navarrete C., "Manejo sostenible de la 'negrita' *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en tomate," *Estación Exp. Portoviejo*, 2003. [En línea]. Disponible en:

https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/097cdc14-fcea-4c38-9c92-b2fe0e643452/content.

[31] L. Hernández, Y. Guzmán, A. Martínez Arias, M. Manzano y J. Selvaraj, "The bud midge *Prodiplosis longifila*: Damage characteristics, potential distribution and presence on a new crop host in Colombia," *SpringerPlus*, vol. 4, no. 205, 2015. [En línea]. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4424221/.

[32] J. R. Castillo Valiente *et al.*, "*Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) in asparagus (Asparagus officinalis) crop in Chavimochic Irrigation Project," *Peruv. J. Agron.*, vol. 4, no. 3, dic. 2020. [En línea]. Disponible en: https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/jpagronomy/article/view/1645.

[33] J. Peña, R. Gagné y R. Duncan, "Biology and Characterization of *Prodiplosis Longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) on Lime in Florida," *Florida Entomologist*, vol. 72, no. 3. [En línea]. Disponible en: https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1010&context=systentomologyusda.

[34] Agraria.pe, "Ica cultiva el 72% del total del área de pallares en Perú," *Agraria.pe*, sep. 2018. [En línea]. Disponible en: https://agraria.pe/noticias/ica-cultiva-el-72-del-total-del-area-de-pallares-en-peru-17539.

[35] INDECOPI, "Dirección de Signos Distintivos," *Repositorio Institucional INDECOPI*, nov. 2023. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.indecopi.gob.pe/item/5b833f10-874c-45d1-8b75-4f62a8450830.

[36] Le Cordon Bleu Perú, "Recetario del Pallar de Ica," 2022. [En línea]. Disponible en: https://static1.squarespace.com/static/5899f957a5790ad5fcff7239/t/62df09d4d21e5a4a3b065c1b/1658784225570/RECETARIO+DEL+PALLAR+DE+ICA.pdf.

[37] C. Moreno Salguero, A. Bustillo Pardey, J. López Núñez, U. Castro Valderrama y G. Ramírez Sánchez, "Virulencia de nematodos entomopatógenos para el control del salivazo *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae) en caña de azúcar," *Rev. Colomb. Entomol.*, vol. 38, no. 2, jul. 2012. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882012000200016.

VIII. ANEXOS

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

Estación CO - Tacama

Longitud : 75° 43´ 13.88" S
Latitud : 13° 59´ 59.22" W
Altitud : 429 msnm

Dpto. : Ica
Provincia : Ica
Distrito : Tinguiña

Parámetro : Temperatura Máxima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.3	30.0	30.8
2024	32.4	33.6	-	-	-	-	-	-	-			

Parámetro : Temperatura Mínima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.2	14.8	16.8
2024	19.0	20.5	-	-	-	-	-	-	-			

Parámetro : Horas de Sol Total Mensual (HS)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	237.7	249.7	254.7
2024	224.8	201.6	-	-	-	-	-	-	-			

Parámetro : Humedad Relativa Media Mensual (%)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	75	74
2024	73	74	-	-	-	-	-	-	-			

Información preparada para: RIVAS RODRIGUEZ CLIVER
PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO

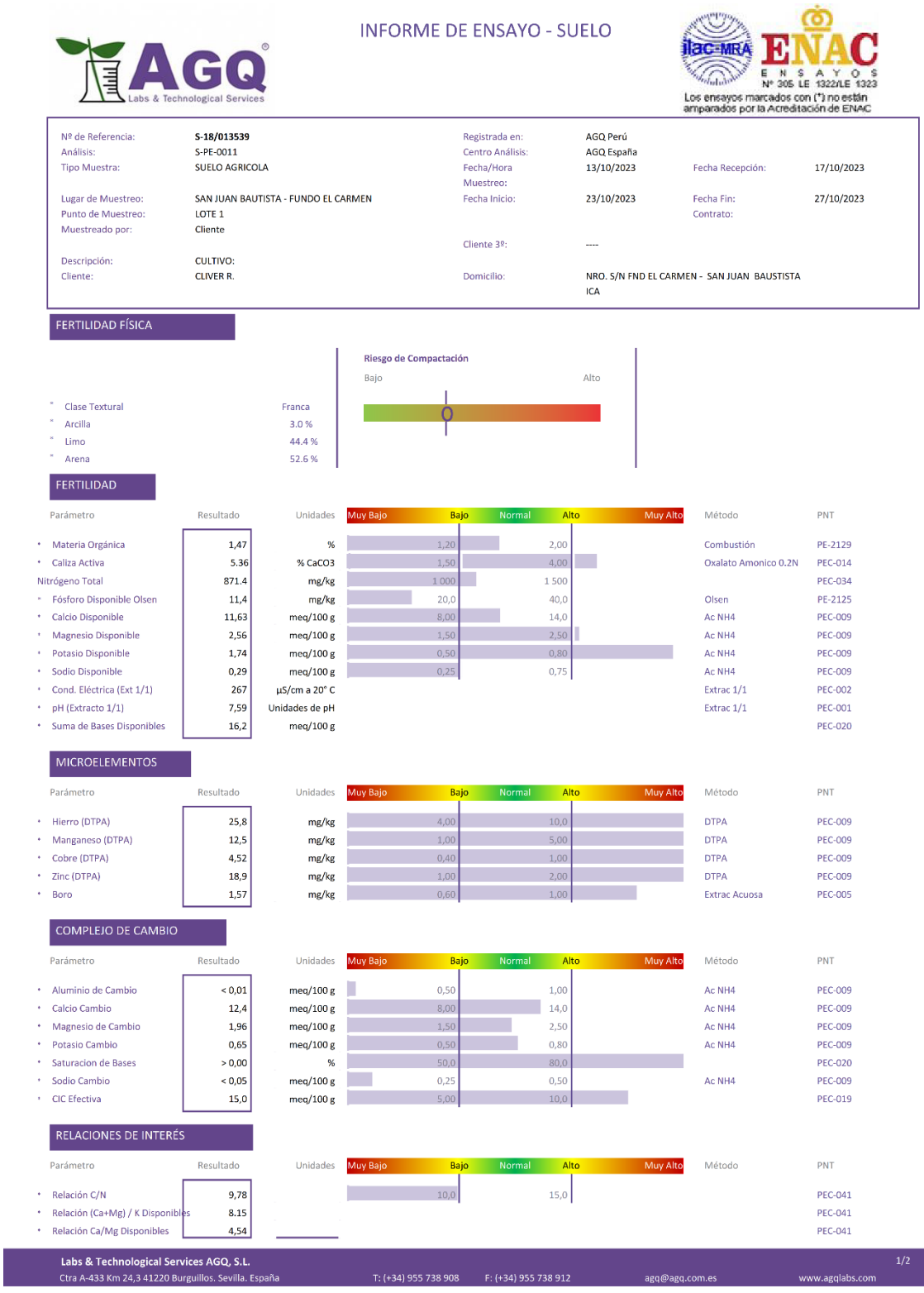
"OCURRENCIA ESTACIONAL Y ENSAYO QUÍMICO DE PRODIPLOSIS sp EN EL CULTIVO DE PALLAR (Phaselus lunatus L.)VARIEDAD PRECOZ ERECTO EN LA ZONA ALTA DEL VALLE DE ICA"

Firma Digital Senamhi
Firmado digitalmente por ROSAS LUJAN Ricardo Antonio FAU 20131366028 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 05.11.2025 17:29:18 -05:00

Ica, 05 de noviembre del 2025
Parque Industrial MZ A lote 5-Ica
Telef. 056-480148
www.senamhi.gob.pe

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

Figura 13. Datos meteorológicos durante la investigación



INFORME DE ENSAYO - SUELO

Los ensayos marcados con (*) no están amparados por la Acreditación de ENAC

Nº de Referencia:	S-18/013539	Registrada en:	AGQ Perú		
Análisis:	S-PE-0011	Centro Análisis:	AGQ España		
Tipo Muestra:	SUELO AGRICOLA	Fecha/Hora Muestreo:	13/10/2023	Fecha Recepción:	17/10/2023
Lugar de Muestreo:	SAN JUAN BAUTISTA - FUNDO EL CARMEN	Fecha Inicio:	23/10/2023	Fecha Fin:	27/10/2023
Punto de Muestreo:	LOTE 1			Contrato:	
Muestreado por:	Cliente				
		Cliente 3º:	----		
Descripción:	CULTIVO:				
Cliente:	CLIVER R.	Domicilio:	NRO. S/N FND EL CARMEN - SAN JUAN BAUSTISTA ICA		

FERTILIDAD FÍSICA

Riesgo de Compactación: Bajo — Alto

* Clase Textural	Franca
* Arcilla	3.0 %
* Limo	44.4 %
* Arena	52.6 %

FERTILIDAD

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
• Materia Orgánica	1,47	%		1,20		2,00		Combustión	PE-2129
• Caliza Activa	5.36	% CaCO3		1,50		4,00		Oxalato Amonico 0.2N	PEC-014
Nitrógeno Total	871.4	mg/kg		1 000		1 500			PEC-034
* Fósforo Disponible Olsen	11,4	mg/kg		20,0		40,0		Olsen	PE-2125
• Calcio Disponible	11,63	meq/100 g		8,00		14,0		Ac NH4	PEC-009
• Magnesio Disponible	2,56	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH4	PEC-009
• Potasio Disponible	1,74	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH4	PEC-009
• Sodio Disponible	0,29	meq/100 g		0,25		0,75		Ac NH4	PEC-009
• Cond. Eléctrica (Ext 1/1)	267	µS/cm a 20° C						Extrac 1/1	PEC-002
• pH (Extracto 1/1)	7,59	Unidades de pH						Extrac 1/1	PEC-001
• Suma de Bases Disponibles	16,2	meq/100 g							PEC-020

MICROELEMENTOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
• Hierro (DTPA)	25,8	mg/kg		4,00		10,0		DTPA	PEC-009
• Manganeso (DTPA)	12,5	mg/kg		1,00		5,00		DTPA	PEC-009
• Cobre (DTPA)	4,52	mg/kg		0,40		1,00		DTPA	PEC-009
• Zinc (DTPA)	18,9	mg/kg		1,00		2,00		DTPA	PEC-009
• Boro	1,57	mg/kg		0,60		1,00		Extrac Acuosa	PEC-005

COMPLEJO DE CAMBIO

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
• Aluminio de Cambio	< 0,01	meq/100 g		0,50		1,00		Ac NH4	PEC-009
• Calcio Cambio	12,4	meq/100 g		8,00		14,0		Ac NH4	PEC-009
• Magnesio de Cambio	1,96	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH4	PEC-009
• Potasio Cambio	0,65	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH4	PEC-009
• Saturacion de Bases	> 0,00	%		50,0		80,0			PEC-020
• Sodio Cambio	< 0,05	meq/100 g		0,25		0,50		Ac NH4	PEC-009
• CIC Efectiva	15,0	meq/100 g		5,00		10,0			PEC-019

RELACIONES DE INTERÉS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
• Relación C/N	9,78			10,0		15,0			PEC-041
• Relación (Ca+Mg) / K Disponibles	8.15								PEC-041
• Relación Ca/Mg Disponibles	4,54								PEC-041

Figura 14. Análisis de suelo, parte 1

INFORME DE ENSAYO - SUELO

Los ensayos marcados con (*) no están amparados por la Acreditación de ENAC

Nº de Referencia:	S-18/013539	Tipo Muestra:	SUELO AGRICOLA
Descripción:	CULTIVO:	Fecha Fin:	27/10/2023

RELACIONES DE INTERÉS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo / Bajo / Normal / Alto / Muy Alto	Método	PNT
* Relación Mg/K Disponibles	1,47				PEC-041

RELACIONES CATIÓNICAS

% Cationes Disponibles

Ca Disp.(65%/78%) Mg D(25%/14%) K D(10%/6%) Na D(0%/1%)

Ideal

Real

% Cationes de Cambio

Ca(77%/82%) Mg C(15%/13%) K C(5%/4%) Na C(3%/0%)

Ideal

Real

NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . N/L: No Legislado.

OBSERVACIONES:

FECHA EMISIÓN: 29/10/2023

P.A.

Ana Quintanilla Velazquez

Resp. Lab. Inorgánico

Figura 15. Análisis de suelo, parte 2

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
Facultad de Agronomía
Dirección Unidad de Investigación
"Fundo Arrabales" Altura Km 299 Panam. Sur
Teléf.:056-257444 Anexo 25
Ica – Perú

CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2026

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

Evaluación de la eficacia de cuatro insecticidas para el control de *Prodiplosis sp.* en el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) `Precoz erecto´ en la zona media del valle de Ica.

Presentado por:

RIVAS RODRIGUEZ CLIVER

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 00% de similitud (Cero por ciento de similitud) por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Según Reglamento para la evaluación de la originalidad de los documentos de investigación, aprobado con Resolución Rectoral N° 1668-R-UNICA-2020 – (18.1 La Universidad considera como original al documento de investigación que presenta un porcentaje de similitud menor o igual al veinte por ciento (20%) con textos de otros autores, según el informe automatizado de originalidad del programa informático adoptado por la Universidad.)

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

- Se analizó la **TESIS** mediante el programa informático iThenticate.
- Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de **40 palabras**, se adjunta pantallazo de la exclusión.

(15.5 La exclusión de cadenas sintácticas cortas procede para evitar que, frases habituales o de conexión, sean reportadas como similitudes. La longitud de las cadenas excluidas no debe superar las cuarenta (40) palabras y debe adecuarse a las características de la disciplina a la que corresponde el documento evaluado, además debe constar en el informe los criterios de exclusión utilizados).

Ica, 30 de abril del 2026.

.....

Dr. FELIX GUILLERMO FUENTES QUIJANDRIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Agronomía

.....

CARMINA PAOLA DONAYRE ESPINOZA
Operador del Programa Informático iThenticate