

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

**SUSCEPTIBILIDAD DE *Nylanderia fulva* (MAYR, 1862)
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) A DOSIS DE INSECTICIDAS DE
DIFERENTES GRUPOS TOXICOLÓGICOS Y SU EFECTIVIDAD EN
CEBOS, DOLEGA, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

POR:

ANTONIO JOSÉ VARGAS MORENO

7-712-1896

DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2025

**SUSCEPTIBILIDAD DE *Nylanderia fulva* (MAYR, 1862)
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) A DOSIS DE INSECTICIDAS DE
DIFERENTES GRUPOS TOXICOLÓGICOS Y SU EFECTIVIDAD EN
CEBOS, DOLEGA, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN CULTIVOS TROPICALES**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS**

APROBADO:

JOSÉ A. LEZCANO B. M.Sc. _____ DIRECTOR

ALEX RÍOS Ph.D _____ COMITÉ

RANDY ATENCIO Ph.D _____ COMITÉ

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2025

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme culminar una meta más en mi vida.

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional, sus consejos y darme la motivación necesaria para continuar adelante día a día.

Al Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) por brindarme el apoyo económico para poder llevar a cabo esta investigación.

Al Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) por brindarme sus instalaciones y darme la oportunidad de realizar esta investigación.

A la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad de Panamá por brindarme el conocimiento y los recursos necesarios para obtener un buen aprendizaje a lo largo de toda mi carrera como estudiante.

A mi director de Tesis, Ing. M.Sc. José A. Lezcano B. por su asesoría, consejos y enseñanzas que me llevaron a poder realizar este trabajo. Gracias por la confianza, amistad y su valioso apoyo profesional.

A mis amigos que fueron fundamentales en todo este recorrido; el apoyo, los buenos recuerdos y el compañerismo siempre será recordado.

Gracias a todos.

DEDICATORIA

A MI PADRE: JOSE “TOÑIN” VARGAS

A MI MADRE: MARÍA MORENO

A MIS HERMANO: ANTHONY Y JOSE “TOÑITO”

A MIS AMIGOS QUE SIEMPRE RECORDARÉ

SUSCEPTIBILIDAD DE *Nylanderia fulva* (MAYR, 1862) (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) A DOSIS DE INSECTICIDAS DE DIFERENTES GRUPOS TOXICOLÓGICOS Y SU EFECTIVIDAD EN CEBOS, DOLEGA, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ. 2025

Antonio José Vargas Moreno. 2025. Susceptibilidad de *Nylanderia fulva* (Mayr, 1862) (Hymenoptera: Formicidae) a dosis de insecticidas de diferentes grupos toxicológicos y su efectividad en cebos, Dolega, provincia de Chiriquí. Tesis de Ingeniero Agrónomo en Cultivos Tropicales. Chiriquí. Panamá. UP. FCA.

RESUMEN

La especie *N. fulva* conocida como hormiga loca leonada, originaria del sur de América, es una especie invasora en la localidad de Tinajas, distrito de Dolega. En nuestro país fue reportado recientemente; se considera una plaga por su capacidad de dispersión, que compite con algunas especies nativas por los mismos recursos y comportarse como depredadoras de otras especies; además, causa afectaciones en zonas residenciales, provoca heridas a animales domésticos y se asocia con plagas agrícolas. Para las pruebas de susceptibilidad a los insecticidas se utilizó la metodología propuesta por Brun et al. (1989). Se realizaron un total de 27 bioensayos utilizando un total de 1600 hormigas para las pruebas de susceptibilidad. En las pruebas de eficacia de los insecticidas impregnados en cebos se utilizaron 1241 individuos. Se encontró que *N. fulva* fue susceptible a los insecticidas cipermetrina, clorpirifos, lambda Cyhalotrina y fipronil; siendo el ingrediente activo Lambda Cyhalotrina el que presentó una mayor mortalidad (97.95%) en una concentración de 18 ppm. En la eficacia de los insecticidas en cebo, Lambda Cyhalotrina tuvo mejor efectividad (85.73%) seguida de Clorpirifos (80.96%) para controlar la hormiga en el cebo impregnado. Se puede concluir que la hormiga loca leonada es susceptible a concentraciones de los insecticidas evaluados; Lambda Cyhalotrina y Clorpirifos, fueron los dos ingredientes activos que presentaron la mayor eficacia cuando se utilizaron en cebos.

Palabras claves: concentración, eficacia, ingrediente activo, mortalidad, susceptibilidad.

SUSCEPTIBILITY OF *Nylanderia fulva* (MAYR, 1862) (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) TO DOSES OF INSECTICIDES OF DIFFERENT TOXICOLOGICAL GROUPS AND ITS EFFECTIVENESS IN BAITS, DOLEGA, PROVINCE OF CHIRIQUÍ. 2025

Antonio José Vargas Moreno. 2025. Susceptibility of *Nylanderia fulva* (Mayr, 1862) (Hymenoptera: formicidae) to doses of insecticides from different toxicological groups and their effectiveness in baits, Dolega, Chiriquí province. Thesis of Agricultural Engineer in Tropical Crops. Chiriquí. Panamá. UP. FCA.

ABSTRACT

The species *N. fulva* known as the tawny mad ant native to South America is an invasive species in the town of Tinajas, district of Dolega. In our country was recently reported, which is considered a pest due to its dispersal capacity, which competes with some native species for the same resources and behaves as predators of other species; in addition, it causes damage to residential areas, causing injuries to domestic animals and being associated with agricultural pests. For susceptibility testing, the methodology proposed by Brun et al. (1989) was used. A total of 27 bioassays were performed using a total of 1600 ants for susceptibility testing. In the efficacy tests of the insecticides impregnated in baits, 1241 individuals were used. *N. fulva* was found to be susceptible to the insecticides cypermethrin, chlorpyrifos, lambda Cyhalothrin and fipronil; the active ingredient Lambda Cyhalothrin was the one that presented the highest mortality (97.95%) at a concentration of 18 ppm. In the efficacy of baited insecticides, Lambda Cyhalothrin showed a greater effectiveness (85.73%) followed by Chlorpyrifos (80.96%) in controlling the ant in the impregnated bait. It can be concluded that the tawny mad ant is susceptible to concentrations of evaluated insecticides; Lambda Cyhalothrin and Chlorpyrifos were the two active ingredients that presented the greatest efficacy when used in baits.

Keywords: active ingredients, concentration, efficacy, mortality, susceptibility

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1 Origen de la Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.).....	3
3.1.1 Clasificación Taxonómica	3
3.1.2 Descripción botánica de la caña de azúcar.....	4
3.1.3 Fisiología de la planta.....	4
3.1.4 Condiciones climáticas.....	5
3.1.5 Suelos.....	5
3.1.6 Principales enfermedades e insectos plaga.....	5
3.2 Características generales de la familia Formicidae ((Triplehorn y Johnson, 2005)) ..	6
3.3 Características de la especie <i>N. fulva</i>	7
3.3.1 Clasificación taxonómica	8
3.3.2 Distribución Geográfica.....	9
3.3.3 Daño e importancia.....	9
3.4 Características de los ingredientes activos evaluados	10
3.4.1 Cipermetrina	10
3.4.2 Lambda Cyhalotrina.....	11
3.4.3 Clorpirifos	11
3.4.4 Fipronil.....	12
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
4.1 Ubicación del área de la toma de muestras de insectos.....	13
4.2 Materiales.....	13
4.2.1 Material biológico	13
4.2.2 Materiales y equipo	13
4.3 Metodología	14
4.3.1 Prueba de susceptibilidad	15
4.3.2 Determinación de la ventana biológica.....	15
4.3.3 Preparación de soluciones madres (Insecticida-solvente).....	16
4.3.4 Preparación de diluciones para los bioensayos	18
4.3.5 Aplicación de los tratamientos (Bioensayo)	21
4.3.6 Análisis de los datos de mortalidad.....	22

4.1	Prueba de efectividad de insecticidas en cebos	23
4.4.1	Preparación de la dilución con insecticida.....	23
4.4.2	Preparación de los tratamientos de insecticidas en cebo	24
4.4.3	Diseño experimental	26
4.4.4	Criterio de mortalidad	26
4.4.5	Análisis de los datos de mortalidad.....	27
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
5.1	Prueba de susceptibilidad	28
5.2	Prueba de efectividad de insecticidas en cebos	34
VI.	CONCLUSIONES	38
VII.	RECOMENDACIONES	39
VIII.	LISTA DE REFERENCIAS	40
IX.	ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

- CUADRO 1.** INGREDIENTE ACTIVO, NOMBRE COMERCIAL, FORMULACIÓN, % DE INGREDIENTE ACTIVO Y GRUPO TOXICOLÓGICO, UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE *N. fulva* A CONCENTRACIÓN DE INSECTICIDAS. _____ **16**
- CUADRO 2.** CANTIDAD DEL INGREDIENTE ACTIVO REQUERIDO PARA PREPARAR LA CONCENTRACIÓN DESEADA DE LAS SOLUCIONES MADRES DE LOS INGREDIENTES ACTIVOS EVALUADOS EN LA PRUEBA DE SUSCEPTIBILIDAD DE *N. fulva*. _____ **17**
- CUADRO 3.** CANTIDAD DE LA SOLUCIÓN MADRE Y ACETONA REQUERIDO PARA PREPARAR LAS DILUCIONES DE DIFERENTES CONCENTRACIONES PARA LAS PRUEBAS DE SUSCEPTIBILIDAD DE *N. fulva*. A DIFERENTES INSECTICIDAS. _____ **20**
- CUADRO 4.** VOLUMEN DE LA SOLUCIÓN, CONCENTRACIÓN Y VOLUMEN DE DILUYENTE EN LA PREPARACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES QUE SE UTILIZARON EN CEBOS EN EL CONTROL DE *N. fulva*. BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ. _____ **24**
- CUADRO 5.** FUENTE DE VARIACIÓN DEL DISEÑO DE PARCELA DIVIDIDA EMPLEADO PARA LA EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS IMPREGNADOS EN CEBOS. _____ **26**
- CUADRO 6.** VALORES DE CONCENTRACIONES LETALES Y LÍMITES FIDUCIALES DE LOS DIFERENTES INSECTICIDAS UTILIZADOS SOBRE LA HORMIGA *N. fulva*. BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ. _____ **29**
- CUADRO 7.** PROPORCIÓN DE EFICIENCIA DE LOS INGREDIENTES ACTIVOS (CL50) UTILIZADOS EN LA PRUEBA DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE LA HORMIGA *N. fulva*. BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ. _____ **30**

- CUADRO 8.** PROPORCIÓN DE EFICIENCIA DE LOS INGREDIENTES ACTIVOS (CL95) UTILIZADOS EN LA PRUEBA DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE LA HORMIGA *N. fulva*. BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ. _____ **31**
- CUADRO 9.** Chi CUADRADA, COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN Y ECUACIÓN DE PREDICCIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE LA HORMIGA *N. fulva* A INSECTICIDAS. BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ. _____ **32**
- CUADRO 10.** FUENTE DE VARIACIÓN Y CUADRADO MEDIO DE LA PRUEBA DE EFICACIA DE INSECTICIDAS EN CEBOS PARA EL CONTROL DE *N. fulva*. BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ. _____ **34**
- CUADRO 11.** COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA EL PORCENTAJE DE EFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS EN CEBOS SOBRE *N. fulva*. BOQUETE, CHIRIQUÍ. __ **35**
- CUADRO 12.** COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE EFICACIA Y CONCENTRACIÓN EN LA PRUEBA DE EFICIENCIA DE INSECTICIDAS EN CEBO A LAS DOS Y TRES HORAS. BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ. _____ **36**

