



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**Trabajo Experimental presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del título de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Tema:**

Determinación de la línea básica de resistencia de *Spodoptera frugiperda* Smith a los insecticidas abamectina, alfacipermetrina, thiodicarb y bifentrin.

**Autor:**

Joselyn Nieves Contreras Chacha

**Director:**

Ing. Agr. David Álava Vera, Msc.

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2016

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

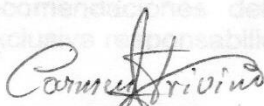
**TRABAJO EXPERIMENTAL**

Presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la  
obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Determinación de la línea básica de resistencia de  
*Spodoptera frugiperda* Smith a los insecticidas abamectina,  
alfacipermetrina, thiodicard y bifentrin.

**TRIBUNAL DE SUSTENTACION**



Ing. Agr. Carmen Triviño Gilces. Ph.D.

**PRESIDENTA**

  
Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Msc.

**VOCAL PRINCIPAL**



Ing. Agr. David Mayorga Arias, MAE.

**VOCAL PRINCIPAL**

## DEDICATORIA:

A creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza y sabiduría, con toda humildad que de mi corazón puede emanar dedico primeramente mi trabajo a Dios padre, Jesucristo y Espíritu Santo.

A mis queridos padres que con amor y enseñanzas han hecho de mí una persona de bien y valores, que con su apoyo incondicional son merecedores de mi parte de este importante logro.

A mis hermanos por su constante motivación y compañía.

Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, son exclusiva responsabilidad del autor.

*Joselyn Contreras Ch.*

Joselyn Nieves Contreras Chacha

## **DEDICATORIA:**

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza y sabiduría, con toda humildad que de mi corazón puede emanar dedico primeramente mi trabajo a Dios padre, Jesucristo y Espíritu Santo.

A mis queridos padres que con amor y enseñanzas han hecho de mí una persona de bien y valores, que con su apoyo incondicional son merecedores de ser parte de este importante logro.

A mis hermanos por su constante motivación y compañía.

## **AGRADECIMIENTO:**

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo por haberme abierto las puertas de su seno científico y formado profesionalmente.

A todos los docentes que impartieron sus valiosos conocimientos, experiencias y su apoyo durante mi formación académica.

A mi asesor del Trabajo Experimental Ing. Agr. David Álava Vera, Msc por su esmero, comprensión, invaluable aporte, afecto y amistad en la realización del presente trabajo experimental.

A mis amigos y compañeros de clase con quienes compartí el desarrollo de la formación profesional.

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULOS</b>	<b>PÁGINAS</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1-2</b>
Objetivos Generales	2
Objetivos Específicos	2
Hipótesis	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4-13</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>14-18</b>
3.1 Ubicación del ensayo	14
3.2 Material experimental	14
3.3 Material de laboratorio	14
3.4 Factores estudiados	14
3.5 Tratamientos	15
3.6 Método	15
3.7 Diseño	15
3.8 Manejo del ensayo	16
3.8.2 Recolección de las larvas	16
3.8.3 Ubicación de larvas en dispositivos	17
3.8.4 Preparación de las soluciones madres	17
3.8.3 Preparación de dosis diferentes a la solución Madre, para buscar DL 50.	17
3.9 Datos a evaluar	17
3.9.1 Calibración de las soluciones madres	17
3.9.2 Porcentaje de mortalidad	17
3.9.3 Mortalidad corregida	18
3.9.4 Análisis de Probit	18
<b>IV. RESULTADO.....</b>	<b>19-40</b>
4.1. Obtención de Soluciones Madres	19-36

4.1.1	Thiodicarb	19
4.1.1.1	Obtención de las diferentes dosis Thiodicarb	19-22
4.1.1.2	Porcentaje de mortalidad Thiodicarb	22
4.1.2	Alfacipermetrina	23
4.1.2.1	Obtención de las diferentes dosis Alfacipermetrina	24-27
4.1.2.2	Porcentaje de mortalidad Alfacipermetrina	27
4.1.3	Abamectina	28
4.1.3.1	Obtención de las diferentes dosis Abamectina	28-31
4.1.3.2	Porcentaje de mortalidad Abamectina	31-32
4.1.4	Bifentrin	32
4.1.4.1	Obtención de las diferentes dosis Bifentrin	32-35
4.1.4.2	Porcentaje de mortalidad Bifentrin	35-36
4.2.	Análisis Probitt	36-41
4.2.1	Análisis Probitt Thiodicarb	36-37
4.2.2	Análisis Probitt Alfacipermetrina	37-38
4.2.3	Análisis Probitt Abamectina	39-40
4.2.3	Análisis Probitt Bifentrin	40-41

**V. DISCUSIÓN..... 42-43**

**VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 44**

**VII. RESUMEN..... 45**

**VIII. SUMMARY..... 46**

<b>IX. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>47-49</b>
-----------------------------------	--------------

**ANEXO**



## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los más importantes de la economía nacional, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total provienen de unidades familiares campesinas, la mayoría de ellas de economías de subsistencia.

La producción nacional de maíz en el Ecuador es de 3,68 t/ha siendo el resultado de la implementación de variedades e híbridos mejor adaptados a las zonas de producción y con mayor potencial de rendimiento. La provincia de Los Ríos posee la mayor producción de maíz (56 %), cuenta con una productividad de 4,56 t/ha y con la mayor superficie cosechada, 150 mil hectáreas<sup>1</sup>. De la producción nacional de maíz, la avicultura consume el 57 %, alimentos balanceados para otros animales el 6 %, un 25 % se exporta a Colombia, el 4 % se destina a las industrias de consumo humano y el resto sirve para autoconsumo y semilla.

El arroz (*Oryza sativa*) es originario de Asia Meridional, donde China es el lugar de mayor consumo y productor mundial. Es una gramínea de alto consumo en la alimentación humana; un ecuatoriano come en promedio 53,2 kilogramos de arroz al año, eso equivale a 117,04 libras por habitante. El cultivo del arroz con una siembra anual cercana a las 340.000 hectáreas, está concentrada en un 94 % en las provincias de Guayas y Los Ríos, 52 % y 42 %, respectivamente<sup>2</sup>.

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith) constituye la plaga de mayor importancia que afecta al cultivo de maíz y arroz ya que puede llegar a ocasionar pérdidas en el rendimiento de un 30 a un 64 %, razón por la cual se hace necesario disponer de insecticidas que controlen eficientemente a este insecto.

---

<sup>1</sup> Fuente: Cultivo de maíz y su producción. Disponible en: <http://jennywwwagroalimentoscultivados.blogspot.com/2010/05/la-produccion-de-maiz.html>

<sup>2</sup> Fuente: Principales plagas del cultivo de maíz. Disponible en: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/51881/1/Estrategias-manejo.pdf>

En el cultivo de maíz; durante los dos primeros instares, las larvas roen la epidermis de las hojas, dejando manchas translúcidas; a partir del tercero, consumen toda la lámina foliar dejando huecos irregulares en el follaje, luego migran hacia el cogollo, donde encuentran protección. Por otra parte a esa edad, tienen hábitos caníbales, razón por la cual se encuentra una sola por cogollo<sup>3</sup>.

Para el control de este insecto se ha utilizado muchos insecticidas de diferentes grupos químicos; y, en algunos casos se ha notado que es necesario aumentar las dosis para lograr el efecto letal deseado, lo cual hace suponer la posibilidad de que *Spodoptera frugiperda* esté desarrollando resistencia a esos insecticidas.

Considerando esta información se realizó un trabajo de investigación tendiente a establecer la línea básica de resistencia a insecticidas de larvas de *Spodoptera frugiperda*, desarrolladas en nuestro medio, para que sirva de comparación para pruebas de resistencia realizadas en el futuro.

### **1.1. Objetivos General**

Determinar la línea básica de resistencia de *Spodoptera frugiperda* a varios insecticidas.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- A. Establecer la línea básica de resistencia de *Spodoptera frugiperda* a los insecticidas: abamectina, alfa cipermetrina, thiodicarb y bifentrin.
- B. Identificar el ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda*, en condiciones controladas.

---

<sup>3</sup> Fuente: *Spodoptera frugiperda*: Una plaga que está coevolucionando. Disponible en: <http://www.comprendamos.org/alephzero/63/spodopterafrugi.html>

### **1.3. Hipótesis**

Conociendo la DL50 de los insecticidas para *controlar Spodoptera frugiperda* se podrá manejar adecuadamente los niveles poblacionales de este insecto.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Clasificación taxonómica del insecto

*Spodoptera frugiperda* tiene su origen en los trópicos del continente americano, incluyendo las islas del Caribe y del Pacífico. Se considera ampliamente distribuido en este continente, y se ha reportado su existencia en Canadá, Estados Unidos, México, El Salvador, Guatemala, Honduras, Panamá, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Guyana, Ecuador, Perú, Chile, Brasil, Jamaica, Bolivia, Argentina, entre otros.

Las larvas pueden alimentarse de 28 especies vegetales cultivadas, entre las cuales se destacan el maíz, el sorgo, el arroz, la soya, el tomate de huerta, la caña de azúcar, el ajonjolí, el maní, el melón y el girasol. Prefiere para su alimentación a las gramíneas, cultivadas o no, pero causa pérdidas elevadas a otros cultivos, cuando sus poblaciones logran altos niveles durante las épocas de sequía (Mejia, 2007).

Según IICA (2001), la clasificación taxonómica de *Spodoptera frugiperda* es la siguiente:

Reino: Animal

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Noctuidae

Género: *Spodoptera*

Especie: *frugiperda* (J.E.Smith)

### 2.2. Biología de *Spodoptera frugiperda*

El gusano cogollero tiene el tipo de metamorfosis completa u holometabólica: huevo, larva, pupa y adulto.

**Huevo:** Los huevos tiene forma de cúpula; la base se aplana y ampliamente redondeado en el ápice. Las medidas que presenta son alrededor de 0,4 mm de diámetro y 0,3 m de altura.

El número de huevos por masa varía considerablemente, pero a menudo es de 100 a 200. Los huevos se depositan a veces en capas, pero la mayoría de los huevos se extiende sobre una única capa unidas al follaje. También deposita una capa de escamas grisáceas entre los huevos y sobre la masa de huevos, impartiendo un aspecto peludo o mohoso. La duración de la fase de huevo es sólo de dos a tres días (Capinera, 1999).

