

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**



**EFICACIA Y RESIDUALIDAD DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL  
DE *Musca domestica* EN UNA GRANJA AVÍCOLA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
ZOOTECNISTA**

**SAMUEL RUBINA ASENCIOS**

**HUACHO – PERÚ  
2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**EFICACIA Y RESIDUALIDAD DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL  
DE *Musca domestica* EN UNA GRANJA AVÍCOLA**

**Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador:**

.....  
**Ing. Hilario Noberto Pujada Abad**  
**Presidente**

.....  
**Ing. Gladys Vega Ventocilla**  
**Secretario**

.....  
**Mg. Angel Gerardo Vasquez Requena**  
**Vocal**

.....  
**Dr. Jaime Fernando Vega Vilca**  
**Asesor**

**HUACHO - PERU**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Con mucho Amor y pasión, para todos mis compañeros zootecnistas que luchan día a día para encontrar un lugar en el tan difícil sector laboral, para los que apostaron e invirtieron tiempo, paciencia y amor en mí.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y mis padres por la vida, y a mi hijo por darle sentido.

A mis mentores.

A mi alma mater.

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1. Descripción de la Realidad Problemática .....	2
1.2. Formulación del Problema.....	4
1.2.1. Problema General.....	4
1.2.2. Problemas específicos.....	4
1.3. Objetivos de la investigación .....	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Justificación de la investigación .....	5
1.4.1. Justificación Social: .....	5
1.4.2. Justificación Teórica: .....	5
1.4.3. Justificación Práctica: .....	5
1.5. Delimitación del estudio .....	5
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	6
2.1.1. Investigaciones Internacionales .....	6
2.1.2. Investigaciones Nacionales.....	8
2.2. Bases Teóricas .....	9
2.2.1. Taxonomía de la especie objetivo.....	9
2.2.3. Plaguicidas .....	9
2.2.4. Clasificación de Insecticidas.....	10
2.2.5. Principales características de los ingredientes activos.....	11

2.2.6. Dosis Letal Media (DL50) .....	13
2.2.7. Dosis de ingrediente activo recomendada para tratamientos residuales .....	13
2.2.8. Tipos de tratamientos con insecticidas .....	15
2.2.9. Factores que afectan la efectividad de los insecticidas .....	16
2.3. Definición de Términos Básicos .....	17
2.4. Hipótesis de la Investigación .....	19
2.4.1. Hipótesis General .....	19
2.4.2. Hipótesis Específicas .....	19
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
3.1. Diseño Metodológico .....	20
3.1.1. Ubicación .....	20
3.1.2. Materiales e insumos .....	20
3.1.3. Diseño experimental .....	20
3.1.4. Tratamientos .....	21
3.1.5. Características del área experimental .....	21
3.1.6. variables evaluadas .....	21
3.1.7. Conducción del experimento .....	22
3.2. Población y Muestra .....	22
3.2.1. Población .....	22
3.2.2. Muestra .....	22
3.3. Técnicas de recolección de Datos .....	22
3.3.1. Delimitación de las áreas tratadas: .....	23
3.3.2. Preparación de conos de exposición: .....	24

3.3.3. Aplicación de los insecticidas sobre las superficies: .....	24
3.3.4. Colocación de conos de exposición: .....	25
3.3.5. Procedimiento de Recolección de Moscas.....	25
3.3.6. Exposición de Moscas a las superficies Tratadas: .....	26
3.3.7. Recolección de Datos de Mortalidad: .....	26
3.4. Técnicas para el procesamiento de la información .....	26
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
4.1. Eficacia y Residualidad de los insecticidas sobre Superficie de Concreto .....	28
4.2. Eficacia y Residualidad de los insecticidas Sobre Superficie de Cortina .....	33
<b>CAPÍTULO V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>38</b>
5.1. Discusiones de Resultados.....	38
<b>CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
6.1. Conclusiones .....	42
6.2. Recomendaciones .....	42
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>43</b>
7.1. Fuentes Bibliográficas .....	43
7.2. Fuentes Hemerográficas.....	43
7.3. Fuentes Electrónicas .....	46
<b>ANEXOS.....</b>	<b>50</b>
<b>Anexo 01.</b> Formato de mortalidad de moscas. ....	50
<b>Anexo 02.</b> fórmula de Abbot .....	50
<b>Anexo 03.</b> Cuadro de mortalidad en cortina corregido con la fórmula de Abbot .....	51
<b>Anexo 04.</b> Cuadro de mortalidad en concreto corregido con la fórmula de Abbot.....	52

<b>Anexo 05.</b> Conos de exposición en cortina. ....	53
<b>Anexo 06.</b> Conos de exposición en concreto. ....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Principales Características de los Ingredientes Activos. ....	12
<b>Tabla 2.</b> Insecticidas Adecuados para el Tratamiento Residual en el Control de Moscas. ....	14
<b>Tabla 3.</b> Operacionalización de las Variables. ....	21
<b>Tabla 4.</b> Información de la Ficha Técnica de los Productos Comerciales Evaluados. ....	23
<b>Tabla 5.</b> Dosis de ingrediente activo de los insecticidas evaluados. ....	25
<b>Tabla 6.</b> Medias de Porcentaje de Mortalidad de Moscas sobre Superficie de Concreto. ....	28
<b>Tabla 7.</b> Modelos Exponenciales en Superficie de Concreto. ....	29
<b>Tabla 8.</b> Medias ajustadas de Mortalidad en Superficie de Concreto. ....	30
<b>Tabla 9.</b> Modelo matemático de derivada en Superficie de Concreto. ....	31
<b>Tabla 10.</b> Derivada de modelos exponenciales en Superficie de Concreto. ....	32
<b>Tabla 11.</b> Medias de Porcentaje de Mortalidad de moscas en Superficie de Cortina. ....	33
<b>Tabla 12.</b> Modelos Exponenciales en Superficie de Cortina. ....	34
<b>Tabla 13.</b> Medias ajustadas de Mortalidad en Superficie de Cortina. ....	35
<b>Tabla 14.</b> Modelo matemático de derivada en Superficie de Cortina. ....	36
<b>Tabla 15.</b> Derivada de Modelos Exponenciales en Superficie de Cortina. ....	36

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Distribución de Tratamientos en Granja.....	24
<b>Figura 2.</b>	Curva de Mortalidad de Moscas sobre superficie de Concreto.....	29
<b>Figura 3.</b>	Curva Ajustada de Mortalidad sobre superficie de Concreto.....	31
<b>Figura 4.</b>	Tasa de disminución de mortalidad sobre superficie de concreto.....	32
<b>Figura 5.</b>	Curva de Mortalidad de Moscas sobre superficie de Cortina.....	34
<b>Figura 6.</b>	Curva ajustada de Mortalidad sobre superficie de Cortina.....	35
<b>Figura 7.</b>	Tasa de Disminución de Mortalidad Sobre superficie de Cortina.....	37

## RESUMEN

**Objetivos.** Determinar la eficacia y residualidad de tres insecticidas en el control de la mosca doméstica en una granja avícola. **Metodología.** Los insecticidas evaluados fueron alfacipermetrina 10% (T<sub>1</sub>), deltametrina 2,5% (T<sub>2</sub>) y tiametoxam 12% + deltametrina 1% (T<sub>3</sub>) en formulación polvo mojable. Para el control de la mosca doméstica las dosis empleadas fueron 4, 10 y 50 g/L de agua, respectivamente. La evaluación comprendió un período de 21 días, donde de manera interdiaria se emplearon moscas domésticas adultas recolectadas en la misma granja que fueron expuestas por un periodo de 1 hora al interior de conos de exposición en superficies de concreto y cortina, previamente tratados con los insecticidas. Se consideraron cuatro conos por tipo de insecticida distribuidos aleatoriamente en cada superficie. El diseño completamente al azar fue utilizado para evaluar los tres insecticidas con los datos obtenidos de manera interdiaria. **Resultados.** En la superficie de concreto la eficacia de T<sub>3</sub> al primer día fue superior a los insecticidas T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> (51,37 vs 23,01; 16,26%;  $P < 0,01$ ). Así mismo, la residualidad de T<sub>3</sub>, 21(0,8%), en la superficie de concreto fue mayor a los insecticidas T<sub>1</sub> 9(1,0%) y T<sub>2</sub> 11 días (1,17%). La eficacia en cortina mostró resultados similares, T<sub>3</sub> fue superior a T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> (53,86 vs 12,65; 7,49%;  $P < 0,01$ ). En cortina, T<sub>3</sub> presentó buena residualidad al día 21 (16,53%), siendo mayor a los insecticidas T<sub>1</sub> 17(0,64%) y T<sub>2</sub> 13 días (1,22%). **Conclusiones.** Se observó una mayor disminución del porcentaje de mortalidad en la superficie de concreto comparado a cortina. De los insecticidas evaluados, tiametoxam 12% + deltametrina 1% fue el de mayor eficacia y residualidad en condiciones de granja.

**Palabras clave:** Eficacia, Residualidad, Insecticidas, Polvo Mojable, Mosca doméstica.

## ABSTRACT

**Objectives.** The objective of the research was to determine the efficacy and residuality of three insecticides in the control of the house fly in a poultry farm. **Methodology.** The insecticides evaluated were alphacypermethrin 10% (T1), deltamethrin 2.5% (T2) and thiamethoxam 12% + deltamethrin 1% (T3) in wettable powder formulation. For the control of the house fly, the doses used were 4, 10 and 50 g / L of water, respectively. The evaluation comprised a period of 21 days, where adult house flies collected from the same farm were used inter-daily and were exposed for a period of 1 hour to the interior of exposure cones on concrete and curtain surfaces, previously treated with insecticides. Four cones were considered per type of insecticide randomly distributed on each surface. The completely randomized design was used to evaluate the three insecticides with the data obtained from day to day. **Results.** On the concrete surface, the effectiveness of T3 on the first day was superior to insecticides T1 and T2 (51.37 vs 23.01; 16.26%;  $P < 0.01$ ). Likewise, the residuality of T3, 21 (0.8%), on the concrete surface was higher than the insecticides T1 9 (1.0%) and T2 11 days (1.17%). Curtain efficacy showed similar results, T3 was higher than T1 and T2 (53.86 vs 12.65; 7.49%;  $P < 0.01$ ). In curtain, T3 presented good residuality on day 21 (16.53%), being higher than insecticides T1 17 (0.64%) and T2 13 days (1.22%). **Conclusions.** A greater decrease in the percentage of mortality was observed in the concrete surface compared to curtain. Of the insecticides evaluated, thiamethoxam 12% + deltamethrin 1% was the one with the highest efficacy and residuality under farm conditions.

**Key words:** *Efficacy, Residuality, Insecticides, Wettable Powder, Housefly*

## INTRODUCCIÓN

Las granjas avícolas tienen que lidiar con la población de moscas en sus instalaciones, por efecto de las condiciones inherentes de crianza que favorecen la proliferación de estas plagas, tales como alimento (pienso, gallinaza), agua (niples) y refugio (ambiente cálido y zonas de reproducción dentro de los galpones), siendo éstos los pilares para el desarrollo de las plagas. Los avicultores tienen que implementar medidas de control diarias a fin de eliminar la población de moscas adultas que podrían afectar los parámetros reproductivos de las aves y también causar problemas de índole sanitario a los pobladores de las viviendas colindantes, además que su sola presencia genera molestia. Las aplicaciones con insecticidas de efecto inmediato (ejemplo: formulaciones en concentrados emulsionables) logran eliminar solo las moscas que tengan contacto con las gotas de insecticida, sin garantizar un control a largo plazo. Esta situación provoca replicar los tratamientos ocasionando pérdidas económicas.

El proveedor de productos insecticidas vende la idea de un producto de alta residualidad sobre superficies, un hecho que en la práctica no sucede. Es por ello importante evaluar los insecticidas en condiciones naturales de campo y determinar la mejor superficie para su aplicación, solo con esto podremos brindar al avicultor mayores luces para la toma de decisiones en el control de moscas.

## CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la Realidad Problemática

La mosca doméstica (*Musca domestica*) es un insecto volador de importancia sanitaria que afecta tanto en salud pública como al sector avícola, los estudios en Lima y Callao realizados por Béjar et al. (2006) confirmaron el rol de la mosca doméstica como vector mecánico en la transmisión de bacterias patógenas tales como *Escherichia coli* y *Salmonella typhi*, por su parte en estudios internacionales realizados Rogoff et al. (1975) se lograron aislar el virus de Newcastle en especies de *Faniia canicularis* y en larvas de *Musca domestica*.