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** *Espécimen Adulto de N. fulva.* _____ **8**
- Figura 2.** *Envases plásticos (trampa) utilizado para la colecta de las hormigas necesarias para realizar las pruebas con insecticidas. ¡Error! Marcador no definido.*
- Figura 3.** *Preparación de las diluciones en frascos color ámbar de 10 ml.* _____ **18**
- Figura 4.** *Frascos color ámbar utilizados para colocar las soluciones madres y las distintas diluciones utilizadas para el ensayo.* _____ **19**
- Figura 5.** *Disposición de los tratamientos (concentraciones) en los bioensayos para las pruebas de susceptibilidad de N. fulva.* _____ **21**
- Figura 6.** *Preparación de los cebos impregnados con el insecticida.* _____ **25**
- Figura 7.** *Distribución de los tratamientos en el bioensayo de efectividad de insecticidas impregnados en cebos.* _____ **25**
- Figura 8.** *Respuesta de N. fulva a concentraciones de cuatro insecticidas de diferentes grupos toxicológicos. Tinajas, Distrito de Dolega.* _____ **32**
- Figura 9.** *Comparación de límites fiduciales CL50 para los insecticidas evaluados. Boquete, Provincia de Chiriquí.* _____ **33**

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Salida del análisis Probit de los datos de mortalidad insecticida:
Cipermetrina _____ **44**
- Anexo 2.** Salida del análisis Probit de los datos de mortalidad insecticida: Fipronil
_____ **45**
- Anexo 3.** Salida del análisis Probit de los datos de mortalidad insecticida: Lambda
Cyhalotrina _____ **46**
- Anexo 4.** Salida del análisis Probit de los datos de mortalidad insecticida: Clorpirifos
_____ **47**
- Anexo 5.** Análisis estadísticos de la eficacia de insecticidas en cebos para el control
de *N. Fulva* _____ **48**

I. INTRODUCCIÓN

En la provincia de Chiriquí, en el distrito de Dolega, se siembran diversos cultivos de alto valor comercial en el mercado, como lo son el café (*Coffea arabica* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pimentón (*Capsicum annuum* L.) y la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). La presencia de plagas invasoras, como es el caso de la especie *Nylanderia fulva* (Mayr, 1862) (Hymenoptera: Formicidae), conocida como hormiga loca leonada, puede mermar las cosechas, ya que estas no son plagas directas de los cultivos, forman relaciones mutualistas con insectos plagas como algunos áfidos y hemípteros al proveerles protección de depredadores y, a cambio, estos secretan sustancias azucaradas que le funcionan como alimento a las hormigas (Aldana et al., 1995).

La presencia de esta plaga ha llevado a la utilización de métodos de control químico con insecticidas; sin embargo, no se ha verificado su efectividad en campo o la susceptibilidad de la hormiga a concentraciones de ingredientes químicos de insecticidas realizadas en laboratorio.

Los estudios de susceptibilidad y eficacia nos permiten seleccionar ingredientes activos, que van a tener un efecto mayor sobre las poblaciones de la hormiga que podrá reducir los costos de manejo de la plaga (Lagunes y Villanueva, 1995).

II. OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar el efecto de insecticidas de diferentes grupos toxicológicos para el control de la *N. fulva* en la provincia de Chiriquí.

Objetivos específicos

- Determinar la susceptibilidad de *N. fulva* a distintas dosis de insecticidas de diferentes grupos toxicológicos.
- Encontrar la Concentración Letal del 50% y 95% de la población de la hormiga tratada con insecticidas de diferentes grupos toxicológicos.
- Determinar la efectividad en cebos de los insecticidas de diferentes grupos toxicológicos.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Origen de la Caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

La caña de azúcar es un cultivo industrial que pertenece a la familia Poaceae, originaria de Nueva Guinea, la cual se cultivó inicialmente en el sureste asiático y la India Occidental alrededor del año 327 a.C.; es un cultivo de gran importancia económica y posteriormente fue introducido en Egipto alrededor del 647 d.C. Actualmente, este cultivo se ha extendido a casi todas las regiones tropicales y subtropicales (Aquino, 2015).

3.1.1 Clasificación Taxonómica

Clasificación taxonómica de la caña (Aquino, 2015).

Nombre Común: Caña de azúcar

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Saccharum*

Especie: *officinarum*

3.1.2 Descripción botánica de la caña de azúcar

Esta es una planta perenne que posee un sistema radicular fibroso poco profundo, pero que es eficiente en la absorción de agua y nutrientes; su tallo es cilíndrico, sólido y con nudos definidos a lo largo de su longitud que pueden variar en tamaño y forma según la variedad; hojas largas, estrechas y con bordes afilados, las cuales crecen de manera alterna a lo largo del tallo; su inflorescencia es pequeña y poco vistosa, agrupada en la parte apical de la planta y que es conocida como espiga. La inflorescencia es en forma de espiguillas pequeñas agrupadas en panículas rodeadas de fibras sedosas; su fruto es en cariopsis con semillas tan pequeñas que por mucho tiempo se pensó que esta planta no producía semillas (Sage et al., 2014). Esta inflorescencia es conocida en Panamá como virulí.

3.1.3 Fisiología de la planta

Según Sage et al. (2014), esta es una planta C4, lo que significa que tiene una eficiente vía fotosintética que le permite prosperar en climas cálidos y condiciones de alta radiación, por lo que esta adaptación implica una mayor captura de dióxido de carbono (CO₂) y una menor pérdida de agua, mejorando su eficiencia fotosintética. Durante el día, la planta produce sacarosa a través de la fotosíntesis y la almacena en forma de almidón en los tallos; y durante la noche, parte de este almidón se convierte nuevamente en sacarosa y se transporta a diferentes partes de la planta para su uso o almacenamiento. Esta planta ha desarrollado adaptaciones que pueden incluir la acumulación de compuestos protectores, cambios en la morfología de la planta y respuestas fisiológicas para conservar agua y nutrientes.

3.1.4 Condiciones climáticas

Esta planta requiere una gran cantidad de horas de luz con gran intensidad a lo largo de todo su ciclo de cultivo, principalmente en su etapa de crecimiento y temperaturas que oscilen entre los 27°C y 38°C. La precipitación anual adecuada para este cultivo es de 1 500 mm bien distribuidos durante los meses en que se esté dando el periodo de crecimiento de la planta (primeros 9 meses), ya que cuando se está dando la maduración es ideal la disminución de líquido en la planta para que los azúcares se puedan concentrar mejor; si las precipitaciones no son las adecuadas es muy importante que se cuente con sistemas de riego al cultivo para que la producción sea la más apropiada. La intensidad lumínica alta es muy importante para este cultivo, pues es esencial para los procesos de fotosíntesis y acumulación de sacarosa en el tallo (Sage et al., 2014).

3.1.5 Suelos

Esta planta se puede desarrollar en una gran variedad de suelos, pero los más adecuados para una óptima producción son los suelos franco-arcillosos por ser bien drenados, de una buena profundidad, aireados y ricos en materia orgánica y con un pH que oscile entre 5.5 y 7.5, con una topografía preferiblemente plana para facilitar las labores que requiera el cultivo (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1991).

3.1.6 Principales enfermedades e insectos plaga

El autor Ovalle (2018), mencionó que las principales afecciones son por una gran cantidad de hongos fitopatógenos causantes de enfermedades, de las cuales se pueden destacar algunas por encima de otras por ser más comunes en el cultivo. Entre las enfermedades más importantes en la caña de azúcar están: la roya (*Puccinia* spp.);

mal de almácigo (*Phythium* spp.) y manchas de anillo (*Leptosphæria* sp.).

Entre los insectos plagas que atacan la raíz, el tallo y las hojas; dentro de los insectos plagas, algunos chupadores del orden Hemiptera como *Lectodictya tabida* (Herrich-chaeffer, 1839) (Hemiptera: Tingidae) que succionan los líquidos de la planta. Causando reducción en los rendimientos y otros que actúan como vectores de virus (Ovalle, 2018).

3.2 Características generales de la familia Formicidae (Triplehorn y Johnson, 2005)

La familia Formicidae pertenece al orden Hymenoptera; esta familia es muy diversa y abarca una gran cantidad de géneros y especies, las cuales son comúnmente llamadas hormigas. Estos insectos presentan características morfológicas únicas en comparación con otros, como antenas acodadas, glándulas metapleurales y una notable constricción en el segundo segmento abdominal, formando un peciolo en forma de nodo. Su cuerpo se divide en tres partes bien diferenciadas: la cabeza, el mesosoma (que incluye el tórax y el primer segmento abdominal fusionado) y el metasoma o gáster (que corresponde al abdomen, excluyendo los segmentos que forman el peciolo). El peciolo, que conecta el mesosoma con el gáster, crea una cintura estrecha, y puede estar compuesto por uno o dos nodos, dependiendo de si involucra solo el segundo o también el tercer segmento abdominal (Triplehorn y Johnson, 2005).

Al igual que otros insectos, las hormigas poseen un exoesqueleto, que es una cubierta externa que actúa como protección para su cuerpo y sirve de anclaje

para los músculos, a diferencia del endoesqueleto que tienen los humanos y otros vertebrados. Las hormigas no cuentan con pulmones; el oxígeno y otros gases, como el dióxido de carbono, se intercambian a través del exoesqueleto mediante pequeñas válvulas llamadas espiráculos. Además, carecen de un sistema circulatorio cerrado, porque en lugar de vasos sanguíneos, tienen un tubo largo y perforado conocido como "aorta dorsal", que funciona como corazón y bombea la hemolinfa hacia la cabeza, facilitando la circulación de los fluidos internos. Su sistema nervioso consta de un cordón nervioso ventral que recorre su cuerpo, con varios ganglios y ramificaciones que se extienden hacia los apéndices (Triplehorn y Johnson, 2005).

3.3 Características de la especie *N. fulva*

Según Aldana et al. (1995), la hormiga *Nylanderia fulva* (Mayr, 1862) (Hymenoptera: Formicidae), se caracteriza por la presencia de seis (raramente siete) dientes mandibulares, dientes maxilares de seis segmentos y palpos labiales de cuatro segmentos (Figura 1). Las mandíbulas son de forma triangular y las antenas son de 12 segmentos. El dorso del mesosoma, la cabeza, el escapo y las patas están cubiertos por una cobertura sedosa. Los ojos son bien desarrollados y espaciados lateralmente (Wang et al., 2016). Para Arcila y Quintero (2005), la hormiga loca es una buena competidora con relación a otros insectos y pequeños vertebrados.

Figura 1.

Espécimen Adulto de *Nylanderia fulva* (Mayr, 1862) (Hymenoptera: Formicidae)



Fuente: A. Vargas, 2023.

