



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"**



**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**TESIS**

**"TOXICIDAD DE CUATRO INSECTICIDAS UTILIZADOS COMO  
CEBOS SOBRE ADULTOS DE Ceratitis capitata (DIPTERA:  
TEPHRITIDAE) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO"**

**BACHILLER**

**MANAYAY VARGAS, Carolina Jazmine**

**PARA OPTAR EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2018**



# UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"



## FACULTAD DE AGRONOMIA

### TESIS

**"TOXICIDAD DE CUATRO INSECTICIDAS UTILIZADOS COMO  
CEBOS SOBRE ADULTOS DE Ceratitis capitata Wiedemann  
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) BAJO CONDICIONES DE  
LABORATORIO"**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Manayay Vargas, Carolina Jazmine** \_\_\_\_\_

**PATROCINADO POR:**

**Dr. Saavedra Díaz, Jorge Luis** \_\_\_\_\_

**APROBADO POR:**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Manuel Bravo Calderón**  
PRESIDENTE

\_\_\_\_\_  
**Ing. MSc. Jorge Llontop Llaque**  
VOCAL

\_\_\_\_\_  
**Ing. Guillermo Antón Amaya**  
SECRETARIO

## **DEDICATORIA**

*Esta tesis se la dedico a mi **Dios** quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante.*

*A las personas que más quiero quienes estuvieron siempre conmigo:*

***Para mis padres:*** *Insolina Vargas y Miguel Manayay, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en cada momento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.*

***A mis hermanos:*** *Juan Miguel, Brenda, y Lucero, por su apoyo incondicional.*

***A mis sobrinos:*** *Joaquin, Janna y Azul quienes han sido y son mi motivación, inspiración y felicidad.*

***A todos mis amigos (as):*** *que estuvieron apoyándome para el desarrollo de este trabajo de investigación.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mí asesor, el Dr. Jorge Luis Saavedra Díaz, por la ayuda prestada, por todo este tiempo brindado con sus enseñanzas tanto en aulas como fuera de ellas, gracias por las críticas, ideas y aportaciones recibidas que, sin duda, sirvieron de mucha ayuda para completar el presente trabajo.*

*A los miembros de jurado por sus valiosísimas sugerencias y aportes; por brindarnos su apoyo y asesoría para la culminación del presente trabajo de investigación.*

*A todos los colaboradores que he tenido a lo largo de todo este tiempo, por su incansable actitud e interés en la realización de los numerosos y tediosos muestreos. Gracias a Escarly Porras, Carlos Rojas, Ing. Jose Ponce, Doris Padilla.*

*A todas las personas que directa o indirectamente han contribuido y posibilitado la realización de la presente Tesis y que, sin duda, sería interminable el enumerar. A mi familia, mis padres Lina, Miguel, mis hermanos Juan, Brenda, Lucero, mis adorados sobrinos Joaquín, Janna, Azul, a mi cuñada Sarita y mi enamorado Denis por su apoyo, confianza y seguridad que demuestran día a día tener depositada en mí.*

## **INDICE GENERAL**

<b>RESUMEN.....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRAC.....</b>	<b>11</b>
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>12</b>
<b>II. REVISION LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 CONTROL.....</b>	<b>19</b>
2.2.1.    Métodos culturales.....	19
2.2.2.    Control químico.....	20
2.2.3.    Atrayentes e Insecticidas.....	21
<b>2.3 MORFOLOGIA GENERAL DEL GÉNERO Y ESPECIE DE (<i>C. capitata</i>).....</b>	<b>25</b>
2.3.1.    Origen y Distribución.....	25
2.3.2.    Clasificación taxonómica.....	26
2.3.3.    Familia Tephritidae.....	27
2.3.4.    Biología y Ecología De Las Moscas De La Fruta.....	28
2.3.5.    Ciclo de vida.....	29
<b>2.4 DAÑOS.....</b>	<b>34</b>
2.4.1.    Hospederos de Moscas de la Fruta.....	35
2.4.2.    Muestreo.....	36
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1 UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2 MATERIALES Y METODOLOGÍA.....</b>	<b>38</b>
3.2.1 Crianza Semi-Masal de <i>Ceratitis capitata</i> .....	38
3.2.2. Preparación de insectos para la prueba de toxicidad.....	44
<b>3.3 TRATAMIENTO EN ESTUDIO.....</b>	<b>44</b>
<b>3.4 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO.....</b>	<b>45</b>

3.5	EVALUACIÓN DE MORTALIDAD .....	46
3.6	DISEÑO ESTADÍSTICO Y ANÁLISIS. ....	46
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>60</b>
4.1	Concentraciones utilizadas para los análisis. ....	60
4.2	Ecuaciones de regresión obtenidas para cada insecticida.....	61
4.3	Concentración letal media (CL50) y concentración letal noventa (CL90). ....	61
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>73</b>
<b>VIII.</b>	<b>APENDICE .....</b>	<b>81</b>
A.	TRACER 120SC (Aris Industria).....	81
B.	MALATHION 57 EC .....	82
C.	MOVENTO 150 (BAYER) .....	83
D.	ZUXION 200LS.....	84

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA N° 1:</b> Insecticidas y dosis empleadas.....	45
<b>TABLA N° 2:</b> (Tomada de Busvine, J.R).- Determinación de los probits empíricos a partir del porcentaje de mortalidad corregido por la fórmula de Abbot. ....	48
<b>TABLA N° 3 :</b> (Tomada de Busvins,J.R).- Factores para calcular los probits de trabajo y los coeficientes de peso. ....	51
<b>TABLA N° 4</b> Resumen del registro de los promedios mensuales de temperatura y humedad relativa en laboratorio de entomología , durante el desarrollo de la crianza masal de <b>Ceratitis capitata</b> . ....	60
<b>TABLA N° 5:</b> Toxicidad de Spinosad, en adultos de <b>Ceratitis capitata</b> a las 24 horas iniciadas la ingestión.....	63
<b>TABLA N° 6:</b> Toxicidad de spinosad, para adulto de <b>C. capitata</b> , a las 48 horas de iniciada la ingestión. ....	63
<b>TABLA N° 7:</b> Toxicidad de Malathion, para adulto de <b>C. capitata</b> , a las 24 horas de iniciada la ingestión. ....	63
<b>TABLA N° 8:</b> Toxicidad de Malathion, para adulto de <b>C. capitata</b> , a las 48 horas de iniciada la ingestión. ....	64
<b>TABLA N° 9:</b> Toxicidad de Spirotetramat, para adulto de <b>C. capitata</b> , a las 24 horas de iniciada la ingestión.....	64
<b>TABLA N° 10:</b> Toxicidad de Spirotetramat, para adulto de <b>C. capitata</b> , a las 48 horas de iniciada la ingestión. ....	64
<b>TABLA N° 11:</b> Toxicidad de Imidacropid, para adulto de <b>C. capitata</b> , a las 24 horas de iniciada la ingestión.....	65
<b>TABLA N° 12:</b> Toxicidad de Imidacropid, para adulto de <b>C. capitata</b> , a las 48 horas de iniciada la ingestión.....	65
<b>TABLA N° 13:</b> Calculo de la ecuación de la regresión para Spinosad , tomado las 24 horas después de la aplicación, contra adulto de <b>Ceratitis capitata</b> . ....	66
<b>TABLA N° 14:</b> Calculo de la ecuación de la regresión para Malathion, tomado las 24 horas después de la aplicación, contra adulto de <b>C. capitata</b> .....	67
<b>TABLA N° 15:</b> Calculo de la ecuación de la regresión para Spirotetramat , tomado las 48 horas después de la aplicación, contra adulto de <b>C. capitata</b> .....	68
<b>TABLA N° 16:</b> Calculo de la ecuación de la regresión para Imidacropid , tomado las 24 horas después de la aplicación, contra adulto de <b>C. capitata</b> .....	69
<b>TABLA N° 17:</b> Ecuación y coeficiente de regresión de los insecticidas por método de ingestión, contra adultos de <b>C. capitata</b> y el respectivo coeficiente de regresión, con sus límites fiduciales. ....	70
<b>TABLA N° 18:</b> Concentraciones Letales 50 y 90, con sus respectivos limites fiduciales; de los insecticidas por método de ingestión, contra adultos de <b>C. capitata</b> .....	70

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

<b>Fotografía N° 1:</b> Ciclo biológico de la mosca de la fruta .....	30
<b>Fotografía N° 2:</b> Huevos de Mosca de la fruta. (Foto: Sandoval, D. 2010). ....	32
<b>Fotografía N° 3:</b> Larvas de mosca en la pulpa del fruto. (Fotos: Ramón, C. y Villa, F. 2012). ....	32
<b>Fotografía N° 4 :</b> Pupas de mosca de la fruta. (Foto: Sandoval, D. 2010).....	33
<b>Fotografía N° 5:</b> Adulto hembra de <b>C. capitata</b> . (Fotos: Ramón, C. y Villa, F. 2012). ....	34
<b>Fotografía N° 6 :</b> Ubicación satelital del laboratorio de Entomología – UNPRG.....	37
<b>Fotografía N° 7 :</b> Recolección de frutos en campo .....	39
<b>Fotografía N° 8 :</b> Acondicionamiento de frutos.....	40
<b>Fotografía N° 9 :</b> Revisión de pupas. ....	41

## INDICE DE APENDICE

<b>Figura 1A:</b>	Distribución de chi – cuadrado.....	88
<b>Figura 2A:</b>	Grafica de probit esperado en el tratamiento Spinosad aplicado a las 24 horas .....	89
<b>Figura 3A:</b>	Grafica de probit esperado en el tratamiento Malathion CE aplicado a las 24 horas .....	90
<b>Figura 4A:</b>	Grafica de probit esperado en el tratamiento Spirotetramat aplicado a las 48 horas .....	91
<b>Figura 5A:</b>	Grafica de probit esperado en el tratamiento Imidacropil aplicado a las 24 horas .....	92
<b>Figura 6A:</b>	Galería de fotos realizado el proyecto de investigación .....	93
<b>Figura 7A:</b>	Galería de fotos realizado el proyecto de investigación.....	94
<b>Figura 8A:</b>	Linea de regresion de la concentracion de la mortalidad para el producto Spinosad probado en <b>C. capitata</b> .....	95
<b>Figura 9A:</b>	Linea de regresion de la concentracion de la mortalidad para el producto Malathion CE probada en <b>C. Capitata</b> .....	96
<b>Figura 10A:</b>	Linea de regresion de la concentracion de la mortalidad para el producto Spirotetramat probado en <b>C. capitata</b> .....	97
<b>Figura 11A:</b>	Linea de regresion de la concentracion de la mortalidad para el producto Imidacropil probado en <b>C. capitata</b> .....	98
<b>Figura 12A:</b>	Línea de regresión de la concentración de la mortalidad, grafica de los cuatro insecticidas probado en <b>C. capitata</b> .....	99

## RESUMEN

Con la finalidad de determinar la toxicidad diferencial de cuatro insecticidas sobre adulto de ***Ceratitis capitata***, se llevó acabo en el laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Para tal efecto se seleccionó a los siguientes insecticidas Spinosad, Malathion, Spirotetramat , Imidacropil fue necesario realizar una crianza semi-masal con el fin de obtener adultos de ***C. capitata***, las cuales fueron sometidas a las diferentes pruebas toxicológicas , de tal forma que se produjeran mortalidades comprendidas entre 20 y 80 %, para poder realizar el análisis estadístico en base al método “Análisis Probit”.

Se realizó el experimento para determinar la toxicidad de los productos vía ingestión, la evaluación de mortalidad se realizó a las 24 horas y 48 horas después de las aplicaciones de los insecticidas trabajados

Determinadas las líneas de regresión de concentración- mortalidad se encontró que Spinosad es el insecticida más toxico y Spirotetramat menos toxico.

El producto Spinosad mostro una buena toxicidad y ofrece buenas cualidades para el control de ***C. capitata***.

## ABSTRAC

In order to determine the differential toxicity of four insecticides on adult of ***Ceratitis capitata***, it was carried out in the Entomology laboratory of the National University Pedro Ruiz Gallo.

For this purpose, the following insecticides Spinosad, Malathion, Spirotetramat, Imidacropil were selected, it was necessary to carry out a semi-mass breeding in order to obtain adults of ***C. capitata***, which were subjected to the different toxicological tests, in such a way that produced mortalities between 20 and 80%, in order to carry out the statistical analysis based on the "Probit Analysis" method. The experiment was carried out to determine the toxicity of the products by ingestion, the evaluation of mortality was carried out at 24 hours and 48 hours after the applications of the insecticides worked

Determined the lines of regression of concentration-mortality it was found that Spinosad is the most toxic insecticide and Spirotetramat less toxic.

The Spinosad product showed good toxicity and offers good qualities for the control of ***C. capitata***.

## I. INTRODUCCION

***Ceratitis capitata*** (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), es una de las plagas agrícolas más destructivas del mundo, debido a su amplia distribución mundial, su habilidad para tolerar climas templados y su amplio rango de hospederos, se considera primera entre las especies de moscas fruteras de mayor importancia económica.

En el Perú con el incremento de la exportación de frutas como Vid, mango, arándano, granada y otros, se han incrementado la necesidad del adecuado manejo del complejo de mosca de la fruta, cuya predominancia es de ***C. capitata*** por su amplia distribución y capacidad de adaptación a nuevos nichos ecológicos, derivados de su amplitud de hospederos y soporte de variaciones climáticas.