La población de moscas de una granja avícola no se limita a una sola especie, pero es relevante mencionar que investigaciones realizadas en Brasil por Avancini y Silveira (2000) registraron que la población de *Musca domestica* en una granja avícola supera el 80% de la población total de moscas, siendo por ende el principal vector causante de problemas sanitarios.

La alta densidad de moscas en los galpones avícolas evidencia un mal manejo en las instalaciones por las bajas condiciones sanitarias, Gorrín et al. (2018) evaluaron el efecto de las condiciones sanitarias en el desempeño productivo de gallinas ponedoras, encontrando que los galpones con deficientes condiciones sanitarias reportan mayores problemas relacionados a huevos con cascara sucia, manchada y rota.

La realidad descrita ha provocado que los avicultores incrementen sus esfuerzos para el control de moscas en sus centros de crianza, aumentando la inversión en la compra de insecticidas y mano de obra para sus aplicaciones.

Según la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (2018), en el ámbito nacional se tiene registrados 112 insecticidas para su uso en salud pública.

En granjas avícolas de ponedoras comerciales en lima es común utilizar insecticidas en formulación concentrado emulsionable como control inmediato en tratamientos correctivos, sin embargo, los insecticidas en formulación polvos mojables serían los más adecuados para tratamientos preventivos y correctivos a largo plazo.

Palomino et al. (2005) definen el efecto inmediato o eficacia como la mortalidad de individuos que fueron sometidos a ensayos con concentraciones formuladas de insecticidas y el efecto residual como la persistencia de los depósitos insecticidas sobre una superficie en un periodo de tiempo.

Existen factores que limitan la residualidad de los insecticidas, como la dosis comercial que se aplicada de manera inicial, el tipo de superficie y edad o tiempo de actividad de los depósitos de insecticida sobre las superficies; Hadaway y Barlow (1949) registraron que la pérdida de los depósitos de insecticidas por adsorción en ladrillos es de un 23%, este porcentaje puede variar de acuerdo con la porosidad de la superficie.

También es importante mencionar el problema de resistencia a los insecticidas en poblaciones de moscas, que afectan directamente en los resultados de efectividad de los insecticidas en campo. El problema se presenta sobre todo en granjas que realizan aplicaciones indiscriminadas de insecticidas, en muchos casos sobredosificando el producto comercial en el afán de obtener mejores resultados, generando pérdidas económicas, daño a la salud y medio ambiente.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2012), brinda las directrices sobre la prevención y manejo de la resistencia a los plaguicidas definiendo la resistencia como una característica que permite a un organismo sobrevivir a la

exposición de una dosis de un plaguicida que normalmente podría resultar letal, dicho evento ocurre naturalmente en plagas individuales debido a mutaciones genéticas y de carácter hereditario debido a un proceso de selección provocado por el uso repetido de plaguicidas.

Por lo expuesto, era necesario evaluar la efectividad de los insecticidas comerciales en formulación polvos mojables, a la dosis recomendada por el proveedor y sobre las superficies de cortina y concreto, siendo estas las más representativas dentro de una granja avícola tradicional. Con la investigación se logra identificar la mejor zona de aplicación, cuantificar el efecto residual en campo de los insecticidas en el tiempo y proponer intervalos de aplicaciones residuales en granjas avícolas.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

- ¿Qué tipo de insecticida presenta más eficacia y residualidad para el control de moscas en una granja avícola?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Qué tipo de insecticida presenta mayor eficacia?
- ¿Qué tipo de insecticida presenta mayor Residualidad?
- ¿Qué tipo de superficie favorece más al insecticida en el control de moscas?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo General.**

- Determinar el tipo de insecticida con mayor eficacia y residualidad para el control de moscas en una granja avícola.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el tipo de insecticida que presenta mayor eficacia.
- Determinar el tipo de insecticida que presenta mayor residualidad.
- Determinar el tipo de superficie que más favorece al insecticida en el control de moscas.

#### **1.4. Justificación de la investigación**

##### **1.4.1. Justificación Social:**

La investigación beneficia al sector avícola de la zona de Manchay - Pachacámac y alrededores, quienes minimizaran sus costos destinados al control de moscas en sus instalaciones.

##### **1.4.2. Justificación Teórica:**

Se contribuye al conocimiento del tipo de superficie e insecticida más apropiado para los tratamientos residuales en el control de moscas en una granja avícola.

##### **1.4.3. Justificación Práctica:**

La investigación propone un método simple para conocer el insecticida más apropiado para el control de moscas en granjas avícolas.

#### **1.5. Delimitación del estudio**

La investigación se realizó durante los meses de enero y febrero 2021, en una granja avícola de ponedoras comerciales ubicada en el centro poblado de Manchay Bajo, distrito de Pachacámac. Se evaluó la eficacia y residualidad de tres insecticidas comerciales en formulación polvo mojable para el control de mosca doméstica en granja, sobre las superficies de cortina y concreto al ser el tipo de superficie más representativo dentro de una granja avícola tradicional.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Investigaciones Internacionales

Hadaway y Barlow (1949) realizaron la investigación: Further Studies on the Loss of Insecticides by Absorption into Mud and Vegetation [Más estudios sobre la pérdida de insecticidas por absorción en lodo y vegetación]. En el trabajo se aplicaron formulaciones de DDT en ladrillos de barro a dosis para *Glossina palpalis* (Moscas tsé-tsé) y *Aedes aegypti* (mosquito del dengue) con la finalidad de recuperar los depósitos de ingrediente activo en la capa exterior. El porcentaje de recuperación de los polvos humectables fue de 77% siendo la mejor formulación para el tipo de superficies absorbentes.

Araya et al. (2011) evaluaron la mortalidad moscas domésticas sometidas a superficies de vidrio y papel tratadas con piretroides, para el caso se emplearon 04 insecticidas de uso comercial con principios activos como Cipermetrina, cipermetrintrans-tetrametrina, praletrina y diazinón a la dosis más alta según ficha técnica del producto. Para la evaluación se criaron moscas durante 3 generaciones que fueron previamente colectadas de granjas sin ningún manejo de plaguicidas. Se concluyó que el insecticida cipermetrina es más eficiente para tratamientos de efecto inmediato, obteniendo el 100% de mortalidad a los 60 minutos de aplicación directa. Por su parte la cipermetrina trans-tetrametrina fue mejor en tratamientos residuales, mostrando una mortalidad del 77% a los 60 días de evaluación. Todos los insecticidas mostraron mayor desempeño en vidrio a comparación de papel tapiz, este efecto se adjudica a la absorción del insecticida dentro del papel.

Yun-hua et al. (2012) evaluaron la toxicidad de 8 insecticidas para el control de *Apolygus lucorum* de tercer estadio, a distintas temperaturas como 15 ° C, 20 ° C, 25 ° C, 30 ° C y 35 ° C

encontrando que algunos insecticidas fueron influenciados positivamente por el aumento de temperatura mientras que, por lo contrario, otros insecticidas disminuyeron su efecto. Por lo tanto, concluyen que la temperatura es un factor por considerar en el proceso de elección de insecticidas para las aplicaciones en campo.

Chapman et al. (1992) evaluaron la resistencia en una población de moscas domésticas tratadas frente a piretroides como permetrina, deltametrina, cipermetrina y alfacipermetrina, encontrando que la eficacia a las 72 horas fue superior al 90%. El efecto sobre la población de campo se prolongó hasta el día 19 en donde la densidad poblacional de moscas volvió a ser igual a la inicial, la prueba se repitió sin obtener los mismos resultados, demostrando factores de resistencia a piretroides.

Scott et al. (2000) investigaron la resistencia de moscas domésticas en granjas avícolas dentro de 8 condados de estados unidos. El experimento para piretroides y piretrinas se llevó a cabo por contacto tarsal dentro de envases de vidrio tratados con insecticida, los resultados fueron registrados a las 48 horas. Hubo niveles sustanciales de resistencia a la permetrina, con más de la mitad de las instalaciones avícolas teniendo >50% de supervivencia. El nivel de resistencia a ciflutrina fue mayor al > 35%, hubo poca resistencia a las concentraciones más altas de piretrinas en las instalaciones avícolas. Los resultados sugieren que permetrina, ciflutrina y piretrinas disminuyeron su eficacia debido a factores de resistencia, si embargo de acuerdo con los niveles de resistencia no se identifican factores de resistencia cruzada.

El efecto residual de los insecticidas en campo está relacionado a la dosis de aplicación inicial, Hiroshi (2001) evaluó la actividad de los plaguicidas en *Panonychus citri* (ácaro rojo de los

cítricos) encontrando que a menor concentración química aplicada, será menor el porcentaje de individuos afectados con el insecticida.

### **2.1.2. Investigaciones Nacionales**

Palomino et al. (2008) realizaron la investigación: Eficacia y residualidad de dos insecticidas piretroides contra *Triatoma infestans* en tres tipos de viviendas (concreto, ladrillo y sillar), en el ensayo de campo se usaron formulaciones de polvos mojables de deltametrina y lambdacihalotrina a dosis de 25 y 30 mg/m<sup>2</sup> respectivamente. La investigación concluye que el insecticida lambdacihalotrina es eficaz a las 24 horas postratamiento, evidenciando 100% mortalidad sobre los tres tipos de superficie, pero su residualidad es pobre en comparación a deltametrina que ofrece mayor mortalidad a los 90 días post aplicación, la superficie donde ofrece mayor residualidad es en concreto (72,9%).

Arrojo (2017) realizó la investigación: Eficacia de insecticidas de uso industrial en adultos de mosca doméstica (*Musca domestica*). Para la investigación se usaron 05 insecticidas en formulación concentrado emulsionable y 01 insecticida en formulación polvo mojable a dosis recomendada y dosis uniformizada según área tratada, la superficie de exposición fue papel whatman N° 2. Se concluyó que el diclorvos posee mejor efecto inmediato (100%) en la prueba según dosis recomendada (500 mg/m<sup>2</sup>) y la deltametrina (88%) en la evaluación con dosis uniformizada (0.8 g/1.04m<sup>2</sup>). La residualidad a la cuarta semana para el diclorvos en dosis recomendada del producto comercial fue de 45%, mientras que para la evaluación con dosis uniformizada deltametrina obtuvo un 42% de mortalidad, en los otros insecticidas se evidenció un efecto residual menor al 30%. Como principio activo la deltametrina posee un mejor efecto en la

mortalidad de moscas, sin embargo, no se tiene los mismos efectos cuando se emplea a la dosis recomendada del producto comercial.

## **2.2.Bases Teóricas**

### **2.2.1. Taxonomía de la especie objetivo**

Bowman et al. (2004) describen la taxonomía de la mosca doméstica de la siguiente forma:

**Reino:** Animalia

**Filo:** Artrópoda

**Clase:** Insecta

**Orden:** Díptera

**Familia:** Muscidae

**Género:** Musca

**Especie:** M. domestica

(Linnaeus,1958)

### **2.2.3. Plaguicidas**

La FAO (2003) define a los plaguicidas como cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinados a contrarrestar la actividad de cualquier plaga, incluyendo vectores de enfermedades humanas, plantas o animales. El término insecticida hoy en día apela a la misma definición, ya que es usado de manera coloquial para definir a los productos comerciales en el control de plagas y otros vectores.

Devine et al. (2008) mencionan que el objetivo de los insecticidas es matar plagas de insectos, sin embargo, por un efecto colateral puede que tenga un impacto letal o subletal en organismos que no son su objetivo.

Ponce et al. (2006) explican que es difícil determinar el modo de acción de los insecticidas ya que algunos de ellos poseen más de un modo de acción, lo que hace difícil su clasificación. La respuesta bioquímica y fisiológica de los organismos pueden ser afectadas inclusive a dosis bajas de un principio activo.

#### **2.2.4. Clasificación de Insecticidas**

Según el Comité de acción contra la resistencia a insecticidas [IRAC] (2019) los insecticidas según su modo de acción se pueden dividir en subgrupos químicos o materias activas representativas como organofosforados, piretrinas - piretroides y neonicotinoides, por mencionar algunos.