**Larva:** Según INFAP (2009), el color de las larvas varía según el alimento, aunque en general son pardo oscuras, con tres rayas pálidas longitudinales. En la parte frontal de la cabeza se distingue una “Y” blanca invertida.

Las larvas pasan por 6 ó 7 estadíos o mudas, siendo de mayor importancia para tomar las medidas de control los dos primeros; en el primero estas miden hasta 2-3 milímetros y la cabeza es negra completamente, el segundo mide de 4-10 milímetros y la cabeza es carmelita claro; las larvas pueden alcanzar hasta 35 milímetros en su último estadío. A partir del tercer estadío se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciados cuando la hoja se abre o desenvuelve

**Pupa:** Según Capinera (1999), el estado de pupa tiene lugar normalmente en el suelo, a una profundidad de 2 a 8 cm. La larva construye un capullo suelto, de forma ovalada y de 20 a 30 mm de longitud, atando las partículas de suelo con la seda. Si el suelo es demasiado duro, las larvas pueden juntar los restos de hojas y otros materiales para formar un capullo en la superficie del suelo. La pupa es de color marrón rojizo, y mide de 14 a 18 mm de longitud y aproximadamente 4,5 mm de anchura, la duración de la fase de pupa es de aproximadamente ocho a nueve días.

**Adulto:** El adulto es una polilla que tiene una envergadura de 32 a 40 mm. En el adulto macho, el ala anterior generalmente sombreada de color gris y marrón, con manchas blancas en la punta triangular y cerca del centro del ala. Las alas delanteras de las hembras son menos marcadas, que van desde un color marrón grisáceo uniforme a un moteado de gris y marrón.

El ala posterior es de color blanco plateado con un borde estrecho y oscuro iridiscente en ambos sexos.

### **2.2.1 Daños**

Las larvas comienzan a alimentarse ocasionando los primeros daños en el haz o envés de las hojas de las plántulas de maíz, sin llegar a perforarlas. Estos daños tienen la apariencia de manchas blancas dispersas en la superficie de las hojas.

Las larvas se alimentan de las hojas hasta la segunda muda y luego avanzan hacia el interior del cogollo de la planta, donde devoran el tejido tierno de las hojas apicales. A las plantas recién nacidas pueden causarles la muerte y a las de mayor edad un crecimiento anormal.

Generalmente en cada planta se encuentra una larva; debido a que en los estadios avanzados manifiesta hábitos caníbales. Sin embargo, es posible encontrar de dos a tres larvas de tamaño mediano por planta. La larva no sólo puede dañar las hojas y el cogollo, sino que puede alimentarse de la inflorescencia masculina y femenina, del choclo, de las hojas que envuelven a la mazorca (brácteas) y causar perforaciones en el tallo (INIAP, 1996).

Este insecto — plaga también puede actuar como gusano trazador, cortando el tallo de las plántulas a nivel del suelo, o como gusano ejército destruyendo el sistema foliar en plantas desarrolladas.

Estos niveles de daño están asociados a un tamaño de larva menor a 1,5 cm momento en el cual la larva se encuentra en general comiendo sobre la hoja expandida, permitiendo ser alcanzada con la aplicación del insecticida. Daños más severos, son ocasionados por larvas mayores a 1,5 cm las cuales se ubican en el cogollo y se tapan con el aserrín de sus desechos, imposibilitando la llegada del insecticida a la misma (Atrónico, 2013).

Según Jaramillo (1989), el efecto de *S. frugiperda* sobre el rendimiento aumenta progresivamente con el crecimiento del cultivo, siendo la etapa de los 60 días después de la germinación la más crítica en el cultivo de maíz.

### **2.3. Medidas de control**

El fenómeno de la resistencia, es decir, el desarrollo de la resistencia de los artrópodos a los plaguicidas tuvo un inicio y un progreso paulatino desde el inicio del siglo XX. El problema de la resistencia ha ocasionado pérdidas tanto económico (búsqueda de los plaguicidas de mayor potencia y usualmente más cara), como humano, ya que la mayoría de los países pobres (por ejemplo en África) no cuentan con los recursos económicos suficientes para adquirir las nuevas generaciones de los pesticidas. Las consecuencias, por tanto son devastadoras. Se requiere el estudio del manejo de la resistencia y todavía, de mayor relevancia, el uso de los métodos alternativos de combate de las plagas agrícolas y los vectores de las enfermedades humanas y los animales domésticos. Dentro de estos métodos alternativos, el control biológico que es un método ambientalmente amigable y también el manejo integral de plagas (MIP) constituyen parte del arsenal al servicio del hombre que puedan apoyar a solucionar y/ mitigar el impacto de las plagas y los vectores. Estos dos métodos son compatibles con los principios del manejo racional de los recursos y consecuentemente, son congruentes con el desarrollo sustentable (Badii y Garza, 2007).

Después de realizar un muestreo en el campo y determinar valores iguales o mayores del umbral económico se debe ejecutar una medida de control.

#### **2.3.1 Medidas de control cultural**

Las prácticas culturales que consisten en manipulaciones que influyen en el medio ambiente de las plagas, figuran entre algunos de los controles más efectivos que se disponen. Dentro de las medidas de control cultural encontramos:

Eliminación de restos de malezas y cosecha ya que estas sirven de fuente de infestación de la plaga en el cultivo.

La época de siembra donde se observe menor incidencia de esta plaga en el medio será recomendable para realizar el cultivo.

Utilización de material genético de calidad o variedades que presenten resistencia al ataque de la plaga (Meneses, 2008).

### **A. Control biológico**

Dentro de los principales enemigos naturales tenemos:

#### ***Telenomus remus***

Es una avispa parasitoide de huevos, que resulta efectivo para control de huevos de *S. frugiperda*, la dosis recomendada es de 5.000 a 10.000 individuos/ha.

#### ***Trichogramma sp***

Es una avispa de 0,3 a 1 mm, que ovoposita sus huevos en el interior de los huevos de las especies de mariposas dañinas para nuestros cultivos de importancia económica. Es un biocontrolador de amplio uso para el control de plagas fundamentales en los cultivos de maíz, repollo, tomate, papa, yuca, etc. La dosis recomendada para la mayoría de los insectos plagas es de 15.000 a 50.000 individuos/ha. Depende del cultivo y el grado de infestación sobre el umbral económico.

#### **Control con *Bacillus thuringiensis***

Es una de las bacterias más común, y más utilizadas a nivel mundial, que existe en forma natural en la mayoría de los suelos; es capaz de matar larvas de Lepidóptero, dípteras, coleópteros, ácaros, entre otras plagas.

La bacteria se asperja sobre las hojas, al final de la tarde preferiblemente para evitar que la radiación solar, afecte el producto en las primeras 12 horas. Dentro de las principales ventajas de *B. thuringiensis* se encuentran que no es tóxico a los hombres ni animales, no es necesario de especiales medios de protección



para su aplicación, no afecta los enemigos naturales de las plagas y puede resultar económico (Pérez, 2008).

## **B. Control Químico**

Varios insecticidas están registrados para el control *S. frugiperda* en los diversos cultivos. Numerosas fallas en los tratamientos en cultivos desarrollados se deben a controles tardíos con orugas de gran tamaño y resistencia, protegidos de la acción directa de los plaguicidas. Los tratamientos tempranos, con larvas chicas y la buena calidad de las aplicaciones generando gotas pequeñas con la finalidad de ingreso en el cogollo, tanto terrestres como aéreas, son esenciales para un buen control de esta plaga

En el control del insecto se deberá tener en cuenta:

- Realizarlo cuando las larvas sean pequeñas, debido a que su alimentación es poca y mayor su susceptibilidad a las medidas que se adopten.
- Utilizar la inundación de los campos por 20 horas, con el objetivo de controlar todos los estados del insecto.
- Proteger los enemigos naturales, con la disminución de las aplicaciones de los plaguicidas químicos.
- Aplicar preferentemente Lambdacyhalothrina a dosis entre 6.25 a 10.00 g i.a/ha (Flores, 2010).

La primera reacción del agricultor cuando un insecticida pierde su efectividad es incrementar la dosis y frecuencia de aplicación, lo que trae como resultado el aumento del costo directo en el control de plagas a la vez que tienden a incrementarse los niveles de resistencia (FAO, 1993).

El comité de acción de resistencia a los insecticidas ó IRAC (2012), define resistencia como un cambio heredable en la sensibilidad de la población de una plaga que se refleja en repetidos fallos de eficacia del producto al ser usado de acuerdo a las recomendaciones de la etiqueta para esa plaga.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (1957), la resistencia cruzada es el mecanismo por el cual un gen simple confiere resistencia a un número de químicos del mismo grupo. Esto se observa cuando una plaga ha sido controlada con insecticidas de la familia de organoclorados a los que emerge la resistencia y posteriormente se cambia a insecticidas piretroides, los cuales presentan un modo de acción similar a los organoclorados por lo que también se presenta resistencia a esta familia química de insecticidas.

El mismo autor sostiene que la resistencia múltiple se presenta cuando una población adquiere resistencia a varios insecticidas, tanto aquellos que han sido aplicados como a otros que no han sido aplicados. En este caso la población posee varios mecanismos de resistencia de forma simultánea, lo anterior indica que los genes de resistencia ya se encuentran de antemano en la población.

#### **2.4. Insecticidas investigados**

Según Adama (2009), alfacipermetrina es un insecticida con acción estomacal predominante. También posee una acción de contacto limitada. Para el tratamiento de semillas, presenta una translocación sistémica rápida a través de la planta. Pertenece al grupo de los carbamatos, en su modo de acción actúa como inhibidor de la colinesterasa, con acción estomacal predominante, recomendado para tratamiento de semillas en cultivo de maíz. Presenta una toxicología DL 50 oral aguda en ratas 328 mg/kg, DL50 dermal aguda en ratas 2.000 mg/kg.

Bifentrín es un insecticida piretroide que actúa por contacto e ingestión, sobre órdenes de importancia agrícola como lepidóptera, hemíptera, homóptera y otros. Es compatible con los insecticidas y fungicidas de uso corriente, excepto aquellos de reacción alcalina, como caldo bordelés o polisulfuro de calcio. Si se efectúan mezclas, éstas deben ser utilizadas en el mismo día de su preparación (Agristar, 2010).

Toxicidad aguda

Oral DL50 (rata): 50mg/kg

Dermal DL50 (rata): > a 4000 mg/kg.