Los daños directos de las moscas de la fruta son destrucción de la pulpa, disminución de su valor comercial, facilidad al ataque de los patógenos, disminución de la producción de la fruta. De manera indirecta ocasionan incremento de los costos de producción por la aplicación de medidas de control, afectan el comercio local, los ingresos económicos de los productores y restringen el ingreso a mercados locales y nacionales.

Agricultores, pequeños y medianos realizan el control de adultos de ***C. capitata*** aplicando cebos tóxicos a base de proteína hidrolizada más un insecticida que tenga efecto de ingestión. Esta recomendación que se ejecuta desde hace muchos años aprovechando el comportamiento alimenticio de adultos de esta especie merece ser analizada porque hay muchos casos de ineficiencia que puede ser distribuida al insecticida o a su dosificación.

La incidencia de esta plaga en los huertos frutícolas afecta seriamente las condiciones de la vida de los productos que de alguna u otra manera dependen de esta actividad. El presente trabajo se realizó con el fin de buscar una alternativa para que los agricultores realicen un control de la mosca de la fruta y alcance los parámetros que SENASA exige para exportación.

Considerando la importancia que representan las moscas de la fruta para el sector agrícola, el presente trabajo tiene como:

### **OBJETIVO**

- ✓ Estudiar el efecto de mortalidad por ingestión sobre adultos de ***Ceratitis capitata*** que realizan cuatro diferentes insecticidas (Imidacropid, Spinosad, Malathion y Spirotetramat) con el atrayente alimenticio proteína hidrolizada bajo condiciones de laboratorio.
- ✓ Determinar la concentración letal media (CL50) por ingestión, de los cuatro insecticidas en estudio.

## II. REVISION LITERATURA.

### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Según **Prokopy et al., (1978)**, *Ceratitis capitata* tiene la capacidad de incorporar en la puesta una feromona de marcado del fruto para evitar posteriores repeticiones de puesta en el mismo lugar. A pesar de ello, con altas poblaciones de mosca se produce una sobreoviposición en aquellos frutos que estén disponibles para hacer la puesta, incluso varias hembras pueden aprovechar la misma cavidad, habiéndose observado puestas de 75 o más huevos en la misma cavidad y procedentes de distintas hembras.

**Wiedeman (1824)**, Indica que *C. capitata* es una especie de díptero braquícero de la familia Tephritidae originaria de la costa occidental de África, donde viven especies muy cercanas. Desde allí se extendió a zonas con climas templados, subtropicales y tropicales de los dos hemisferios. Se le considera una especie cosmopolita por la dispersión mundial que actualmente tiene debida en gran medida al aumento del comercio mundial de frutas. A pesar de su origen se le suele denominar mosca mediterránea de la fruta, ya que es en estos países del mediterráneo donde su incidencia económica en los cultivos es mayor.

**Back & Pemberton (1915)**, Mencionan que los huevos de *C. capitata* son depositados bajo la piel de la fruta que está empezando a madurar, a menudo en una zona donde ya se ha producido alguna herida en la piel. Varias hembras pueden usar el mismo agujero deposición con 75 o más huevos agrupados en un solo lugar. Las larvas pasan por tres estadios. Vida de las larvas puede ser tan corto como de seis a 10 días cuando las temperaturas medias promedio de 25-26,1 ° C.

Según **Bodenheimer (1951)**, *C. capitata* es capaz de hacer puestas viables después de transcurrir un periodo de 4 meses sin fruta susceptible de ser atacada. Durante este periodo su alimentación consiste en melaza, secreciones de la planta, la duración de cada fase vital y la longevidad de los adultos varían en función de ciertos parámetros como la temperatura, la humedad y la disponibilidad de alimento y/o huésped.

La cópula puede durar desde unos pocos minutos hasta más de una hora previamente al proceso de cópula el macho atrae a la hembra virgen mediante la emisión por el ano de una feromona sexual. Este proceso lo realizan simultáneamente varios machos en la parte inferior de las hojas formando un "lek" Otro lugar donde, según estos autores, se puede realizar el encuentro de macho y hembra es un fruto marcado por una puesta anterior.

Según **Gómez clemente & Planes (1952)**, en la multiplicación y desarrollo de *C. capitata*, como la de todos los insectos, tienen especial influencia los factores ecológicos y sus variaciones, que cuando tienen lugar entre límites bastante amplios explican las oscilaciones que frecuentemente se observan en la intensidad y extensión de la plaga. Entre los más importantes figuran: la temperatura, humedad relativa, naturaleza del fruto atacado, estado de madurez del fruto, lluvia en determinadas épocas, etc., cuyas variaciones combinadas resultan años de abundancia o escasez, que se traduce en ataques más o menos intensos por causa de la mosca.

**Fandiño et al., (1961)**, realizaron comparativo de sustancias atractivas para *C. capitata*, los atractantes probados fueron: proteína hidrolizada de soya, lino, harina de pescado, caseína y de maíz, dando el mejor resultado el lino hidrolizado al 8% en agua y el de soya también al 8 % destacándose

la fuerte tendencia de estos dos últimos compuestos a atraer más hembras que machos, además señala que estos atractantes mantienen su capacidad atractiva durante un periodo de 10 días siendo más efectivos durante los primeros 5 días.

**Feron (1962)**, Indica que en cuanto a su movilidad y capacidad de dispersión, ***C. capitata*** no parece migrar inmediatamente después de la emergencia, a menos que el huésped esté ausente o que las condiciones no sean favorables. Por tanto, aunque algunos individuos migran largas distancias los movimientos, en general, parecen ser más restringidos.

**Bateman (1972)**, Mencionan que las poblaciones de mosca de la fruta se incrementan cuando el nivel de humedad es óptimo y decrecen en época seca, un factor importante que influye en la dinámica poblacional de la mosca de la fruta es la temperatura, la cual favorece la generación de poblaciones altas en verano y bajas en invierno.

**Weems (1981)**, Relata que, cada hembra de ***C. capitata*** es capaz de depositar 22 huevos por día y de 300 a 800 huevos en todo el periodo reproductivo, pudiendo incluso sobrepasar los 1000 y cada puesta se compone de un paquete de 1 a 14 de huevos que son introducidos a una profundidad de 1 a 4 mm por debajo de la superficie del fruto. Un aspecto a tener en cuenta, es que las hembras vírgenes no hacen puestas viables, ni siquiera se han visto frutos con picaduras.

**(Zucchi RA. Novas, 1987)**, Menciona que, su alto potencial reproductor, su adaptabilidad alimentaria y la casi ausencia de enemigos naturales explican su enorme expansión, alcanzando un alto poder destructivo al pasar desde las primigenias plantas silvestres hospedantes que la albergaban a los más diversos frutos cultivados, entre los que se encuentran los de mayor importancia económica.

**Fletcher (1989)**, basándose en experiencias de otros autores que habían estudiado los hábitos migratorios de la mosca de la fruta, propone que ***C. capitata*** es un insecto cuya movilidad está más condicionada por la distribución del huésped que por la dirección del viento. La mosca de la fruta se dispersa más rápidamente cuando se libera en zonas poco favorables sin huésped, que en zonas favorables. A este respecto ya hace 40 años.

Según **Liguido et al., (1990; 1991)**, ataca a más de 250 especies botánicas entre ellas los cítricos. ***C. capitata*** es una plaga de importancia económica en todos los cultivos frutícolas. El manejo de este fitófago se basa en los principios de protección integrada, que requiere conocimientos precisos sobre su biología, ciclo estacional y comportamiento en la planta según su fenología. También es necesario disponer de métodos de muestreo preciso y fiable de su población, como base para el desarrollo de umbrales que permitan la aplicación de productos efectivos y compatibles con el medio ambiente.

**Gamero (1991)**, recomienda para tratar la presencia de la mosca mediterránea de la fruta en el Perú, el uso de sustancias atractivas ENT – 21486. Por otro lado el mismo autor recomienda el empleo de la proteína hidrolizada STLAY´S 4 % como cebos en las aplicaciones de los insecticidas

**White & Elson Harris, (1992)**, Indica que entre las plagas de la fruta de América tropical, las moscas de la fruta son consideradas una de las más preocupantes, debido al gran impacto económico que causan, ya que representan plagas primarias para la mayoría de los cultivos frutales. Se trata de insectos multivoltinos con un potencial biótico relativamente alto y

una gran capacidad para infestar diferentes especies de frutos nativos y exóticos; éstas pertenecen al orden Díptera, y a la familia Tephritidae. Se distinguen cinco géneros importantes de esta plaga: **Anastrepha**, **Bactrocera**, **Ceratitis**, **Rhagoletis** y **Dacus**, que se extienden globalmente, excepto en la Antártida.

**Aluja (1993)**, Encontró que la duración de la fase de huevo puede variar de 2 a 7 días en verano y de 20 a 30 en invierno. La fase la larva entre 6 y 50 días, aunque si las temperaturas están entre 14 y 26°C puede durar de 6 a 11 días. La fase de pupa entre 6 y 60 días, aunque si la temperatura es de unos 24°C puede completarse entre 9 y 11 días. La fase de adulto varía desde unos pocos días hasta 6 y 7 meses, incluso más de un año, aunque más de la mitad de las moscas suelen morir antes de dos meses. Este aspecto determina la importancia de este insecto como plaga.

**(J. Pedro Ros Amador, 2002)**. Relata que, dentro del orden Diptera, la familia Tephritidae, de amplia distribución en todos los continentes, es la que presenta las especies que causan más daños de importancia económica en los frutales. De ahí que este homogéneo grupo conocido por el nombre de « moscas de las frutas» haya atraído la atención, sobre todo en los últimos años, de muchos investigadores pertenecientes principalmente a aquellos países que sufren los efectos de esta importante plaga.

**(J. Pedro Ros Amador, 2002)**. Menciona que, **C. capitata** es la especie más polífaga y que presenta un área de distribución más extensa, resultando, por tanto, la especie de mayor importancia económica. Se ha reportado atacando a más de trescientas especies de plantas diferentes, incluyendo especies de alto valor comercial, como es el caso de los cultivos: café (*Coffea arabica* L.), cítricos (*Citrus* spp), mango (*Mangifera indica* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.), entre otros.

(Gutiérrez Samperio, 2003). Indica que, *C. capitata* se encuentra en los países del Mediterráneo, las Islas Azores, Oeste de Australia, África Occidental, América Central (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá), Sur América y el Caribe (Antillas Holandesas, Jamaica), Asia (Arabia Saudita, Chipre, Israel, Jordania, Líbano, Siria, Turquía, Yemen). Su área de distribución se encuentra entre 45 grados de latitud norte y sur del Ecuador.

Según la FAO (2006), las moscas de la fruta pertenecen a un amplio grupo de plagas muy importantes para muchos países, cuya presencia ha provocado restricciones a muchos mercados internacionales de productos vegetales que pueden ser hospederos de la plaga en mención. Además del daño que provoca ésta plaga en su estado larval también puede dejar heridas a través de las cuales ingresan agentes patógenos de enfermedades fúngicas, lo que es un peligro para los cultivos de importancia económica.

## **2.2 CONTROL.**

### **2.2.1. Métodos culturales.**

Pequeño (1940), Mencionan que, Inicialmente se utilizaban métodos de control basados en la protección física de los frutos mediante el empleo de bolsas de papel o materiales de plástico.

Según Bodenheimer (1951), es de suma importancia la destrucción de frutos atacados y el enterrarlos a medio metro de profundidad. Se aconseja mantener los cultivos limpios, es decir, no plantar especies que sean huéspedes de la mosca cerca de las plantaciones de cítricos.

**Moner et al., (1987)**, incluyen entre los posibles métodos culturales los tratamientos con ácido giberélico para retrasar el cambio de color de los frutos cítricos.

Según **Aluja (1993)**, para favorecer el control de ***C. capitata*** hay que seguir ciertas acciones y medidas culturales:

- a) Nunca permitir que la cosecha permanezca sobre el árbol, madure y se descomponga en el huerto.
- b) Cuando se coseche insistir en recolectar toda la fruta del árbol.
- c) Todo fruto caído, de desecho o maduro debe ser eliminado, de lo contrario se permitirá que las moscas adultas emerjan.

### **2.2.2. Control químico.**

Componente importante dentro de manejo integrado de la mosca de la fruta, es el control químico por medio de aplicaciones de insecticidas – cebo. Su aplicación oportuna permite junto con los otros mecanismos de control, reducir al máximo los daños que estos insectos provocan a los productos frutícolas.

**Back & Pemberton (1918)**, Indica que, la combinación de un cebo y un insecticida para el control de la mosca de la fruta se ha venido utilizando desde principios del siglo XX. En este tipo de tratamientos se aprovecha la capacidad de atracción del cebo y el carácter nocivo del insecticida, los carbohidratos y las sustancias azucaradas fueron los cebos utilizados. Más tarde se desarrollaron compuestos comerciales como el clensel, mezcla de ácidos grasos, aceites esenciales, amonio y glicerol.