##### **2.2.4.1. Organofosforados**

Los compuestos organofosforados son ésteres del ácido fosfórico y de sus derivados, que comparten como característica farmacológica la acción de inhibir enzimas con actividad esterásica, más específicamente de la acetilcolinesterasa en las terminaciones nerviosas, lo que genera una acumulación de acetilcolina y como consecuencia se altera el funcionamiento del impulso nervioso (Fernández et. al, 2010).

##### **2.2.4.2. Piretrinas - Piretroides**

La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR] (2003) describe a las piretrinas como compuestos naturales con propiedades insecticidas, estos compuestos se encuentran en el extracto de piretro de ciertas flores de crisantemos. El uso de las piretrinas es más doméstico que industrial, debido a que se degradan rápidamente en el ambiente, especialmente cuando se exponen a la luz solar. Por su parte, los piretroides son sustancias

químicas manufacturadas de estructura muy parecida a las piretrinas, generalmente más tóxicos para los insectos y mamíferos, y que presentan mayor residualidad.

Los piretroides estimulan inicialmente las células nerviosas produciendo repetidas descargas y eventuales casos de parálisis. Estos efectos son causados por acción en los canales de sodio, a través de los poros por donde se permite la entrada a los axones para causar la excitación (Ware, 2000 citado en Ponce et al., 2006).

#### **2.2.4.3. Neonicotinoides**

Se comenzaron a desarrollar en la década de los 80 por Shell, con el producto nithiazina, por su parte en los 90 Bayer formuló el producto imidacloprid. Los neonicotinoides se desarrollaron en la búsqueda de insecticidas menos tóxicos para humanos, siendo este menos tóxico en comparación a los organoclorados, organofosforados y carbamatos (Yamamoto y Casida, 1999).

El instituto nacional de tecnología agropecuaria [INTA] (2012) del gobierno argentino, indica que los neonicotinoides actúan en el insecto por ingestión y contacto sobre el sistema nervioso central, produciendo una sobreestimulación, excitación, agitación, temblores, convulsión, parálisis y muerte.

#### **2.2.5. Principales características de los ingredientes activos**

El Instituto Regional de Estudios de Sustancias Tóxicas [IRET] (2012) de la universidad nacional de Costa Rica, brinda información de los Ingredientes activos implicados en el presente estudio.

Tabla 1  
Principales Características de los Ingredientes Activos.

Características Generales	Ingrediente activo	Clorpirifos	Pirimifos-metil	Alfacipermetrina	Deltametrina	Tiametoxam
	Grupo químico	Organofosforado, clorado.	Organofosforado.	Piretroide, clorado.	Piretroide, bromado.	Neonicotinoide, clorado.
	Acción biocida	Insecticida.	Insecticida, acaricida.	Insecticida, acaricida.	Insecticida.	Fungicida, insecticida.
Toxicidad Humana	Toxicidad aguda	DL50/CL50 <b>Oral (ratas):</b> 66 mg/kg <b>Inhalación (ratas):</b> >0,2 mg/L <b>Dérmico (ratas):</b> >2000 mg/kg	DL50/CL50 <b>Oral (ratas):</b> 1414 mg/kg <b>Inhalación (ratas):</b> >5,04 mg/L <b>Dérmico (ratas):</b> >2000 mg/kg	DL50/CL50 <b>Oral (ratas):</b> 57 mg/kg <b>Inhalación (ratas):</b> 0,593 mg/L <b>Dérmico (ratas):</b> nd.	DL50/CL50 <b>Oral (ratas):</b> 87 mg/kg <b>Inhalación (ratas):</b> 0,6 mg/L <b>Dérmico (ratas):</b> >2000 mg/kg	DL50/CL50 <b>Oral (ratas):</b> 1563 mg/kg; <b>Inhalación (ratas):</b> >3,72 mg/L <b>Dérmico (ratas):</b> >2000 mg/kg
	Clasificación	II. Moderadamente peligroso (OMS).	III. Ligeramente peligroso (OMS).	II. Moderadamente peligroso (OMS).	II. Moderadamente peligroso (OMS).	nd (OMS).
Comportamiento Ambiental Ecotoxicología	Bioacumulación	Alta.	Mediana a ligera.	Alta.	Alta.	Ligera.
	Toxicidad aguda	<b>Peces:</b> extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,007-0,051 mg/L <b>Aves:</b> alta a mediana <b>Insectos (abejas):</b> extrema a alta	<b>Peces:</b> extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,404 mg/L <b>Aves:</b> alta a mediana <b>insectos (abejas):</b> alta	<b>Peces:</b> extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,0028 mg/L <b>Aves:</b> Ligera <b>Insectos (abejas):</b> extrema	<b>Peces:</b> extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,0009 mg/L <b>Aves:</b> ligera <b>Insectos (abejas):</b> extrema	<b>Peces:</b> ligera, CL50 (96h) trucha arco iris >100 mg/L <b>Aves:</b> Mediana <b>insectos (abejas):</b> extrema

Fuente: Instituto Regional de Estudios de Sustancias Tóxicas (2012), nd (No determinado).

### **2.2.6. Dosis Letal Media (DL50)**

Cisneros (1995) define la dosis letal media como la cantidad de insecticida requerida para causar la muerte del 50 por ciento de un grupo representativo de insectos, el término es conocido como DL50. Esta dosis puede expresarse de forma más precisa en cantidad de insecticida por unidad de peso del insecto; por ejemplo, mg de insecticida /kg de peso vivo de un determinado insecto.

Según Shibamoto (1996) la DL50 es un valor determinado estadísticamente que en consecuencia se acompaña siempre de algún medio de estimación del error, Reppetto y Sanz (1995) complementan la idea mencionando que dicho valor es resultante bajo un conjunto de condiciones definidas.

### **2.2.7. Dosis de ingrediente activo recomendada para tratamientos residuales**

La organización mundial de la salud [OMS] brinda una lista de insecticidas piretroides, organofosforados y carbamatos con la dosis recomendada de ingrediente activo por metro cuadro, expresado en  $\text{g/m}^2$  para tratamientos residuales en el control de moscas (Tabla 2). Tomando en cuenta el valor promedio mínimo de los insecticidas piretroides el valor recomendado es de 0,30  $\text{g/m}^2$  equivalente a 296  $\text{mg/m}^2$  (Chavasse et al., 1997).

Tabla 2

*Insecticidas Adecuados para el Tratamiento Residual en el Control de Moscas.*

Insecticida	Químico	Dosis de Ingrediente Activo (g/m <sup>2</sup> )		
		Tipo	Min	Max
Alpha-cypermethrin	PY		0,015	0,030
Azamethiphos	OP		1,000	2,000
Bifenthrin	PY		0,024	0,048
Bromophos	OP		1,000	2,000
Chlorpyrifos-methyl	OP		0,400	0,600
Cypermethrin	PY		0,025	0,100
Cyphenothrin	PY		0,025	0,050
Cyfluthrin	PY		0,030	0,030
Deltamethrin	PY		0,008	0,015
D-phenothrin	PY		2,500	2,500
Diazinon	OP		0,400	0,800
Esfenvalerate	PY		0,025	0,050
Etofenprox	PY		0,100	0,200
Fenclorphos	OP		1,000	2,000
Fenitrothion	OP		1,000	2,000
Lambda-cyhalothrin	PY		0,010	0,030
Permethrin	PY		0,063	0,063
Pirimphos-methyl	OP		1,000	2,000
Zeta-cypermethrin	PY		0,020	0,040
Dimethoate	OP		0,046	0,500
Fenvalerate	PY		1,000	1,000
Malathión	OP		1,000	2,000
Naled	OP		0,400	0,800
Bendiocarb	C		0,100	0,400
Propetamphos	OP		0,250	1,000

Fuente: OMS(resumen propio), OP = organofosforado, PY = piretroide sintético y C = carbamato.

## **2.2.8. Tipos de tratamientos con insecticidas**

### **2.2.8.1. Tratamiento de efecto inmediato**

Son tratamientos ambientales efectivos para la rápida reducción de la población de mosca dentro y en los alrededores de una instalación. Sin embargo, solo proporcionan un control temporal, pues solamente mueren los insectos adultos que tuvieron contacto con las partículas de insecticida, careciendo de un efecto residual a largo plazo. Es probable que los tratamientos ambientales contra las moscas adultas también eliminen otras especies no objetivo (Schlapbach, 2007).

Dentro de las formulaciones más comunes para tratamientos de efecto inmediato se tienen a los concentrados emulsionable y suspensiones concentradas. Los principales componentes de un concentrado emulsionable son los disolventes orgánicos, mientras que el principal componente de una suspensión concentrada es el agua. Los disolventes orgánicos son irritantes para la piel, los ojos y las mucosas mientras que el agua no. En general un producto formulado como suspensión concentrada muestran un perfil toxicológico más favorable que los concentrados emulsionables (Higiene Ambiental, 2011).

### **2.2.8.2. Tratamiento de efecto Residual**

Los tratamientos focalizados o pulverizaciones tienen por objetivo generar una superficie tóxica duradera a fin de eliminar la mayor cantidad de insectos en el tiempo, por ello es necesario orientar las aplicaciones a zonas donde las moscas se congregan por periodos prolongados, estas superficies pueden ser paredes, postes o techos (Schlapbach, 2007).

#### **2.2.8.2.1. Polvos Mojables (PM)**

Los polvos mojables están compuestos por ingrediente activo más una materia inerte que para su aplicación son diluidos en agua formando una suspensión. Se requiere mucho cuidado al momento de la preparación ya que las partículas secas pueden transportarse por el aire y ser inhaladas. (Chavasse y Yap, 1997).

El tipo de formulación de plaguicida afecta la eficacia del control de moscas, los polvos mojables con frecuencia son más eficaces biológicamente que las emulsiones o soluciones en superficies absorbentes (Chavasse y Yap, 1997).

## **2.2.9. Factores que afectan la efectividad de los insecticidas**

### **2.2.9.1. Resistencia a insecticidas**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2012) la resistencia se define como un cambio genético heredable en un organismo como respuesta a la selección por sustancias tóxicas, esto sucede cuando el control de plagas falla repetidamente en campo y se ha excluido otros factores que pudieran haber afectado la efectividad del insecticida tales como dosis recomendada en la etiqueta o factores ambientales. La resistencia es una característica de fundamento genético de carácter hereditario que permite a un organismo sobrevivir a la exposición con una dosis de un plaguicida que normalmente podría resultar letal, dicho rasgo de resistencia es transmitido a la progenie por la reproducción de poblaciones resistentes. Hay muchos mecanismos que favorecen la resistencia a los plaguicidas, estos pueden ser factores biológicos, genéticos u operacionales.

### **2.2.9.2. Temperatura**

Algunos insecticidas son influenciados positivamente por el aumento de temperatura mientras que, por lo contrario, otros insecticidas disminuyeron su efecto (Yun-hua et al, 2012).

### **2.2.9.3. Luz Solar**

En condiciones de laboratorio se ha encontrado que la fotodegradación de insecticidas se correlaciona positivamente con el período de exposición a la luz y varían de acuerdo con su estructura química (Mahmoud, 2012).

En estudios de persistencia de neonicotinoides como acetamiprid y tiacloprid en el suelo expuesto a luz solar y luz ultravioleta, se evidenció la reducción de las vidas medias de los depósitos de insecticida. Los residuos de ambos neonicotinoides se disiparon más rápido en la exposición a la luz ultravioleta en comparación con la luz solar (Gupta et al., 2008).

### **2.2.9.4. Porosidad de las Superficies**

Se ha registrado la pérdida de hasta un 23% de los depósitos de ingrediente activo en superficies porosas como ladrillos de barro (Hadaway y Barlow ,1949).

### **2.2.9.5. Dosis Inicial Aplicada**

La eficacia de los plaguicidas en condiciones de campo está relacionado a la dosis de aplicación inicial, y este factor es importante para estimar su periodo de actividad (Hiroshi, 2001).

## **2.3. Definición de Términos Básicos**

- **Dosis Letal Media (DL50):** Se define en toxicología como la dosis administrada por ingestión de una sustancia o radiación que resulta mortal para la mitad de una población de animales usados como prueba. Se resume con el símbolo DL50 y se expresa en términos de miligramos de la sustancia de ensayo por cada kilogramo de peso corporal de animal sometido al ensayo (mg/kg).
- **Eficacia:** La eficacia es la mortalidad de los individuos sometidos a ensayos con concentraciones formuladas de insecticidas.