Abamectina es un acaricida e insecticida selectivo, con efecto sistémico local y translaminar, de residualidad media, que actúa sobre formas móviles (larvas, y adultos), para control preventivo a curativo temprano, en el manejo de ácaros.

Información toxicológica

Absorción por la piel: DL50 para el producto formulado es superior a 2000 mg/kg, en machos de ratas.

Ingestión: La DL50 del producto formulado es de 300 mg/kg para ratas machos (Yaser, 2012).

### **Thiodicarb**

Según Bayer (2016), es un insecticida de la familia de los carbamatos efectivo para el control de huevos y larvas de lepidópteros. Sus propiedades físicas son: cristales incoloros, con ligero olor a azufre.

Tiene un punto de fusión igual a 173 °C. Su densidad específica es igual a 1.44 g/cm<sup>3</sup> a 20 °C. Su solubilidad en agua es igual a 35 mg/L a 25 °C.

Actúa inhibiendo la síntesis de colinesterasa, modo de acción distinto al de los piretroides utilizados para el control de orugas. Es muy selectivo por su bajo impacto sobre la población de los predadores. Su uso dentro de los planteos de MIP busca reducir la presión sobre los piretroides ayudando a reducir el riesgo de resistencia. No penetra en la superficie de las cutículas de los insectos o de las hojas (pequeño efecto de contacto y sin efecto translaminar).

### **Alfacipermetrina**

Es un insecticida piretroide que actúa por contacto e ingestión, para controlar un amplio rango de insectos especialmente del orden lepidóptera, coleóptera, hemíptera, en varios cultivos como: algodón, arroz, soya, maíz y tomate. Interfiere en la transmisión de los impulsos nerviosos de los insectos. Alfacipermetrina se activa primeramente en la base del ganglio del sistema nervioso central, causando una verdadera acción nerviosa, repetitiva. Actúa en el sistema nervioso central y periférico de los insectos a bajas dosis. Presenta una rápida acción, con buena persistencia foliar y resistente al lavado por lluvias (Ecuaquímica, 2006).

Alfacipermetrina es un insecticida piretroide que actúa por contacto e ingestión. El efecto de contacto es el más importante, la aplicación debe estar dirigida a

lograr que el producto entre en contacto con larvas y adultos de las plagas objetivo.

El efecto de ingestión es notable con insectos que se alimentan del follaje, además presenta una actividad residual brindando una total protección a las plantas tratadas. Este insecticida pertenece a una categoría de toxicológica moderadamente peligrosa, banda color amarillo, DL 50 oral aguda en ratas > 85 mg/kg, DL50 dermal aguda en conejos > 4000 mg/kg. Su modo de acción es actuando sobre el sistema nervioso central y periférico en dosis muy bajas (Drokasa, 2011).

### **Abamectina**

Es un insecticida -acaricida utilizado en gran variedad de cultivos y plagas con las siguientes características:

- Alta eficacia
- Es un producto de origen natural procedente de la fermentación de la bacteria *Streptomyces avermitilis*.
- Limitado impacto sobre artrópodos beneficiosos
- Bajos niveles de residuos

Abamectina posee dos modos de acción fisiológicos. Por un lado, se une irreversiblemente a los receptores de GABA en la sinapsis inhibida y por otro se une a los receptores del glutamato en la superficie del músculo. Esto produce un continuo e irreversible flujo de iones cloro que van hacia el interior de los tejidos musculares, suprimiendo permanentemente las contracciones de los músculos, visualmente manifestado como parálisis. Este modo de acción se llama Activación del Canal de Cloro y es un modo de acción único para el control de orugas de lepidópteros.

Abamectina actúa básicamente por ingestión y en menor escala por contacto. Es rápidamente translocada, constituyendo un reservorio de sustancia activa que permite un control duradero, evitando el lavado por la lluvia y la degradación por la luz solar (Syngenta, 2014).

**Bifentrin**

Es un piretroide con actividad insecticida acaricida, por contacto e ingestión no sistémico que estimula las células nerviosas produciendo repetidas descargas y eventuales casos de parálisis. Estos efectos son causados por la acción en los canales de sodio, a través de los poros por donde se permite la entrada a los axones para causar la excitación. Se producen cambios de permeabilidad en la membrana a nivel del axón a los iones Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>. Se genera hiper excitación y posterior bloqueo del impulso eléctrico, parálisis, postración y la muerte del insecto (Agrospec, 2011).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del ensayo

El Presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, que se encuentra en el Km 7.5 de la vía Babahoyo – Montalvo, con coordenadas geográficas 79° 32' de Longitud Sur y 1° 49' Latitud Oeste.

La temperatura media anual es de 25.7 °C, con una precipitación de 1845 mm/año, humedad relativa de 76% y 804.7 horas de heliofanía<sup>4</sup>.

#### 3.2. Material Experimental

El material biológico que se empleó en el trabajo de investigación fueron: larvas de *Spodoptera frugiperda*, criadas en el laboratorio y se encontraban en el tercer instar, para lo cual se recolecto masa de huevos en los cultivos de maíz y arroz existentes en los predios de la Facultad de Ciencia Agropecuarias y sus alrededores; criadas en el laboratorio, y los insecticidas: abamectina, alfa cipermetrina, thiodicarb y bifentrin.

#### 3.3. Material de laboratorio

Los materiales que se utilizaron en el laboratorio para el trabajo de investigación fueron caja Petri, papel para etiquetado, alfileres entomológico con cabeza de plástico, pipeta volumétrica, pipeta, algodón, pinzas entomológicas para extraer las larvas, frascos de plástico de 14 onzas, tela organza, probetas graduadas, gotero, jeringuillas para aplicar insulina, balanza, vaso de precipitación, tubos de ensayo.

#### 3.4. Factores Estudiados

Los factores que se estudiaron fueron los siguientes:

- A. Larvas del tercer instar de *Spodoptera frugiperda*.
- B. Dosis de los insecticidas abamectina, alfacipermetrina, thiodicarb y bifentrin.

---

<sup>4</sup> Datos tomados de la Estación Meteorológica IHAHMI-UTB, 2015.

### 3.5. Tratamientos

Para el bioensayo se utilizaron los insecticidas nombrados partiendo de la siguiente dosis:

<b>Tratamientos</b>	
<b>Insecticidas</b>	<b>Dosis ug/larva</b>
abamectina	100
alfacipermetrina	100
thiodicarb	150
bifentrin	100

Luego de haber utilizado las dosis que se mencionaron anteriormente, de acuerdo a los resultados que se obtuvieron se fue intercalando varias dosis no programadas, hasta lograr diferencias no mayores a 15% de mortalidad entre una dosis a otra.

### 3.6. Método

En la presente investigación se utilizaron métodos teóricos análisis – síntesis e inductivo – deductivo, además se emplearon métodos empíricos de observación y muestreo.

### 3.7. Diseño

La presente investigación por tratarse de un bioensayo donde se pretende mostrar la respuesta de cada uno de los tratamientos aplicados, se empleó la estadística cuantil. Los resultados que se obtuvo fueron analizados por el Método de Probit, esta fórmula se basa se basa en funciones matemáticas lineales de carácter práctico extraído de estudios experimentales.

La función de probabilidad permite determinar el porcentaje de la población expuesta que se verá afectada determinando el nivel de lesiones y por muerte a causa de exposición determinada.

### **3.8. Manejo del ensayo**

En el ensayo se realizaron las siguientes labores:

- ✓ Recolección de larvas de *Spodoptera frugiperda*.
- ✓ Ubicación de larvas en los dispositivos de desarrollo larvario.

#### **3.8.1 Aplicación de Insecticidas**

a) Preparación de dosis:

- ✓ Soluciones madres.
- ✓ Fragmentación de dosis de mayor a menor.
- ✓ Concentración incluyendo la dosis cero.

b) Aplicación:

- ✓ Utilización de jeringuilla de insulina de 5 uL/gota
- ✓ Se trabajó en 30 larvas/ dosis.
- ✓ Se utilizaron por lo menos 8 dosis por insecticida para evitar rangos muy grandes que desfiguren el análisis Probit.

#### **3.8.2 Recolección de las larvas del gusano cogollero**

La obtención de larvas de *S. frugiperda* se inició con la recolecta de masa de huevos en los cultivos de maíz y arroz ubicados en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y sectores cercanos.

Los huevos se colocaron en cajas Petri conteniendo una mota de algodón humedecida en agua para conservar la temperatura al ambiente y promover a la eclosión efectiva de todos los huevos obteniendo mayor cantidad de larvas para el bioensayo.

#### **3.8.3 Ubicación de larvas en dispositivos de plásticos**

Una vez que la masa huevos eclosionaron se eligieron 30 larvas las cuales fueron colocadas en dispositivos amplios de plástico con apertura para facilitar el ingreso del aire a su interior y cubierta con tela organza, además se colocó una mota de algodón humedecido en agua para obtener una temperatura ambiente en el interior de los dispositivos; se conservaron por cuatro días hasta alcanzar el instar deseado. La alimentación fue realizada a diario con hojas tiernas de maíz.



#### **3.8.4 Preparación de las soluciones madres**

Para preparar la solución madre de los insecticidas que fueron utilizados en los tratamientos, tomamos un gramo de ingrediente activo del producto comercial respectivo luego lo transformamos matemáticamente a microgramos, el mismo que fue diluido en 100 ml de agua, obteniendo una solución madre de 10.000 ug/ml.

#### **3.8.3 Preparación de dosis diferentes a la solución Madre, para buscar DL 50.**

Considerando como base la solución madre (10 000 ug/mL), se fue tomando 1 (un) mL de la misma y diluyendo en diferentes cantidades de agua, con lo cual se obtuvo varias soluciones con diferentes concentraciones que se fueron aplicando según los resultados de mortalidad que se van obteniendo.

### **3.9 Datos Evaluados**

#### **3.9.1 Calibración de las soluciones madres**

Las soluciones madres se calibraron y dosificaron, en función de las dosis comerciales, sus niveles de control e información conocida

.

#### **3.9.2 Porcentaje de mortalidad**

La mortalidad de las larvas de *S. frugiperda* se evaluó en cada tratamiento a las 24, 48, 72 y 96 horas después de la aplicación.