3.3.1 Clasificación taxonómica

Clasificación taxonómica de la hormiga *N. fulva*.

Nombre Común: Hormiga loca leonada

Reino: Animalia

Clase: Insecta

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Género: *Nylanderia*

Especie: *fulva*

3.3.2 Distribución Geográfica

La hormiga loca leonada es originaria de Sur América específicamente de la región del sur de Brasil, norte de Argentina, a lo largo de Uruguay y Paraguay. Ha sido reportada como invasora en diferentes países como Anguila, Bermudas, Colombia, Cuba, Guadalupe, Martinica, México, Puerto Rico, San Vicente y las Granadinas (Antillas Menores) y las Islas Vírgenes de Estados Unidos (Wang et al., 2016). Recientemente esta especie fue reportada en Panamá, específicamente en la provincia de Chiriquí observándola en zonas residenciales y en cultivos de la zona (Murgas et al., 2022),

Las especies invasoras son aquellas que llegan a un lugar del cual no son originarias y se establecen, proliferan y cumplen funciones fundamentales como reproducción, dispersión y alimentación (Arcila y Quintero, 2005). Las hormigas invasoras al establecerse, en algunos casos, tienen la capacidad de cambiar o alterar el medio, ya que su presencia interfiere en algunas funciones o comportamientos de otras especies. Una de las razones potenciales por la que estas especies se pueden establecer con éxito es que no hay la presencia de sus enemigos naturales (depredadores, virus o entomopatógenos) que interfieran (Arcila y Quintero, 2005).

3.3.3 Daño e importancia

Aldana et al. (1995), señalan que esta hormiga tiene la capacidad de causar daños en casas, provocar heridas a animales y daños a cultivos. No causa daños directos a las plantas, pero sí es responsable de proveer protección a otros insectos plagas de importancia en los cultivos, como son áfidos, moscas blancas y escamas. Estos insectos producen excrementos azucarados que son utilizados como alimento por las hormigas. Las hormigas protegen a estos hemípteros del ataque de enemigos naturales (parásitos

y depredadores), provocando un aumento de sus poblaciones en cultivos (Aldana et al., 1995). En zonas residenciales se han visto congregadas en equipos electrónicos, lo que ha causado cortocircuitos y obstrucción de equipos de comunicación. Se dice que estas hormigas se sienten atraídas por campos eléctricos, algo que no se observa en otras especies como, por ejemplo: *Solenopsis invicta* (Buren, 1972); también esto puede ocurrir por la búsqueda de alimentos en estos conductos. Las hormigas pueden ser electrocutadas y cuando esto ocurre, tienden a liberar una feromona de alarma, la cual atrae a otras hormigas y hace que se agreguen en estos lugares (McDonald, 2012).

3.4 Características de los ingredientes activos evaluados

3.4.1 Cipermetrina

Es un insecticida de la familia de los piretroides sintéticos, que actúan interfiriendo en el sistema nervioso de los insectos. Funciona principalmente alterando la transmisión de los impulsos eléctricos a lo largo de las neuronas, específicamente afectando los canales de sodio de las membranas neuronales. La cipermetrina tiene un efecto mucho más tóxico en insectos que en mamíferos debido a diferencias en los sistemas nerviosos y la mayor capacidad de los mamíferos para metabolizar y eliminar la sustancia (Ponce et al., 2016).

Este producto está recomendado para el control de algunas plagas insectiles en cultivos como: *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Diptera: Agromyzidae), *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) y *Thrips tabaci* (Lindeman, 1889) (Thysanoptera: Thripidae).

3.4.2 Lambda Cyhalotrina

Es un insecticida piretroide de amplio espectro que actúa sobre el sistema nervioso de los insectos. Similar a otros piretroides, su mecanismo de acción afecta principalmente los canales de sodio en las membranas de las neuronas, lo que altera la transmisión normal de los impulsos nerviosos los cuales se manifiestan en forma de espasmos, pérdida de coordinación y parálisis (Ponce et al., 2016).

Está recomendado para el control de: *S. frugiperda*, *Oebalus* spp, *Hypothenemus hampei* (Ferr. 1867) (Coleoptera: Curculionidae) y *Diabrotica balteata* (LeConte. 1895) (Coleoptera: Chrysomelidae).

3.4.3 Clorpirifos

Es un insecticida organofosforado que actúa principalmente como inhibidor de la enzima acetilcolinesterasa (AChE), una enzima clave en el sistema nervioso. Esta enzima se encarga de descomponer el neurotransmisor acetilcolina, que es esencial para la transmisión de señales nerviosas en el cuerpo. Al inhibir la acetilcolinesterasa, permiten que la acetilcolina se acumule en las sinapsis, lo que resulta en una estimulación continúa de los receptores nerviosos. Esto puede provocar una serie de efectos tóxicos en el sistema nervioso central y periférico (Lagunes y Villanueva, 1995).

Se utiliza en varios cultivos para el control de plagas: *S. frugiperda*, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae), *L. huidobrensis*, *H. hampei* y *Agrotis* sp (Lepidoptera:Noctuidae).

3.4.4 Fipronil

Es un insecticida de la clase de los fenilpirazoles, su principal mecanismo de acción es la interferencia en el sistema nervioso de los insectos.

Actúa bloqueando de manera selectiva los canales de cloro que están asociados a los receptores GABA (ácido gamma-aminobutírico), un neurotransmisor inhibitorio clave en el sistema nervioso. En condiciones normales, estos receptores permiten la entrada de iones de cloro en las neuronas, lo que genera un efecto inhibitorio sobre la actividad nerviosa. El bloqueo de estos receptores evita que los iones de cloro entren en la célula, lo que impide la inhibición de la señal eléctrica. Al no poder inhibirse adecuadamente, las neuronas de los insectos permanecen en un estado de excitación constante. La hiperexcitación neuronal inducida por el fipronil causa espasmos, convulsiones y, finalmente, parálisis en los insectos (Ponce et al., 2016).

Este insecticida se recomienda utilizar en diversos cultivos para el control de plagas como: *Heliothis virescens* (Fabricio, 1777) (Lepidoptera: Noctuidae), *T. tabaci*. *S. frugiperda* y *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del área de la toma de muestras de insectos.

El estudio se realizó en la localidad de Tinaja, distrito de Dolega, ubicado entre los 8° 32' 53" Latitud Norte y 82°27'23" Longitud Oeste a una altura de 296 m.s.n.m. El material biológico de *N. fulva* se obtuvo en el cultivo de caña para la producción de panela, en la finca del Sr. José De La Rosa. Con temperaturas que va de entre 15°C a 26°C durante todo el año; con una precipitación anual promedio de 1600 mm aproximadamente y una humedad relativamente de 80% en promedio durante todo el año.

4.2 Materiales

4.2.1 Material biológico

- a. Especímenes vivos de la hormiga *N. fulva*.

4.2.2 Materiales y equipo

- a. Acetona de calidad analítica
- b. Platos Petri de vidrio de 15 cm
- c. Juego de disección
- d. Pinceles #0
- e. Pipeteador automático
- f. Guantes de nitrilo talla grande (L)
- g. Etiquetas adhesivas No. 24
- h. Alcohol al 70%
- i. Matraz volumétrico aforado de 10, 25 y 50 ml
- j. Pipeta de vidrio de 50,10, 1 y 0.1 ml
- k. Envases de plásticos con tapa
- l. Frascos color ambar de 75 y 10 ml con cierre hermético
- m. Papel aluminio
- n. Insecticidas (Ingredientes activos)

o. Salchicha

4.3 Metodología

Los bioensayos se realizaron en el Laboratorio de Parasitología del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Subcentro de Boquete, Corregimiento de Alto Boquete.

Figura 2.

Envases plásticos (trampa) utilizado para la colecta de las hormigas necesarias para realizar las pruebas con insecticidas.



Fuente: A.Vargas, 2023.

Los adultos de la hormiga *N. fulva*, utilizados en los bioensayos, fueron recolectados de trampas con cebo colocadas entre el cultivo de caña de azúcar. Las

trampas consistieron en envases plásticos con tapa, conteniendo alimento (salchicha como cebo).

4.3.1 Prueba de susceptibilidad

Para realizar la prueba de susceptibilidad, se utilizó la metodología propuesta por Brun et al. (1989) citada por Lagunes y Vázquez (1994).

4.3.2 Determinación de la ventana biológica

El primer bioensayo se realizó para determinar la ventana biológica, pues no se conocía la concentración de los ingredientes activos que produjera mortalidades por encima de cero y por debajo de 100% para las pruebas. En esta prueba se determinaron las concentraciones en partes por millón (ppm) mínima y máxima requerida que causaban la muerte de la hormiga, se eliminaron el 0% y el 100% de mortalidad. El rango de concentración utilizado fue de 100 a 1000 ppm. Una vez establecida la ventana biológica, se procedió a realizar los bioensayos con cada ingrediente activo. Se prepararon diluciones de concentraciones de 10 a 1000 ppm.

Se prepararon soluciones madres al 0.1% de cada ingrediente activo a evaluar para posteriormente preparar las diluciones con las concentraciones establecidas. Las soluciones madres de cada insecticida fueron colocados en frascos de color ámbar de 75 ml y almacenados bajo refrigeración a temperatura de 5°C. Los ingredientes activos, su porcentaje y grupo toxicológico se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1.

INGREDIENTE ACTIVO, NOMBRE COMERCIAL, FORMULACIÓN, PORCENTAJE DE INGREDIENTE ACTIVO Y GRUPO TOXICOLÓGICO, UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE N. fulva A CONCENTRACIÓN DE INSECTICIDAS.

Ingrediente Activo	N. Comercial	Formulación	Porcentaje de ingr. activo	Grupo Toxicológico
Cipermetrina	ARRIVO 6 EC	EC	6 %	Piretroide
Lambda Cyhalotrina	OBULUS 5 EC	EC	5 %	Piretroide
Clorpirifos	LORSBAN 48 EC	EC	48 %	Organofosforado
Fipronil	IXUS 20 SC	SC	20 %	Fenil Pirazol
Testigo	acetona	-	-	-

Fuente: A. Vargas, 2024.

El disolvente utilizado fue la acetona, que es la recomendada por la sociedad Americana de Entomología (ESA), como un disolvente universal para las pruebas de resistencia, porque posee una alta volatilidad, fácil adquisición, capacidad de disolver la mayoría de los insecticidas y es inocua para los insectos (Lagunes y Vázquez 1994).

4.3.3 Preparación de soluciones madres (Insecticida-solvente)

En la preparación de las soluciones madres de concentraciones 1000 ppm (0.1%) se basó en el porcentaje de ingrediente activo de los insecticidas propuestos a utilizar.

Para calcular las cantidades del ingrediente activo requerido se utilizó la fórmula:

$$x \cdot B = V \cdot D. \text{ entonces, } X_{\text{insecticida}} = (V \cdot D) / B$$

Donde la cantidad requerida del insecticida (x) de concentración (B) que se necesita para preparar cierto volumen (V) de solución con una concentración deseada (D). O sea,

$$X \text{Insecticida (ml)} = (50 \text{ ml} * 1000 \text{ ppm}) / B$$

La cantidad requerida de los insecticidas para la prueba y la cantidad preparada de la concentración deseada se presenta en el Cuadro 2.