- **Efecto Residual:** Característica de algunas materias activas y de preparados insecticidas de permanecer siendo efectivas tiempo después de ser aplicados.
- **Formulación Insecticida:** Combinación del principio activo más los coadyuvantes que determinan la formulación de uso comercial.
- **Ingrediente Activo:** Parte biológicamente activa de un plaguicida.
- **Ingrediente Inerte:** Sustancia o material que, unido a la sustancia activa para la preparación de un formulado, permite modificar sus características de dosificación o de aplicación. También reciben el nombre de vehículo o de sustancia transportadora.
- **Insecticida:** Sustancias químicas sintéticas o de origen natural o microorganismos que están destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquiera población de insectos y otros artrópodos considerados nocivos.
- **Residualidad:** Persistencia del depósito de insecticida en el tiempo
- **Tratamiento Residual:** Aplicación realizada con productos plaguicidas que tienen gran residualidad para obtener efectos durables que puede ser de horas, meses o años.
- **Polvo Mojable:** Formulado biocida en el que la sustancia activa se encuentra combinada con un material inerte, sólido, seco y muy finamente dividido que hace de soporte.
- **Pulverizador:** Aparato hidráulico de aplicación de líquidos mediante pulverización. Constan de una bomba (manual o mecánica) que presiona el líquido a través de un orificio reducido que produce gotas de diferentes tamaños.

## **2.4. Hipótesis de la Investigación**

### **2.4.1. Hipótesis General**

- El tipo de insecticida y superficie de aplicación influye en la eficacia y residualidad para el control de moscas en una granja avícola.

### **2.4.2. Hipótesis Especificas**

- El tipo de insecticida influye en la eficacia del control moscas.
- El tipo de insecticida influye en la residualidad del control moscas.
- El tipo de superficie favorece al insecticida en el control de moscas.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Diseño Metodológico**

#### **3.1.1. Ubicación**

La investigación se realizó en la empresa avícola “Apelo y pluma E. I. R. L.” de ponedoras comerciales ubicada en el centro poblado de Manchay Bajo, distrito de Pachacámac.

#### **3.1.2. Materiales e insumos**

##### **3.1.2.1. Materiales:**

- Plumón permanente.
- Cinta maskingtape.
- Cinta de embalaje.
- Silicona.
- Envases de plástico.
- Tijera.
- Clavos de acero.
- Jarra de plástico.
- Guantes de látex.
- Bolsa negra.
- Pulverizador JACTO.
- Balanza eléctrica.

##### **3.1.2.2. Insumos:**

- Insecticidas PM.

#### **3.1.3. Diseño experimental**

Se planteó un diseño experimental, al tener el control de los tratamientos y variables a evaluar dentro de una granja avícola.

### 3.1.4. Tratamientos

Los tratamientos fueron 03 insecticidas en formulación polvo mojables y 01 control sobre 02 tipos de superficies.

### 3.1.5. Características del área experimental

El área donde se desarrolló el experimento fue una granja avícola de ponedoras comerciales, las gallinas estaban distribuidas en 02 galpones con un sistema de crianza en jaulas, los galpones fueron de estructura de madera con arpilleras y el perímetro de concreto cercaba los galpones a 3 metros de distancia.

### 3.1.6. variables evaluadas

Tabla 3  
*Operacionalización de las Variables.*

<b>Función</b>	<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Indicador</b>
<b>Independiente</b> <b>(X1= Principio Activo)</b>	Deltametrina 2,5%	Cualitativa	Dosis: 10 g/l de agua.
	Alfacipermetrina 10%	Cualitativa	Dosis: 4 g/l de agua.
	Tiametoxam 12 % + Deltametrina 1 %	Cualitativa	Dosis: 50 g/l de agua.
	Control	Cualitativa	Sin aplicación.
<b>Independiente</b> <b>(X2= Tipo de Superficie)</b>	Cortina.	Cualitativa	Área tratada: 20 cm x 20 cm.
	Concreto.	Cualitativa	Área tratada: 20 cm x 20 cm.
<b>Dependiente</b> <b>(Y1= Eficacia)</b>	% de Mortalidad	Cuantitativa	Día 1.
<b>Dependiente</b> <b>(Y2=Residualidad)</b>	% de Mortalidad	Cuantitativa	Días (Periodo).

Fuente: Elaboración Propia.

### **3.1.7. Conducción del experimento**

Previo a la aplicación de insecticidas se ejecutó una limpieza con escoba para quitar el polvo acumulado, posterior a la aplicación se colocaron los conos de exposición con la finalidad de mantener en lo posible las condiciones innatas de campo.

## **3.2. Población y Muestra**

### **3.2.1. Población**

La población estudiada fueron las moscas domésticas de la granja “Apelo y pluma E. I. R. L”, que fueron recolectadas de manera interdiaria para la exposición a las superficies tratadas.

### **3.2.2. Muestra**

En total se llegaron a capturar **15355** individuos de moscas domésticas las mismas que fueron distribuidas en 03 formulaciones insecticidas y 01 control, sobre 02 tipos de superficies con 04 replicaciones y en promedio 30 individuos por replicación para cada día de evaluación.

## **3.3. Técnicas de recolección de Datos**

Para el diseño del procedimiento de recolección y muestreo se usó una técnica modificada de Arrojo (2017), empleando los conos de exposición de elaboración propia sobre las superficies del galpón, recolectando las moscas directamente desde sus puntos de reunión y evaluando la eficacia a la primera hora posterior a la exposición al insecticida. También se tuvo como referencia los procedimientos de las pruebas para la vigilancia de la resistencia a los insecticidas en los mosquitos vectores del paludismo (2<sup>da</sup> edición), de la OMS (2018).

Los insecticidas evaluados fueron empleados tomando en consideración los criterios de preparación y dosificación detallados en sus respectivas fichas técnicas, las cuales fueron brindadas por los respectivos proveedores. Los insecticidas se codificaron de la siguiente manera:

- T<sub>1</sub>: Alfacipermetrina 10% .
- T<sub>2</sub>: Deltametrina 2,5%.
- T<sub>3</sub> : Tiametoxam 12 % + Deltametrina 1 %.

Tabla 4

Información de la Ficha Técnica de los Productos Comerciales Evaluados.

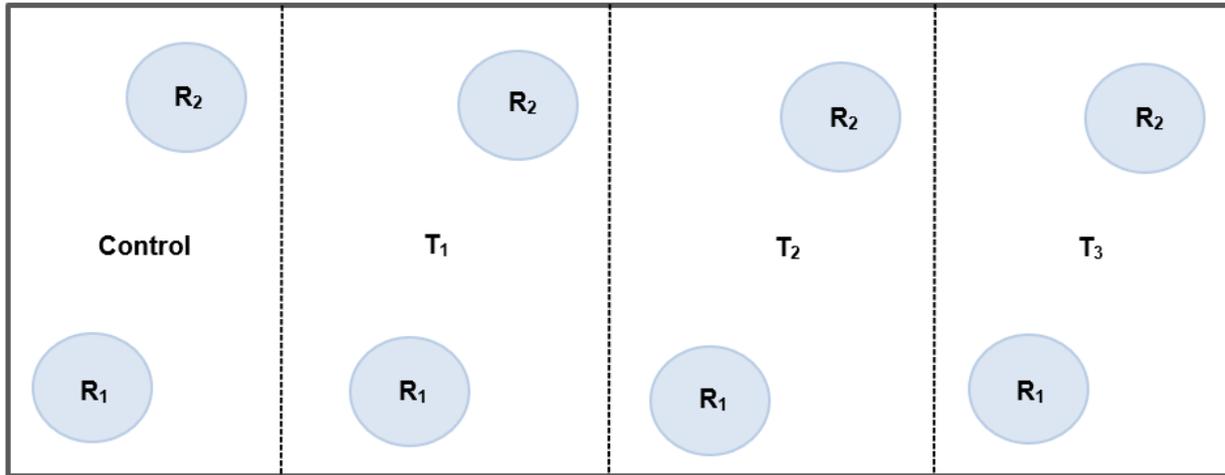
Característica	T <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>
<b>Composición</b>	Alfacipermetrina 10%	Deltametrina 2,5%	Tiametoxam 12 % Deltametrina 1 %
<b>Formulación</b>	Polvo Mojable	Polvo Mojable	Polvo Mojable
<b>Dosis/ Litro de Agua</b>	Insectos voladores: 3 a 4 g Insectos rastreros: 5 a 6 g vectores Salud Pública: 7.5 g	10g	25 - 50g
<b>Grupo Químico</b>	Piretroide	Piretroide	Neonicotinoide, Piretroide.
<b>Rendimiento/ Litro de Agua</b>	25 - 40 m2	20 m2	16 - 24 m2
<b>Toxicidad Oral (LD50 ratas)</b>	4000 mg/Kg	2000-5000 mg/kg	*
<b>Uso</b>	Insectos voladores (moscas y zancudos) Insectos rastreros (pulgas y cucharadas) Insectos vectores: <i>Anopheles spp.</i> (Malaria o paludismo), <i>Aedes spp.</i> (Dengue), <i>Aedes aegypti</i> (Fiebre amarilla), <i>Triatoma infestans</i> (Mal de Chagas).	Insectos Voladores ( <i>Musca domestica</i> ) e insectos rastreros (Cucarachas)	Insectos voladores: Moscas domesticas ( <i>Musca domestica</i> ) Zancudos ( <i>Aedes aegypti</i> ).

Fuente: Fichas técnica de los productos comerciales.

(\*) No se especifica en la ficha técnica.

### 3.3.1. Delimitación de las áreas tratadas:

Se delimitaron 4 áreas verticales en pared y cortina, uno después de otro comenzando por el control, Insecticida 1, Insecticida 2 e insecticida 3; se empleó el mismo esquema en 2 zonas de cortina y 2 zonas de pared en donde se distribuyeron las replicaciones.



*Figura 1.* Distribución de Tratamientos en Granja. R=Replicaciones, distribuidas 2 zonas en concreto y 2 zonas en cortina.

### 3.3.2. Preparación de conos de exposición:

Los conos de exposición fueron elaborados a partir de envases nuevos de agua de 4 litros de capacidad, se realizó un corte al medio descartando la parte baja del envase, a la parte superior se le diseñaron puntos de apoyo a manera de “orejas” para un mejor agarre a las superficies colocadas. Se realizaron agujeros de ventilación y una abertura en la parte baja para el retiro de los mocos muertas la cual fue tapada con cinta masking tape.

### 3.3.3. Aplicación de los insecticidas sobre las superficies:

Para la aplicación de los insecticidas se usó un pulverizador manual de 20 litros marca JACTO, graduando la boquilla a fin de expulsar un chorro grueso. Se armó una plantilla de cartón con una abertura del tamaño del cono de exposición (20 x 20 cm aprox.) a fin de aplicar el insecticida sólo en el área donde se colocaron los conos y evitar afectar a las otras repeticiones de insecticidas evaluados. La aplicación secuencial comenzó con T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y por último T<sub>3</sub>, las soluciones se prepararon siguiendo las indicaciones de las fichas técnicas y considerando la dosis

comercial más alta del producto. Posterior a la aplicación de cada insecticida se ejecutó un lavado completo del equipo pulverizador expulsando el sobrante y bombeando agua por la manguera durante 5 minutos, retirando la boquilla para así evitar residuos en el interior del equipo. La mochila manual se graduó a la máxima presión, los primeros chorros fueron expulsados en un área distinta, se procedió a ejercer presión nuevamente y aplicar a presión constante con movimientos verticales y horizontales a 40cm de la superficie durante un período de 4 segundos, se consideró una doble pasada por cada replicación.