Se realizó el conteo de las larvas muerta sacándolas de cada dispositivo, y colocándolas en las cajas Petri para evaluarlas y cuando existía duda se utilizó un alfiler entomológico con el que fueron tocadas para verificar su muerte si es que no movieran ni siquiera la mandíbula. Luego se registró el número de larvas muertas y matemáticamente se estableció el porcentaje de mortalidad.

### **3.9.3 Mortalidad corregida**

Después de realizar el conteo de larvas muertas en cada tratamiento, se corrigieron las mortalidades mediante la fórmula de Abbott.

$$M_c = \frac{\text{Vivos testigos} - \text{Vivos tratamientos}}{\text{Vivos testigos}} \times 100$$

### **3.9.4 Análisis de Probit**

Los datos de mortalidad corregida servirá para realizar los análisis de Probit y establecer las DL 50 y DL 90; los límites fiduciales de cada dosis.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Obtención de Soluciones Madres

#### 4.1.1 Thiodicarb

Para el insecticida thiodicarb se utilizó el producto comercial Thiodi con una concentración al 35 % de i.a (ingrediente activo), esto quiere decir 35 gramos de ingrediente activo por cada 100 mL de producto comercial, del cual se obtuvo un gramo de ingrediente activo de la siguiente forma:

100 mL prod. Comercial..... 35 g.i.a

X mL prod. Comercial.....1 g.i.a

Es decir:

$$x = (100 \text{ mL p.c} \times 1 \text{ g.i.a}) / (35 \text{ g.i.a}) = 2,85 \text{ ml de producto comercial}$$

Esto significa que 2,85 mL de producto comercial contiene 1 g de i.a. Matemáticamente un gramo de i.a equivale a 1'000.000 de ug de i.a, a estos 2,85 mL de producto comercial se le agregaron 97,15 mL de agua se obtuvo lo siguiente:

$$(1'000.000 \text{ ug i.a}) / (100 \text{ mL de solución}) = 10.000 \text{ ug i.a/mL de solución}$$

#### 4.1.1.1 Obtención de las diferentes dosis Thiodicarb

##### Primera Dosis

Se tomó 1ml de la solución madre (10,000ug/mL) y se agregó 6 mL de agua.

1 mL ..... 10.000 ug/mL

7 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa, (a menor cantidad de agua equivale menor concentración) se obtiene el siguiente resultado:

$$x = (10000 \text{ ug/mL}) / 7 \text{ ml} = 1428,57 \text{ ug/mL}$$

De esta solución (1428,57 ug/mL) se tomó 1mL con una jeringa de insulina y se aplicó una gota sobre la parte dorsal del tórax de cada larva de tercer instar de *S. frugiperda*.

Se sabe que cada gota salida de una jeringuilla de insulina tienen 5 uL y esto implica que en total en un mililitro dentro de una jeringuilla de insulina existen 200 gotas.

$$(1.000 \text{ uL})/(200 \text{ gotas})= 5 \text{ uL/gota}$$

$$(1428,57 \text{ ug/mL})/(200 \text{ gotas})= 7,14 \text{ ug/gota}$$

Es decir 7,14 ug de thiodicarb por larva, logrando con esta dosis un 100 % de mortalidad. Considerando este resultado se bajó la concentración y se probó las siguientes dosis:

### **Segunda Dosis**

Se tomó 1 ml de la solución madre (10 000 ug/mL) y se agregó 12 mL de agua.

$$1 \text{ mL} \quad \dots\dots\dots 10 \text{ 000 ug/mL}$$

$$13 \text{ mL} \quad \dots\dots\dots x \text{ ug/mL}$$

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa (a menor cantidad de agua equivale menos concentración), se obtiene el siguiente resultado:

$$x= (10000 \text{ ug/mL})/13\text{mL}= 769,23 \text{ ug/mL}$$

$$(769,23 \text{ ug/mL})/(200 \text{ gotas})= 3,84 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 3,84 ug del producto en esta dosis y se logró una mortalidad del 66,6 %.

### **Tercera Dosis**

Se tomó 0,5 mL de la solución madre (5000 ug/mL) y se agregó 50 mL de agua.

$$0,5 \text{ mL} \quad \dots\dots\dots 5000 \text{ ug/mL}$$

$$50,5 \text{ mL} \quad \dots\dots\dots x \text{ ug/mL}$$

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa (menor cantidad de agua equivale menor concentración), y se obtiene el siguiente resultado

$$x= (5000 \text{ ug/mL})/(50,5 \text{ mL})= 99,00 \text{ ug/mL}$$

$$(99,00 \text{ ug/mL})/(200 \text{ gotas})= 0,49 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,49 ug del producto, logrando una mortalidad del 50 %.

#### **Cuarta Dosis**

Se tomó 0,2 mL de la solución madre (2000 ug/mL) y se agregó 50 mL de agua.

0,2 mL ..... 2000 ug/mL

50,2 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (2000 \text{ ug/mL}) / (50,2 \text{ mL}) = 39,84 \text{ ug/mL}$$

$$(39,84 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,19 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,19 ug del producto con lo que se consiguió una mortalidad del 43,33 %.

#### **Quinta Dosis**

Se tomó 0,5 mL de la solución madre (5000 ug/mL) y se agregó 10 mL de agua.

0,5 mL ..... 5000 ug/mL

10,5 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (5000 \text{ ug/mL}) / (10,5 \text{ mL}) = 476,19 \text{ ug/mL}$$

$$(476,19 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 2,38 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 2,38 ug del producto logrando una mortalidad del 60 %.

#### **Sexta Dosis**

Se tomó 1 mL de la solución madre (10 000 ug/mL) y se agregó 8 mL de agua.

1 mL ..... 10 000 ug/mL

9 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (10\ 000 \text{ ug/mL}) / 9\text{mL} = 1111,11 \text{ ug/mL}$$

$$(1111,11 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 5,55 \text{ ug/mL}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 5,55 ug del producto logrando obtener una mortalidad del 86,66 %.

### **Séptima Dosis**

Se tomó 0,2 mL de la solución madre (2000 ug/mL) y se agregó 75 mL de agua.

0,2 mL ..... 2000 ug/mL

75,2 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (2000 \text{ ug/mL}) / (75.2 \text{ mL}) = 26,59 \text{ ug/mL}$$

$$(26,59 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,13 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,13 ug del producto logrando una mortalidad del 26,66 %.

### **Octava Dosis**

Se tomó 0,2 mL de la solución madre (2000 ug/mL) y se agregó 100 mL de agua.

0,2 mL ..... 2000 ug/mL

100,2mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (2000 \text{ ug/mL}) / (100.2 \text{ mL}) = 19,96 \text{ ug/mL}$$

$$(19,96 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,09 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,09 ug del producto logrando una mortalidad del 13,33 %.

### **Dosis Cero:**

Se tomó un 1mL de agua con una jeringa para aplicar insulina se aplicó 1 gota sobre la parte dorsal del tórax de cada larva de tercer instar de *S. frugiperda*.

#### 4.1.1.2 Porcentaje de mortalidad Thiodicarb

El Cuadro 1 detalla los promedios de mortalidad del insecticida thiodicarb sobre larvas de *S. frugiperda*.

Los promedios muestran una mayor mortalidad de larvas a las 24 horas de la aplicación con la dosis de 7,14 ug/larva (100 %), encontrándose en la dosis de 0,13 ug/larva el menor control (25,91 %). En el testigo se observó una eliminación del 2,32 %.

**Cuadro 1.** Porcentaje de larvas muertas con aplicación de Thiodicarb, Babahoyo 2016.

Dosis ug/larvas	Horas				Total	Porc.	Mort.
	24	48	72	96		Mort.	corregida
7,14	28	2	0	0	30	100	100
5,55	18	6	2	0	26	86,66	86,52
3,84	24	2	2	0	28	66,6	66,26
2,38	16	6	0	0	18	60	59,59
0,49	6	9	0	0	15	50	49,49
0,19	9	4	0	0	13	43,33	42,75
0,13	6	2	0	0	8	26,66	25,91
0,09	2	2	0	0	4	13,33	12,45
0,00	0	1	0	0	0	3,3	2,32

#### 4.1.2 Alfacipermetrina

Para el insecticida alfacipermetrina se utilizó el producto comercial Bronka con una concentración al 10% de i.a, esto quiere decir 10 gramos de ingrediente activo por cada 100 mL de producto comercial, del cual se obtuvo un gramo de ingrediente activo de la siguiente forma:

100 mL prod. Comercial..... 10 g.i.a

X mL prod. Comercial.....1 g.i.a

Es decir:

$$x = (100 \text{ mL p.c} \times 1 \text{ g.i.a}) / (10 \text{ g.i.a}) = 10 \text{ mL de prod comercial}$$

Esto significa que 10 mL de producto comercial contiene un gramo de ingrediente activo. Matemáticamente 1 (un) gramo equivale a 1000.000 de ug i. a. A estos 10 mL de producto se le agrego 90 mL de agua y se obtuvo lo siguiente:  
 $(1000\ 000\ \text{ug i.a})/(100\ \text{ml de solucion}) = 10.000\ \text{ug i.a/mL de soluci3n}$

#### 4.1.2.1 Obtenci3n de las diferentes dosis Alfacipermetrina

##### Primera Dosis

Se tom3 1 mL de la soluci3n madre (10 000ug/mL) y se agrego 20 mL de agua.

1 mL ..... 10 000 ug/mL

21 mL ..... x ug/mL

Como es una diluci3n se convierte en una regla de tres inversa (a menor cantidad de agua equivale menor concentraci3n), se obtiene el siguiente resultado

$$x = (10000\ \text{ug/mL})/21\ \text{mL} = 476,19\ \text{ug/mL}$$

De esta soluci3n (476,19 ug/mL) se tom3 1 mL con una jeringa de insulina y se aplic3 una gota sobre la parte dorsal del t3rax de cada larva de tercer instar de *S. frugiperda*.

Se sabe que cada gota salida de una jeringuilla de insulina tiene 5 uL y esto implica que en total en un mililitro dentro de una jeringuilla de insulina caben 200 gotas.

$$(1000\ \text{uL})/(200\ \text{gotas}) = 5\ \text{uL/gota}$$

$$(476,19\ \text{ug/mL})/(200\ \text{gotas}) = 2,38\ \text{ug/gota}$$

Es decir 2,38 ug de alfacipermetrina por larva, logrando con esta dosis un 100 % de mortalidad.