CUADRO 2.

CANTIDAD DEL INGREDIENTE ACTIVO REQUERIDO PARA PREPARAR LA CONCENTRACIÓN DESEADA DE LAS SOLUCIONES MADRES DE LOS INGREDIENTES ACTIVOS EVALUADOS EN LA PRUEBA DE SUSCEPTIBILIDAD DE N. fulva.

Solución madre del Ingrediente activo	Cantidad ^{2/} Requerida del insecticida X	Concentración ^{1/} B	Cantidad a preparar V	Concentración deseada (D) 0.1%
Cipermetrina	0.83 ml	6%	50 ml	1 000 ppm
Lambda Cyhalotrina	1 ml	5%	50 ml	1 000 ppm
Clorpirifos	0.01 ml	48%	50 ml	1 000 ppm
Fipronil	0.25 ml	20%	50 ml	1 000 ppm

Fuente: A. Vargas, 2024.

Cada una de las soluciones madres se preparó en un matraz volumétrico de 50 ml, utilizando el volumen de insecticida estimado y aforando con acetona.

Una vez preparada la solución madre, se depositará en frascos ámbar con capacidad de 75 ml con tapa de cierre hermético, cubierto con papel aluminio, etiquetando el frasco con la concentración y el nombre del insecticida, manteniéndolos refrigerados a temperatura de 5°C y fuera del contacto con luz cuando no se requería su uso para conservar sus propiedades.

4.3.4 Preparación de diluciones para los bioensayos

Se prepararon un total de 18 diluciones de las soluciones madres, según el ingrediente activo de concentración entre 2 ppm a 500 ppm. En la preparación de las diluciones, se utilizó un pipeteador automático (eléctrico) (figura 3) tomando un volumen de la solución madre y agregando acetona hasta completar 10 ml y la concentración deseada (Cuadro 3).

Figura 3.

Preparación de las diluciones en frascos color ámbar de 10 ml.



Fuente: A. Vargas, 2023.

Las diluciones preparadas fueron depositadas en frascos ámbar para evitar su descomposición por efecto de la luz (Figura 3), rotulados con el nombre del ingrediente activo, concentración y fecha de preparación.

Figura 4.

Frascos color ámbar utilizados para colocar las soluciones madres y las distintas diluciones utilizadas para el ensayo.



Fuente: A. Vargas, 2023.

CUADRO 3.

CANTIDAD DE LA SOLUCIÓN MADRE Y ACETONA REQUERIDO PARA PREPARAR LAS DILUCIONES DE DIFERENTES CONCENTRACIONES PARA LAS PRUEBAS DE SUSCEPTIBILIDAD DE N. fulva A DIFERENTES INSECTICIDAS.

Cantidad de solución madre (ml)	Cantidad de acetona (ml)	Concentración de la dilución (ppm)	Volumen de dilución (ml)
Cipermetrina			
0.1	9.9	10	10
0.3	9.7	30	10
0.5	9.5	50	10
0.8	9.2	80	10
1	9	100	10
Lambda Cyhalotrina			
0.02	9.98	2	10
0.04	9.96	4	10
0.06	9.94	6	10
0.08	9.92	8	10
0.1	9.9	10	10
0.12	9.88	12	10
0.14	9.86	14	10
0.16	9.84	16	10
0.18	9.82	18	10
Clorpirifos			
0.1	9.9	10	10
0.3	9.7	30	10
0.5	9.5	50	10
1	9	100	10
1.5	8.5	150	10
2	8	200	10
2.5	7.5	250	10
3	7	300	10
Fipronil			
0.3	9.7	30	10
0.5	9.5	50	10
1	9	100	10
3	7	300	10
5	5	500	10

Fuente: A. Vargas, 2024.

4.3.5 Aplicación de los tratamientos (Bioensayo)

Utilizando la técnica de exposición indirecta propuesta por Brun et al. (1989) que consistió en depositar dos mililitros de cada dilución insecticida sobre papel filtro colocado en un envase con tapa que contenía malla para la aireación; las concentraciones se aplicaron con una pipeta en movimiento circular, se dejaron secar al ambiente por una hora, luego se colocó una población de aproximadamente 35 hormigas por tratamiento (concentración) por envase. En cada envase se colocó alimento (salchicha) para evitar que su muerte se debiera a inanición (por falta de alimento). El criterio de mortalidad utilizado fue la ausencia de movilidad completa del insecto (postrado) cuando el insecto era estimulado con la punta de un pincel; la mortalidad se evaluó a las dos y tres horas después de la exposición a 25°C y 80% de humedad relativa.

Figura 5.

Disposición de los tratamientos (concentraciones) en los bioensayos para las pruebas de susceptibilidad de *N. fulva*.



Fuente: A. Vargas, 2023.

En los casos donde el testigo presentó mortalidad menor del 20% se realizó la corrección de mortalidad utilizando la fórmula Abbott (1925):

$$\%Mort. Corr. = \frac{\%Mort. Trat. - \%Mort. Testigo}{100 - \%Mort. testigo} \times 100$$

4.3.6 Análisis de los datos de mortalidad

Los datos de porcentaje de mortalidad fueron sometidos a un análisis Probit de máxima verosimilitud utilizando el programa “Análisis Probit” versión 1.0 (Camacho, 1991), a través del cual se obtuvieron la ecuación de predicción, las CL50, CL95, datos que se utilizaron para graficar la línea de respuesta dosis mortalidad y sus límites fiduciales, con una probabilidad del 95 por ciento. Se realizaron las pruebas de Chi cuadrada (X^2) o prueba de bondad de ajuste con los valores obtenidos (calculado vs tabulado), donde si $X^2_{calculada} < X^2_{tabulada}$, se ajustan los datos del bioensayo y se acepta la prueba, los datos de mortalidad fueron sometidos a un análisis de regresión, de donde se obtuvieron los coeficientes de determinación (r^2), y la significancia de ocurrencia del evento.

Finalmente, los datos fueron representados gráficamente en hojas logaritmo-Probit, donde se trazaron las líneas de respuesta concentración-mortalidad para cada insecticida, cuya pendiente y posición permitió inferir sobre el grado de susceptibilidad de las hormigas a los diferentes insecticidas. Variables por evaluar: Número de hormigas vivas, Número de hormigas muertas.

4.1 Prueba de efectividad de insecticidas en cebos

Posterior a la prueba de susceptibilidad, se procedió a evaluar la efectividad de los insecticidas en cebos de salchicha. Esta prueba se realizó en el laboratorio de parasitología del IDIAP en Alto Boquete. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones y cuatro tratamientos por insecticida y un testigo absoluto. Se realizaron cortes de salchichas a 4 cm de largo y se procedió a realizar la inmersión en los tratamientos con concentraciones de insecticidas, que fueron colocados en platos Petri de vidrio una vez el cebo hubiese escurrido el exceso de la dilución del insecticida. Se tomó como fundamento escoger un recipiente que permitiera contener un gran número de individuos. El uso de plato de plástico con tapa (con malla) evitó que las hormigas se pudiesen escapar, pero a su vez permitió el paso del oxígeno.

4.4.1 Preparación de la dilución con insecticida

La preparación de la dilución consistió en la mezcla de una cantidad de la solución madre de 0.1% de concentración aforando en un matraz volumétrico a 50 ml con acetona. La concentración utilizada de la solución madre, la concentración requerida y el volumen de acetona utilizado se presenta en el Cuadro 4.

CUADRO 4.

VOLUMEN DE LA SOLUCIÓN, CONCENTRACIÓN Y VOLUMEN DE DILUYENTE EN LA PREPARACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES QUE SE UTILIZARON EN CEBOS EN EL CONTROL DE N. fulva. BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.

Ingrediente activo	Solución Madre (ml)	Concentración (ppm)	Volumen de Acetona (Aforo) (ml)
Cipermetrina	2.5	50	47.50
	5	100	45.00
	7.5	150	42.50
Lambda Cyhalotrina	1.25	25	48.75
	2.5	50	47.50
	3.75	75	46.25
Clorpirifos	6	120	44.00
	12	240	38.00
	18	360	32.00
Fipronil	7.5	150	42.50
	15	300	35.00
	22.5	450	27.50

Fuente: A. Vargas, 2024.

4.4.2 Preparación de los tratamientos de insecticidas en cebo

Las concentraciones de los insecticidas fueron incorporadas al atrayente (alimento) de manera que el insecticida penetrara las partes internas del atrayente provocando que este cause el efecto tóxico deseado en toda su superficie. Luego se dejaron secar por una hora sobre hojas de papel toalla para que este no escurra cuando se colocase en los envases (Figura 6.)

Figura 6.

Preparación de los cebos impregnados con el insecticida.



Fuente: A. Vargas, 2023.

Se colocaron 40 individuos (hormigas) en promedio por tratamiento, en cada envase conteniendo el cebo atrayente. Se procedió a colocar la tapa en los envases de manera que todo quedase sellado para impedir que las hormigas escapen. Se evaluaron las pruebas a las 2 y 3 horas después de que se colocaron las hormigas en el envase.

Figura 7.

Distribución de los tratamientos en el bioensayo de efectividad de insecticidas impregnados en cebos.



Fuente: A. Vargas, 2023.

4.4.3 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de parcela dividida con arreglo completamente al azar, donde las parcelas principales en el Factor A son Los ingredientes activos (4), en un diseño bloques completamente al azar. Subparcelas Factor B son las concentraciones de ingredientes activos (12) con un testigo absoluto y tres repeticiones.

CUADRO 5.

FUENTE DE VARIACIÓN DEL DISEÑO DE PARCELA DIVIDIDA EMPLEADO PARA LA EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS IMPREGNADOS EN CEBOS.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	g.l
Repetición	3 – 1	2
A	4 – 1	3
Error a (Rep (A))	2 x 3	6
Rep x A	(3 – 1) (4 – 1)	6
B	(3 – 1)	2
AB	(4 – 1) (3 – 1)	6
Error b	4 (3 – 1) (3 – 1)	16
Rep x B Rep	(3 – 1) (3 -1)	4
x A B	(3 – 1) (4 – 1) (3 – 1)	12
Total	(r a b – 1)	35

Fuente: A. Vargas, 2023.

4.4.4 Criterio de mortalidad

El criterio de mortalidad utilizado fue la ausencia de movilidad completa (insecto postrado) cuando el insecto era estimulado con la punta de un pincel fino No.00

4.4.5 Análisis de los datos de mortalidad

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y comparación de media con la prueba de rangos de (Pr=0.05). El análisis de datos se efectuó mediante la aplicación de análisis de datos estadísticos SAS en el que se obtuvo el análisis de varianza y la diferencia entre los tratamientos. Variables para evaluar: Número de insectos vivos, Números de insectos muertos.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Prueba de susceptibilidad

Los resultados sobre la prueba de susceptibilidad de la hormiga *N. fulva*, la concentración letal al 50% de los individuos tratados (CL₅₀) y sus límites fiduciales al 95% indican que, si repetimos la prueba nuevamente, obtendremos los mismos resultados con una seguridad del 95%, utilizando los mismos ingredientes activos (Cuadro 6).