**Gomez Clemente & Planes (1952)**, Menciona que, durante los años 40 en Sudamérica se venían utilizando las pulverizaciones

totales con insecticidas organoclorados como el DDT, el lindano, etc. En la década de los 50 estos insecticidas fueron sustituidos por otros organofosforados como el malation, clortion, paration, diazinon, triclorfon, dimetoato, fention, etc.

**Roessler (1989)**, Informa que las proteínas hidrolizadas se utilizaron por primera vez en Hawai para controlar ***C. capitata*** y a partir de este momento son el cebo mayormente utilizado en combinación con el insecticida Malation para el control químico de la mosca de la fruta. Otra técnica de pulverización cebo que se utiliza es la del tratamiento al suelo con eficacias en ocasiones discutibles dado que hay autores que demuestran que las moscas no son atraídas por el cebo situado en el suelo.

Tradicionalmente en Sudamérica el control de mosca de la fruta, ***C. capitata***, en cítricos se ha realizado mediante métodos de control químico.

### **2.2.3. Atrayentes e Insecticidas.**

#### **2.2.3.1. Atrayentes.**

**Hagen (1958)**, Encontró que, algunas sustancias azucaradas contienen carbohidratos, aminoácidos, vitaminas y minerales que son una importante fuente de alimento para muchas moscas. Por otro lado los adultos requieren de una fuente proteica para mejorar la producción de huevos y su supervivencia.

**Morton & Bateman (1981)**, Menciona que, el amonio y los aminoácidos que forman las proteínas son esenciales tanto para la estimulación olfativa como para las respuestas alimenticias. Comprobaron que el grado de liberación de amonio de una proteína hidrolizada estaba muy relacionado con el índice de capturas de

hembras de ***C. capitata***, aunque no fue el único factor que influyó en estas capturas. A este respecto, la variación de pH influye enormemente en la atracción de los cebos proteicos, de forma que a pH más alto se capturan más hembras de ***C. capitata***. Estudian la sinergia de diferentes aminoácidos con sulfato amónico. Se daba el caso de que unas combinaciones capturaban más hembras, otros más machos y otras combinaciones igual número de individuos de ambos sexos.

**Steiner (1982)**, fue el primero que las utilizó con éxito en cebos envenenados para control de moscas de la fruta. Estas propiedades fagoestimulativas de los hidrolizados de proteínas, así como las respuestas olfativas de las moscas a ellas, incluso en la actualidad esta técnica sigue utilizándose ampliamente.

**Galun et al., (1985)**, observó que las proteínas hidrolizadas atraían en mayor medida a las hembras que a los machos de ***C. capitata***. Esta atracción se debe a la necesidad de las hembras para alcanzar la madurez sexual y desarrollar sus huevos. Al contrario sucedió con el azúcar, es decir, los machos fueron más atraídos que las hembras.

A este respecto, **Ros et al., (1988)**, apuntan que la atracción de la proteína hidrolizada se reduce prácticamente a la mitad cuando se mezcla con un insecticida.

**Roessler (1989)**, Indica que, multitud de sustancias han sido testadas para atraer a la mosca de la fruta. De entre ellas, destaca

como la más efectiva para captura de ***C. capitata*** la proteína hidrolizada de maíz.

**Gothilf & Levin (1987)**, estudian la atracción de varias sustancias de origen proteico, entre ellas el Buminal e hidrolizados de levadura y soja.

**Cunningham (1989)**, para conocer la población de mosca de la fruta a lo largo del ciclo es necesario disponer de sistemas de detección que reflejen con la máxima exactitud la población real de la plaga.

**Miranda et al., (2001)**, Relata que, la detección de la plaga ha sido el principal motivo que ha generado el desarrollo de multitud de insecticidas y atrayentes para mosca de la fruta. Por otro lado, también se han aprovechado todos estos dispositivos de detección para el control de la plaga mediante monitoreo masivo.

**Epsky et al., 1995; Heath et al., 1995; Ros et al., 1996**, Indica que, en los años 90 se empezaron a desarrollar los atrayentes alimenticios sintéticos para ***C. capitata*** a base, en un primer momento, de unos cebos secos de putrescina (1,4- diaminobutano) y acetato amónico. Se ha de destacar que los cebos toxicos alimenticios son más efectivas para hembras no grávidas que las cebadas con proteínas en estado líquido. En los años siguientes se adicionó a los dos cebos anteriores, la trimetilamina, sustancia que es sinérgica con la putrescina y con el acetato amónico. Estas combinaciones de cebos se colocan normalmente en trampas de tipo McPhail (como la IPMT o la Tephritrap) y en la actualidad es la mejor combinación para capturas

de hembras de ***C. capitata***, incluso en muchos casos puede superar al trimedlure en cuanto a número de capturas totales.

**Reynolds & Prokopy (1997)**, Indican que, las últimas tendencias consisten en determinar que compuestos del olor de las frutas son los que producen la atracción en los tefrítidos a este respecto han estudiado que compuestos del fruto maduro del café atraen a los adultos de ***C. capitata***, comparándolo con los cebos proteicos. Comprobaron que los primeros eran más atractivos para hembras con huevos que los segundos.

#### **2.2.3.2. Insecticidas para *Ceratitis capitata*.**

**Larraín (1999)**, Registra que en Chile imidacloprid aplicado a través del riego es eficaz en el control de mosca de la fruta.

**Osorio (2000)**, citó que imidacloprid fue sintetizado por Nihon Bayer Agronchem K. k en 1985. Es un insecticida sistémico del grupo de los cloronicotinilos o neonicotinoides. Es muy activo sobre insectos chupadores, tales como mosca de la fruta, trips, afidos, etc. Imidacloprid es un efector del sitio nicotinilo del receptor de la acetilcolina debido a su diferente mecanismo de acción, en comparación con los insecticidas convencionales, ha sido eficaz contra poblaciones resistentes a organofosforados, carbamatos y piretroides.

**David Buffin (2001)**, el imidacloprid es un insecticida de uso generalizado, con una toxicidad relativamente baja para los seres humanos. Actualmente causa preocupación debido a su posible impacto sobre las poblaciones de abejas, su capacidad para provocar

el adelgazamiento de la cáscara de los huevos de las aves y para reducir la producción de huevos y el éxito de la eclosión.

**Nauen & Konanz 2005)** En 2005 y 2008 Bayer CropScience introdujo al mercado mundial el insecticida Spirotetramat (movento) que actúa inhibiendo la síntesis de la acetil-CoA-carboxilasa afectando la síntesis de los lípidos.

**Kontsedalov (2009)**, encontró que spirotetramat tiene cierta acción translaminar y sistémica limitada, cuando se aplica al suelo o al tallo de plántulas. Spirotetramat tiene acción sistema bidireccional es decir se trasloca por el xilema como por el floema, por lo que después de una aplicación foliar, penetra por las células de las hojas dando también protección en aéreas no tratadas en la planta.

## **2.3 MORFOLOGIA GENERAL DEL GÉNERO Y ESPECIE DE (*C. capitata*).**

Es una mosca de hermoso aspecto, tamaño un poco menor que la mosca común, de 4,5 a 5 mm de largo. Sus colores predominantes son: el café, negro, amarillo y blanco. Posee un típico y característico diseño de marcas en las alas y scutum, por lo que difícilmente puede ser confundida con otros tephritidos.

### **2.3.1. Origen y Distribución.**

**Graf (1973)**, Menciona que, actualmente ***C. capitata***, tiene una distribución geográfica mundial, como consecuencia de su capacidad de dispersión y adaptabilidad. La mosca mediterránea de la fruta, es nativa del norte de África, pero se ha dispersado desde su lugar de origen a través de casi todas las regiones de clima templado, tropical y subtropical del mundo. En África es una

plaga muy importante en numerosos cultivos frutales sin embargo en Mauritania, ***C. capitata*** es una plaga secundaria.

**Hafez et al, (2000)**, Encontraron que la guayaba es el huésped más favorable para las larvas, seguido por la mandarina y naranjo (variedad navel). En América del Norte fue detectada por primera vez en Estados Unidos en Abril de 1929, en el estado de Florida, introducción que fue erradicada exitosamente al año siguiente. Posteriormente a esta detección, se ha observado una constante presión de ingreso de entrada de esta especie en este territorio, lo que ha originado las respectivas campañas de erradicación. En América central se encuentra ampliamente distribuida; se detectó por primera vez en Costa Rica en el año 1955. El único país libre de esta plaga en la Belice. En América del Sur la mosca mediterránea fue detectada por primera vez en Brasil, en 1901, desde donde se dispersó al resto de 44 los países del Área. Actualmente, el insecto se encuentra ampliamente distribuido en América del sur, con la excepción de Chile.

### **2.3.2. Clasificación taxonómica.**

Orden: Díptera.

Sub orden: Brachicera.

Infra orden: Cyclorrhapha.

Familia: Tephritidae.

Género: Ceratitis.

Especie: Ceratitis capitata.

Fue descrita por Wiedemann en 1824, como ***Trypeta capitata***.

El nombre común de la especie es mosca mediterránea de la fruta.

### 2.3.3. Familia Tephritidae

Es un grupo compuesto por unas 4.000 especies distribuidas a través de las zonas tropicales, subtropicales y templadas del mundo. Sus larvas se alimentan dentro de las frutas y por eso representa una de las más graves plagas agrícolas. Se sabe que la mosca del mediterráneo infesta alrededor de 200 especies.

**Korytkowski, (1968)**, Indica que, Los Tephritidos, aunque son más conocidos como “Moscas de la Fruta” ya que algunas especies afectan severamente a los frutos de las plantas cultivadas, especialmente las frutícolas, son moscas usualmente de tamaño pequeño o medio, hasta grandes, el cuerpo casi siempre cubierto de micro pubescencia y las alas normalmente con manchas.

**Norrbom, (1987)**, Menciona que, la sub Familia Tephritinae, representa el grupo más evolucionado de los Tephritidae debido a su asociación con plantas de las familias Asteraceae, Acanthaceae y Laminaceae afectando a flores y tallos, pero nunca carpófagas. Su origen a partir de alguno de los grupos de la heterogénea tribu Acanthonevrini se hace más evidente con la inclusión reciente de Tomoplagia a Tephritinae.

Según **Aluja, (1993)**, la extraordinaria capacidad de adaptación de los Tephritidae les permite proliferar en casi cualquier bioma, clima frío y templado, semitropical, tropical y desértico.

**Núñez, L. et al., (2004)**, más de 400 especies se encuentran en el Continente Americano, siendo los géneros de mayor importancia económica en el sector frutícola: **Bactrocera**,

**Rhagoletis, Toxotrypana, Ceratitis y Anastrepha**, todas estas conocidas como mosca de la fruta.

**Norrbom y Korytkowski (2011)**, Relatan que, esta sub familia Tephritidae se encuentra ampliamente distribuida en todas las regiones biogeográficas del mundo aunque su mayor grado de diversificación en la región neo tropical parece ser evidente.

#### **2.3.4. Biología y Ecología De Las Moscas De La Fruta.**

**Aluja, (1993)**, Relata que, el ciclo biológico de estos insectos es multivoltino, variando el número de generaciones en función de las condiciones ecológicas en las que se encuentre. En zonas tropicales y sub tropicales puede llegar a tener más de doce generaciones al año, a grandes rasgos el ciclo es similar a los de otras moscas de la fruta.

**Kimani – Njogu et al, (2001)**, Indica que, la mosca mediterránea de la fruta es una de las plagas más importantes a nivel mundial de los cultivos de frutales. Aunque otras especies de tefritidos producen daños muy graves en cultivos frutales y vegetales, **C.capitata** destaca por su adaptabilidad a las diferentes condiciones ambientales (en latitud y altitud).

**Ekesi et al., (2003)**, Mencionan que, la hembra una vez fecundada ovoposita en los frutos. El color y olor juegan un papel importante en la elección, prefiriendo el momento de envero, cuando se inicia la maduración. En el caso de los cítricos, el amarillo y el naranja parecen ser los preferidos. En cada zona elegida del fruto coloca de 5 a 1º huevos a una profundidad de 2 milímetros. Cada hembra puede poner entre 300 y 400 huevos. Las larvas eclosionan y se alimentan de la pulpa del fruto hasta completar su desarrollo,

después de tres mudas. Cuando están próximas a pupar, abandonan el fruto, saltando al suelo y enterrándose en los primeros centímetros. Una vez allí forman el pupario. Si las condiciones ambientales le obligan a ello, pasa el invierno en esta etapa de pupa. Los adultos prefieren la parte sur y sombreada del árbol y tienen gran capacidad de vuelo (hasta decenas de kilómetros) y por tanto facilidad para aparecer en cualquier área de cultivo.

#### **2.3.5. Ciclo de vida.**

**Christeson & Foote, (1960); Aluja (1993)**, Afirma que, el ciclo de vida de las moscas de la fruta comienza cuando una hembra fecundada inserta su ovopositor en pericarpio de un fruto y deposita una serie de huevecillos (1 a 10 dependiendo de la especie). Los huevecillos que son ovopositados se incuban (antes de eclosionar) por un tiempo de 1 a 7 días. Posteriormente, de cada huevecillo emerge una larva que se alimenta de la pulpa del fruto hasta completar tres estadios, en un tiempo aproximado de 10 días. Al completar el desarrollo, la larva sale del fruto y se entierra en el suelo donde se transforma en pupa permaneciendo en esta etapa 15 días, hasta que sale como adulto que iniciara un nuevo ciclo.