Considerando este resultado se baj3 la concentraci3n y se prob3 las siguientes dosis.



### **Segunda Dosis**

Se tomó 0.5 ml de la solución madre (5,000ug/ml) y se agregó 50 ml de agua.

0.5 ml ..... 5.000 ug/ml

50.5ml ..... x ug/ml

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (5000 \text{ ug/mL}) / (50,5 \text{ mL}) = 99,00 \text{ ug/mL}$$

$$(99,00 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,49 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,49 ug del producto y se logró una mortalidad del 93,3 %.

### **Tercera Dosis**

Se tomó 0,2 mL de la solución madre (2000 ug/mL) y se agregó 50 mL de agua.

0,2 mL ..... 2000 ug/mL

50,2 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (2000 \text{ ug/mL}) / (50,2 \text{ mL}) = 39,84 \text{ ug/mL}$$

$$(39,84 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,19 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,19 ug del producto logrando una mortalidad del 30 %.

### **Cuarta Dosis**

Se tomó 0,3 mL de la solución madre (3000 ug/mL) y se agregó 50 mL de agua.

0,3 mL ..... 3000 ug/mL

50,3 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (3000 \text{ ug/mL}) / (50,3 \text{ mL}) = 59,64 \text{ ug/mL}$$

$$(59,64 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,29 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,29 ug del producto y se logró una mortalidad del 40 %.

### Quinta Dosis

Se tomó 0,4 mL de la solución madre (4000 ug/mL) y se agregó 50 mL de agua.

0,4 mL ..... 4000 ug/mL

50,4mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (4000 \text{ ug/mL}) / (50,4 \text{ mL}) = 79,36 \text{ ug/mL}$$

$$(79,36 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,39 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,39 ug del producto y se logro una mortalidad de 46 %.

### Sexta Dosis

Se tomó 0,2 mL de la solución madre (2000 ug/mL) y se agregó 60 mL de agua.

0,2 mL ..... 2000 ug/mL

60,2 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (2000 \text{ ug/mL}) / (60,2 \text{ mL}) = 33,22 \text{ ug/mL}$$

$$(33,22 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,16 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,16 ug del producto logrando una mortalidad del 26,66 %

### Séptima Dosis

Se tomó 0,2 mL de la solución madre (2000 ug/mL) y se agregó 75 mL de agua.

0,2 mL ..... 2000 ug/mL

75,2mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (2000 \text{ ug/mL}) / (75,2 \text{ mL}) = 26,59 \text{ ug/mL}$$

$$(26,59 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,13 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,13 ug del producto logrando obtener una mortalidad del 20 %.

### **Octava Dosis**

Se tomó 0,2 mL de la solución madre (2000 ug/mL) y se agregó 100 mL de agua.

0,2 mL ..... 2000 ug/mL

100,2 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (2000 \text{ ug/mL}) / (100,2 \text{ mL}) = 19,96 \text{ ug/mL}$$

$$(19,96 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,09 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,09 ug del producto y se logró una mortalidad del 10 %.

### **Dosis Cero**

Se tomó un 1mL de agua con una jeringa para aplicar insulina se aplicó 1 gota sobre la parte dorsal del tórax de cada larva de tercer instar de *S. frugiperda*.

#### **4.1.2.2 Porcentaje de mortalidad Alfacipermetrina**

En el cuadro 2 se presentan los valores promedios de mortalidad ocasionada con el insecticida Alfacipermetrina en larvas de *S. frugiperda*.

Los valores encontrados presentan mayor control de larvas a las 24 horas de la aplicación, con la concentración de 2,38 ug/larva (100 %), mostrándose una menor mortalidad con la concentración de 0,09 ug/larva (9,09 %). El testigo mostró una mortalidad de larvas del 2,32 %

**Cuadro 2.** Porcentaje de larvas muertas con aplicación de Alfacipermetrina, Babahoyo 2016.

Dosis ug/larvas	Horas				Total	Porc. Mort.	Mort. Corregida
	24	48	72	96			
2,38	30	0	0	0	30	100	100
0,49	26	2	0	0	28	93,3	93,23
0,39	10	2	2	0	14	46	46,06
0,29	11	1	0	0	12	40	39,39
0,19	5	3	1	0	9	30	29,29
0,16	6	2	0	0	8	26,66	25,91
0,13	3	3	0	0	6	20	19,19
0,09	2	1	0	0	3	10	9,09
0	0	1	0	0	0	3,33	2,32

#### 4.1.3 Abamectina

En el caso de abamectina se utilizó el producto comercial Abalone con una concentración al 18% de i.a (ingrediente activo), esto quiere decir 18 gramos de ingrediente activo por cada 100 mL de producto comercial, del cual se obtuvo un gramo de ingrediente activo de la siguiente forma:

100 mL prod. Comercial..... 18 g i.a  
 X mL prod. Comercial.....1 g .i.a

Es decir:

$$x = (100 \text{ mL p.c} \times 1 \text{ g.i.a}) / (18 \text{ g.i.a}) = 5,5 \text{ mL de prod comercial}$$

Lo que significa que 5,5 mL de producto comercial contiene 1 (un) gramo de ingrediente activo. Matemáticamente 1 (un) gramo equivale 1000 000 de ug i. a. A estos 5,5 mL de producto se le agregó 94,5 mL de agua y se obtuvo lo siguiente:

$$(1000 \text{ 000 ug i.a}) / (100 \text{ mL de solución}) = 10 \text{ 000 ug i.a/mL de solución}$$

#### 4.1.3.1 Obtención de las diferentes dosis Abamectina

##### Primera dosis

Se tomó 1 mL de la solución madre (10 000ug/mL) y se agregó 6 mL de agua.

1 mL ..... 10 000 ug/mL

7 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa (a menor cantidad de agua equivale menor concentración) y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (10\,000\text{ ug/mL}) / (7\text{ mL}) = 1\,428,57\text{ ug/mL}$$

De esta solución (1428,57 ug/mL) se tomó 1 mL con una jeringa de insulina y se aplicó una gota sobre la parte dorsal del tórax de cada larva de tercer instar de *S. frugiperda*.

Se sabe que cada gota salida de una jeringuilla de insulina tiene 5 uL y esto implica que en total en un mililitro dentro de una jeringuilla de insulina caben 200 gotas.

$$(1000\text{ uL}) / (200\text{ gotas}) = 5\text{ uL/gota}$$

$$(1428,57\text{ ug/mL}) / (200\text{ gotas}) = 7,14\text{ ug/gota}$$

Es decir 7,14 ug de abamectina por larva, logrando con esta dosis un 100 % de mortalidad. Considerando este resultado se bajó la concentración y se probó las siguientes dosis.

##### Segunda aplicación

Se tomó 1 mL de la solución madre (10 000 ug/mL) y se agregó 10 mL de agua.

1 mL ..... 10 000 ug/mL

11 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (10.000\text{ ug/mL}) / (11\text{ mL}) = 909,09\text{ ug/mL}$$

$$(909,09\text{ ug/mL}) / (200\text{ gotas}) = 4,54\text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 4,54 ug del producto logrando una mortalidad del 80 %.

##### Tercera Aplicación

Se tomó 0,8 mL de la solución madre (8000 ug/mL) y se agregó 10 mL de agua.

0,8 mL ..... 8000 ug/mL

10,8 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (8000 \text{ ug/mL}) / (10,8 \text{ mL}) = 740,74 \text{ ug/mL}$$

$$(740,74 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 3,70 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 3,70 ug del producto y se logró una mortalidad del 60 %.

#### **Cuarta Dosis**

Se tomó 0,5mL de la solución madre (5000ug/mL) y se agregó 10 mL de agua.

0,5mL ..... 5000 ug/mL

10,5mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (5000 \text{ ug/mL}) / (10,5 \text{ mL}) = 476,19 \text{ ug/mL}$$

$$(476,19 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 2,38 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 2,38 ug del producto logrando una mortalidad de 46,66 %.

#### **Quinta Dosis**

Se tomó 0,5 mL de la solución madre (5000 ug/mL) y se agregó 15 mL de agua.

0,5 mL ..... 5000 ug/mL

15,5 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (5000 \text{ ug/mL}) / (15,5 \text{ mL}) = 322,58 \text{ ug/mL}$$

$$(322,58 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 1,61 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 1,61 ug del producto y se logró una mortalidad del 40 %.

### **Sexta Dosis**

Se tomó 0,3 mL de la solución madre (3000ug/mL) y se agregó 15 mL de agua.

0,3mL ..... 3000 ug/mL

15,3mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (3000 \text{ ug/mL}) / (15,3 \text{ mL}) = 196.07 \text{ ug/mL}$$

$$(196.07 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,98 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,98 ug del producto logrando una mortalidad del 30 %.

### **Séptima Dosis**

Se tomó 0,2mL de la solución madre (2000 ug/mL) y se agregó 20 mL de agua.

0,2mL ..... 2000 ug/mL

20,2mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (2000 \text{ ug/mL}) / 20.2\text{mL} = 99,00 \text{ ug/mL}$$

$$(99,00 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,49 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,49 ug del producto logrando una mortalidad del 20 %.

### **Octava Dosis**

Se tomó 0,2 mL de la solución madre (2000 ug/mL) y se agregó 50 mL de agua.

0,2mL ..... 2000 ug/mL

50,2ml ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (2000 \text{ ug/mL}) / 50.2 \text{ mL} = 39,84 \text{ ug/mL}$$

$$(39,84 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,19 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,19 ug del producto y se logró una mortalidad del 10 %

## Dosis Cero

Se tomó un 1 mL de agua con una jeringa para aplicar insulina se aplicó 1 gota sobre la parte dorsal del tórax de cada larva de tercer instar de *S. frugiperda*.

### 4.1.3.2 Porcentaje de mortalidad Abamectina

La mortalidad en larvas de *S. frugiperda* más elevada (100 %) se observó con la concentración de 7,14 ug/larva del insecticida Abacmetina, a las 24 horas después de la aplicación. Se encontró que con la concentración de 0,19 ug/larva, se tuvo un menor efecto (9,09 %). En el testigo se observó una reducción del 2,32 %.