Tabla 5  
*Dosis de ingrediente activo de los insecticidas evaluados.*

Insecticida	Rendimiento (m <sup>2</sup> /L Solución)	Concentración de ingrediente activo (i.a.)	Dosis Dilución (g/L Agua)	Dosis i.a./m <sup>2</sup>	Cálculo de i.a.	
					g/ m <sup>2</sup>	mg/ m <sup>2</sup>
<b>T1</b>	25 - 40	Alfacipermetrina 10%	4	0.16 g	0.02	16
<b>T2</b>	20	Deltametrina 2,5%	10	0.50 g	0.01	13
<b>T3</b>	16 - 24	Tiametoxam 12 %	50	3.13 g	0.38	375
		Deltametrina 1 %			0.03	31

Fuente: Elaboración propia, los cálculos se realizaron en base a la información de la ficha técnica. Para los cálculos de cantidad de ingrediente activo/ m<sup>2</sup> se empleó el menor rendimiento.

### 3.3.4. Colocación de conos de exposición:

Los conos se pegaron a las superficies usando silicona líquida en los bordes y cinta masking tape, se reforzó todos los bordes para evitar la salida de moscas (Anexo 05 y 06).

### 3.3.5. Procedimiento de Recolección de Moscas

Se colocaron 03 envases con gallinaza húmeda en la zona de mayor concentración de moscas, sobre estas se colocaron cascaras de plátanos maduros. Posterior a unos 15 minutos se logró observar la concentración de moscas sobre el atrayente, con el uso de una bolsa plástica

agujerada de 40 litros se procedió a cubrir los envases a fin de captura las moscas y dirigir las a los puntos de exposición.

### **3.3.6. Exposición de Moscas a las superficies Tratadas:**

Las moscas capturadas fueron inmediatamente dirigidas a los conos de exposición, se abrió la tapa del cono colocando un extremo abierto de la bolsa esperando que las moscas ingresen al embudo por efecto de atracción a la luz. Mientras iban ingresando se realizaba un conteo rápido de tal manera que se tenga un número de moscas cercano a 30, logrado el objetivo se cerraba la bolsa y se colocaba la tapa al cono. Para todos los casos se comenzó a colocar las moscas siguiendo la secuencia T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, se registró la hora de término y se esperó 1 hora para el conteo de individuos muertos. En todos los casos el tiempo estimado de llenado por cono de exposición fue menor a 2 minutos.

### **3.3.7. Recolección de Datos de Mortalidad:**

Posterior a 1 hora de haber dejado los individuos expuestos a las superficies tratadas se ejecuta el conteo de insectos muertos, para esto se abre la tapa y se procede con el conteo y registro de moscas vivas que van saliendo una por una, posterior se contabilizan y registran las moscas muertas que quedaron y son retiradas por la parte baja del cono dejando todo listo para la próxima evaluación.

## **3.4. Técnicas para el procesamiento de la información**

Para la investigación se empleó un diseño completamente al azar, el procesamiento de los datos siguió la siguiente secuencia:

- Los datos de campo fueron registrados en formatos de control, en donde se detalló la cantidad de insectos colocados, hora en el que se terminó de llenar el último cono y las moscas muertas posterior a la hora de exposición (Anexo 01).
- Los valores recolectados fueron ingresado a las hojas de Cálculo de Microsoft Excel.
- Los datos de mortalidad fueron corregidos con la fórmula de Abbott, aplicado para todos los casos (Anexo 02, 03 y 04).
- Las replicaciones de la mortalidad fueron ingresadas y procesadas en el Software Minitab Versión 19 mediante las pruebas de ANOVA y comparaciones por Tukey.
- Para los gráficos de tendencias de las medias fueron ajustadas en Microsoft Excel usando modelos exponenciales (Tabla 7 y 11).
- Para los gráficos de tasa de disminución de mortalidad los modelos exponenciales fueron derivados (Tabla 9 y 14).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Eficacia y Residualidad de los insecticidas sobre Superficie de Concreto

La eficacia sobre la superficie de concreto al primer día de evaluación fue mayor para T<sub>3</sub> (51,37%) mostrando diferencia significativa a T<sub>1</sub>(23,01%) y T<sub>2</sub>(16,26%),  $P<0,01$ . La eficacia de T<sub>3</sub> es superior a T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> hasta el día 9 de evaluación ( $P<0,05$ ), al día 11 la eficacia de T<sub>3</sub> y T<sub>1</sub> no muestran diferencia significativa (3,47 vs 1,17%),  $P>0,05$ . La residualidad de T<sub>3</sub> en concreto se prolonga hasta el día 21 (0,80%), siendo superior a T<sub>1</sub>(día 11; 1,17%) y T<sub>2</sub> (día 9; 1,00%) (Tabla 6).

Tabla 6

*Medias de Porcentaje de Mortalidad de Moscas sobre Superficie de Concreto.*

<b>Día de Exposición</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>Error Estándar</b>
<b>1</b>	23,01 b	16,26 b	51,37 a	3,32
<b>3</b>	16,44 b	6,99 b	47,58 a	2,72
<b>5</b>	5,73 b	3,52 b	20,58 a	2,14
<b>7</b>	3,31 b	2,46 b	12,47 a	2,03
<b>9</b>	1,70 b	1,00 b	6,08 a	1,06
<b>11</b>	1,17 a		3,47 a	1,04
<b>13</b>			5,23	1,89
<b>15</b>			4,06	0,77
<b>17</b>			2,30	0,19
<b>19</b>			1,22	1,22
<b>21</b>			0,80	0,80

*a, b, Letras distintas indican diferencia estadística.*

En la figura 1 se muestra la tendencia de la mortalidad de moscas según insecticida, las cuales siguen una tendencia cóncava conforme transcurre el tiempo. El T<sub>3</sub> empieza con un mayor valor de mortalidad que T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, mostrando una mayor caída conforme pasa el tiempo (Figura 2).

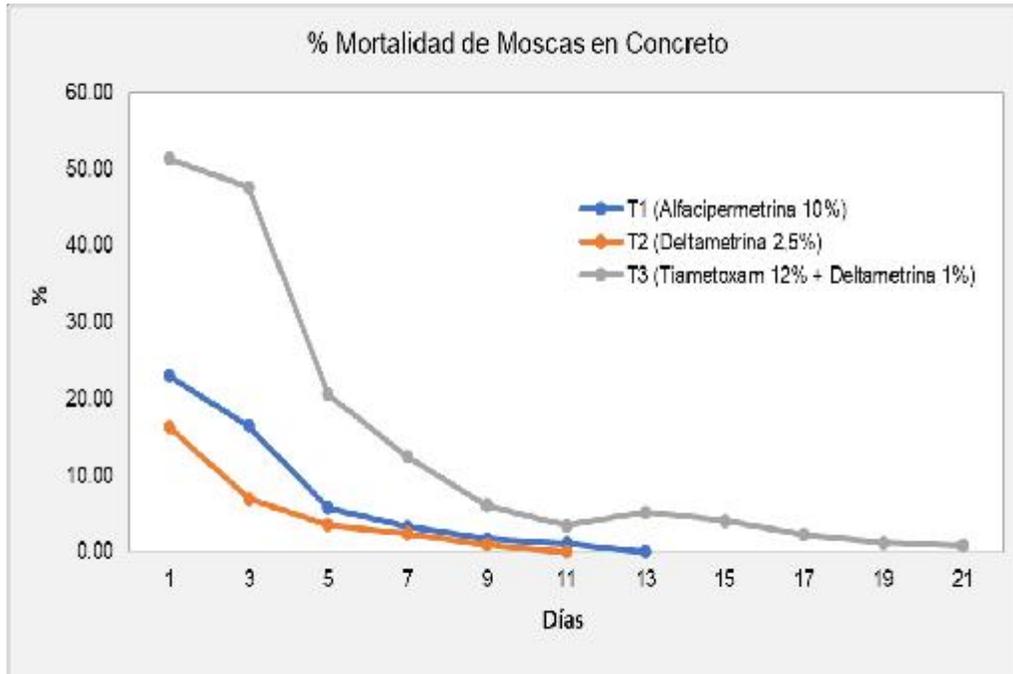


Figura 2. Curva de Mortalidad de Moscas sobre superficie de Concreto.

La modelización de las curvas de mortalidad se realizó mediante las siguientes fórmulas:

Tabla 7

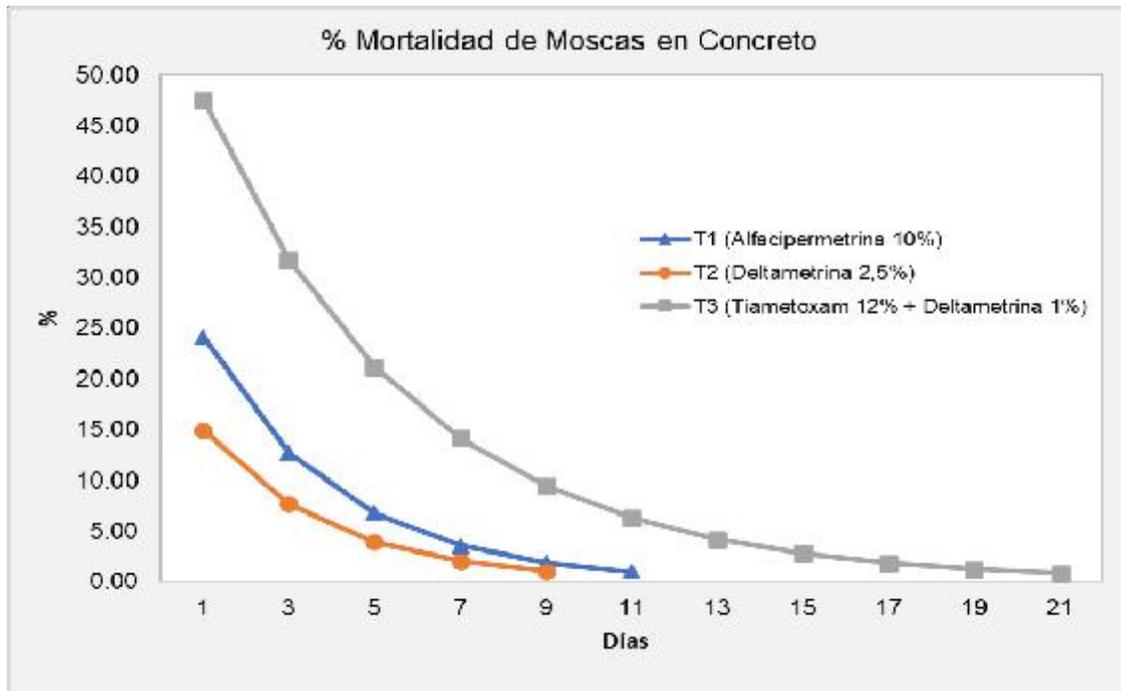
*Modelos Exponenciales en Superficie de Concreto.*

Tratamiento	Fórmula	R <sup>2</sup>
T1	$y = 33,166e^{-0.318x}$	0,9813
T2	$y = 20,776e^{-0.331x}$	0,9848
T3	$y = 58,193e^{-0.202x}$	0,949

Los modelos exponenciales (Tabla 7) utilizados, sirvieron para la elaboración de la tabla de medias ajustadas (Tabla 8).

Tabla 8  
*Medias ajustadas de Mortalidad en Superficie de Concreto.*

<b>Día de Exposición</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>
<b>1</b>	24,13	14,92	47,55
<b>3</b>	12,78	7,70	31,75
<b>5</b>	6,76	3,97	21,19
<b>7</b>	3,58	2,05	14,15
<b>9</b>	1,90	1,06	9,45
<b>11</b>	1,00		6,31
<b>13</b>			4,21
<b>15</b>			2,81
<b>17</b>			1,88
<b>19</b>			1,25
<b>21</b>			0,84



*Figura 3. Curva ajustada de mortalidad Sobre Superficie de Concreto.*

La tasa de disminución de mortalidad de moscas sobre superficie de concreto es mayor en T<sub>3</sub>, en comparación a T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>. La tasa de disminución de T<sub>2</sub> es la que presenta menor disminución en comparación a T<sub>1</sub> y T<sub>3</sub>. (Figura 3).

Tabla 9

*Modelo matemático de derivada en Superficie de Concreto.*

Tratamiento	Concreto
<b>T1</b>	$y' = -10.547e^{-0.318x}$
<b>T2</b>	$y' = -6.877e^{-0.331x}$
<b>T3</b>	$y' = -11.755e^{-0.202x}$

La derivada de los modelos exponenciales (Tabla 9) sirvieron para la elaboración de la tabla 10.