Lezaun (2023) señala el uso de insecticidas del grupo de los piretroides como un método de control eficiente para el control de *N. fulva* mientras que De Polania y Ruiz (1983) recomiendan el uso del clorpirifos para su control y McDonald (2012) indica el uso del insecticida fipronil para el control de la plaga.

El tratamiento con Lambda Cyhalotrina presentó la concentración letal al 50% de los individuos tratados (CL₅₀) más baja y con límites fiduciales al 95% en rangos de 0.826 ppm a 1.905 ppm, con una CL₉₅ de 18.026; seguida de la cipermetrina con 43.568 ppm y un rango entre 38.615 ppm a 48.881 ppm, con una CL₉₅ de 199.629 ppm; el Clorpirifos con 128.142 ppm y un rango entre 114.102 ppm a 144.197 ppm con una CL₉₅ de 860.729 ppm; el Fipronil con 246.10 con un rango entre 190.376 ppm a 341.603 ppm con una CL₉₅ de 7,374.131 ppm.

CUADRO 6.

VALORES DE CONCENTRACIONES LETALES Y LÍMITES FIDUCIALES DE LOS DIFERENTES INSECTICIDAS UTILIZAD SOBRE LA HORMIGA *N. fulva*. BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ

Tratamientos	Concentración ppm				
	CL ₅₀	Inferior	Superior	CL ₉₅	
Cipermetrina	43.568	38.615	-	48.881	199.629
Lambda Cyhalotrina	1.369	0.826	-	1.905	18.026
Clorpirifos	128.142	114.102	-	144.197	860.729
Fipronil	246.105	190.376	-	341.603	7374.131

Fuente: A. Vargas, 2024.

Al comparar la proporción de eficiencia de los ingredientes activos en la CL50 se encontró que la Lambda Cyhalotrina fue 179.77 veces más efectivo que el Fipronil, 93.602 veces más efectivo que el Clorpirifos y 31.825 veces más efectivo que la cipermetrina. Al comparar la Cipermetrina se encontró que fue 5.648 veces más efectivo que el Fipronil y 2.941 veces más efectivo que el Clorpirifos y el Clorpirifos fue 1.920 veces más efectivo que el Fipronil. Los resultados se presentan en el Cuadro 7.

CUADRO 7.

*PROPORCIÓN DE EFICIENCIA DE LOS INGREDIENTES ACTIVOS (CL50)
UTILIZADOS EN LA PRUEBA DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE LA HORMIGA N. fulva.
BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.*

	Fipronil	Clorpirifos	Cipermetrina	Lambda Cyhalotrina
Lambda Cyhalotrina	179.77	93.602	31.825	1.0
Cipermetrina	5.648	2.941	1.0	
Clorpirifos	1.920	1.0		
Fipronil	1.0			

Fuente: A. Vargas, 2024.

En la concentración letal al 95%, la lambda Cyhalotrina fue 409.08 veces más efectivo que el Fipronil, 47.74 veces más efectivo que el Clorpirifos y 11.07 veces más efectivo que la Cipermetrina. En el caso de la Cipermetrina fue 36.94 veces más efectiva que el Fipronil, 4.31 veces más efectiva que el Clorpirifos, mientras que el Clorpirifos fue 8.57 veces más efectivo que el Fipronil. Los resultados se presentan en el Cuadro 8.

CUADRO 8.

*PROPORCIÓN DE EFICIENCIA DE LOS INGREDIENTES ACTIVOS (CL95)
UTILIZADOS EN LA PRUEBA DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE LA HORMIGA N. fulva.
BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ*

	Fipronil	Clorpirifos	Cipermetrina	Lambda Cyhalotrina
Lambda Cyhalotrina	409.08	47.74	11.07	1.0
Cipermetrina	36.94	4.31	1.0	
Clorpirifos	8.57	1.0		
Fipronil	1.0			

Fuente: A. Vargas, 2024.

En todos los casos la Chi cuadrada, fue menor a la tabulada, por lo que se ajustaron los datos del bioensayo y se acepta la prueba. En el Cuadro 9, se presentan los valores de la Chi cuadrada, que oscilaron entre 0.0125 y 0.8451.

El coeficiente de determinación (r^2), 0.9539 indica que el 95 % de la mortalidad observada en la prueba con Lambda Cyhalotrina se debe al efecto del ingrediente activo utilizado; en la Cipermetrina el 94% se debe al efecto del insecticida; en el Clorpirifos el 99% se debe al efecto del insecticida y en el Fipronil el 88% de la mortalidad se debe al efecto del insecticida Cuadro 9.

CUADRO 9.

CHI CUADRADA, COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN Y ECUACIÓN DE PREDICCIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE LA HORMIGA N. fulva A INSECTICIDAS. BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.

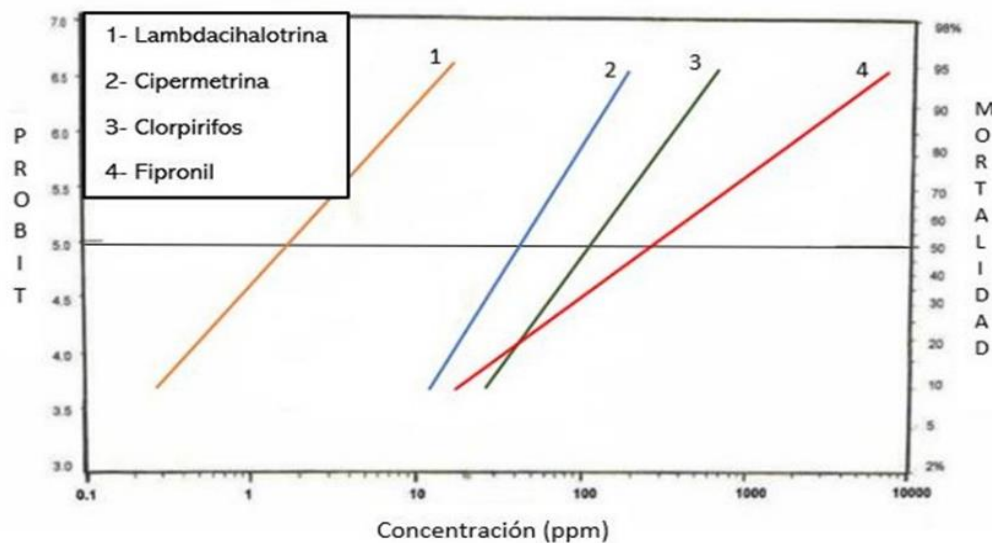
Tratamiento	χ^2	r^2	G.L.	Pr>F	Ecuación de Predicción
Lambda Cyhalotrina	0.080429	0.9539	7 (8-1)	0.0001	$Y=4.7995+1.4693X$
Cipermetrina	0.048655	0.9421	3 (4-1)	0.0060	$Y=0.9214+2.4882X$
Clorpirifos	0.845124	0.9925	6 (7-1)	0.0001	$Y=0.8341+1.9765X$
Fipronil	0.012543	0.8839	3 (4-1)	0.0174	$Y=2.3365+1.1139X$

Fuente: A. Vargas, 2024.

En la figura 8 se muestra la línea de respuesta concentración-mortalidad en hormigas *N. fulva* y comparan las líneas de respuesta de los distintos insecticidas evaluados.

Figura 8.

Respuesta de *N. fulva* a concentraciones de cuatro insecticidas de diferentes grupos toxicológicos. Tinajas, Distrito de Dolega.



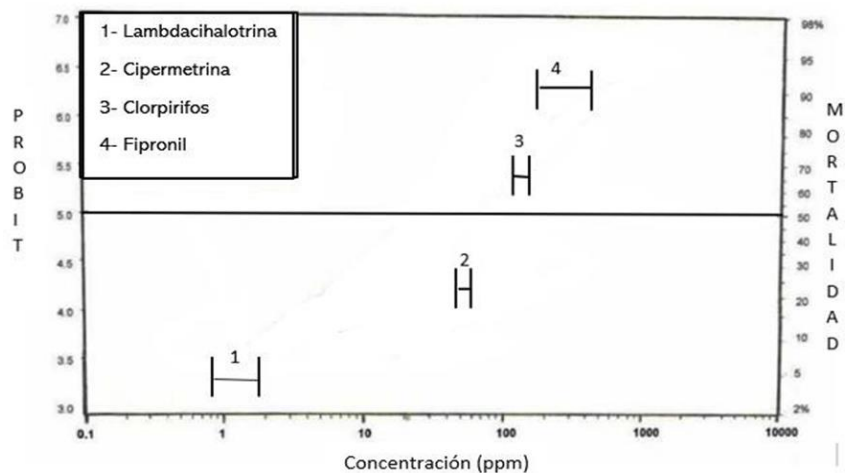
Fuente: A. Vargas, 2024.

La hormiga loca leonada, presentó una respuesta más susceptible y una población más homogénea al insecticida Lambda Cyhalotrina, y menos susceptible con una población más heterogénea al Fipronil (líneas de respuesta 1 y 2). A medida que se van aumentando las concentraciones de Fipronil, se pueden encontrar poblaciones susceptibles a este insecticida. Por otro lado, la pendiente presentada por la Lambda Cyhalotrina y Cipermetrina, indica que las poblaciones de hormigas tratadas con estos insecticidas fueron más susceptibles, con un rango de concentraciones más estrecho, con una población más homogénea.

Al comparar los límites fiduciales de la CL50 para los insecticidas utilizados (Figura 9) se pudo observar que la respuesta de *N. fulva* a todos los insecticidas fueron diferentes pues no se pudo observar un traslape entre sus límites.

Figura 9.

Comparación de límites fiduciales CL50 para los insecticidas evaluados. Boquete, Provincia de Chiriquí



Fuente: A. Vargas, 2024.

5.2 Prueba de efectividad de insecticidas en cebos

En el estudio con cebos para determinar la efectividad de los insecticidas evaluados sobre la hormiga *N. fulva* se encontró que todos los tratamientos presentaron efectividad sobre el insecto. ya que se pudo observar mortalidad en todos los tratamientos evaluados. Lezaun (2023), señala que el manejo a través del control de cebo se ha implementado como una alternativa efectiva para el control de *N. fulva*.

En el cuadro 10 podemos observar que para la fuente de variación Dosis, no hubo diferencias estadísticas ($P > 0.05$) a las dos y tres horas de evaluación. El coeficiente de variación estuvo entre 32.12% y 65.52%, que es aceptable cuando se realizan estudios con insectos.

CUADRO 10.

FUENTE DE VARIACIÓN Y CUADRADO MEDIO DE LA PRUEBA DE EFICACIA DE INSECTICIDAS EN CEBOS PARA EL CONTROL DE N. fulva. BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.

F.V.	G.L.	Cuadrado medio		Pr>F	
		2 HORAS	3 HORAS	2 HORAS	3 HORAS
Bloque	2	315.6003 ns	887.6578 ns	0.7459	0.2362
Insecticida	2	1673.818 ns	1629.9604 ns	0.2293	0.0805
Dosis	8	979.3796 ns	638.3927 ns	0.5175	0.3947
Error	22	1062.30544	575.6007		
		C.V 65.52%	C.V 32.12%		

ns: No presenta diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$)

Fuente: A. Vargas, 2024.