Es una mosca de hermoso aspecto, tamaño un poco menor que la mosca común, de 4,5 a 5 mm de largo. Sus colores predominantes son: el café, negro, amarillo y blanco. Posee un típico y característico diseño de marcas en las alas y scutum, por lo que difícilmente puede ser confundida con otros tephritidos.

La copula de la mosca de la fruta, empieza cuando el macho se ubica en un lugar estratégico dentro de una planta y comienza a secretar una feromona sexual el cual funciona como un llamado a la hembra,

luego aletea vigorosamente y adopta diferentes posiciones por lo general se acoplan otros machos y a este conjunto de machos aleteando se le denomina LEKS y empieza la competencia, la hembra se acerca y escoge un macho para la copula, con una sola copula la hembra queda inseminada para toda su vida., en la siguiente figura se esquematiza el ciclo biológico de la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* W.).

**Fotografía N° 1:** Ciclo biológico de la mosca de la fruta



En el cuadro N° 01, se puede observar el ciclo biológico de las moscas de la fruta más importantes presentes en la región. ***Ceratitis capitata*** W. presenta un ciclo biológico desde huevo hasta pupa de 33 días aproximadamente, con una capacidad de ovoposición desde 300 hasta 800 huevos por mosca y puede tener 12 generaciones por año, es una mosca polífaga, pues tiene varios hospedantes. Esta mosca es la que más daños económicos causa en esta región.

**Cuadro N° 1:** Duración de los ciclos biológicos de la moscas de la fruta.

ESPECIE	CICLO BIOLOGICO (DIAS)			CAPACIDAD DE OVOPOSICION (huevo)	GENERACION POR AÑO
	HUEVO	LARVA	PUPA		
Ceratitis capitata ( Mosca del mediterraneo)	2 a 7	6 a 11	9 a 15	300 a 800	12

Fuente: Programa Nacional de Mosca de la Fruta 2001.

Ceratitis presenta una metamorfosis completa, presentando las cuatro fases de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. . **Según el Programa Nacional de Moscas de la Fruta (2001)**

- ❖ **Huevo:** Los adultos ponen los huevos debajo de la cáscara de la fruta hospedante. Son de color blanco cremoso, de forma alargada y ahusada en los extremos, de tamaño menor a 2 mm. Su superficie es lisa y presenta una micro-retícula de malla hexagonal. El período de incubación varía de 2 a 7 días en climas cálidos y de 20 a 30 días en climas fríos.

**Fotografía N° 2:** Huevos de Mosca de la fruta. (Foto: Sandoval, D. 2010).



- ❖ **Larva:** Son de color blanco o blanco amarillento, su longitud varía de 3 a 15 milímetros, es nudiforme, su cuerpo está compuesto por once segmentos (tres en la región torácica y ocho en el abdomen). Las larvas pasan por tres estadios en un período total de 6 a 11 días, dependiendo de las temperaturas de 20 °C y 26°C respectivamente. El fruto huésped influirá en el desarrollo de la larva. La larva madura en menor tiempo cuando el fruto cae al suelo, esto debido a que la pulpa se reblandece y el jugo es absorbido a través del integumento.

**Fotografía N° 3:** Larvas de mosca en la pulpa del fruto. (Fotos: Ramón, C. y Villa, F. 2012).



- ❖ **Pupa:** Es de color blanco que vira a marrón, tiene una forma cilíndrica, con una superficie lisa, con 11 segmentos, su longitud es de 3 a 10 milímetros y su 5 diámetro de 1.25 a 3.25 mm. El período pupal puede durar de 9-11 días a temperaturas de 24°C y se acorta el tiempo a 6 días a temperaturas de 26°C, el período se alarga en condiciones de bajas temperaturas.

**Fotografía N° 4 :** Pupas de mosca de la fruta. **(Foto: Sandoval, D. 2010).**



- ❖ **Adulto:** La vida en estado adulto de la mosca del mediterráneo varía de acuerdo a las condiciones ambientales siendo de 1 a 2 meses en climas cálidos y hasta 10 meses en climas fríos. Las hembras alcanzan su madurez sexual a los 4 a 5 días, iniciando la oviposición a los 7 a 9 días a temperaturas de 24 – 27 °C.

**Fotografía N° 5:** Adulto hembra de *C. capitata*. (Fotos: Ramón, C. y Villa, F. 2012).



#### **2.4 DAÑOS.**

Los daños causados por *C. capitata* pueden ser tanto directos como indirectos. Como daño directo se entiende al producido por la propia picadura de la hembra adulta (aunque no sea viable) y por el desarrollo larvario en el interior del fruto, provocando en muchos casos su caída. Estos hechos inducen a que se produzcan fermentaciones y pudriciones ocasionadas por bacterias y hongos. (MONER et al., 1987)

Algunas de estas bacterias son transmitidas por las propias hembras de *C. capitata*, que aparte de ser utilizadas para la alimentación de las larvas y contribuir a la disminución de la resistencia de las paredes celulares, son patógenas para los frutos. (DREW y LLOYD, 1989).

Los daños indirectos son tan importantes como los directos. Si el fruto picado no es detectado en el campo, es en la cámara de desverdización donde se refleja el daño, tanto por desarrollo larvario como por desarrollo de hongos que afectan incluso a frutos adyacentes al que ya está picado. Hay que tener en cuenta que en el periodo de desverdización las

condiciones son óptimas para el desarrollo, tanto de la larva de ***C. capitata*** como de hongos. ( $\approx 20^{\circ}\text{C}$  y  $\approx 90\%$  de Humedad relativa). Otro daño indirecto muy importante para la citricultura de áreas donde está instalada la mosca de la fruta ***C. capitata***, es que en muchos países importadores es una plaga de cuarentena como una plaga de tolerancia cero. (**MONER et al., 1987**) A este respecto, apunta que aparte del daño directo por descomposición de la pulpa, hay que añadir las mermas en destino producidas por las larvas que han evolucionado durante el transporte y, por tanto, el rechazo de los envíos a otros lugares donde no existe la plaga debido a las fuertes medidas de cuarentena. Por otro lado, las partidas de cítricos con daños de mosca de la fruta se pudren rápidamente debido al desarrollo de hongos (principalmente del género *Penicillium*) afectando incluso a frutos que no tienen larvas en su interior. (**Gamero, 1961**).

#### **2.4.1. Hospederos de Moscas de la Fruta.**

El estudio de hospederos, es fundamental para conocer el rango de especies vegetales que atacan las diferentes especies de moscas de la fruta, en especial de aquellas especies de importancia económica. ***C. capitata*** es uno de los géneros más diversos de especies de moscas en la América tropical y subtropical.

**Moshitzky et al, (2003).** Menciona que, ***C. capitata***, es la mosca más polífaga de la familia de los tefritidos. Su rango de huéspedes abarca casi setenta familias de plantas y a más de 250 especies botánicas de frutas y hortalizas.

**Alonso y García Mari, (2004).** Indica que, dado el amplio rango de huéspedes también ataca a la fruta no comestible de árboles y arbustos silvestres. Esta elevada polifagia, permite a la mosca a desarrollarse, si las condiciones climáticas lo permiten, sin

interrupciones a lo largo de todo el año, alternando los frutos de los distintos huéspedes. Por su importancia económica, aunque no tenga una marcada preferencia por ellos, hay que considerar a los cítricos, especialmente naranjas y mandarinas.

Esta información apoya la toma de decisiones y aplicación de medidas de manejo y control de la plaga. Las pérdidas estimadas como consecuencia del daño producido por la plaga, se reflejan en el valor bruto de la producción y de fruta fresca para exportación.

#### **2.4.2. Muestreo.**

**Aluja, (1993).** Indica que, el muestreo es la recolección de muestras de frutos y otros materiales que permite detectar, ubicar geográficamente y monitorear las poblaciones de cualquier estado inmaduro (huevos, larvas y pupas) de moscas de la fruta. Incluye inspección de frutas, suelo y cualquier material que puede albergar a la plaga en estado inmaduro.

**FAO, (2009).** Explica que, el muestreo de fruta puede emplearse como método de vigilancia en combinación con el trampeo en los casos en que éste es menos eficaz. Cabe mencionar que el muestreo de fruta es efectivo especialmente en la delimitación en pequeña escala en un área de brote. Sin embargo, requiere mucha mano de obra, tiempo y es costoso debido a la destrucción de la fruta. Es importante que las muestras de fruta se conserven en condiciones apropiadas para mantener la viabilidad de todos los estados inmaduros de la mosca de la fruta, en fruta infestada, para los fines de identificación.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.

El trabajo de investigación fue desarrollado en el laboratorio de Entomología de la Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo (UNPRG), ubicada en la provincia de Lambayeque.

**Fotografía N° 6 :** Ubicación satelital del laboratorio de Entomología – UNPRG



❖ **Orografía e hidrografía.**

El relieve de la provincia de Lambayeque aproximadamente las 9 décimas partes del departamento corresponden a la región costa y yunga y la décima a la sierra (Cañarís e Incahuasi).

Los ríos más conocidos son Río Chancay más conocido como Río Lambayeque su largo es de 250Km, seguido del Río Zaña y Río La Leche.

❖ **Limites.**

Por el Norte: Mórrope – Mochumí

Por el Sur: Chiclayo – Jose Leonardo Ortiz y San José

Por el Este: Picsi y Pueblo Nuevo

Por el Oeste: Océano Pacífico

❖ **Ubicación Política de Lambayeque.**

Región : Lambayeque

Provincia : Chiclayo

Distrito : Lambayeque

Sector : Lambayeque

❖ **Ubicación Geográfica.**

Latitud Norte: 71°43'37"

Longitud Este: 79°23'21"

Altitud : 18 m.s.n.m.

### **3.2 MATERIALES Y METODOLOGÍA**

#### **3.2.1 Crianza Semi-Masal de *Ceratitis capitata*.**

❖ **Recolección de frutos.**

Se hizo el recorrido correspondiente con la finalidad de recoger frutos maduros de campo, preferentemente de mango y uva siendo afectados con mosca de la fruta. (Fotografía 7A)



*Recolección de frutos en campo*

**Fotografía N° 7 : Recolección de frutos en campo**

❖ **Acondicionamiento de frutos.**

En la (Foto A), se observa el acondicionamiento de arena en la caja de cartón con 5cm de arena ligeramente húmeda en su base, sobre la cual en la (Foto B) se puede visualizar como se coloca una lámina de papel y en la (Foto C) se colocan encima una capa de frutos afectados. Repitiendo el mismo procedimiento con 5 a 10 cajas de cartón, con 10 a 20 frutos por caja.

## **Fotografia N° 8 : Acondicionamiento de frutos.**



**Foto A:** Acondicionamiento de arena en cajas de cartón



**Foto B:** Cubriendo la superficie de arena con papel toalla



**Foto C:** Colocando los frutos afectados en la caja de cartón.

❖ **Revisión de pupas.**

Siete días después se retiró los frutos y se observa en la (Foto 9 A) se revisó en la arena en busca de pupas de la mosca de la fruta. (Foto B), todas las pupas se retiraron y desinfectadas con lejía al 5% por 20 a 30 segundos. Luego se enjuaga en agua destilada (Foto C), y enseguida se acondiciona en jaula de malla (30x40cm de base y 30 cm de altura), con una manga lateral de organza para su manipulación. (Foto D)

**Fotografía N° 9 :** Revisión de pupas.



**Foto A:** Revisión de pupas en arena



**Foto B:** Pupas de *C. capitata*

### **Fotografía N° 9 : Revisión de pupas**



**Foto C:** Desinfección de pupas con lejía 5%.



**Foto D:** Acondicionamiento de pupas en iaula

#### ❖ **Alimentación de *C. capitata*.**

Se alimentó desde su nacimiento con una ración de miel de abeja al 20 %, colocada en algodón (Foto 10 A). Siete a diez días después de la emergencia de adultos (Foto B), se coloca al interior de la jaula frutos en inicio de maduración de uva, mango u otras especies frutales con reconocida susceptibilidad, tres días después se retiró los frutos y se colocaron nuevos frutos .(Foto C) Los frutos retirados se acondicionaron en cajas de cartón con arena para la posterior recuperación de pupas, que se acondicionaron en jaulas para la emergencia de adultos, se emplearon a los 5 o 7 días de emergidas para la prueba de toxicidad.

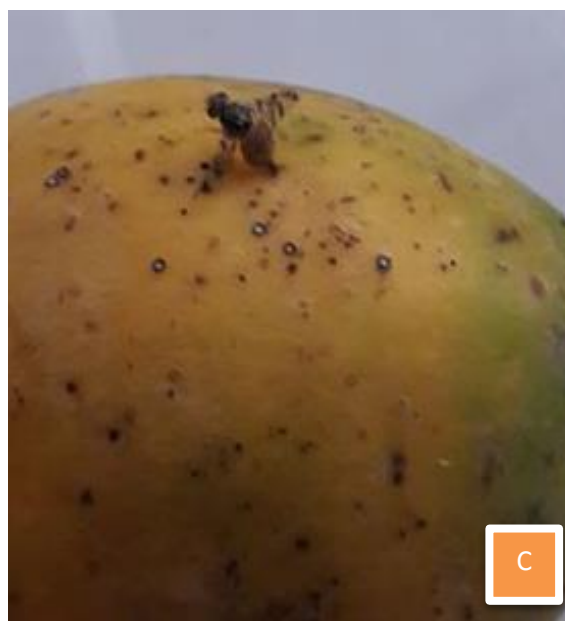
**Fotografía N° 10 : Alimentación de *C. capitata*.**



**Foto A:** Alimentación con miel de abeja 20%



**Foto B:** Emergencia del adulto



**Foto C:** Acondicionamiento de frutos en jaulas para recuperación de pupas.

### **3.2.2. Preparación de insectos para la prueba de toxicidad**

Los adultos emergidos fueron alimentados, desde su nacimiento hasta los 4 días con solución 20 % de miel de abeja. Luego fueron dejados sin alimento por 24 horas, proporcionándoseles únicamente agua, al día siguiente se utilizaron para la prueba de toxicidad.