Tabla 10

*Derivada de modelos exponenciales en Superficie de Concreto.*

Día de Exposición	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
1	-7,67	-4,94	-9,60
3	-4,06	-2,55	-6,41
5	-2,15	-1,31	-4,28
7	-1,14	-0,68	-2,86
9	-0,60	-0,35	-1,91
11	-0,32		-1,27
13			-0,85
15			-0,57
17			-0,38
19			-0,25
21			-0,17

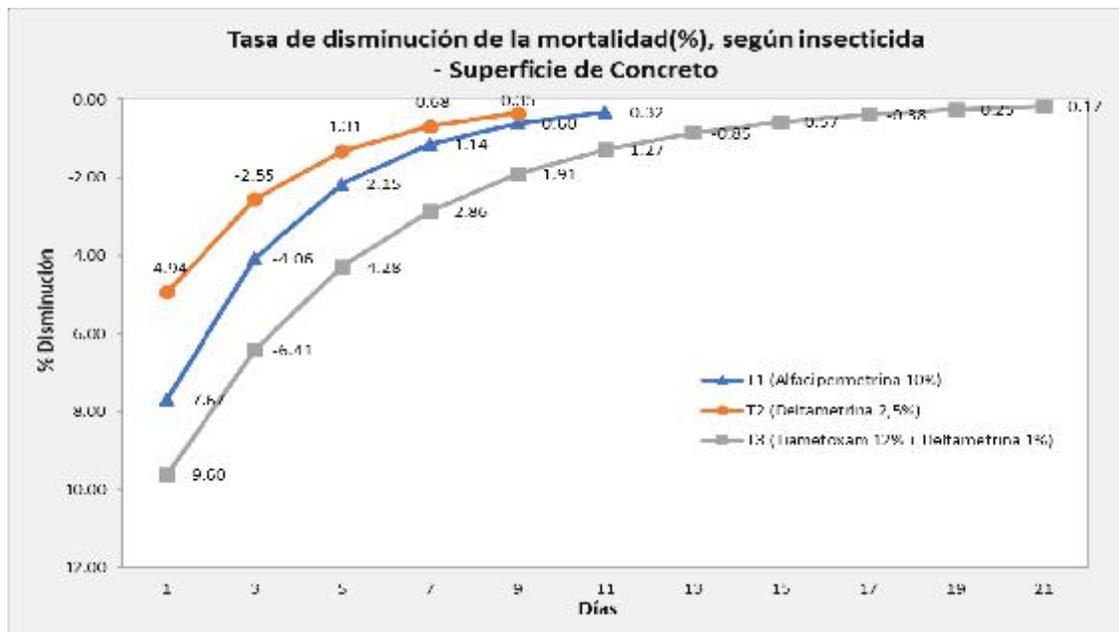


Figura 4. Tasa de Disminución de Mortalidad (%) Sobre Superficie de Concreto.

## 4.2. Eficacia y Residualidad de los insecticidas Sobre Superficie de Cortina

La eficacia en cortina al primer día de evaluación es mayor para T<sub>3</sub>(53,86%) mostrando diferencia significativa a T<sub>1</sub>(12,65%) y T<sub>2</sub>(7,94%),  $P < 0,01$ . La eficacia de T<sub>3</sub> es superior que T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> durante todo el periodo de evaluación,  $P < 0,01$ . La residualidad de T<sub>3</sub> al día 21 (16,53%) fue superior a T<sub>1</sub>(día 17; 0,64%) y T<sub>2</sub> (día 13; 1,22%) (Tabla 11).

Tabla 11

*Medias de Porcentaje de Mortalidad de moscas en Superficie de Cortina.*

<b>Día de Exposición</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>Error Estándar</b>
<b>1</b>	12,65 b	7,94 b	53,86 a	3,94
<b>3</b>	8,80 b	5,73 b	46,02 a	4,69
<b>5</b>	7,50 b	4,29 b	45,13 a	1,60
<b>7</b>	6,59 b	3,47 c	35,78 a	0,67
<b>9</b>	4,09 b	2,96 b	29,60 a	1,06
<b>11</b>	2,61 b	1,93 b	29,18 a	0,49
<b>13</b>	1,73 b	1,22 b	28,05 a	1,26
<b>15</b>	0,96 b	0,00	25,34 a	0,47
<b>17</b>	0,64 b		24,97 a	0,48
<b>19</b>	0,00		21,46	3,87
<b>21</b>			16,53	1,81

*a, b, c, Letras distintas indican diferencia estadística.*

La tendencia de T<sub>3</sub> en cortina es mayor que T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, prolongando su efecto por mayor tiempo (Figura 5 y 6). Los tratamientos disminuyen su eficacia diaria de manera escalonada (Figura 5). La tendencia de T<sub>1</sub> es mayor a T<sub>2</sub> (Figura 6).

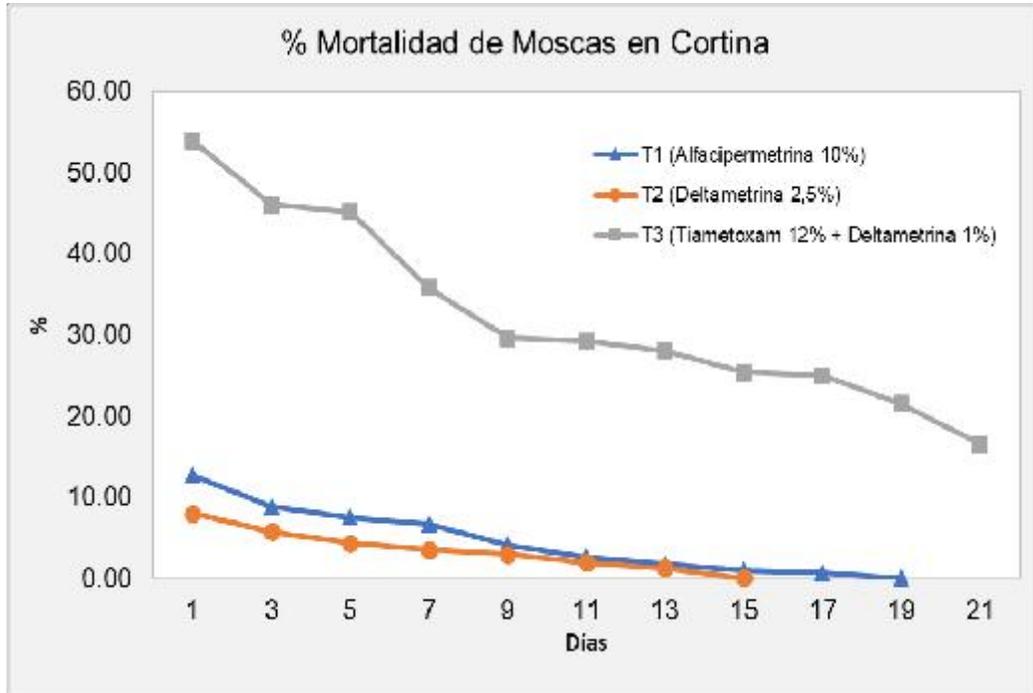


Figura 5. Curva de mortalidad de Moscas Sobre superficie de Cortina.

La modelización de las curvas de mortalidad se realizó mediante las siguientes fórmulas:

Tabla 12

*Modelos Exponenciales en Superficie de Cortina.*

Tratamiento	Fórmula	R <sup>2</sup>
T1	$y = 16,002e^{-0.161x}$	0.9651
T2	$y = 8,767e^{-0.132x}$	0.9846
T3	$y = 54,259e^{-0.052x}$	0.9545

Los modelos exponenciales (Tabla 12) utilizados, sirvieron para la elaboración de la tabla de medias ajustadas (Tabla 13).

Tabla 13  
*Medias ajustadas de Mortalidad en Superficie de Cortina.*

Día de Exposición	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
1	13,62	7,68	51,51
3	9,87	5,90	46,42
5	7,15	4,53	41,84
7	5,18	3,48	37,70
9	3,76	2,67	33,98
11	2,72	2,05	30,62
13	1,97	1,58	27,60
15	1,43		24,87
17	1,04		22,42
19			20,20
21			18,21

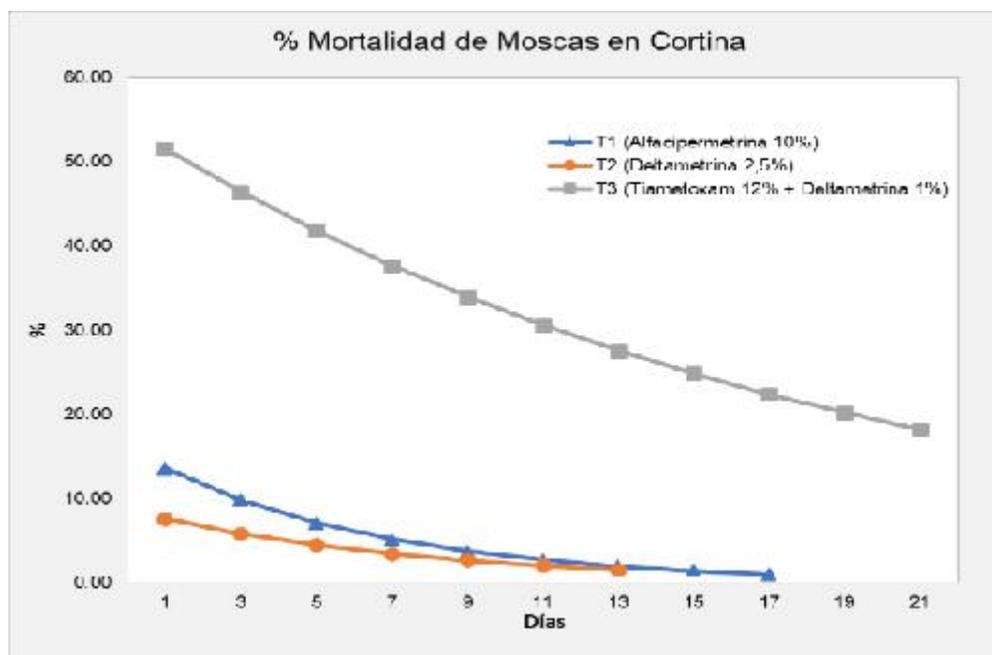


Figura 6. Curva Ajustada de Mortalidad Sobre Superficie de Cortina

La tasa de disminución de mortalidad de moscas sobre superficie de cortina es mayor en T<sub>3</sub>, en comparación a T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>. La tasa de disminución de T<sub>2</sub> es la que presenta menor disminución en comparación a T<sub>1</sub> y T<sub>3</sub>. (Figura 7).

Tabla 14  
*Modelo matemático de derivada en Superficie de Cortina.*

Tratamiento	Cortina
T1	$y' = -2.576e^{-0.318x}$
T2	$y' = -1.157e^{-0.331x}$
T3	$y' = -2.821e^{-0.202x}$

La derivada de los modelos exponenciales (Tabla 14) sirvieron para la elaboración de la tabla 15.