En el cuadro 11 se presenta la comparación de medias del porcentaje de eficacia de los insecticidas en Cebos en el control de *N. fulva*. En esta prueba el insecticida Lambda Cyhalotrina presentó el valor del porcentaje de eficacia más alto, aunque no

presentó diferencias estadísticas con los demás insecticidas ($P > 0.05$) a las dos y tres horas.

CUADRO 11.

*COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA EL PORCENTAJE DE EFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS EN CEBOS EN EL CONTROL DE *N. fulva*. B0QUETE, CHIRIQUÍ*

Ingrediente Activo	PORCENTAJE DE EFECTIVIDAD	
	2 hora ^{1/}	3 hora ^{1/}
Lambda Cyhalotrina	62.87 a	85.73 a
Cipermetrina	56.89 a	80.96 a
Clorpirifos	46.60 a	79.85 a
Fipronil	32.61 a	52.16 b

^{1/}Medias seguidas de la misma letra en la misma columna, no difieren entre sí ($P > 0.05$) según la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

Fuente: A. Vargas, 2024.

A las tres horas de evaluación, Lambda Cyhalotrina, presentó el valor más alto de la media (85.73%), seguida de la Cipermetrina (80.96%) y Clorpirifos (79.85%) no presentando diferencias estadísticas entre ellas (Cuadro 11).

En la comparación de medias a las tres horas, según las pruebas de rango múltiples de Duncan, se pudo determinar que, aunque los medios sean diferentes, la efectividad de Lambda Cyhalotrina (85.73 %), Cipermetrina (80.13 %) y Clorpirifos (80.96 %) son iguales estadísticamente y solo se puede identificar el Fipronil (52.16 %) como diferente o menos efectivo.

CUADRO 12.

COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE EFICACIA Y CONCENTRACIÓN EN LA PRUEBA DE EFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS EN CEBO A LAS DOS Y TRES HORAS. BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.

Ingrediente Activo	Concentración (ppm)	Eficiencia	
		2 horas	3 horas
Lambda Cyhalotrina	25	51.19 ab	74.56 ab
	50 *	62.85 ab	89.98 a
	75	83.59 a	90.91 a
Cipermetrina	50 *	62.85 ab	89.98 a
	100	25.60 b	66.58 ab
	150 *	51.36 ab	61.90 ab
Clorpirifos	120	45.55 ab	79.70 ab
	240	45.89 ab	74.75 ab
	360	48.35 ab	88.44 a
Fipronil	150 *	51.36 ab	61.90 ab
	300	18.71 b	38.41 b
	450	49.57 ab	79.83 ab

Nota: Las medias seguidas de la misma letra en las columnas no difieren entre sí según la prueba de Duncan ($P > 0.05$). * Las mismas dosis de dos insecticidas se promediaron

Fuente: A. Vargas, 2024.

En la comparación de medias (Cuadro 12) a las dos horas se encontró que todos los insecticidas y sus diferentes dosis fueron efectivos para el control de *N. fulva* especialmente los de las familias de los Piretroides que tuvieron mejor efectividad siendo la Lambda Cyhalotrina con 62.87 seguido de la Cipermetrina 53.78; luego el Clorpirifos con 46.60 y el Fipronil con 32.61.

Comparando las diferentes dosis de los insecticidas por separado según la prueba de rango múltiple de Duncan se determinó que, la Lambda Cyhalotrina 75 ppm, Lambda Cyhalotrina 50 ppm, Cipermetrina 50 ppm, Clorpirifos 120 ppm, Fipronil 150 ppm,

Lambda Cyhalotrina 25 ppm, Fipronil 450 ppm, Clorpirifos 360 ppm y Clorpirifos 240 ppm, aunque tuvieron variación en su eficiencia, estadísticamente son igual de efectivas y la Cipermetrina 100 ppm y Fipronil 300 ppm se agrupan como menos efectivas.

Comparando (Cuadro 12) a las tres horas las diferentes dosis de los insecticidas por separado según la prueba de rango múltiple de Duncan, se determinó que la Lambda Cyhalotrina 75 ppm, Lambda Cyhalotrina 50 ppm, Cipermetrina 50 ppm, Clorpirifos 360 ppm, Fipronil 450 ppm, Clorpirifos 120 ppm, Clorpirifos 240, Lambda Cyhalotrina 25 ppm, Cipermetrina 100 ppm, Cipermetrina 50 ppm y Fipronil 150 ppm, aunque tuvieron variación en su eficiencia, estadísticamente son iguales de efectivas y el Fipronil 300 ppm se agrupa como menos efectivo.

VI. CONCLUSIONES

- Todos los insecticidas fueron efectivos para el control de *N. fulva*.
- Se puede concluir que las poblaciones de *N. fulva* fueron susceptibles a todos los insecticidas evaluados.
- En la Concentración Letal al 50% y 95%, el insecticida que mostró mayor eficiencia en el control de *N. fulva* fue Lambda Cyhalotrina.
- En la prueba de efectividad de los insecticidas en los cebos impregnados se demostró que todos los insecticidas son efectivos para el control de *N. fulva*.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar otros estudios con diferentes insecticidas recomendados para el control de hormigas para conocer los niveles de susceptibilidad de *N. fulva*.
- Realizar pruebas de efectividad en campo de los insecticidas a los cuales *N. fulva* demostró ser susceptible.
- Efectuar evaluaciones en diferentes zonas donde se encuentre la presencia de la plaga para medir los niveles de susceptibilidad en otras zonas.
- Informar a la comunidad sobre los resultados ya obtenidos para efectuar un mejor manejo de la plaga en las zonas donde se reporta la plaga.

VIII. LISTA DE REFERENCIAS

Aldana R., Baena M. y Chacón P. (1995). Introducción de la hormiga loca (paratrechina fulva) a la reserva natural laguna de sonso (valle del cauca, colombia).

Recuperado de

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/37bb5b03-e897-41d4-b503-8374f2be3e3a/content>

Arcila A. y Quintero M. (2005). Impacto e Historia De La Introducción De La Hormiga Loca (Paratrechina fulva) a Colombia. Grupo de Investigación en Hormigas, Universidad del Valle. Colombia. Recuperado de

https://www.researchgate.net/profile/Angela_Arcila/publication/228763877_IMPACTO_E_HISTORIA_DE_LA_INTRODUCCION_DE_LA_HORMIGA_LOCA_Paratrechina_fulva_A_COLOMBIA/links/02e7e5385fdc69eef0000000/IMPACTO-E-HISTORIA-DE-LA-INTRODUCCION-DE-LA-HORMIGA-LOCA-Paratrechina-fulva-A

[COLOMBIA.pdf?_cf_chl_tk=Hx4nr0RwNZwOk2orH4HLvOnvvPJkr_SiSKd.607n](https://www.researchgate.net/publication/228763877_IMPACTO_E_HISTORIA_DE_LA_INTRODUCCION_DE_LA_HORMIGA_LOCA_Paratrechina_fulva_A_COLOMBIA/links/02e7e5385fdc69eef0000000/IMPACTO-E-HISTORIA-DE-LA-INTRODUCCION-DE-LA-HORMIGA-LOCA-Paratrechina-fulva-A)

[SKE-1750292345-1.0.1.1-ZE2j11Yo914GEiOGmxLOXYibNnzpxg6y1BIVQ6hDDVY](https://www.researchgate.net/publication/228763877_IMPACTO_E_HISTORIA_DE_LA_INTRODUCCION_DE_LA_HORMIGA_LOCA_Paratrechina_fulva_A_COLOMBIA/links/02e7e5385fdc69eef0000000/IMPACTO-E-HISTORIA-DE-LA-INTRODUCCION-DE-LA-HORMIGA-LOCA-Paratrechina-fulva-A)

Aquino P. (2015). Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.). Recuperado de

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_Tecnica_Ca_a_de_Az_car.pdf

Triplehorn, C.A. y Johnson. (2005). Introducción al estudio de los insectos de Borrar y Delong's. Recuperado de <https://artropodosuniquindio.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/08/borrar-the-study-of-insect1.pdf>

Camacho. (1991). Programa computarizado PROBIT. Versión 1.0. Centro de Estadística y Cálculo. Colegio de Postgraduados. Centro de Investigación y Estudios Avanzados.

De Polania Z. y Martinez O. (1992). Impacto ecológico De La Hormiga Loca, *Paratrechina fulva* (Mayr), En El Municipio De Cimitarra (Santander). Revista Colombiana De Entomología. Recuperado de <https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co/index.php/SOCOLEN/artic le/view/10085/12833>

De Polania Z. y Ruíz N. (1983). CONTROL QUIMICO DE LA HORMIGA LOCA, *Nylanderia fulva* (Mayr). Recuperado de <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35340/1209.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lagunes A. y Vázquez M. (1994). El Bioensayo En El Manejo De Insecticidas Y Acaricidas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. México.

Lagunes A. y Villanueva J. (1995). Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. México.

Lezaun, J. (2023). *Paratrechina fulva- Nylanderia fulva o Prenolepsis fulva*, una plaga desorganizada, errática, que no se desplaza en línea. Recuperado de <https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/hormiga-loca>

McDonald D. (2012). Investigación de la especie de hormiga invasora *Nylanderia fulva*: extracción de colonias, manejo, preferencia de dieta. Fecundidad y potencial de vector mecánico. E.E.U.U. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/13643073.pdf>

Murgas I., Pitti C., Miranda R. y Cambra R. (2022). Primer reporte de la hormiga invasora *Nylanderia fulva* (Mayr, 1862) (Hymenoptera: Formicidae) en Panamá. Departamento de Investigación en Entomología Médica, Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, Panamá. https://www.reabic.net/journals/bir/2023/1/BIR_2023_Murgas_etal.pdf

Ovalle W. (2018). Guía para la identificación de enfermedades de la caña de azúcar. Guatemala. <https://es.scribd.com/document/473114416/20180323162522444>

Ponce G., Cantú P., Flores A., Badii M., Zapata R., López B. y Fernández I. (2016). Modo de acción de los insecticidas. <file:///C:/Users/50768/Downloads/esramos,+MODO+DE+ACCI%C3%93N+DE+LOS+INSECTICIDAS.pdf>

Sage R., Melo M. y Tammy O. (2014). Caña de azúcar: fisiología, bioquímica y biología funcional. https://www.researchgate.net/publication/278318105_Sugarcane_Physiology_Biochemistry_and_Functional_Biology

Wang Z., Moshman L., Kraus E., Wilson B., Acharya N. y Diaz R. (2016). Una revisión de la hormiga loca leonada, *Nylanderia fulva*, una hormiga invasora emergente en el sus de los Estados Unidos. ¿Es el control biológico una opción de manejo viable? Departamento de entomología. Centro Agrícola de la Universidad Estatal de Luisiana. E.E.U.U. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2075-4450/7/4/77>

IX. ANEXOS

Anexo 1.