### **3.3 TRATAMIENTO EN ESTUDIO**

En todos los casos el atrayente alimenticio fue la proteína hidrolizada, al 2% la cual se adiciono el respectivo insecticida en la dosificación correspondiente. Se preparó 1 litro del cebo, por cada tratamiento, de donde se extrajo una cantidad suficiente para impregnar en un algodón pequeño, que se colocó sobre el envase de 1 litro transparente con una tapa con ventilación y conteniendo los insectos. El cebo permaneció por 24 horas, luego se cambió por un nuevo algodón con proteína hidrolizada.

**TABLA N° 1:** Insecticidas y dosis empleadas.

Insecticidas	Ingrediente activo	ml de insecticida comercial por litro de agua
MOVENTO 150 SC	Spirotetramat	1.6mL
MOVENTO 150 SC	Spirotetramat	1.2mL
MOVENTO 150 SC	Spirotetramat	0.8mL
MOVENTO 150 SC	Spirotetramat	0.4mL
MOVENTO 150 SC	Spirotetramat	0.2mL
MOVENTO 150 SC	Spirotetramat	0.5 mL
MALATHION 570 CE	Malathion	0.0125mL
MALATHION 570 CE	Malathion	0.00625mL
MALATHION 570 CE	Malathion	0.003125mL
MALATHION 570 CE	Malathion	0.0015625mL
ZUXION 200SC	Imidacropil	2mL
ZUXION 200SC	Imidacropil	1.6mL
ZUXION 200SC	Imidacropil	1.2mL
ZUXION 200SC	Imidacropil	0.8mL
TRACER 120SC	Spinosad	0.005mL
TRACER 120SC	Spinosad	0.0025mL
TRACER 120SC	Spinosad	0.00125mL
TRACER 120SC	Spinosad	0.000625mL
TRACER 120SC	Spinosad	0.000315mL
BUMINAL	Proteína hidrolizada	20.00mL

(\*): Todos los tratamientos llevaron Proteína Hidrolizada al 2% (20mL/litro)

### 3.4 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

Cada tratamiento estuvo constituido por 40 insectos adultos, distribuidos en 4 envases conteniendo 10 adultos cada uno, cinco machos y cinco hembras. Para la ejecución del experimento se trabajó cada insecticida en forma separada, en sus diferentes dosis, además de una proteína hidrolizada.

### 3.5 EVALUACIÓN DE MORTALIDAD

La mortalidad se evaluó 24 y 48 horas después la aplicación. Los sobrevivientes dentro de las 24 horas, recibieron una alimentación a las 24 horas de la aplicación, consistente en proteína hidrolizada 2%.

### 3.6 DISEÑO ESTADÍSTICO Y ANÁLISIS.

Los datos para cada insecticida se analizaron bajo el Análisis Probit. Cada ensayo ejecutado obedeció a una distribución completa al azar (DCR), con 4 réplicas la misma que permitió conocer la dosis mínima necesaria para producir un efecto letal de los diferentes insecticidas.

Se realizaron todos los cálculos estadísticos para poder determinar la línea de regresión de concentración – mortalidad para cada insecticida, que sirvieron para encontrar la concentración letal media (CL50) y la concentración letal noventa (CL90) con sus respectivos límites fiduciales.

Para explicar el procedimiento estadístico seguido, tomaremos como ejemplo el proceso de desarrollo para determinar la línea de regresión del insecticida Spinosad (TRACER 120SC), indicados en la tabla 13, donde muestran los cálculos para determinar la línea de regresión, concentración letal media, concentración letal noventa, y los límites fiduciales de este producto, cuyos valores se indican en la tabla 17-18.

El cuadro está constituido por 13 columnas, preparados para este análisis. Se anotarán los siguientes datos:

**Columna (I):** Las concentraciones utilizadas expresadas en porcentajes de producto activo

**Columna (II):** El número de insectos empleados para cada concentración

**Columna (III):** Los logaritmos de las concentraciones, es decir los porcentajes del producto activo(x), anulando los valores negativos mediante la adición de una o más unidades al valor de la característica, lo que equivale a multiplicar por 10 o por múltiplos de 10,

respectivamente, a los porcentajes de producto activo. Para obtener el efecto indicado, durante el proceso se aumentó 5 unidades el valor de características para Spinosad.

**Columna (IV):** Los porcentajes de mortalidad corregidos mediante la fórmula de Abbott, la cual se enuncia a continuación :

$$\%M. C = \frac{(Vt - Vc)100}{Vt}$$

**Donde:**

**Vc** = Número de insectos vivos en la concentración, observadas a las 24 horas.

**Vt** = Número de insectos vivos en el testigo.

**Columna (V):** Los probits empíricos, obtenidos de la tabla 2 de Fisher y Yates con los porcentajes de mortalidad corregidos. Cuando los valores del porcentaje de mortalidad no fueron exactos, se tuvo que recurrir a una interpolación de valores, tal como podemos apreciar en el siguiente ejemplo:

En la tabla 13 se puede observar que el producto Spinosad, a una concentración de 0.0006000 % de m.a, ha producido una mortalidad corregida de 82.05%, por lo tanto el probito empírico correspondiente será:

82% : 5.92

83% : 5.95

Para 1% corresponde: 5.92- 5.95: 0.03

Como 82.05 – 82: 0.05%

Entonces por regla de tres simple:

Para 1%----- 0.03

0.05% ----- x

X: 0.0015

El probito empírico de 82.05%, será:

5.92 + 0.0015: 5.9215

**Columna (VI):** Los probits esperados (Y), obtenidos en un plano de coordenadas mediante el empleo de papel milimetrado, en el cual los probits empíricos.

**TABLA N° 2:** (Tomada de Busvine, J.R).- Determinación de los probits empíricos a partir del porcentaje de mortalidad corregido por la fórmula de Abbot.

% de Mort.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.199	4.23	4.26	4.29	4.35	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.5	4.53	4.59	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.8	4.85	4.85	4.87	4.9	4.92	4.95	4.97
50	5	5.03	5.05	5.1	5.1	5.13	5.15	5.18	5.2	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.36	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.5
70	5.52	5.55	5.58	5.64	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.99	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33

Los datos empíricos se ubican en el eje de ordenadas y los logaritmos de las concentración expresadas como porcentaje de producto activo, en el eje de las abscisas. Para leer los probits esperados (Y) primero localizamos los puntos correspondientes a

cada par  $xy$  para cada concentración o tratamiento , luego trazamos con la mayor aproximación posible, por medio de una regla transparente , una línea que pase lo más cerca que se pueda entre los puntos ubicados en el plano, los cuales representan la mortalidad comprendidas entre 20 % y 80%. Una vez concluida esta figura leemos en el eje de las ordenadas los probits esperados para cada valor original  $X$ .

**Columna (VII):** Los probits de trabajo( $y$ ), calculados con la siguiente formula:

$$Y: YO + KP$$

**Donde:**

**YO y K** = son leídos en la tabla 3 para cada probito esperado, en caso de no tener valores exactos, se deberá hacer una interpolación.

**P**= es el porcentaje de mortalidad corregida como cifra entera. Al probito se le conoce también como probito corregido.

**Columna (VIII).**- los coeficientes de peso o ponderados para probit esperado, los cuales son leídos en la tabla 3 ( $W$ )

**Columna (IX):** Los esos ( $w$ ), que resultan de multiplicar los coeficientes ponderados por el número de insectos utilizados en la concentración o tratamiento.

**Columna (X):** Los producto de  $(w)(x)$  para cada una de las concentraciones o tratamientos.

**Columna (XI):** Los producto de  $(w)(y)$  para cada una de las concentraciones o tratamientos.

**Columna (XII):** Los producto de  $(w)(y)(x)$  para cada una de las concentraciones o tratamientos.

**Columna (XIII):** Los probits calculados ( $Y_c$ ), los cuales se obtienen con la ayuda de la ecuación de regresión, tanto los probits calculados así como la ecuación de regresión se determinan mediante parte de los cálculos que se indican más adelante.

Enseguida se realizaron los siguientes cálculos:

- A.** Determinación de los valores **Sw**, **Swx**, **Swy** , sumando las columnas **(IX)**, **(X)** y **(XI)**, respectivamente , y que en el ejemplo son :

Sw:	90
Swx:	97.76
swy:	463.24

- B.** Los promedios de "x" e "y" se encuentran por división.

$$\bar{X} = \frac{SWX}{SW} = \frac{97.76}{90} = 1.076$$

$$\bar{Y} = \frac{SWY}{SW} = \frac{463.24}{90} = 5.096$$

- C.** Se multiplicó (wx) por (x), y sumando los productos se obtuvo:

$$Swx^2: 121.20$$

- D.** En forma análoga se obtuvo:

$$Swy^2: 2356.15$$

**TABLA N° 3 :** (Tomada de Busvins,J.R).- Factores para calculas los probits de trabajo y los coeficientes de peso.

Probit Esper.	Fact. De los Probits de trab.			Probit Esper.	Fact. De los Probits de trab.			Coef. peso
Y	YO	K	W	Y	YO	K	W	
1.6	1.33	8.115	0.005	5	3.75	0.0251	0.637	
1.7	1.42	5.805	0.006	5.1	3.74	0.0252	0.634	
1.8	1.51	4.194	0.008	5.2	3.72	0.0256	0.627	
1.9	1.6	3.061	0.011	5.3	3.68	0.0262	0.616	
2	1.7	2.256	0.013	5.4	3.62	0.0272	0.601	
2.1	1.79	1.68	0.019	5.5	3.54	0.0284	0.581	
2.2	1.88	1.2634	0.025	5.6	3.42	0.03	0.558	
2.3	1.97	0.9596	0.031	5.7	3.27	0.032	0.532	
2.4	2.06	0.7362	0.04	5.8	3.08	0.0345	0.503	
2.5	2.15	0.5705	0.05	5.9	2.83	0.0376	0.471	
2.6	2.23	0.4465	0.062	6	2.52	0.0413	0.439	
2.7	2.32	0.353	0.076	6.1	2.13	0.0459	0.405	
2.8	2.41	0.2819	0.092	6.2	1.64	0.0515	0.37	
2.9	2.49	0.2274	0.11	6.3	1.03	0.0584	0.336	
3	2.58	0.1852	0.131	6.4	0.26	0.0668	0.302	
3.1	2.66	0.1524	0.154	6.5	0.71	0.0772	0.269	
3.2	2.74	0.1267	0.18	6.6	0.92	0.0902	0.238	
3.3	2.83	0.1063	0.208	6.7	3.46	0.1063	0.208	
3.4	2.91	0.0902	0.238	6.8	5.41	0.1267	0.18	
3.5	2.98	0.0772	0.269	6.9	7.9	0.1524	0.154	
3.6	3.06	0.0668	0.302	7	11.1	0.1852	0.131	
3.7	3.14	0.0584	0.336	7.1	15.23	0.2274	0.11	
3.8	3.21	0.0515	0.37	7.2	20.6	0.2819	0.092	
3.9	3.28	0.0459	0.405	7.3	27.62	0.353	0.076	
4	3.34	0.0413	0.439	7.4	36.89	0.4465	0.062	
4.1	3.41	0.0376	0.471	7.5	49.2	0.5705	0.05	
4.2	3.47	0.0345	0.503	7.6	65.68	0.7362	0.04	
4.3	3.53	0.032	0.532	7.7	87.93	0.9596	0.031	
4.4	3.58	0.03	0.558	7.8	118.22	1.2634	0.025	
4.5	3.62	0.0284	0.581	7.9	159.79	1.68	0.019	
4.6	3.66	0.0272	0.601	8	217.3	2.256	0.015	
4.7	3.7	0.0262	0.616	8.1	297.7	3.061	0.011	
4.8	3.72	0.0256	0.627	8.2	410.9	4.194	0.008	
4.9	3.74	0.0252	0.634	8.3	571.9	5.805	0.006	
5	3.75	0.0251	0.637	8.4	802.8	8.115	0.005	

- E. Determinación del valor  $S_{wxy}$ , que se obtiene sumando la columna (XIII), y que es:

$$S_{wxy}: 518.28$$

- F. Calculo del coeficiente de regresión (b), mediante el uso de la siguiente formula

$$b: \frac{S_{wxy}}{S_{wx2}} - \frac{\bar{X} \cdot S_{wy}}{\bar{X} \cdot S_{wx}}$$

$$b: \frac{518.28 - 1.076(463.24)}{121.20 - 1.076(97.76)}$$

$$b: 1.25$$

Determinación de la ecuación de regresión y de los probits calculados:

$$\hat{Y}: (\bar{Y} - b\bar{X}) + bx$$

$$\hat{Y}: (5.096 - 1.25(1.076)) + 1.25 x$$

$$\hat{Y}: 3.7533 + 1.25x$$

De esta ecuación obtenemos los valores de  $Y_c$  para valores originales de  $x$  (Columna III), los cuales se comparan con los probits esperados ( $Y$ ). Si estos no difieren en más de 0.2, en cualquier caso, se considera adecuado. En caso de presentarse discrepancias, los valores calculados de  $Y_c$  eran utilizados como probits esperados-

mejorados, repitiéndose todo el procedimiento de los cálculos desde la columna VI. Si en esta forma no se encontrará resultado válido que los probits esperados y los cálculos no difieran en más de 0.2, se trazará una nueva línea para hallar otros valores de probits esperados y todo el ciclo de cálculo se repetirá desde la columna antes mencionada.