**Cuadro 3.** Porcentaje de larvas muertas con aplicación de Abacmetina, Babahoyo 2016.

Dosis ug/larvas	Horas				Total	Porc. Mort.	Mort. Corregida
	24	48	72	96			
7,14	24	4	1	1	30	100	100
4,54	20	3	1	0	24	80	79,79
3,70	15	2	1	0	18	60	59,59
2,38	5	6	3	0	14	46.66	46,12
1,61	8	4	0	0	12	40	39,39
0,98	7	2	0	0	9	30	29,29
0,49	6	0	0	0	6	20	19,19
0,19	1	2	0	0	0	10	9,09
0	0	1	0	0	1	3,33	2,32

### 4.1.4 Bifentrin

Para el insecticida bifentrin se utilizó el producto comercial Brigade con una concentración al 10 % de i.a, esto quiere decir 10 gramos de ingrediente activo por cada 100 mL de producto comercial, del cual se obtuvo un gramo de ingrediente activo de la siguiente forma:



100 mL prod. Comercial..... 10 g.i.a  
X mL prod. Comercial.....1 g.i.a

Es decir:

$$x = (100 \text{ mL p.c} \times 1 \text{ g.i.a}) / (10 \text{ g.i.a}) = 10 \text{ mL de prod comercial}$$

Lo que significa que 10 mL de producto comercial contiene un gramo de ingrediente activo. Matemáticamente 1 (un) gramo equivale 1'000 000 de ug i. a. Si a estos 10 mL de producto comercial le agregamos 90 mL de agua, obtenemos lo siguiente:

$$(1000 \text{ 000 ug i.a}) / (100 \text{ mL de solución}) = 10 \text{ 000 ug i.a/mL de solución}$$

#### 4.1.4.1 Obtención de las diferentes dosis Bifetrin

##### Primera dosis

Se tomó 1 mL de la solución madre (10 000 ug/mL) y se agregó 10 mL de agua.

1 mL ..... 10 000 ug/mL

11 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (10.000 \text{ ug/mL}) / (11 \text{ mL}) = 909,09 \text{ ug/mL}$$

De esta solución (909,09 ug/mL) se tomó 1 mL con una jeringa de insulina y se aplicó una gota sobre la parte dorsal del tórax de cada larva de tercer instar de *S. frugiperda*.

Se sabe que cada gota salida de una jeringuilla de insulina tiene 5 uL y esto implica que en total en un mililitro dentro de una jeringuilla de insulina caben 200 gotas.

$$(1000 \text{ uL}) / (200 \text{ gotas}) = 5 \text{ uL/gota}$$

$$(909,09 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 4,54 \text{ ug/gota}$$

Es decir 4,54 ug de bifentrin por larva, logrando con esta dosis un 100 % de mortalidad. Considerando este resultado se bajó la concentración y se probó las siguientes dosis.

### **Segunda Aplicación**

Se tomó 0,8 mL de la solución madre (8000 ug/mL) y se agregó 10 mL de agua.

0,8 mL ..... 8000 ug/mL

10,8 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (8.000 \text{ ug/mL}) / (10,8 \text{ mL}) = 740,74 \text{ ug/mL}$$

$$(740,74 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 3,70 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 3,70 ug del producto y se logró una mortalidad del 90 %.

### **Tercera Dosis**

Se tomó 0,5 mL de la solución madre (5000 ug/mL) y se agregó 10 mL de agua.

0,5 mL ..... 5000 ug/mL

10,5 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (5000 \text{ ug/mL}) / (10,5 \text{ mL}) = 476,19 \text{ ug/mL}$$

$$(476,19 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 2,38 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 2,38 ug del producto logrando una mortalidad del 50 %.

### **Cuarta Dosis**

Se tomó 0,5 mL de la solución madre (5000ug/mL) y se agregó 20 mL de agua.

0,5mL ..... 5000 ug/mL

20,5mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (5000 \text{ ug/mL}) / (20,5 \text{ mL}) = 243,90 \text{ ug/mL}$$

$$(243,90 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 1,21 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 1,21 ug del producto logrando una mortalidad del 40 %.

### Quinta Dosis

Se tomó 0,3 mL de la solución madre (3000 ug/mL) y se agregó 20 mL de agua.

0,3 mL ..... 3000 ug/mL

20,3mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (3000 \text{ ug/mL}) / (20,3 \text{ mL}) = 147,78 \text{ ug/mL}$$

$$(147,78 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,73 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,73 ug del producto logrando una mortalidad del 36,66 %.

### Sexta Dosis

Se tomó 0,2 mL de la solución madre (2000 ug/mL) y se agregó 25 mL de agua.

0,2 mL ..... 2000 ug/mL

25,2 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (2000 \text{ ug/mL}) / (25,2 \text{ mL}) = 79,36 \text{ ug/mL}$$

$$(79,36 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,39 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,39 ug del producto logrando una mortalidad del 30 %.

### Séptima Dosis

Se tomó 0,2 mL de la solución madre (2000 ug/mL) y se agregó 50 mL de agua.

0,2 mL ..... 2000 ug/mL

50,2 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (2000 \text{ ug/mL}) / (50,2 \text{ mL}) = 39,84 \text{ ug/mL}$$

$$(39,84 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,19 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,19 ug del producto y se logró una mortalidad del 23,33 %.

### **Octava aplicación**

Se tomó 0,2 mL de la solución madre (2000 ug/mL) y se agregó 75 mL de agua.

0,2 mL ..... 2000 ug/mL

75,2 mL ..... x ug/mL

Como es una dilución se convierte en una regla de tres inversa y se obtiene el siguiente resultado

$$x = (2000 \text{ ug/mL}) / (75,2 \text{ mL}) = 26,59 \text{ ug/mL}$$

$$(26,59 \text{ ug/mL}) / (200 \text{ gotas}) = 0,13 \text{ ug/larva}$$

De acuerdo a esto a cada larva se le aplicó 0,13 ug del producto logrando obtener una mortalidad del 16,66 %.

### **Dosis Cero**

Se tomó un 1 mL de agua con una jeringa para aplicar insulina se aplicó 1 gota sobre la parte dorsal del tórax de cada larva de tercer instar de *S. frugiperda*.

#### **4.1.4.2 Porcentaje de mortalidad Bifetrin**

El cuadro 4 muestra los promedios de mortalidad ocasionada con el insecticida Bifetrin sobre larvas de *S. frugiperda*.

Los promedios mostraron una menor supervivencia de larvas a las 24 horas de la aplicación, utilizando la concentración de 4,54 ug/larva (100 %), encontrándose una menor mortalidad utilizando 0,13 ug/larva (15,81 %). El testigo mostró una reducción de larvas del 2,53 %.

**Cuadro 4.** Porcentaje de larvas muertas con aplicación de bifetrin, Babahoyo 2016.

Dosis ug/larvas	Horas				Total	Porc. Mort.	Mort. Corregida
	24	48	72	96			
4,54	29	1	0	0	30	100	100
3,70	27	0	0	0	27	90	89,89
2.38	10	3	2	0	15	50	49,49
1.21	8	4	0	0	12	40	39,39
0,73	9	2	0	0	11	36,66	36,02
0,39	9	0	0	0	9	30	29,29
0,19	5	1	1	0	7	23,33	22,55
0,13	3	2	0	0	0	16,66	15,81
0	0	1	0	0	1	3,33	2,53

## 4.2. Análisis Probitt

### 4.2.1 Análisis Probitt Thiodicarb

El análisis muestra que los resultados encajan en un modelo de regresión, describiendo la relación entre Mortalidad y la variable independiente. La ecuación del modelo es: Mortalidad = normal (eta), donde:

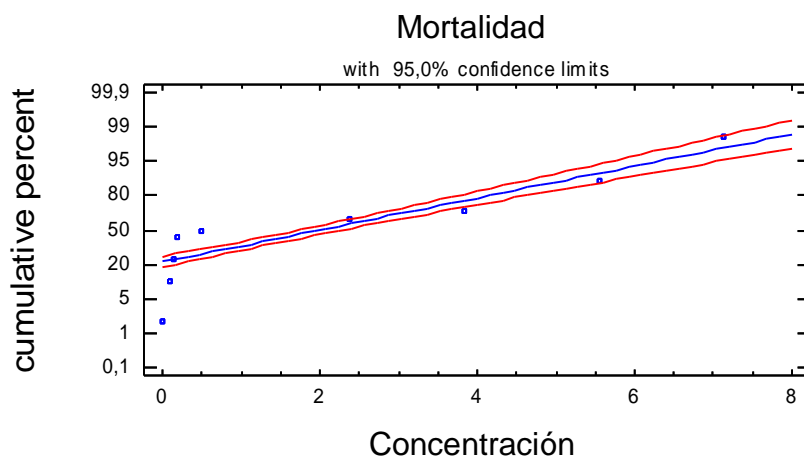
$$\text{Eta} = -0,723674 + 0,361716 * \text{Concentración}$$

El P-valor para el modelo en el Análisis de Desviación es menos de 0.01, lo que indica que hay significancia estadística en la relación, entre las variables al 99 % nivel de confianza. Además el P-valor para los residuos es mayor que e igual a 0,05; mientras el modelo indicado no es significativamente, por lo que el mejor modelo posible para este nivel de datos es 99 % a nivel de confianza más alto.

La hoja de cálculo de las muestras, indican un porcentaje de desviación en Mortalidad igual a 78,3804 %. Esta estadística es similar a la estadística R-cuadrada usual. El porcentaje ajustado que es más conveniente por comparar a modelos con los números diferentes de independiente en las variables, es 77,3337 %. Determinando si el modelo puede simplificarse, el valor de P-valor más alto para las pruebas de proporción de probabilidad es 0,0000, mientras perteneciendo a concentración, esto debido a que P-valor es menos de 0.01, ese

término es estadísticamente significativo al 99 % nivel de confianza. Por consiguiente, no se puede modificar el valor del modelo probablemente.

La muestra percentiles obtenidas del modelo, indican el valor de concentración en el modelo. Por ejemplo, el 50 percentil (LD50), es igual a 2,00067. Los intervalos de confianza aproximados para los percentiles, también son iguales, (Fig 1).