Salida del análisis Probit de los datos de mortalidad insecticida: Cipermetrina

INTERACCIÓN	INTERCEPTO	PENDIENTE	MU		SIGMA	
1	0.94512180	2.47531339	1.61545832		0.43802631	
2	0.92062879	2.48864447	1.63812720		0.40398925	
3	0.92137578	2.48822177	1.63919405		0.40182518	
4	0.92134954	2.48823645	1.63917231		0.40189344	
5	0.92135047	2.48823593	1.63917318		0.40189107	
MATRIZ DE VARIANZAS COVARIANZAS			VARIANZA ESTIMADA DE MU			
INTERCEPTO		PENDIENTE	0.000662			
0.137398743		-0.079410446				
-0.079410446		0.047279122				
CHI-CUADRADA= 4.2289 CON 3 G.L.						
PROB	LOG(DOSIS)	LIMITES FIDUCIALES 95%	DOSIS	LIMITES FIDUCIALES 95%		
0.01	0.704235	0.495338 0.854175	5.060979	3.128510	7.147846	
0.02	0.813790	0.626655 0.948590	6.513128	4.233062	8.883623	
0.03	0.883299	0.709856 1.008609	7.643616	5.126910	10.200211	
0.04	0.935588	0.772369 1.053834	8.621601	5.920648	11.319685	
0.05	0.978121	0.823162 1.090679	9.508698	6.655210	12.321936	
0.06	1.014323	0.866347 1.122087	10.335308	7.351007	13.256065	
0.07	1.046066	0.904171 1.149667	11.119002	8.019929	14.114536	
0.08	1.074487	0.938000 1.174398	11.871001	8.669625	14.941626	
0.09	1.100336	0.968733 1.196924	12.598985	9.305360	15.737068	
0.10	1.124129	0.996991 1.217691	13.308494	9.930957	16.507861	
0.15	1.222640	1.113584 1.304074	16.697050	12.989236	20.140693	
0.20	1.300933	1.205616 1.373361	19.995535	16.055207	23.624417	
0.25	1.368102	1.283913 1.433461	23.340045	19.227060	27.130729	
0.30	1.428421	1.353492 1.488168	26.817682	22.267934	30.772845	
0.35	1.484316	1.417117 1.539711	30.501154	26.128632	34.650653	
0.40	1.537355	1.476488 1.589624	34.463168	29.956283	38.870842	
0.45	1.588671	1.532750 1.639095	38.785640	34.099633	43.560762	
0.50	1.639173	1.586758 1.689145	43.568554	38.615133	48.881511	
0.55	1.689675	1.639255 1.840705	48.941282	43.576724	55.043311	
0.60	1.740991	1.691008 1.794684	55.079642	49.091713	62.328152	
0.65	1.794030	1.742922 1.852055	62.234332	55.325022	71.130296	
0.70	1.849925	1.796140 1.914005	70.782365	62.537412	82.036091	
0.75	1.910245	1.852207 1.982223	81.328846	71.155218	95.989383	
0.80	1.977413	1.913398 2.059429	94.932142	81.921600	114.664469	
0.85	2.055707	1.983563 2.150584	113.685889	96.285880	141.443723	
0.90	2.154217	2.070667 2.266456	142.632135	117.670291	184.695184	
0.91	2.178011	2.091564 2.294583	150.664430	123.470822	197.052952	
0.92	2.203859	2.114218 2.325189	159.903870	130.082134	211.440660	
0.93	2.232281	2.139074 2.358893	170.718466	137.744332	288.503793	
0.94	2.264023	2.166777 2.396594	183.663516	146.817125	249.226309	
0.95	2.300225	2.198308 2.439656	199.629749	157.872873	275.204841	
0.96	2.342758	2.235276 2.490324	220.170122	171.900184	309.260456	
0.97	2.395047	2.280630 2.552709	248.340442	190.822692	357.033902	
0.98	2.464557	2.340787 2.635772	291.445032	219.173162	432.286813	
0.99	2.574112	2.435367 2.766925	375.069518	272.500085	584.689093	

Anexo 2.

Salida del análisis Probit de los datos de mortalidad insecticida: Fipronil

INTERACCIÓN	INTERCEPTO	PENDIENTE	MU		SIGMA
1	2.33679250	1.1138025	2.42082159		0.91052674
2	2.33640621	1.11395248	2.39109493		0.89782525
3	2.33640415	1.11395335	2.39111976		0.89770436
4	2.33640414	1.11395335	2.39111975		0.89770366
MATRIZ DE VARIANZAS COVARIANZAS			VARIANZA ESTIMADA DE MU		
INTERCEPTO		PENDIENTE	0.003907		
0.083800393		-0.037736392			
-0.037736392		0.017754702			
PROB	LOG(DOSIS)	CHI-CUADRADA=	1.0109	CON 3 G.L.	LIMITES FIDUCIALES 95%
		LIMITES FIDUCIALES 95%		DOSIS	LIMITES FIDUCIALES 95%
0.01	0.302749	-0.268278	0.661752	2.007931	0.539165 4.589359
0.02	0.547462	0.049454	0.861912	3.527458	1.120609 7.276325
0.03	0.702724	0.250722	0.989230	5.043412	1.781239 9.755062
0.04	0.849522	0.401904	1.085231	6.599674	2.522921 12.168334
0.05	0.914529	0.521697	1.163502	8.213507	3.347320 14.571411
0.06	0.995394	0.629057	1.230279	9.894499	4.256538 16.993360
0.07	1.066297	0.720416	1.288973	11.649217	5.253109 19.452394
0.08	1.129782	0.812084	1.341661	13.482855	6.339925 21.961425
0.09	1.187519	0.876229	1.389706	15.399941	7.520190 24.530505
0.10	1.240666	0.944353	1.434059	17.404687	8.797376 27.168073
0.15	1.460710	1.224643	1.619453	28.887482	16.774239 41.634438
0.20	1.635593	1.444186	1.770020	43.210897	27.809063 58.887042
0.25	1.785628	1.628456	1.903272	61.041871	42.506554 80.033554
0.30	1.920364	1.788592	2.028281	83.246025	61.459879 106.728596
0.35	2.045216	1.930230	2.150871	110.972705	85.158961 141.537330
0.40	2.163689	2.056989	2.274839	145.777042	114.022187 188.295223
0.45	2.278313	2.172257	2.402153	189.807379	148.681529 252.437121
0.50	2.391120	2.279616	2.533534	246.104613	190.375873 341.612629
0.55	2.503926	2.382443	2.669438	319.099716	241.236661 467.130372
0.60	2.618550	2.483707	2.810756	415.480239	304.583661 646.779699
0.65	2.737023	2.586060	2.959130	545.787185	385.531593 910.186367
0.70	2.861876	2.692215	3.117204	727.572044	492.283424 1309.796851
0.75	2.996612	2.805445	3.289118	992.228443	638.918300 1945.890160
0.80	3.146646	2.930436	3.481650	1401.671448	851.992630 3031.445218
0.85	3.321530	3.075147	3.707049	2096.668713	1188.905736 5093.879760
0.90	3.541573	3.256242	3.991637	3479.952288	1804.023437 9809.288204
0.91	3.594720	3.299863	4.060493	3932.968397	1994.632447 11494.589900
0.92	3.652458	3.347209	4.135338	4492.185017	2224.378819 13656.493770
0.93	3.715943	3.399223	4.217680	5199.274619	2507.394126 16507.433980
0.94	3.786846	3.457264	4.309692	6121.328588	2865.917564 20402.911760
0.95	3.867711	3.523403	4.414690	7374.131276	3337.356859 25983.054340
0.96	3.962717	3.601039	4.538117	9177.344518	3990.610771 34523.708030
0.97	4.079515	3.696397	4.689942	12009.226812	4970.469662 48971.336500
0.98	4.234778	3.823036	4.891889	17170.291084	6653.287514 77963.131200
0.99	4.479491	4.022410	5.210408	30164.126474	10529.551468 162333.510000

Anexo 3.

Salida del análisis Probit de los datos de mortalidad insecticida: Lambda Cyhalotrina

INTERACCIÓN	INTERCEPTO	PENDIENTE	MU	SIGMA
1	4.85598987	1.30460265	0.08064946	0.57194093
2	4.81122097	1.44820523	0.11038620	0.76651692
3	4.80013293	1.46849219	0.13035378	0.69050987
4	4.79959178	1.469275	0.13610359	0.68097059
5	4.79957683	1.46929605	0.13639939	0.68060778
6	4.79957644	1.4692966	0.13640762	0.68059803

MATRIZ DE VARIANZAS COVARIANZAS		VARIANZA ESTIMADA DE MU
INTERCEPTO	PENDIENTE	0.007770
0.022858166	0.02432333	
-0.024323233	0.029689294	

PROB	LOG(DOSIS)	CHI-CUADRADA=	8.9306	CON	7 G.L.	LIMITES FIDUCIALES 95%	LIMITES FIDUCIALES 95%
0.01	-1.446899	-2.128219	1.018385	0.035736	0.007444	0.095855	
0.02	-1.261369	-1.887757	0.867089	0.054781	0.012949	0.135803	
0.03	-1.143656	-1.735234	0.771054	0.071836	0.018398	0.169413	
0.04	-1.055105	-1.620523	0.698785	0.088084	0.239590	0.200085	
0.05	-0.983076	-1.527234	0.639981	0.103974	0.029701	0.229097	
0.06	-0.921768	-1.447845	0.589914	0.119738	0.035658	0.257091	
0.07	-0.868012	-1.378249	0.546002	0.135515	0.041855	0.084445	
0.08	-0.819881	-1.315945	0.506673	0.151398	0.048312	0.311406	
0.09	-0.776107	-1.259292	0.470896	0.167453	0.055044	0.338146	
0.10	-0.735813	-1.207152	0.437953	0.183733	0.062065	0.364793	
0.15	-0.568986	-0.991385	0.301456	0.269782	0.102004	0.499510	
0.20	-0.436398	-0.820055	0.192818	0.366102	0.151337	0.641479	
0.25	-0.322648	-0.673215	0.099469	0.475720	0.212219	0.795300	
0.30	-0.220498	-0.541500	0.015488	0.601869	0.287409	0.964966	
0.35	-0.125840	-0.419612	0.062499	0.748444	0.380529	1.154780	
0.40	-0.036020	-0.304145	0.136694	0.920408	0.496426	1.369915	
0.45	0.050883	-0.192663	0.208711	1.124302	0.641707	1.617005	
0.50	0.136408	-0.083247	0.279886	1.369014	0.825569	1.904959	
0.55	0.221933	0.025769	0.351460	1.666989	1.061132	2.246260	
0.60	0.308835	0.135971	0.424758	2.036270	1.367638	2.659244	
0.65	0.398656	0.249002	0.501389	2.504125	1.774197	3.172408	
0.70	0.493314	0.366674	0.583592	3.113964	2.326346	3.833466	
0.75	0.595464	0.491023	0.674939	3.939708	3.097584	4.730849	
0.80	0.709213	0.624208	0.781942	5.119333	4.209285	6.052601	
0.85	0.841802	0.768650	0.917469	6.947077	5.870163	8.269302	
0.90	1.008629	0.931907	1.106477	10.200677	8.548833	12.778404	
0.91	1.048923	0.968927	1.154539	11.192387	9.309512	14.273782	
0.92	1.092696	1.008400	1.207497	12.379309	10.195299	16.124884	
0.93	1.140828	1.051078	1.266451	13.830183	11.248070	18.469323	
0.94	1.194583	1.098034	1.333002	15.652484	12.532401	21.527927	
0.95	1.255892	1.150886	1.409606	18.025676	14.154231	25.680654	
0.96	1.327921	1.212266	1.500320	21.277514	16.302958	31.646083	
0.97	1.416472	1.286963	1.612604	26.089862	19.362558	40.983014	
0.98	1.534185	1.385366	1.762759	34.212497	24.286539	57.910679	
0.99	1.719715	1.539169	2.000713	52.446321	34.607402	100.164299	

Anexo 4.