Tabla 15  
*Derivada de Modelos Exponenciales en Superficie de Cortina.*

Día de Exposición	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
1	-2,19	-1,01	-2,68
3	-1,59	-0,78	-2,41
5	-1,15	-0,60	-2,18
7	-0,83	-0,46	-1,96
9	-0,60	-0,35	-1,77
11	-0,44	-0,27	-1,59
13	-0,32	-0,21	-1,43
15	-0,23		-1,29
17	-0,17		-1,17
19			-1,05
21			-0,95

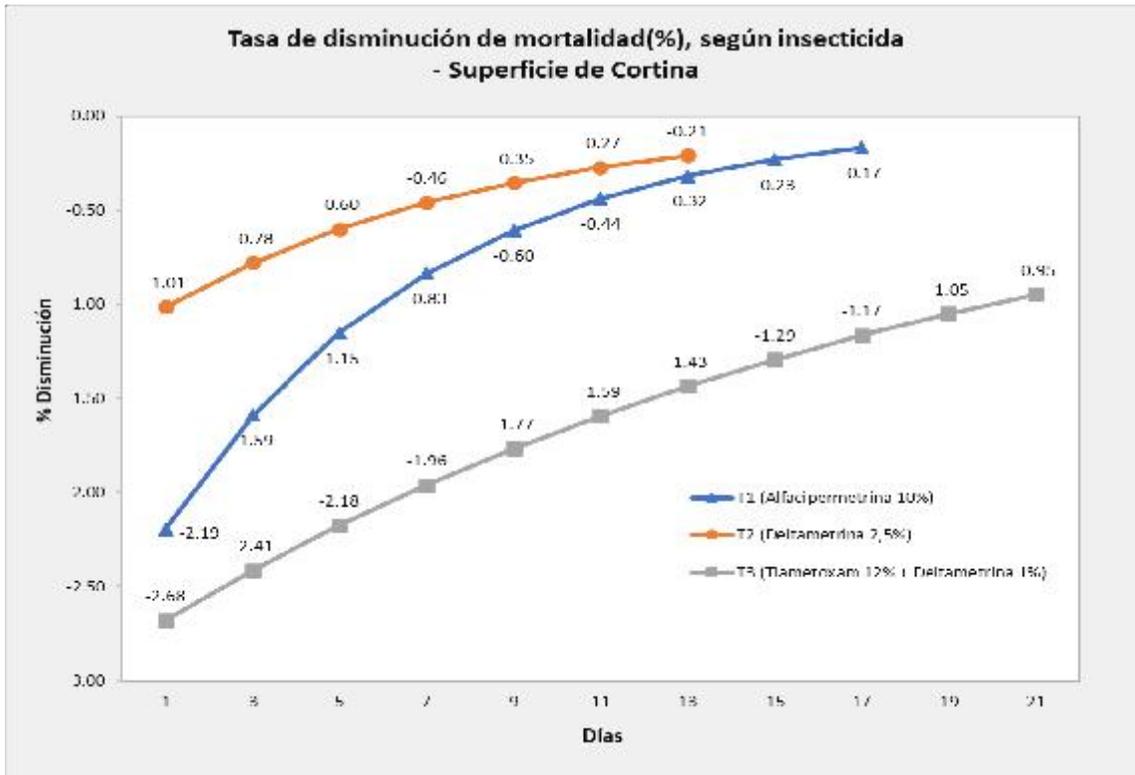


Figura 7. Tasa de disminución de Mortalidad (%) Sobre Superficie de Cortina.

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

### 5.1. Discusiones de Resultados

El tratamiento T<sub>3</sub> al primer día mostró mayor eficacia que T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> sobre superficie de concreto y cortina. Ahmed et al. (2015) encontraron que en condiciones de laboratorio la eficacia a las 24 horas del tiametoxam a 3,12 ppm fue de 96,66% siendo superior a deltametrina y malatión (83,33%) empleado a dosis de 300ppm, evidenciando la susceptibilidad de las moscas al ingrediente activo tiametoxam, acorde a nuestros resultados.

La eficacia de T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> en concreto fueron 23,01 y 16,26%, siendo distintos a los hallados por Arrojo (2017) para los mismos principios activos (10,0 y 65%) en superficie de papel, es importante mencionar que la eficacia de T<sub>1</sub> en formulación polvo mojable es superior a su contraparte en formulación concentrado emulsionable pese a ser empleado en una superficie más porosa.

La residualidad en superficie de concreto durante la primera semana de T<sub>1</sub> (3,31%) y T<sub>2</sub> (2,46%) fue menor a la registrada por Arrojo (2017) para los mismos principios activos (10,0 y 61,0%), la diferencia en los resultados es debido a los factores que afectan la efectividad de los insecticidas como temperatura y luz solar, reportados por Yun-hua et al (2012) y Mahmoud (2012) los cuales estuvieron presentes en nuestro estudio de campo.

Los resultados de eficacia en concreto a las 72 horas para los piretroides alfacipermetrina(T<sub>1</sub>) y deltametrina(T<sub>2</sub>) fueron 16,44 y 6,99%, siendo inferiores a los registrados por Champman et al. (1993) 92,4 y 98.3% en poblaciones de moscas con baja resistencia a piretroides, en el mismo estudio se concluye que las poblaciones de moscas domésticas se hacen fácilmente resistentes a los tratamientos con piretroides en campo. Scott et al. (2000) encontraron

niveles de 50 y 35% de resistencia a las 48 horas para permetrina y ciflutrina en 8 condados de estados unidos.

Levchenko et al. (2019) registraron que la susceptibilidad a los insecticidas de la población de campo aumenta en el orden: cipermetrina <deltametrina <permetrina <clorfenapir <tiametoxam <fipronil, evidenciando mayor susceptibilidad a tiametoxam; por ende, mayor eficacia en su empleo, resultados similares a los encontrados en nuestro estudio.

Se registró mayor eficacia al primer día en T<sub>3</sub> sobre cortina (53,86%) en comparación a concreto (51,37%), además mayor efecto residualidad a la tercera semana (16,53 vs 0,80%). Los resultados se relacionan a los de Araya et al. (2011) quienes encontraron que el combinado de Cipermetrina + trans-tetrametrina presentó una mayor eficacia al primer día sobre superficie de vidrio (99,8%) en comparación a superficie de papel (4,9%), así mismo mayor residualidad a la tercera semana de (77,5 vs 2,7%). Los valores porcentuales de mortalidad en vidrio en el experimento por Araya et al. (2011) fueron mayores a los nuestros, ya que emplearon moscas recolectadas de granjas sin un control químico y criadas durante tres generaciones, evitando factores de resistencia a insecticidas reportados por FAO (2012).

Pese a ser T<sub>3</sub> el insecticida de mayor desempeño en el estudio en comparación a T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, mostró menor residualidad en superficie de concreto en comparación a cortina, registrando mayor tasa de reducción de mortalidad durante la primera semana (-9,60; -6,41; -4,28; -2,86 vs -2,68; -2,41; -2,18; -1,96%). los resultados reafirman las conclusiones de Hadaway y Barlow (1949) quienes registraron que hay una pérdida del 23% de los depósitos de insecticida en superficies porosas que en nuestro estudio se trató de paredes de concreto.

Nurita y Abu (2010) evaluaron el desempeño de tiametoxam en formulación granulada, registrando una mortalidad del 57% en especies de *Musca domestica*, muy similar a nuestros resultados con T<sub>3</sub> en cortina (53,86%), pero distintos a los resultados de Kocisova et al. (2003) quienes registraron un 97% de eficacia en superficie de concreto, es probable que los resultados fueran distintos al emplearse metodologías distintas.

Polat y Cetin (2020) evaluaron 4 cepas de moscas domésticas en una prueba de laboratorio por contacto tarsal, registrando que las cepas tratadas con 0,25 gr/m<sup>2</sup> de tiametoxam obtuvieron una eficacia a las 24 horas de 83,75; 25,4; 40,3; 77,2% e incrementaron los valores a 100; 100; 98,77; 96,49% respectivamente cuando se añadió 0,125 gr/m<sup>2</sup> de butóxido de piperonilo, demostrando mejor eficacia cuando se usa el combinado. Dichos resultados se relacionan a los encontrados en nuestro estudio donde se empleó el tiametoxam a 0,38 gr/m<sup>2</sup> combinado con deltametrina 0,03 gr/m<sup>2</sup> mostrando mayor eficacia y residualidad que alfacipermetrina (0,02 gr/m<sup>2</sup>) y deltametrina (0,01 gr/m<sup>2</sup>).

En nuestro estudio también se pudo definir que la residualidad de los insecticidas están directamente relacionados a las dosis iniciales de aplicación que para T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> fueron 0,02 y 0,01 g de i.a. /m<sup>2</sup>, siendo menor a la recomendada por la OMS para piretroides en tratamientos residuales ( 0,3 g i.a./m<sup>2</sup> ), por su parte T<sub>3</sub> fue aplicado a una dosis superior a la recomendada mostrando mayores resultados en eficacia y residualidad, estos resultados guardan relación a los realizados por Hiroshi (2001) quien encontró que a mayor dosis aplicada mayor será la eficacia del insecticida y su relación con el período de actividad en campo.

Por su parte Athanassiou et al. (2015) en un estudio dosis uniformizadas de 0,025 mg i.a./cm<sup>2</sup> en superficie de concreto y condiciones de laboratorio, demostraron mejor desempeño de

alfacipermetrina en comparación de tiametoxam en plagas de granos almacenados como *Trogoderma granarium Everts* y *Tenebrio molitor L*, siendo distinto a nuestro resultado en mosca doméstica donde tiametoxam fue ampliamente superior.

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

- La eficacia y residualidad de T<sub>3</sub> (tiametoxam 12% + deltametrina 1%) es mayor a T<sub>1</sub>(alfacipermetrina 10%) y T<sub>2</sub>(deltametrina 2,5%) para el control de moscas en una granja avícola.
- La superficie de cortina favorece más a los insecticidas que la superficie de concreto para el control de moscas en una granja avícola.

### **6.2.Recomendaciones**

- Realizar un trabajo similar con evaluaciones diarias de mortalidad y mayor número de repeticiones, estandarizando en lo posible los factores medioambientales que puedan afectar los resultados.
- Comparar el efecto residual de los insecticidas sobre superficie de madera ya que compone gran parte de la estructura en granjas avícolas tradicionales.
- Evaluar el desempeño de las suspensiones concentradas y concentrados emulsionables en comparación a polvos mojables.
- Evaluar insecticidas a dosis comercial y dosis uniformizada.

## REFERENCIAS

### 7.1.Fuentes Bibliográficas

Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria. (2018). *Lista de Plaguicidas y Desinfectantes*. Lima, Perú.

Shibamoto, T. (1996). *Introducción a la toxicología de los alimentos*. Acribia S.A.

### 7.2.Fuentes Hemerográficas

Araya, J. E., Ballesteros, C. y Curkovic, T. (2011). Control of *Musca domestica* L. adults with pyrethroid treatments applied to glass and wallpaper. *Journal of Pesticide Science*, 36(1), 41-43. Doi: <https://doi.org/10.1584/jpestics.G10-41>

Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Boukouvala, M. C., Mavroforos, M. E. y Kontodimas, D. C. (2015). Efficacy of alpha-cypermethrin and thiamethoxam against *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) and *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) on concrete. *Journal of Stored Products Research*, 62, 101-107. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2015.04.003>

Avancini, R. M. y Silveira, G. A. (2000). Age Structure and Abundance in Populations of Muscoid Flies from a Poultry Facility in Southeast Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 95(2), 259 - 264. Doi: <https://www.scielo.br/pdf/mioc/v95n2/3803.pdf>

Béjar C, V., Chumpitaz C, J., Pareja C, E., Valencia B, E., Huamán R, A., Sevilla A, C., Tapia B, M. y Saez F, G. (2006). *Musca domestica* como Vector Mecánico de Bacterias Enteropatógenas en Mercados y Basurales de Lima y Callao. *Revista Peruana de Medicina*

- Experimental y Salud Pública*, 23(1), 39 - 43. Doi: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v23n1/a06v23n1.pdf>
- Champman, P., Webb, D. y Walker, S. (1993). Potential of some newer photostable pyrethroids to select for resistance in the housefly *Musca domestica* (Diptera Muscidae). *Bull Entomol Res*, 83, 517-521. Doi: <https://doi.org/10.1002/ps.2780360107>
- Devine, G. J., Eza, D., Ogusuku, E. y Furlong, M. J. (2008). Uso de insecticidas: Contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 25(1), 74-100. Doi: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n1/a11v25n1.pdf>
- Fernández, D. G., Mancipe, L. C., y Fernández, D. C. (2010). Intoxicación por Organofosforados. *Med Revista Facultad de Medicina*, 18(1), 84-92. Doi: <http://www.scielo.org.co/pdf/med/v18n1/v18n1a09.pdf>
- Gorrín A., G., Colas C., M., Meireles R., T. y Pérez R., E. O. (2018). Efecto de la situación sanitaria del galpón de gallinas sobre los estadios larvarios de endoparásitos en los hospederos intermediarios y en el comportamiento productivo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(3), 908-915. Doi: <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i3.14828>
- Gupta, S., Gajbhiye, V. y Gupta, R. (2008). Effect of Light on the Degradation of Two Neonicotinoids viz Acetamiprid and Thiacloprid in Soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 81, 185–189. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00128-008-9405-x>
- Hadaway, A. y Barlow, F. (1949). Further Studies on the Loss of Insecticides by Absorption into Mud and Vegetation. *Bulletin of Entomological Research*, 40(3), 323 - 343. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0007485300022793>