**Fig 1.** Dosis letal media estandarizada con Análisis Probbit en insecticida thiodicarb. Babahoyo, 2016.

#### 4.2.2 Análisis Probit Alfacipermetrina

El rendimiento muestra que los resultados del modelo encajan en un diseño de regresión lineal, para describir la relación entre Mortalidad y la variable. La ecuación del modelo es:

$$\text{Mortalidad} = \text{el normal}(\eta)$$

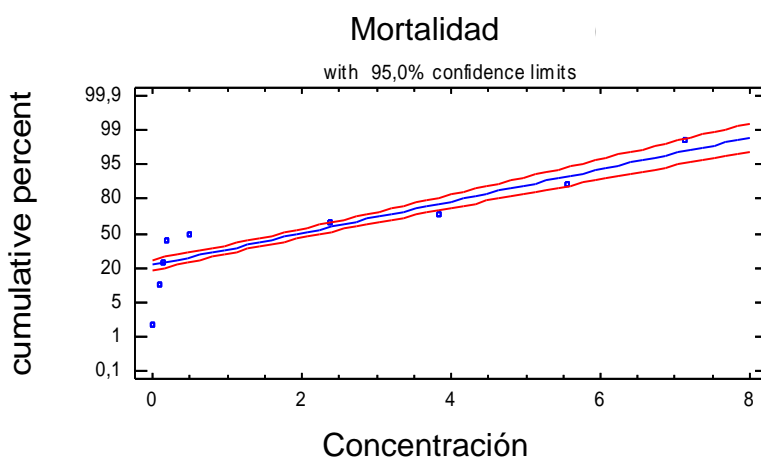
donde

$$\eta = -1,7099 + 5,32874 * \text{concentración}$$

El P-valor para el modelo del análisis de Desviación es menor de 0,01, habiendo un relación significativa estadísticamente la entre las variables al 99 % nivel de confianza. Además, el P-valor para los residuos es mayor e igual a 0,10; mientras el modelo indicado no es significativamente mejor, para los datos a los 90 % o el nivel de confianza más alto.

La hoja de cálculo muestra el porcentaje de desviación en Mortalidad explicando dicho efecto igual a 93,2866 %. Esta estadística es similar a la estadística R-cuadrada usual. El porcentaje ajustado es conveniente para comparar a modelos con los números diferentes de variables independientes es 92,3587 %. Determinado el modelo puede simplificarse, el P-valor más alto para las pruebas de proporción de probabilidad es 0,0000, mientras para concentración es menos de 0,01, Este término es estadísticamente significativo en el 99 % del nivel de confianza.

Los percentiles obtenidos del modelo indican el valor de concentración alcanzado. Por ejemplo, el 50 percentil (LD50) es igual a 0,320884, con intervalos de confianza aproximados para los percentiles, (Fig 2).



**Fig 2.** Dosis letal media estandarizada con Análisis Probbit en insecticida alfacipermetrina. Babahoyo, 2016.

#### 4.2.3 Análisis Probitt Abamectina

El análisis determina los resultados, los cuales se enmarcan en un modelo de regresión de Probbit, el mismo determina la relación entre Mortalidad y la variable independiente. La ecuación del modelo es

$$\text{Mortalidad} = \text{normal}(\eta)$$

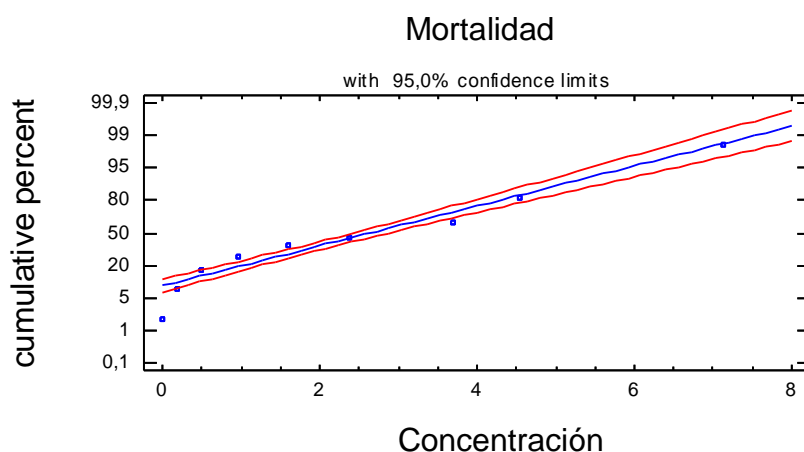
Donde

$$\eta = -1,05086 + 0,616909 * \text{concentración}$$

El P-valor para el modelo del análisis de Desviación es menos de 0.01, donde hay una relación significativa estadísticamente entre las variables al 99 % de confianza. Además, el P-valor para los residuos es mayor e igual a 0,10; mostrando al modelo como no es significativamente para un conjunto de datos al 95 % del nivel de confianza más alto.

El cálculo demuestra que el porcentaje de desviación en mortalidad es igual a 89,173 %. Esta estadística es similar a la estadística R-cuadrada usual. El porcentaje ajustado que es más conveniente para comparar a modelos con los números diferentes de variables independientes es 88,1088 %. Determinando si el modelo puede simplificarse, el aviso para un P-valor más alto para las pruebas de proporción de probabilidad es 0,0000, mientras para concentración, el P-valor es menos de 0,01; el término es estadísticamente significativo en el 99% nivel de confianza.

Los percentiles obtenidos del modelo son aceptables, los mismos indican el valor de concentración. Por ejemplo, el 50 percentil (LD50) iguala 1,70342; también se despliegan intervalos de confianza aproximados para los percentiles, (Fig 3).



**Fig 3.** Dosis letal media estandarizada con Análisis Probit en insecticida abamectina. Babahoyo, 2016.



### 4.2.3 Análisis Probitt Bifetrin

Los resultados determinaron un modelo de regresión de Probitt lineal, para describir la relación entre Mortalidad y la variable independiente. La ecuación del modelo es:

Mortalidad = normal (eta)

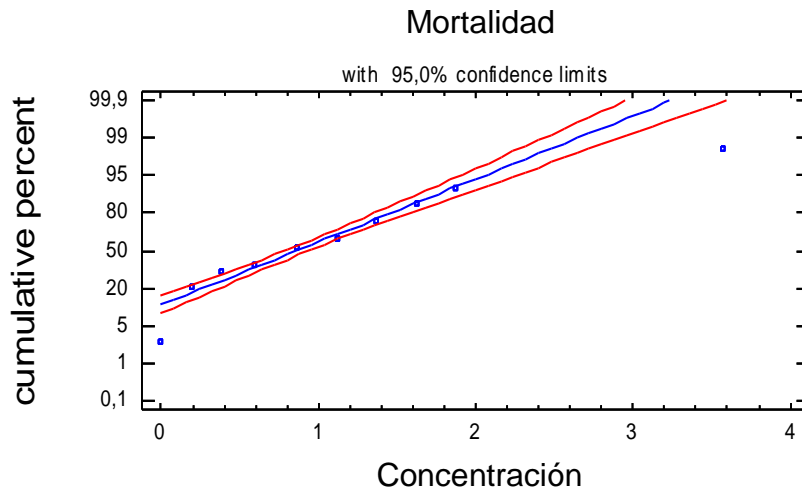
Dónde:

eta = -1,12877 + 1,30518 \* concentración

El P-valor para el modelo del análisis de desviación es menor de 0.01, habiendo una relación estadísticamente significativa entre las variables al 99 % de confianza. Así mismo el P-valor para los residuos es mayor e igual a 0,10; mientras indicando que el modelo no es significativamente mejor para datos al 90 % de confianza.

El porcentaje de desviación en mortalidad fue igual a 96,0962 %. Esta estadística es similar a la estadística R-cuadrada usual. El porcentaje ajustado es más conveniente para comparar a modelos con los números diferentes de variables independientes es 95,0678 %.

El P-valor más alto para las pruebas de proporción de probabilidad es 0,0000, mientras el P-valor es menor de 0.01, siendo estadísticamente significativo al 99 % de confianza. Los percentiles indican el valor de concentración, el 50 percentil (LD50) es igual a 0,864843, (Fig 4).



**Fig 4.** Dosis letal media estandarizada con Análisis Probbit en insecticida Bifetrin. Babahoyo, 2016.

#### 4.3 Dosis letal 50 de los insecticidas utilizados en el bioensayo

El siguiente cuadro detalla la Dosis letal 50 de los insecticidas thiodicarb, alfacipermetrina, abamectina y bifentrin:

<b>Insecticidas</b>	<b>DL50</b>
thiodicarb	2,00067
alfacipermetrina	0,320884
abamectina	1,70342
bifentrin	0,864843

## V. DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en la investigación determinan que las aplicaciones de los grupos insecticidas alfacipermetrina, thiodicarb, bifetrin y abamectina, sobre poblaciones de *Spodoptera frugiperda*, disminuyen las poblaciones de las larvas del insecto en las dosis planteadas, sin encontrarse en los mismos indicios de bioresistencia.

Los datos demuestran que las concentraciones altas planteadas en el ensayo, logran una reducción de larvas a partir de las 24 horas después de la aplicación, manteniéndose la mortalidad de manera estable después de las 96 horas, esto debido a que los insecticidas utilizados tienen diferentes mecanismos de acción, siendo la mayoría por efecto de contacto o knockout, lo cual es corroborado por Flores (2010), quien sostiene que varios insecticidas están registrados para el control *S. frugiperda* en los diversos cultivos. Numerosas fallas en los tratamientos en cultivos desarrollados se deben a controles tardíos con larvas de gran tamaño y resistencia, protegidos de la acción directa de los plaguicidas. Los tratamientos tempranos, con larvas pequeñas y la buena calidad de las aplicaciones generando gotas pequeñas con la finalidad de ingreso en el cogollo, son esenciales para un buen control de esta plaga. Aplicar preferentemente Lambdacyhalothrina a dosis entre 6.25 a 10.00 g i.a/ha.

El análisis estadístico de Probbit determinó que las concentraciones de thiodicarb tuvieron influencia sobre la tasa de mortalidad en las larvas colocadas en los contenedores. Esto se explica por las apreciaciones de la FAO (1993), quienes manifiestan que cuando el agricultor usa un insecticida y este pierde su efectividad, incrementan la dosis y frecuencia de aplicación, lo que trae como resultado el aumento del costo directo en el control de plagas a la vez que tienden a incrementarse los niveles de resistencia.