Salida del análisis Probit de los datos de mortalidad insecticida: Clorpirifos

INTERACCIÓN	INTERCEPTO	PENDIENTE	MU		SIGMA	
1	1.35576226	1.69987788	1.79058812		0.53570465	
2	0.84727416	1.96822672	2.14382326		0.58827755	
3	0.8335433	1.97670311	2.10988186		0.50807155	
4	0.8341582	1.9764949	2.10778072		0.50589286	
5	0.83406805	1.97653722	2.10769165		0.50594616	
6	0.83407706	1.97653323	2.10769213		0.50593532	
7	0.83407607	1.97653368	2.10769183		0.50593635	
MATRIZ DE VARIANZAS COVARIANZAS			VARIANZA ESTIMADA DE MU			
INTERCEPTO		PENDIENTE	0.005556			
0.771805184		-0.359513699				
-0.042642821		0.172293160				
CHI-CUADRADA= 50.5849 CON 6 G.L.						
NOTA: LAS VARIANZAS Y COVARIANZAS HAN SIDO MULTIPLICADAS POR EL FACTOR DE HETEROGENEIDAD h=8.43						
ASEGURESE DE QUE P<0.10 EN LA PRUEBA DE CHI-CUADRADA SE VA A USAR UN VALOR t=2.57 PARA EL CALCULO DE						
LIMITES FIDUCIALES						
PROB	LOG(DOSIS)	LIMITES FIDUCIALES 95%		DOSIS	LIMITES FIDUCIALES 95%	
0.01	0.930708	0.732250	1.081755	8.525271	5.398211	12.071336
0.02	1.068626	0.891981	1.203517	11.711860	7.797954	15.977789
0.03	1.156130	0.993189	1.280906	14.326174	9.844393	19.094407
0.04	1.221956	1.069234	1.339213	16.670796	11.728272	21.838017
0.05	1.275501	1.131021	1.386711	18.858225	13.521394	24.361884
0.06	1.321076	1.183554	1.427197	20.944768	15.259994	26.742176
0.07	1.361036	1.229565	1.462746	22.963374	16.965425	29.023225
0.08	1.396815	1.270716	1.494621	24.935337	18.651577	31.233555
0.09	1.429355	1.308098	1.523654	26.875423	20.328158	33.392868
0.10	1.459308	1.342468	1.550418	28.794430	22.002318	35.515523
0.15	1.583323	1.484252	1.661749	38.310925	30.496663	45.893286
0.20	1.681885	1.596105	1.751065	48.071223	39.455224	56.372152
0.25	1.766443	1.691172	1.828581	58.404062	49.110290	67.387690
0.30	1.842379	1.775537	1.899201	69.563054	59.639956	79.286906
0.35	1.912744	1.852544	1.965812	81.798300	71.210500	92.429821
0.40	1.979514	1.924264	2.030371	95.392532	83.996955	107.243608
0.45	2.044115	1.992132	2.094355	112.691741	98.204533	124.266695
0.50	2.107692	2.057292	2.158955	128.142105	114.101732	144.196576
0.55	2.171268	2.120808	2.225200	148.343489	132.070009	167.957819
0.60	2.235869	2.183788	2.294071	172.135058	152.682028	196.821025
0.65	2.302639	2.247479	2.366659	200.742547	176.798663	232.626532
0.70	2.373005	2.313374	2.444382	236.050577	205.766039	278.215858
0.75	2.448941	2.383421	2.529320	281.151663	241.780348	338.314256
0.80	2.533499	2.460482	2.624843	341.584798	288.723683	421.543923
0.85	2.632061	2.549436	2.737057	428.608781	354.352844	545.829463
0.90	2.756075	2.660472	2.879136	570.263041	457.585172	757.069564
0.91	2.786028	0.687183	2.913559	610.981983	486.612454	819.519725
0.92	2.818568	2.716164	2.950994	658.519232	520.192016	893.292559
0.93	2.854348	2.747989	2.992195	715.069085	559.742987	982.189604
0.94	2.894308	2.783488	3.038256	783.985703	607.417806	1092.083242
0.95	2.939883	2.823924	3.090838	870.728768	666.689395	1232.646338
0.96	2.993427	2.871371	3.152676	984.979882	743.653902	1421.268941
0.97	3.059253	2.929626	3.228773	1146.181717	850.405144	1693.453889
0.98	3.146758	3.006959	3.330038	1402.031697	1016.153614	2138.147383
0.99	3.284676	3.128654	3.489835	1926.085355	1344.789864	3089.119728

Anexo 5.

Análisis estadísticos de la eficacia de insecticidas en cebos para el control de N. Fulva

EFICACIA DE INSECTICIDAS EN CEBOS SOBRE N. fulva. 1
 PARCELA DIVIDIDA 17:43, octubre 5, 2024
 ANTONIO VARGAS

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
Insect	4	Cipermetrina, Fenitrothion, Deltamethrin, Lambda-cyhalothrin
lambda blo 3	1 2 3	
Dosis	10 25 50 75 100 120 150 240 300 360 450	

Número de observaciones 36
 EFICACIA DE INSECTICIDAS EN CEBOS SOBRE N. fulva. 2
 PARCELA DIVIDIDA 17:43, octubre 5, 2024
 ANTONIO VARGAS

Procedimiento GLM

Variable dependiente: eficacia_2h

eficacia 2h

Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	13208.85355	1016.06566	0.96	
		0.5182			
Error	22	23370.71965	1062.30544		
Total correcto	35	36579.57320			

R-cuadrado Coef Var Raiz MSE eficacia_2h

Media 0.361099 65.52679
 32.59303 49.74000

Fuente	Cuadrado de DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
Insect	2	3347.636217	1673.818108	1.58	0.2293
blo	2	631.200617	315.600308	0.30	0.7459
Dosis	8	7835.036711	979.379589	0.92	0.5175

EFICACIA DE INSECTICIDAS EN CEBOS SOBRE N. fulva. 3
 PARCELA DIVIDIDA 17:43, octubre 5, 2024
 ANTONIO VARGAS

Procedimiento GLM

Variable dependiente: eficacia_3h eficacia 3h

Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
--------	------------	-----------------------	----------	---------	--------

Modelo	13	13141.49416	1010.88417	1.76	0.1181
Error	22	12663.21633	575.60074		
Total correcto	35	25804.71049			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	eficacia_3h	Media
0.509267	32.12860	23.99168		74.67392

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
Insect	2	3259.934090	1629.967045	2.83	0.0805
blo	2	1775.315626	887.657813	1.54	0.2362
Dosis	8	5107.141680	638.392710	1.11	0.3947

EFICACIA DE INSECTICIDAS EN CEBOS SOBRE N. fulva. 4
 PARCELA DIVIDIDA 17:43, octubre 5, 2024
 ANTONIO VARGAS

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para eficacia_2h

NOTA: Este test controla el índice error comparaciones de tipo I, no el índice de error experimentado.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	22
Error de cuadrado medio	1062.305

Número de medias	2	3	4
Rango crítico	31.86	33.46	34.48

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Duncan

Agrupamiento	Media	N	Insect
A	62.87	9	lambda
A	56.89	9	Ciperm
A	46.60	9	clorpir
A	32.61	9	Fipronil

EFICACIA DE INSECTICIDAS EN CEBOS SOBRE N. fulva. 5

PARCELA DIVIDIDA 17:43, octubre 5, 2024
ANTONIO VARGAS

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para eficacia_3h

NOTA: Este test controla el índice error de comparaciones de tipo I, no el índice de error experimentado

Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	22		
Error de cuadrado medio	575.6007		
Número de medias	2	3	4
Rango crítico	23.46	24.63	25.38

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	Insect
---------------------	-------	---	--------

A	85.73	9	lambda
A			
A	80.96	9	clorpir
A			
A	79.85	9	Ciperm

B	52.16	9	Fipronil
---	-------	---	----------

EFICACIA DE INSECTICIDAS EN CEBOS SOBRE N. fulva. 6
PARCELA DIVIDIDA 17:43, octubre 5, 2024
ANTONIO VARGAS

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para eficacia_2h

NOTA: Este test controla el índice error comparaciones de tipo I, no el índice de error experimentado

Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	22		
Error de cuadrado medio	1062.305		
Media armónica de tamaño de celdas	3.333333		

NOTA: Los

tamaños de las celdas no son iguales.

Número de medias	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rango crítico	52.36	54.98	56.65	57.83	58.70	59.37	59.90	60.32	60.67

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Duncan

Agrupamiento	Media	N	Dosis
--------------	-------	---	-------

A	83.59	3	75 Lambda Cyhalotrina
A			

B A	62.85	6	50 Lambda Cyalotrina - Cipermetrina
-----	-------	---	-------------------------------------

B A	51.36	6	150 Cipermetrina - Fipronil
B A			

B A	51.19	3	25 Lambda Cyhalotrina
-----	-------	---	-----------------------

B A			
-----	--	--	--

B	A	49.57	3	450 Fipronil
B	A			
B	A	48.35	3	360 Clorpirifos
B	A			
B	A	45.89	3	240 Clorpirifos
B	A			
B	A	45.55	3	120 Clorpirifos
B	A			
B	A	25.60	3	100 Cipermetrina
B				
B		18.71	3	300 Fipronil

EFICACIA DE INSECTICIDAS EN CEBOS SOBRE *N. fulva*. 7
 PARCELA DIVIDIDA 17:43, octubre 5, 2024
 ANTONIO VARGAS

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para eficacia_3h

NOTA: Este test controla el índice error comparaciones de tipo I, no el índice de error experimentado

Alfa 0.05
 Error de grados de libertad 22
 Error de cuadrado medio 575.6007
 Media armónica de tamaño de celdas
 3.333333

NOTA: Los tamaños de las celdas no son iguales.

Número de medias	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rango crítico	38.54	40.47	41.70	42.57	43.21	43.70	44.09	44.40	44.66

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Duncan

Agrupamiento	Media	N	Dosis
A	90.91	3	75 Lambda Cyhalotrina
A			
A	89.98	6	50 Lambda Cyalotrina - Cipermetrina
A			
A	88.44	3	360 Clorpirifos
A			
B	79.83	3	450 Fipronil
B			
B	79.70	3	120 Clorpirifos
B			
B	74.75	3	240 Clorpirifos
B			
B	74.56	3	25 Lambda Cyhalotrina
B			
B	66.58	3	100 Cipermetrina
B			
B	61.48	6	150 Cipermetrina - Fipronil
B			
B	38.41	3	300 Fipronil