- Hiroshi, K. (2001). Behavior of Pesticides: Efficiency Evaluation of Pesticides. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 65(5), 1045-1053. Doi: <https://doi.org/10.1271/bbb.65.1045>
- Kocisova, A., Petrovsky, M. y Toporcak, J. (2003). The use of thiamethoxam and cyromazin in integrated fly control (*Musca domestica*). *Polnohospodarstvo*, 49(4), 188 - 192. Doi: <https://n9.cl/5le8q>
- Levchenko, M. A., Silivanova, E. A., Balabanova, G. F., y Bikinyaeva, R. H. (2019). Insecticide susceptibility of house flies (*Musca domestica*) from a livestock farm in Tyumen region, Russia. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 22(2), 213–219. Doi: <http://tru.unisz.bg/bjvm/BJVM%20June%202019%20p.213-219.pdf>
- Mahmoud, S. (2012). Effects of uv-light, Temperature and Storage on the Stability and Biological Effectiveness of some Insecticides. *Journal Of Plant Protection Research*, 52(2), 275 - 279. Doi: <https://doi.org/10.2478/v10045-012-0044-1>
- Nurita, A., y Abu Hassan, A. (2010). Comparative performance of two commercial neonicotinoid baits against filth flies under field conditions. *Tropical Biomedicine*, 27(3), 559–565. Doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21399598/>
- Palomino, M., Villaseca, P., Cárdenas, F., Ancca, J., y Pinto, M. (Marzo de 2008). Eficacia y residualidad de dos insecticidas piretroides contra *Triatoma infestans* en tres tipos de viviendas. Evaluación de campo en Arequipa, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 25(1), 9 - 16. Doi: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n1/a03v25n1.pdf>

- Polat, B., y Çetin, H. (2020). Toxicity of Thiamethoxam and Piperonyl Butoxide Combination against some Strains of House Fly *Musca domestica* L. (Diptera) in Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica*, 72(2), 321-324. Doi: <https://tinyurl.com/yjxum3sm>
- Ponce, G., Cantú, P., Flores, A., Badii, M., Zapata, R., López, B., y Fernández, I. (2006). Modo de Acción de los Insecticidas. *RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición*, 7(4), 10-14. Doi: <http://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/178/160>
- Rogoff, W., Carbrey, E., Bram, R., Clark, T. B., y Gordon H., G. (1975). Transmission of Newcastle Disease Virus by Insects: Detection in Wild *Fannia* Spp. (Diptera: Muscidae). *Journal of Medical Entomology*, 12(2), 225 - 227. Doi: <https://doi.org/10.1093/jmedent/12.2.225>
- Scott, J., Alefantis, T., Kaufman, P., y Rutz, D. (2000). facilities, Insecticide resistance in houseflies from caged –layer poultry. *Pest Man Sci* , 56(2), 147- 153. Doi: [doi.org/10.1002/\(SICI\)1526-4998\(200002\)56:2<147::AID-PS106>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1526-4998(200002)56:2<147::AID-PS106>3.0.CO;2-7)
- Yun-hua, M., Zhan-lin, G., Zhi-hong , D., Yao-fa, L., y Wen-liang , P. (2012). Effect of temperature on the toxicity of several insecticides to *Apolygus lucorum* (Heteroptera: Miridae). *Journal of Pesticide Science*, 37(2), 135-139. Doi: <https://doi.org/10.1584/jpestics.D11-013>

### **7.3.Fuentes Electrónicas**

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2003). *Resumen de Salud Pública: Piretrinas y piretroides*. Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE. UU. Recuperado de [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs155.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs155.pdf)

- Arrojo , L. (2017). *Eficacia de insecticidas de uso industrial en adultos de mosca doméstica* (tesis de maestría). Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2939>
- Bowman, D. D., Lynn, R.C., y Eberhard, M.L.(2004). *Parasitología para Veterinarios*. Recuperado de <https://n9.cl/8q97r>
- Chavasse, D., Yap, H., y Diseases., W. H. (1997). *Chemical Methods for the Control of the Vectors and Pest of the Public Importance*. edited by D. C. Chavasse and H. H. Yap. World Health Organization. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/63504>
- Cisneros, F. (1995). *Control de plagas agrícolas*. avocadosource . Recuperado de [http://www.avocadosource.com/books/CisnerosFausto1995/CPA\\_TOC.htm](http://www.avocadosource.com/books/CisnerosFausto1995/CPA_TOC.htm)
- Higiene Ambiental. (2011). *La importancia de la formulación en los productos biocidas*. Higieneambiental. Recuperado de <https://higieneambiental.com/productos-biocidas-y-equipos/formulacion-biocidas>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2012). *Principales características de los insecticidas utilizados en el cultivo de soja*. Argentina.gob.ar . Recuperado de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta- insecticidas utilizados en soja- \\_caractersticas.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta- insecticidas utilizados en soja- _caractersticas.pdf)
- Insecticide Resistance Action Committee. (2019). *Clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas*. IRAC Insecticide Resistance Action Committee . Recuperado de <https://irac-online.org/documents/folleto-modo-de-accion-insecticidas-y-acaricidas/>
- Instituto Regional de Estudios de Sustancias Tóxicas. (2012). *Manual de Plaguicidas de Centro América*. UNA Universidad Nacional Costa Rica. Recuperado de

<http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/171-deltametrina>

Schlapbach, F.A. (2007). *Control Integrado de Moscas*. Córdoba. Sitio Argentino de Produccion Animal. Recuperado de [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00produccion\\_porcina\\_general/73control\\_moscas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00produccion_porcina_general/73control_moscas.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2003). *Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas*. Fao.org. Recuperado de <http://www.fao.org/3/y4544s/y4544s00.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). *Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas (Directrices sobre la Prevención y Manejo de la Resistencia a los Plaguicidas)*. Fao.org. Recuperado de <http://www.fao.org/3/bt561s/bt561s.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Procedimientos de las pruebas para la vigilancia de la resistencia a los insecticidas en los mosquitos vectores del paludismo*. Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/258960/9789243511573-spa.pdf?sequence=5>

Palomino Salcedo, M., Villaseca Castro, P., García Aguilar, N., Mosqueda Casternoque, R. y Vergaray Chávez, M. (2005). *Evaluación de Campo de la Residualidad de Insecticidas Piretorides Versus Triatoma Infestans en Tres Substratos del Distrito de Tiabaya - Arequipa*. Instituto Nacional de Salud. Recuperado de [https://bvs.ins.gob.pe/insprint/CINDOC/INFORMES\\_TECNICOS/58.pdf](https://bvs.ins.gob.pe/insprint/CINDOC/INFORMES_TECNICOS/58.pdf)

Repetto, M. y Sanz, P. (1995). *Glosario de Términos Usados en Toxicología: Recomendaciones de IUPAC-1993*. Recuperado de <http://buscatox.com/05pub/Glosario%20terminos%20toxicologicos%20toxicologia%20Repetto.pdf>

Yamamoto, I. y Casida, J. E. (1999). *Nicotinoid insecticides and the nicotinic acetylcholine receptor*. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/978-4-431-67933-2>

## ANEXOS

### Anexo 01. Formato de mortalidad de moscas.

DÍA	FECHA:
-----	--------

CONTROL							PROM.	
Moscas Colocadas	Moscas Muertas	% Mortalidad	Moscas Colocadas	Moscas Muertas	% Mortalidad			
CONCRETO (POSTERIOR)			REPLICACION 1		REPLICACION 2			
CONCRETO (ANTERIOR)			REPLICACION 3		REPLICACION 4			
CORTINA (DERECHA)			REPLICACION 1		REPLICACION 2			
CORTINA (IZQUIERDA)			REPLICACION 3		REPLICACION 4			
Hora Inicio								
Hora Término								
T1								
Moscas Colocadas	Moscas Muertas	% Mortalidad	Moscas Colocadas	Moscas Muertas	% Mortalidad			
CONCRETO (POSTERIOR)			REPLICACION 1		REPLICACION 2			
CONCRETO (ANTERIOR)			REPLICACION 3		REPLICACION 4			
CORTINA (DERECHA)			REPLICACION 1		REPLICACION 2			
CORTINA (IZQUIERDA)			REPLICACION 3		REPLICACION 4			
Hora Inicio								
Hora Término								
T2								
Moscas Colocadas	Moscas Muertas	% Mortalidad	Moscas Colocadas	Moscas Muertas	% Mortalidad			
CONCRETO (POSTERIOR)			REPLICACION 1		REPLICACION 2			
CONCRETO (ANTERIOR)			REPLICACION 3		REPLICACION 4			
CORTINA (DERECHA)			REPLICACION 1		REPLICACION 2			
CORTINA (IZQUIERDA)			REPLICACION 3		REPLICACION 4			
Hora Inicio								
Hora Término								
T3								
Moscas Colocadas	Moscas Muertas	% Mortalidad	Moscas Colocadas	Moscas Muertas	% Mortalidad			
CONCRETO (POSTERIOR)			REPLICACION 1		REPLICACION 2			
CONCRETO (ANTERIOR)			REPLICACION 3		REPLICACION 4			
CORTINA (DERECHA)			REPLICACION 1		REPLICACION 2			
CORTINA (IZQUIERDA)			REPLICACION 3		REPLICACION 4			
Hora Inicio								
Hora Término								

### Anexo 02. fórmula de Abbot

$$\% \text{ Mortalidad Corregida} = \frac{\% \text{Mortalidad en el tratamiento} - \% \text{Mortalidad en Control}}{100 - \% \text{Mortalidad en Control}}$$

**Anexo 03. Cuadro de mortalidad en cortina corregido con la fórmula de Abbot**

Día de Evaluación	T1	T2	T3
	Corregido Abbot	Corregido Abbot	Corregido Abbot
1	11.92	7.61	59.35
	12.39	8.20	69.89
	16.30	8.88	40.22
	9.98	7.08	46.01
3	9.55	5.08	33.00
	8.92	6.55	69.08
	8.63	5.08	36.64
	8.11	6.20	45.38
5	7.38	5.98	50.58
	7.58	2.79	47.17
	7.58	3.51	37.89
	7.46	4.90	44.87
7	6.86	2.47	34.51
	6.62	4.24	33.97
	6.28	3.95	38.88
	6.62	3.22	35.78
9	4.17	2.56	33.96
	4.35	2.08	30.61
	4.00	3.70	25.53
	3.85	3.51	28.30
11	2.37	2.54	28.81
	2.82	2.00	31.55
	2.82	1.75	28.63
	2.45	1.48	27.74
13	2.04	0.00	28.57
	2.56	3.23	24.62
	0.00	1.64	33.33
	2.33	0.00	25.68
15	0.01	0.00	26.36
	1.81	0.00	24.41
	0.59	0.00	24.47
	1.41	0.00	26.13
17	0.00		25.58
	0.00		25.00
	0.00		25.00
	2.56		24.32
19	0.00		30.00
	0.00		16.13
	0.00		25.93
	0.00		13.79
21			13.89
			13.33
			21.05
			17.86

**Anexo 04. Cuadro de mortalidad en concreto corregido con la fórmula de Abbot**

Día de Evaluación	T1	T2	T3
	Corregido Abbot	Corregido Abbot	Corregido Abbot
1	21.66	26.33	43.25
	26.56	18.10	55.20
	23.09	13.20	46.59
	20.74	7.42	60.43
3	17.28	6.94	59.27
	17.89	7.48	45.95
	13.83	6.94	36.81
	16.78	6.61	48.30
5	3.03	4.44	16.67
	1.85	2.00	20.29
	15.09	2.17	20.00
	2.94	5.45	25.37
7	5.71	2.50	12.50
	0.00	5.00	20.93
	2.27	2.33	10.00
	5.26	0.00	6.45
9	0.00	0.00	4.76
	0.00	0.00	9.30
	6.82	4.00	4.00
	0.00	0.00	6.25
11	2.04	0.00	5.26
	2.63	0.00	0.00
	0.00	0.00	5.66
	0.00	0.00	2.99
13	0.00		8.94
	0.00		2.27
	0.00		8.02
	0.00		1.70
15			3.67
			6.35
			3.16
			3.06
17			1.79
			2.67
			2.22
			2.55
19			0.00
			0.00
			4.88
			0.00
21			0.00
			3.23
			0.00
			0.00

**Anexo 05. Conos de exposición en cortina.**



**Anexo 06. Conos de exposición en concreto.**