En este presente ejemplo, los valores calculados de  $Y_c$ , cumplen la condición indicada y se hallan tabulados en la columna XIII.

#### G. Obtención de la CL50 y CL90.

La CL50 y CL90 fueron obtenidos reemplazados en la ecuación final de regresión,  $\hat{Y}$  por los probits 5 y 6.28 que corresponden al 50 y 90 % de mortalidad, respectivamente, obteniéndose de esta forma dos valores de  $x$  que representan el logaritmo de la concentración, a los cuales se les encuentra antilogaritmos; como las concentraciones originales fueron multiplicados por 10.000, los antilogaritmos debieron ser divididos por ese factor; los que constituyen los valores de la CL50 y CL90, respectivamente.

En ejemplo:

OBTENCION DE LA CL50	
Y: $3.7533 + 1.255x$	
$\bar{X}$ :	1.2467
	0.9934
Antilogaritmo	9.8492
Antilogaritmo	0.000098
CL50 :	0.000098%

OBTENCION DE LA CL90	
Y: 3.7533+1.255x	
$\bar{X}$ :	2.5267
	2.013306773
Antilogaritmo	103.1098
Antilogaritmo	0.001031098
CL90 :	0.0010310%

#### H. Obtención de la línea final de regresión:

Con los valores de la CL50 y CL90, que corresponden a las concentraciones necesarias para eliminar el 50 y 90 % de insectos, respectivamente, fue trazada la línea final de regresión utilizándose papel semi- logarítmico, colocando en el eje de las ordenadas los porcentajes de mortalidad en valores de probit (5 y 6.28, respectivamente), y en el eje de las abscisas las concentraciones letales.

La línea de regresión para el ejemplo se encuentra incluida en la figura, que corresponde a la prueba de toxicidad por ingestión.

#### I. Determinación del valor de $\chi^2$ , para detectar si existe suficiente homogeneidad en la información. Con este fin utilizamos la formula siguiente:

$$X^2 : (S_{wy}^2 - y S_{wy}) - b (S_{wxy} - \bar{X} S_{wy})$$

Para el ejemplo:

$$X^2 : (2356.15 - 5.096(463.24) - 1.25 (518.28 - 1 - 076(463.24)$$

$$X^2 : 0.3778$$

El valor de  $\chi^2$  es comparado con los valores de la tabla de probabilidades de 0.05 y grados de libertad n-2, n( número de tratamientos )

$$X^2 : 0.3778$$

$$n - 2: 2$$

$$P_{0.05}$$

Como puede apreciarse el  $x^2$  calculado es inferior al de la tabla para  $P_{0.05}$ , lo cual indica homogeneidad, cosa que sucedió con los análisis de todos los productos. Es conveniente que exista homogeneidad para que los resultados sean confiables.

En caso de heterogeneidad se tendrá que utilizar un factor de ajuste (u):

$$u = \frac{x^2}{\text{grado de libertad}}$$

Este factor se multiplicará por la variancia de b, y similar corrección se hará con las variancias de las concentraciones letales cincuenta o noventa.

J. cálculo de la variancia y desviación estándar del coeficiente de regresión.

#### Variancia

$$V_b: \frac{1}{\frac{S_{wx}^2 - (S_{wx})^2}{S_w}} = \frac{1}{16.055} = 0.0622.$$

#### Desviación Standard

$$S_b: \sqrt{V_b} : \sqrt{0.0622} : 0.2495.$$

- K. Cálculo de la variancia y desviación estándar de la CL50 y CL90 para calcular la variancia fue utilizada la siguiente fórmula:

$$V: \frac{1}{b^2} \left( \frac{1}{S_w} + \frac{(m - \bar{X})^2}{S_{wx}^2 - \frac{(S_{wx})^2}{S_w}} \right)$$

**Donde:**

m: log. De la concentración letal

En el ejemplo:

❖ **Variancia de la CL50**

m: 0.993

$$V: \frac{1}{(1.25)^2} \left( \frac{1}{90} + \frac{(0.993 - 1.076)^2}{121.20 - \frac{(97.76)^2}{90}} \right)$$

V: 0.007314

❖ **Desviación Estándar de la CL50**

Sb:  $\sqrt{V}$  :  $\sqrt{0.0007314}$  : 0.086

❖ **Variancia de CL90**

m: 2.013

$$V: \frac{1}{(1.25)^2} \left( \frac{1}{90} + \frac{(2.013 - 1.076)^2}{121.20 - \frac{(97.76)^2}{90}} \right)$$

V: 0.0420

❖ **Desviación Estándar de CL90**

$$S: \sqrt{V} : \sqrt{0.0420} : 0.2004$$

**L. Determinación de los límites fiduciales del coeficiente de regresión**

(b):

❖ Límite superior ( $B_1$ ):

$$b_1: b + 1.96(S_b)$$

$$b_1: 1.25 + 1.96(0.2495)$$

$$b_1: 1.7390$$

❖ Límite inferior ( $b_2$ )

$$b_2: b - 1.96(S_b)$$

$$b_2: 1.25 - 1.96(0.2495)$$

$$b_2: 0.7607$$

**M. Determinación de los límites fiduciales de la CL50 y CL90:**

Los límites fiduciales de las concentraciones letales cincuenta y noventa con 95% de seguridad se calcularon de la siguiente forma:

❖ **Límites fiduciales de la CL50**

**Calculo de  $m_1$ :**

$$m_1: m + 1.96 (S)$$

$$m_1: 0.9934 + 1.96(0.0861)$$

$$m_1: 1.1621$$

**Calculo de  $m_2$ :**

$$m_2: m - 1.96 (S)$$

$$m_2: 0.0067 - 1.96(0.0861)$$

$$m_2: 0.8246$$

### **Obtención de los límites :**

Los límites fiduciales estuvieron dados por los antilogaritmos de  $m_1$  y  $m_2$ , a cuyos valores previamente se les dividió por el factor 1000, ya que todos los resultados logarítmicos del análisis estuvieron alterados en 4 unidades (log +4).

#### ❖ **Limite Superior (L1)**

L<sub>1</sub>: Antilog. 1.1621: 14.524/100000 : 0.000145

L<sub>1</sub>: 0.000145%

#### ❖ **Limite Superior (L2)**

L<sub>2</sub>: Antilog. 0.8246: 6.667/100000 : 0.0000668

L<sub>2</sub>: 0.0000668%

#### ❖ **Limites fiduciales de la CL90**

##### **Calculo de $m_1$ :**

$m_1: m + 1.96 (S)$

$m_1: 2.013 + 1.96(0.2004)$

$m_1: 2.4062$

##### **Calculo de $m_2$ :**

$m_2: m - 1.96 (S)$

$m_2: 2.013 - 1.96(0.2004)$

$m_2: 1.6203$

### Obtención de los límites :

#### ❖ Limite Superior (L<sub>1</sub>)

L<sub>1</sub>: Antilog. 2.4062: 536.537/100000 : 0.00537

L<sub>1</sub>: 0.00537%

#### ❖ Limite Superior (L<sub>2</sub>)

L<sub>2</sub>: Antilog.1.6203: 19.81/100000 : 0.00020

L<sub>2</sub>: 0.00020%

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Las condiciones de la temperatura y humedad relativa del laboratorio de Entomología donde se llevó a cabo la crianza del insecto, se dan en la tabla N° 04. Como se ve son condiciones satisfactorias para el desarrollo y reproducción favorables para *Ceratitis capitata*.

**TABLA N° 4** Resumen del registro de los promedios mensuales de temperatura y humedad relativa en laboratorio de entomología , durante el desarrollo de la crianza masal de *Ceratitis capitata*.

MES	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA		
	$\bar{X}$	Mínima	Máxima	$\bar{X}$	Mínima	Máxima
Octubre	22.08	21.84	22.3	77.75	70.75	83.3
Noviembre	22.3	22.09	22.56	77.21	69.88	88.3
Diciembre	23.89	23.67	24.12	78.89	71.52	83.1
Enero	25.22	25.02	25.44	76.51	69.82	85.3
Febrero	26.2	26.01	26.4	78.05	70.73	84.3
Marzo	25.13	24.89	25.37	77.08	69.42	82.9

**Fuente:** Estación Meteorológica de la Universidad Nacional "Pedro Ruíz Gallo"

##### 4.1 Concentraciones utilizadas para los análisis.

Las dosificaciones en base a productos comerciales estudiados, entre los cuales se escogieron aquellas que causaron mortalidades cercanas a 20% y 80%, se encuentran en la tabla 5 al 12. Allí se observa la mortalidad corregida, a las 24 y 48 horas después de iniciada la ingestión, para cada dosis empleada. De ellos se eligieron 3 a 4 dosis cuyas mortalidades fluctuaron entre 20 a 80%, a las 24 o 48 horas, con esos datos se procedió a ejecutar el análisis de Probit conforme lo exige la metodología.

En principio, se puede observar que los insecticidas Spinosad y Malathion alcanzaron esos valores de mortalidad con concentraciones bajas a muy bajas, y lo inverso aconteció con Imidacropid y spirotetramat, de los cuales se necesitan dosis mayores.

Para efecto de realizar los cálculos para obtención de la concertación letal media (CL50) y concentración letal noventa (CL90) se utilizó la mortalidad por ingestión, obtenida a las 24 horas para spinosad, malathion e imidacropid y la mortalidad obtenida a las 48 horas para spirotetramat.

#### 4.2 Ecuaciones de regresión obtenidas para cada insecticida

En la tabla 13 al 16 se muestran los cálculos, siguiendo el procedimiento de análisis probit, que se han realizado para los cuatro insecticidas en estudio, en su efecto por ingestión. De este resultado resumimos las ecuaciones de regresión obtenidas en la tabla 17.

Considerando que el coeficiente de regresión mide la pendiente de la línea de regresión obtenida, vemos que la mayor pendiente se encontró con malathion (2.2010) indicando que por cada unidad de incremento en la dosificación se alcanza un aumento de 2.2% de mortalidad.

#### 4.3 Concentración letal media (CL50) y concentración letal noventa (CL90).

En la tabla 18 se muestra las concentraciones letales 50 y 90 para cada insecticida, con sus respectivos límites fiduciales.

La menor concentración letal media (CL50) la obtuvo spinosad con el valor de 0.000098% de ingrediente activo, este equivale a 0.00082% de insecticida comercial (TRACER 120SC) que causa la muerte del 50 % de una muestra de **C. capitata** en estudio

Le sigue en potencia toxica, malathion cuya CL50 es de 0.001984% de ingrediente activo, lo que significa aproximadamente 20 veces la concentración alcanzada por spinosad, o sea que malathion resulta ser veinte veces menos toxico. Si lo transformamos a insecticida comercial, la CL50 de malathion equivale a 0.00348% de MALATHION 57EC.

Luego encontramos a Imidacropid, muy cercano a spirotetramat cuyos valores de CL50, respectivamente fueron 0.0626% y 0.0654% que llevados a producto comercial, significa 0.313% ZUXION 200LS y 0.436% de MOVENTO 150 OT.

Comparando la potencia toxica de los ingredientes activos estudiados sobre **C. capitata** encontramos que Spinosad presentó una CL50 aproximadamente seiscientos veces menor que imidacropid y spirotetramat y malathion fue treinta veces más toxico que estos dos últimos insecticidas, esta variación de toxicidad se aprecia con claridad en las figuras 11 al 14, donde observamos que en la figura 15 que mientras más se aleja la línea de regresión hacia la derecha de las abscisas, la toxicidad va incrementando.

Por otro lado, la concentración letal noventa, que podría ser una dosificación que con algunos ajustes se puede utilizar como un cebo toxico para control de **C. capitata** en situación de campo, adicionando a un atrayente alimenticio como proteína hidrolizada. Estas dosificaciones que según el estudio controlarían al 90% de una población serian:

0.0086% para TRACER (17.2mL/200l); 0.0133% para MALATHION (26.6mL/200l); 2.43% para MOVENTO (4869mL/200l) y 3.42% para ZUXION (6842mL/200l). Estos los hace aun prácticos y utilizados a spinosad y a malathion, prefiriéndose el primero por ser un insecticida de menor toxicidad aguda y procedente de microorganismos.