La prácticas para identificar moléculas de insecticidas y conocer sus efecto sobre la poblaciones, deben realizarse de una manera constante, esto con el fin de evitar problemas de resistencia en los insectos plagas. Esto lo corrobora Badii y Garza (2007), quienes manifiestan que la resistencia, es decir, el desarrollo de la

resistencia a los plaguicidas tuvo un inicio y un progreso paulatino desde el inicio del siglo XX. El problema de la resistencia ha ocasionado pérdidas tanto económico, como humano, ya que la mayoría de los países pobres no cuentan con los recursos económicos suficientes para adquirir las nuevas generaciones de los pesticidas. Las consecuencias, por tanto son devastadoras. Se requiere el estudio del manejo de la resistencia y todavía, de mayor relevancia, el uso de los métodos alternativos de combate de las plagas agrícolas y los vectores de las enfermedades humanas y los animales domésticos.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. Los insecticidas thiodicarb, alfacipermetrina, abamectina y bifentrin lograron niveles altos de mortalidad (100 %) de *S. frugiperda* con la concentración más alta, en las primeras 24 horas después de las aplicaciones.
2. El análisis Probit determinó que la dosis letal 50 para thiodicarb fue 2,00067.
3. El análisis Probit determinó que la dosis letal 50 para alfacipermetrina fue 0,320884.
4. El análisis Probit determinó que la dosis letal 50 para abamectina fue 1,70342.
5. El análisis Probit determinó que la dosis letal 50 para bifentrin fue 0,864843.

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Investigar nuevas moléculas o reiniciar trabajos de bioresistencia, con las mismas y otras metodologías de laboratorio y manejos agronómicos.
2. Desarrollar resistencia de *Spodoptera frugiperda* a uno de los insecticidas utilizados en el bioensayo para determinar resistencia cruzada.

## VII. RESUMEN

La investigación se efectuó en los laboratorios de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en Km. 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Se utilizaron cuatro insecticidas de diferentes grupos químicos.

El trabajo determinó la línea básica de resistencia de *Spodoptera frugiperda* (Smith) a los insecticidas alfacipermetrina, thiodicarb, bifentrin y abamectina, con la realización de bioensayos de susceptibilidad y la selección de poblaciones de larvas del tercer instar. Se aplicó los productos en el protórax de las larvas en soluciones madres y dosificaciones en cada insecticida, siendo el tiempo máximo de evaluación 96 horas. Se emplearon ocho concentraciones por cada insumo, los cuales oscilaron entre 0,0-7 ug/larva, respectivamente. Se midió la respuesta del grupo de larvas (control) con alimentación solamente. La selección del material biológico se hizo durante una sola generación de larvas. Se concluyó que el insecticida thiodicarb la DL50 fue 2,00067; para el insecticida alfacipermetrina la DL50 que se obtuvo fue de 0,320884; en el insecticida abamectina la DL50 fue de 1,70342 y en el insecticida bifentrin fue de 0,864843. Todas las poblaciones utilizadas en todos los grupos químicos probados tuvieron mortalidades del 100 % con las concentraciones más altas en el control a las 24 horas después de la aplicación, mientras las colonias seleccionadas con las concentraciones más bajas no superaron el 16 % de mortalidad. El testigo tuvo medias de 2,32 % de mortalidad en el mismo tiempo. La DL50 osciló de 2,3 veces la dosis comercial. Los elevados niveles de control indican que las larvas del insecto, al momento no cuentan con mecanismos de resistencia a estos grupos de insecticidas, por este motivo se deben implementar estrategias para el manejo de la resistencia en *S. frugiperda*.

## VIII. SUMMARY

The investigation was made in the laboratories of Entomology of the Ability of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located in Km. 7,5 of the road Babahoyo-Montalvo. Four insecticides of different chemical groups were used.

The work determined the basic resistance line of *Spodoptera frugiperda* (Smith) to the insecticides Alfacipermethrin, Thiodicarb, Bifetrin and Abamectin, with the conduction of susceptibility bioassays and the selection of third instar larvae populations. The products were applied in the prothorax of the larvae in mother solutions and dosages in each insecticide, with a maximum evaluation time of 96 hours. Eight concentrations were used for each input, which ranged from 0.0-7 ug / larva, respectively. The response of the group of larvae (control) with feeding only was measured. The selection of the biological material was made during a single generation of larvae. It was concluded that the insecticide thiodicarb the LD50 was 2.00067; For the insecticide alfacipermethrin the DL 50 which was obtained was 0.320884; In the abamectin insecticide the LD50 was 1.70342 and in the insecticide bifentrin it was 0.864843.

All populations of all chemical groups used had 100% mortalities with the highest concentrations in the control at 24 hours post application, while the colonies selected with the lowest concentrations did not exceed 16% mortality. The witness had mean 2.32% mortality at the same time. The LD50 ranged from 2.3 times the commercial dose. The high levels of control indicate that insect larvae do not currently have mechanisms of resistance to these groups of insecticides. For this reason, strategies must be implemented for the management of resistance in *S. frugiperda*.

## IX. LITERATURA CITADA

- Adama. (2009). *Ficha Tecnica Thiodicarb*. Obtenido de [http://www.adama.com/ecuador/es/Images/FT%20Carbin%20350%20SC\\_tcm100-48854.pdf](http://www.adama.com/ecuador/es/Images/FT%20Carbin%20350%20SC_tcm100-48854.pdf)
- Agristar. (2010). *Brigade*. Obtenido de <http://www.agristar.com.ar/insecticidas/BRIGADA%20Bifentrin.pdf>
- Alvaro Jaramillo, O. J. (1989). *Revista Facultad Nacional de Agronomia* . Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/29763/1/28406-101742-1-PB.pdf>
- Atrónico Alejandra, B. E. (Mayo de 2013). *Familias de Insecticidas para control de Cogollero en el cultivo de maíz*. Obtenido de <http://www.dekalb.com.ar/acerca-de-familias-de-insecticidas-para-control-de-cogollero-en-el-cultivo-de-maiz-39>
- Badii, M. (2007). Resistencia de insectos, plagas y Microorganismos . *Revista cultura y ciencia. Impacto Ecologico*, 18.
- Bayer. (2016). *Características del insecticida Thiodicarb* . Obtenido de <http://cropscience.bayer.com.ar/soluciones-bayer/p176-larvin-80>
- Capinera, J. L. (Julio de 1999). *Universidad de Florida*. Obtenido de [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall\\_armyworm.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall_armyworm.htm)
- Drokasa. (2011). *DK alfacipermetrina*. Obtenido de [http://www.drokasa.com.pe/une\\_agro/ficha\\_tecnica/INSECTICIDAS/Ficha%20tecnica-DK-ALFATRIN.pdf](http://www.drokasa.com.pe/une_agro/ficha_tecnica/INSECTICIDAS/Ficha%20tecnica-DK-ALFATRIN.pdf)
- Ecuaquimica. (2006). *Ficha Tecnica de insecticida Alfacipermetrina*. Obtenido de [http://www.ecuaquimica.com/pdf\\_agricola/BRONKA.pdf](http://www.ecuaquimica.com/pdf_agricola/BRONKA.pdf)
- FAO. (1993). *Resistencia del cogollero del maiz, Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) a algunos insecticidas y su manejo*. Obtenido de



[http://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=3CAD7F745619EEE762EC8BE3D487735D?request\\_locale=es&recordID=CO19970093232&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=&centerString=&enableField=](http://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=3CAD7F745619EEE762EC8BE3D487735D?request_locale=es&recordID=CO19970093232&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=&centerString=&enableField=)

Flores, F. (2010). *Manejo de plagas en los cultivos de maiz*. Obtenido de [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-manejo\\_de\\_plagas\\_en\\_el\\_cultivo\\_de\\_maz.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-manejo_de_plagas_en_el_cultivo_de_maz.pdf)

IICA. (2001). *El Zamorano* . Obtenido de Ciclo biológico del gusano cogollero: <http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/maiz/gucol.htm>

INFAP. (noviembre de 2009). *Manejo biorracional del gusano*. Obtenido de <http://www.compucampo.com/tecnicos/manejobiorracionalgusanocogollero-maiz.pdf>

INIAP. (1996). *Plagas del maiz en el litoral Ecuatoriano*. Obtenido de [http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1616/1/Plagas%20de%20maiz%20\(Paliz\)%20Comunicaic%C3%B3n%20t%C3%A9cnica%20sin%20n%C3%BAmero.pdf](http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1616/1/Plagas%20de%20maiz%20(Paliz)%20Comunicaic%C3%B3n%20t%C3%A9cnica%20sin%20n%C3%BAmero.pdf)

Mejia, R. (2007). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* . Obtenido de <http://www.soccolhort.com/revista/pdf/magazin/Vol1/vol.1no.1/Vol1.No.1.Art9.pdf>

Meneses, R. (marzo de 2008). *Manejo integrado de los principales insectos y acaros plagas del arroz*. Obtenido de [http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/libros/LIBRO\\_Manejo\\_Integrado\\_de\\_los\\_principales\\_insectos\\_y\\_acaros\\_plagas\\_del\\_arroz.pdf](http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/libros/LIBRO_Manejo_Integrado_de_los_principales_insectos_y_acaros_plagas_del_arroz.pdf)

Naveed, M. (2002). *Determinación de la DL50 de algunos insecticidas*. Obtenido de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PK2002000524>

- Organización Mundial de la Salud. (1957). *Comité de Expertos en Insecticidas: séptimo informe*. Obtenido de [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/40380/1/WHO\\_TRS\\_125.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/40380/1/WHO_TRS_125.pdf)
- Perez, A. (2008). *Control biológico de plagas y enfermedades de cultivos agrícolas*. Obtenido de <http://www.ivic.gob.ve/taller/Control%20Biologico.pdf>
- Syngenta. (21 de Junio de 2014). *Ficha Técnica*. Obtenido de <http://www3.syngenta.com/country/es/sp/productos/Documents/ft/ft-vertimec.pdf>
- Yaser. (2012). *Hoja de datos de seguridad*. Obtenido de <http://www.yaserltda.com/doc/INSECTICIDA/HOJA%20SEGURIDAD%20ABAMECTINA.pdf>

# Anexos

## IMAGENES DEL ENSAYO



**Figura 1.** Recolecta de masas de huevos de cogollero.



**Figura 2.** Diversas masas de huevos recogidas.



**Figura 3.** Preparación soluciones madres de insecticidas.



**Figura 4.** Eclosión de huevos.



**Figura 5.** Productos utilizados en ensayo.



**Figura 6.** Medición de longitud de larvas.



**Figura 7.** Supervisión del trabajo experimental realizado por el tutor de tesis.



**Foto 8.-** Aplicación de insecticidas en larvas de *S. frugiperda*.