Por otro lado, no son recomendados para su uso práctico los insecticidas imidacropid y spirotetramat en su efecto de ingestión, como cebo toxico contra **C. capitata**

**TABLA N° 5:** Toxicidad de Spinosad, en adultos de *Ceratitis capitata* a las 24 horas iniciadas la ingestión.

Concentración comercial %	N° de insectos	N° insectos muertos 24 h. Después aplicación.	% Mort. Observada	% Mort. Corregida
0.005000%	40	33	82.50%	82.05%
0.002500%	40	26	97.50%	64.10%
0.001250%	40	23	65.00%	56.41%
0.000625%	40	17	57.50%	41.03%
0.000315%	40	14	42.50%	33.33%

**TABLA N° 6:** Toxicidad de spinosad, para adulto de *C. capitata*, a las 48 horas de iniciada la ingestión.

Concentración comercial %	N° de insectos	N° de insectos muertos 48h.despues de aplicación.	% Mort. Observada	% Mort. Corregida
0.005000%	40	37	92.50%	92.11%
0.002500%	40	35	87.50%	87.18%
0.001250%	40	26	65.00%	64.10%
0.000625%	40	25	62.50%	61.54%
0.000315%	40	22	55.00%	53.85%

**TABLA N° 7:** Toxicidad de Malathion, para adulto de *C. capitata*, a las 24 horas de iniciada la ingestión.

Concentración comercial %	N° de insectos	N° de insectos muertos 24 horas después de aplicación.	% Mort. Observada	%Mort. Corregida
0.012500%	40	36	90.00%	89.74%
0.006250%	40	28	70.00%	69.23%
0.003125%	40	20	50.00%	48.72%
0.001563%	40	9	22.50%	20.51%

**TABLA N° 8:** Toxicidad de Malathion, para adulto de *C. capitata*, a las 48 horas de iniciada la ingestión.

Concentración comercial %	N° de insectos	N° de insectos muertos 48 horas después de aplicación.	%Mort. Observada	%Mort. Corregida
0.01250%	40	40	100.00%	100.00%
0.00625%	40	37	92.50%	92.31%
0.00313%	40	33	82.50%	82.05%
0.00156%	40	21	52.50%	51.28%

**TABLA N° 9:** Toxicidad de Spirotetramat, para adulto de *C. capitata*, a las 24 horas de iniciada la ingestión.

Concentración comercial %	N° de insectos	N° de insectos muertos 24 horas después de aplicación.	%Mort. Observada	%Mort. Corregida
1.60%	40	21	52.50%	51.28%
1.20%	40	16	40.00%	38.46%
0.80%	40	13	32.50%	30.77%
0.40%	40	10	25.00%	23.08%
0.20%	40	3	7.50%	7.69%

**TABLA N° 10:** Toxicidad de Spirotetramat, para adulto de *C. capitata*, a las 48 horas de iniciada la ingestión.

Concentración comercial %	N° de insectos	N° de insectos muertos 48 horas después de aplicación.	%Mort. Observada	%Mort. Corregida
1.60%	40	31	77.50%	76.92%
1.20%	40	30	75.00%	74.36%
0.80%	40	28	70.00%	68.42%
0.40%	40	22	55.00%	52.63%
0.20%	40	6	20.00%	17.95%

**TABLA N° 11:** Toxicidad de Imidacropid, para adulto de ***C. capitata***, a las 24 horas de iniciada la ingestión.

Concentración comercial %	N° de insectos	N° de insectos muertos 24 horas después de aplicación.	%Mort. Observada	%Mort. Corregida
2.00%	40	30	75.00%	74.36%
1.60%	40	25	62.50%	61.54%
1.20%	40	21	52.50%	51.28%
0.80%	40	16	40.00%	38.46%
0.20%	40	3	7.50%	10.26%

**TABLA N° 12:** Toxicidad de Imidacropid, para adulto de ***C. capitata***, a las 48 horas de iniciada la ingestión.

Concentración comercial %	N° de insectos	N° de insectos muertos 48 horas después de aplicación.	%Mort. Observada	%Mort. Corregida
2.00%	40	34	85.00%	84.62%
1.60%	40	32	80.00%	79.49%
1.20%	40	31	77.50%	76.92%
0.80%	40	28	70.00%	68.42%
0.20%	40	17	42.50%	41.03%

**TABLA N° 13:** Calculo de la ecuación de la regresión para Spinosad , tomado las 24 horas después de la aplicación, contra adulto de *Ceratitis capitata*.

% Materia Activa	# Insectos	Log.Conc. (+5) x		%Mort. corregid	% Probit. Empir	% Probit. Esperado(Y)	Probit trabajo (y)	coef. Peso(W)	coef. peso(w)	wx	wy	wxy	Probit calculado (Yc)
I	II	III		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
0.0006	40	60	1.8	82.05	5.9215	5.89	6.03	0.503	20.12	35.776	121.32	216	5.975989
0.00015	40	15	1.2	56.41	5.1623	5.18	5.167	0.634	25.36	29.826	131.04	154	5.223414
0.000075	40	7.5	0.9	41.03	4.7709	4.84	4.784	0.627	25.08	21.947	119.98	105	4.847127
0.0000379	40	3.79	0.6	33.33	4.5699	4.48	4.559	0.581	23.24	13.453	105.95	61.3	4.476885

**Sw:** 90

**Swx:** 97.768

**Swx2:** 121.20

**Swy:** 463.245

**Swxy:** 518.28

**Swy2:** 2356.15

**X̄:** 1.076

**Ȳ:** 5.096

**b<sub>1</sub>:** 1.7390

**b:** 1.25

**b<sub>2</sub>:** 0.7607

**L1:** 0.0001451

**CL50:** 0.000098

**L2:** 0.0000668

**L1:** 0.00537

**CL90:** 0.0010311

**L2:** 0.00020

#### ECUACION DE REGRESION

**Y:** 3.7533+1.255x

**x<sub>2</sub>:** 0.3788(En la tabla para 4G.L P<sub>0.05</sub>: 5.991)

**TABLA N° 14:** Calculo de la ecuación de la regresión para Malathion, tomado las 24 horas después de la aplicación, contra adulto de *C. capitata*.

% Materia Activa	# Insectos	Log.Conc. (+4) x		% Mort. corregid	% Probit. Empir	% Probit. Esperado(Y)	Probit trabajo (y)	coef. Peso (W)	coef. Peso (w)	wx	wy	wxy	Probit calculado (Yc)
I	II	III		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
0.007125	40	71.25	1.85	89.74	6.267	6.3	6.219	0.326	13.032	24.145	81.046	150.161	6.221979
0.0035625	40	35.63	1.55	69.23	5.5046	5.58	5.49	0.487	19.48	30.228	106.95	165.953	5.559412
0.0017813	40	17.81	1.25	48.72	4.9644	4.84	5.04	0.497	19.88	24.864	100.2	125.317	4.896845
0.0008906	40	8.906	0.95	20.51	4.1753	4.17	4.16	0.467	18.68	17.74	77.709	73.7996	4.234278

**Sw:** 71.072

**L1:**0.00251

**ECUACION DE REGRESION**

**Swx:** 96.978

**CL50:**0.00198423

**Swx2:** 139.58

**L2:**0.00156

**Y:**2.144+2.2010X

**Swy:** 365.895

**b<sub>1</sub>:**2.92866

**x<sub>2</sub>:** 0.558 (En la tabla para 4G.L P0.05: 5.991)

**Swxy:**515.230

**b:** 2.2010

**L1:** 0.0119

**Swy2:**1919.407

**b<sub>2</sub>:** 1.47351

**CL90:**0.007570072

**$\bar{X}$ :** 1.365

**L2:** 0.0047

**$\bar{Y}$ :** 5.148

**TABLA N° 15:** Calculo de la ecuación de la regresión para Spirotetramat , tomado las 48 horas después de la aplicación, contra adulto de *C. capitata*.

% MATERIA ACTIVA	# INSECTOS	LOG.CONC. (+2) x		%Mort. Corregida	%Probit Empir	%Probit. Esperado (Y)	Probit trabajo (y)	coef. Peso(W)	coef.peso(w)	wx	wy	wxy	Probit calculado(Yc)
I	II	III		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
0.16	40	16	1.204	76.92	5.737	5.75	5.436	0.503	20.12	24.23	109.4	131.7	4.04397988
0.08	40	8	0.903	68.42	5.482	5.39	5.46	0.601	24.04	21.71	131.3	118.54	3.81748491
0.02	40	2	0.301	17.95	4.078	4.078	3.97	0.471	18.84	5.671	74.76	22.504	3.36449497

Sw:63.0

Swx: 51.609

Swx2: 50.481

Swy: 315.38

Swxy:272.740

Swy2:1607.85

$\bar{X}$ : 0.819

$\bar{Y}$ : 5.006

b<sub>1</sub>: 2.40

b: 1.718

b<sub>2</sub>: 1.02

L1:0.100

CL50: 0.0656

L2:0.042

L1: 0.543

CL90:0.3827

L2: 0.227

#### ECUACION DE REGRESION

y:3.596+1.7186x

x<sub>2</sub>: : 3.9005 (En la tabla para 4G.L P<sub>0.05</sub>: 5.991)

**TABLA N° 16:** Calculo de la ecuación de la regresión para Imidacropid , tomado las 24 horas después de la aplicación, contra adulto de *C. capitata*.

% Materia Activa	# Insectos	Log.Conc. (+2) x		% Mort. corregida	% Probit. Empir	% Probit. Esperado (Y)	Probit Trabajo (y)	coef. Peso(W )	coef. Peso (w)	wx	wy	wxy	Probit calculado (Yc)
I	II	III		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
0.4	40	40	1.6	74.36	6.021	6.02	5.9884	0.4322	17.288	27.696	103.53	165.86	5.9937
0.32	40	32	1.5	61.54	5.824	5.67	5.8025	0.1912	7.648	11.511	44.378	66.795	5.87436
0.24	40	24	1.4	51.28	5.73	5.62	5.8025	0.3496	13.984	19.301	81.142	111.99	5.72049
0.16	40	16	1.2	38.46	5.482	5.49	5.4702	0.378	15.12	18.206	82.709	99.592	5.50363

Sw:54.4

Swx: 76.714

Swx2: 110.25

Swy: 311.7565

Swxy:444.2374

Swy2:1800.728

$\bar{X}$ :1.415

$\bar{Y}$ :5.769

$b_1$ : 2.9131

$b$ : 1.2315

$b_2$ : 0.4500

L1:0.47

CL50:0.0625

L2:0.083

L1: 3.34

CL90:0.6761

L2: 0.014

#### ECUACION DE REGRESION

y: 4.020+1.2315x

$x_2$ : 1.5092 (En la tabla para 4G.L  $P_{0.05}$ : 5.991)

**TABLA N° 17:** Ecuación y coeficiente de regresión de los insecticidas por método de ingestión, contra adultos de **C. capitata** y el respectivo coeficiente de regresión, con sus límites fiduciales.

INSECTICIDAS	COEFICIENTE Y ECUACION DE REGRESION		
	Ecuación	b	Limites
<b>Spinosad</b>	Y:3.7533+1.255x	1.25	1.739
			0.7607
<b>Malathion</b>	Y: 2.144+2.2010x	2.201	2.928
			1.473
<b>Spirotetramat</b>	Y: 3.596+1.7186x	1.7118	2.4
			1.02
<b>Imidacropid</b>	Y: 4.020+1.2315x	1.2315	2.913
			0.45

**TABLA N° 18:** Concentraciones Letales 50 y 90, con sus respectivos límites fiduciales; de los insecticidas por método de ingestión, contra adultos de **C. capitata**.

INSECTICIDAS	CONCENTRACIONES LETALES			
	CL50	LIMITES	CL90	LIMITES
<b>Spinosad</b>	0.000098 %	0.0001451	0.0010311 %	0.00537
		0.0000668		0.0002
<b>Malathion</b>	0.001984 %	0.00251	0.007570%	0.01192
		0.00156		0.0047
<b>Spirotetramat</b>	0.0656%	0.1	0.3827%	0.543
		0.042		0.227
<b>Imidacropid</b>	0.0625%	0.47	0.6761%	3.34
		0.083		0.014

---

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que fue realizado este trabajo, se llegan las siguientes conclusiones.

- ❖ Spinosad mostro la mayor toxicidad contra adultos de ***Ceratitis capitata***, con una CL50 de 0.000098%, seguido del ingrediente activo malathion, cuya CL50 fue de 0.001031%
- ❖ Comprobando los ingredientes activos, spinosad resultó con una toxicidad aproximadamente de 20 veces mayor que malathion.
- ❖ Las CL50 de imidacropid y spirotetramat, en su efecto por ingestión sobre **C.capitata** fueron muy altas: 0.0625% y 0.0656% respectivamente.
- ❖ Comparando los ingredientes activos, spinosad resultó con una toxicidad aproximada de seiscientos veces mayor que spirotetramat e imidacropid
- ❖ Spinosad y malathion, especialmente el primero, pueden utilizarlo muy bien en adición a un atrayente alimenticio, como proteína hidrolizada, para control de **C.capitata** en situaciones de campo.

---

## VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos de laboratorio y campo, estudiando las dosificaciones de CL90 de spinosad y malathion, en adición a atrayente alimenticio, para control de **C. capitata**.
2. Estudiar bajo condiciones de laboratorio otros insecticidas, que actúen por ingestión, contra **C. capitata** para tener nuevas alternativas para rotación de insecticidas.

---

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Aluja S. M. 1993. Manejo integrado de la mosca de la fruta. México. Editorial Trillas, 251 p.
2. Aluja, S.M. 1993. Manejo Integrado de mosca de la fruta. México. Primera Edición. Editorial Trillas. 256p
3. Abbink, J.S 1991. The biochemistry of imidacloprid. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 42: 183–195.
4. Alonso, J & García M, (2004). Estudio preliminar acerca de los Hospederos Alternantes de la mosca de la Fruta (**Ceratitis capitata**), en la provincia de Ayabaca, Sierra Norte de Piura. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura.
5. Bateman, M. A. 1972 The ecology of fruit flies. Anual Review of Entomology, **17**, 493 518. Annu.
6. Back & Pemberton, N.M 1991. Manejo Integrado de las Moscas de las Frutas Identificación, biología y detención del insecto. Revista FONAIAP DIVULGA No 41. 16 pág.
7. Bodenheimer, S. 1951. Guía Práctica para la Identificación y el Manejo de la plaga De los Citrus. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Corrientes; EEA Bella Vista. Página/s: 987-43-9735-7.

- 
8. Caraballo, J. 1981 Las moscas de la fruta del género *ceratitis capitata*, 1868 110 (Dip.: Tephritidae) de Venezuela. Caracas- Venezuela, (Tesis de Grado) Maracay: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. 210 pág.
  9. Christenson, L.D.; Foote, R.H. 1960 Biology of fruit flies. Texas. E.U. Rev. Entomol. Annu. Rev. N° 5.
  10. Camacho, S.J. 1930 Especies del Genero *ceratitis capitata*, el Noreste Peruano. Rev. Peruana Entomol. 32-70. 70pp. 111
  11. Cornelius, M. L.; DUAN J. J.; MESSING, R. H. 2000. Volatile host fruit odors as attractants for the Oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology 93 (1): 93-100
  12. Cunningham, R.T 1989. Infestation Rate of Papaya by Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) in Relation to the Degree of Fruit Ripeness. J. Econ. Ent. 82(10): 213-219.
  13. David, B. 2001. Reseña histórica del control y erradicación de moscas de la fruta. Memoria del primer curso nacional sobre control integrado de moscas de la fruta. Panamá- Facultad de Agronomía. 110 pág.
  14. Drew, R.A.I y Lloyd, A.C. 1989. Bacteria associated with fruit flies and their host plants. A.S. Robinson and G. Hooper [eds.], World crop pests, vol.3A. Fruits flies, their biology, natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam. 131- 140
  15. Ekesi S, NK Maniania, SA Lux. 2003. Effect of soil temperature and moisture on survival and infectivity of *Metarhizium anisopliae* to four tephritid fruit fly puparia. Journal of Invertebrate Pathology 83: 157-167.

- 
16. Epsky, Heathet, Ros N.D. 1995-1996. Capture of mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) using color inserts in trimedlure-baited Jackson traps. Environ. Entomol. 25:256-260.
  17. Feron, M. 1962. L'instinct dereproduction chez la mouche mediterraneenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied. (diptera: Tephritidae). Comportement sexuel. Comportement de ponte. Rev. Path Veg. Entomol. Agric. France. 41: 1-129.
  18. Fletcher, B.S. 1989. Movements of Tephritid FruitA.S. Robinson and G. Hooper [eds.], World crop pests, vol.3B.Fruits flies, their biology, natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam.209-219.
  19. FAO.2006. Establecimiento de Áreas libres de Plagas para Moscas de la Fruta (Tephritidae). Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias.
  20. Fandiño, C.J 1961. Posibilidad de control de *Ceratitis capitata* W., en el cultivo de cítricos con trampas tephri-trap y nuevos atrayentes empleados en la captura masiva de adultos. Nutri-fitos. 116- 120.
  21. Gutiérrez Samperio, J. 2003 Importancia de la familia Tephritidae en la Fruticultura. En: Curso Internacional sobre moscas de la fruta. Memorias. Metapa de Domínguez, Chiapas, p.p. 1 – 5.
  22. Guía 2005 para el trampeo en programas de control de la mosca de la fruta en áreas Amplias. Organismo Internacional de Energía Atómica, Austria.
  23. Galun, R.; Gothilf, S.; Blondhein, S.; Sharp, J.L.; Mazor, M. y Lachman, A. 1985. Comparision of aggregation and feeding responses by normal

---

and irradiated fruit flies, *Ceratitis capitata* and *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae). Environ. Entomol. 14(6): 726-732.

24. Gothilf, S. Y Levin, G. 1987. Attraction of the mediterranean fruit fly to ammonium and protein bait traps. Fruit flies of economic importance 87. Proceedings of the CEC/IOBC International Symposium. Roma/Italia. 1987. 387-391.
25. Gómez Clemente, F. y Planes, S. 1952b. Experiencias de lucha contra la *Ceratitis capitata* en melocotoneros por medio de mosqueros y pulverizaciones con insecticidas orgánico-clorados. Bol. Pat. Veg. y Ent. Agr. 19:(107-134).
26. Gamero, O. 1991. Medidas fitosanitarias para controlar las moscas de la fruta: *Ceratitis capitata* Wied y *Anastrepha* (común). Revista peruana de entomología. Vol. 4. N° 1:25- 29.
27. Hagen, K.S. 1958. Honeydew as an adult fruit fly diet affecting reproduction. Proceedings 10th Intern. Congress of Entomology, Montreal, 1956. Vol. 3:25- 30.
28. Hagen, K.S. y Tassan, R.L. 1972. Exploring nutritional roles of extracellular symbiotes on the reproduction of honeydew feeding adult Chrysopids and Tephritids. In: J.G. Rodriguez (Editor), Insect and mite nutrition. North- Holland-American Elsevier, Amsterdam and London. pp. 323-351.
29. Hafez, F.C. 2000. Die Bohrfliegen Sudamerikas...Abhandl. Ver. Koning. Zool. Anthr. Ethn. Mus... Dresden 14(6):726-732.

- 
30. Jijón, M.A. 2002. Universidad de Caldas Facultad de Ciencias Agropecuarias Programa de Agronomía. Manizales – Colombia PP. 9-11.
31. Korytkowski, C.A, 1968. Manual para la identificación de moscas de la Fruta. Tomo II: genero *ceratitis capitata*. Panamá- 137pp.
32. Kontsedalov, E.F. 2009. Possibilities of insect control or eradication through the use of sexually sterile males. J. Econ. Entomol. 48: 459-462.
33. Kimani-Njogu. 2001. biosystematics of the *psytalia concolor* species complex (hymenoptera:braconidae: opinae): the identity of populations attacking *ceratitis capitata*
34. (diptera: tephritidae) in coffee in kenya. *biological control* 20: 167-174.
35. Larraín, J.S 1999. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* for *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in soil with different pesticides. Neotropical Entomology 35: 382-389.
36. Líquido, N.J.; 1991 Host plants of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) on the Island of J. Econ. Entomol. 83(5): 1863-1878.
37. Líquido, N.J.; 1991. Host plants of Mediterranean fruit fly: an annotated World review. Ann. Entomol. Soc. Am. 77: 1-52.
38. Miranda, M.A.; Del Rio, R. y Alemany, A. 2001. Control de *Ceratitis capitata* (Wied) (Diptera, Tephritidae) mediante trampeo masivo en cítricos de Mallorca. Resúmenes del 2ª Congreso Nacional de Entomología Aplicada. VIII Jornadas Científicas de la S.E.E.A. Pamplona del 12 al 16 de Noviembre de 2001. 77- 78.

- 
39. Moner, J.P.; Petit, V. y Bernat, J. 1987. La mosca de las frutas (*Ceratitis capitata* Wied.). G. Valenciana. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación. 60 pp.
40. Morton, T.C. y Bateman, M.A. 1981. Chemical studies on proteinaceous attractants for fruit flies, including the identification of volatile constituents. *Australian Journal of Agricultural Research*. 32: 905-916.
41. NÚÑEZ, S. 2004. Entomological outlook for IFP implementation in Uruguay. *Proceedings of the International Conference on Integrated Fruit Production*. *Acta Horticulturae*, 525:363- 365.
42. Nauen & Konanz 2005. Spiromesifen (Oberon<sup>®</sup>) as a new chemical option for resistance management in whiteflies and spider mites *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 58, 485-502
43. Norrbom, A. 1987 A list of the reported plants of the species *Ceratitis capitata* (Dip: Tephritidae). U.S.D.A. Animal and plant health Inspection service. *Plant protection and quarantine*. Aphis. p. 81-52.
44. Osorio 2000. Purification and characterisation of proteins secreted by the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* with insecticidal activity against adults of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Pest Management Science* 65(10): 1130-1139.
45. Pequeño, L. 1940. El embolsado de melocotones como medio de defensa contra la *Ceratitis capitata* Wied. *Bol. Pat. Veg. y Ent. Agr.* 9:( 268-272).

- 
46. Prokopy, R. J.; 1978. Learning to find fruit in *Ceratitis capitata* flies. Entomol. Exp. Appl. 53:65-72.
47. Prokopy et al 1978. Distribution and sudamericana de La fruta *ceratitis capitata*. in host per and Trees in nature. Texas –E.U. Ann. Entomol Soc. Ammer. Rev N° 76. 1976.
48. Quayle, H. J. 1929: The Mediterranean and other Fruit- Flies. Agric. Exp. Stat. Berkeley. California, 24.
49. Reynolds, A.L. y Prokopy, R.J. 1997. Evaluation of odor lures for use with red sticky spheres to trap apple maggot (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 90:1655-1660.
50. Ros Amador.J.P 2002 Diagnosis y clave pictórica para las especies del genero *ceratitis capitata*, 1868 (díptera: Tephritidae) de importancia económica nivel mundial . Vol. 16(3): 157-164
51. Roessler, Y. 1989. Insecticidal bait and cover sprays. A.S. Robinson and G. Hooper [eds.], World crop pests, vol.3B. Fruits flies, their biology, natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam. 329-336.
52. Ros, J.P., Moner, P.; Roig, V., Castillo, E. y Lorite, P. 1988. Eficacia del hidrolizado de proteína en las pulverizaciones-cebo contra *Ceratitis capitata* Wied. Bol. San. Veg. Plagas.14:5-9.
53. Steiner, L.F. 1962. Progress of fruit fly control by irradiation sterilization in Hawaii and Mariana Islands. International Journal of Applied Radiation and Isotopes. 13: 427-434.

- 
54. Vilatuña, J; Sandoval, L; Tigrero, J, 2010. Manejo y control de moscas de la Fruta. Quito, Ecuador. 160 p.
55. White, I. M.; Elson- Harris M.M. 1992. Fruit flies of economic significance: their Identification and biology. 601 p.
56. Weems, G.A. 1981. Successful control of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wied.)(Diptera.Tephritidae) by mass-trapping method, in an orange orchard in Greece.Proceedings of the XX International Congress of Entomology (abstr.).Florence. Italia. 713 P
57. Wiedeman, 1824 Estudios sobre a ecología das "moscas das frutas" (Trypetidae) no Estado de Sao Paulo, visando o controle racional da praga. O Biológico, Sao Paulo, 32(I):7-20.
58. Zucchi R.A 1987 Mosca – das- fruta de importancia Econômica no Brasil, Ribeirao Preto, Holos Editora, 327

---

## VIII. APENDICE

### A. TRACER 120SC (Aris Industria)

#### ❖ Descripción Del Producto

TRACER\* 120 SC es un insecticida formulado a base de Spinosad es derivado de un proceso natural de fermentación producida por el actinomiceto *Saccharopolispora spinosa*.

TRACER\* 120 SC actúa tanto por ingestión como por contacto. Su modo de acción es a nivel del sistema nervioso central de los insectos, con un mecanismo único que evita la resistencia cruzada con insecticidas de otros modos de acción. Aplicado sobre el follaje se fija e incorpora a los tejidos de la planta de esta manera es protegido de la fotólisis.

TRACER\* 120 SC produce la hiperactivación de las neuronas motores promueve la excitación de los músculos, además otros síntomas como movimiento intenso de las alas, temblores, postración, etc. Finalmente provoca la muerte del insecto.

#### ❖ Características Del Producto

Composición

- ✓ **Ingrediente activo** : Spinosad
- ✓ **Aditivos** 120 g/L Hasta completar un 1 L
- ✓ **Grupo Químico** Spinosyns
- ✓ **Formulación** :Suspensión concentrada (SC)
- ✓ **Formulador**: Dow Agro Sciences LLCC
- ✓ **Procedencia**: Estados Unidos

---

## B. MALATHION 57 EC

**Datos De La Empresa Comercializadora:** FARMAGRO S.A.

**Composición :** Malathion

**Concentración :** 623 g/L

**Formulación :** Emulsión concentrada

**Grupo Químico :** Organofosforado

**Clase de Uso :** Higiene Industrial

### ❖ Características

Malathion 57% EC es un insecticida órgano fosforado de muy baja toxicidad para las personas y animales de sangre caliente, de acción estomacal y de contacto contra los insectos que controla, tiene gran eficacia, de muy fácil aplicación y muy seguro en su manejo.

### ❖ Propiedades Fisicoquímicas

**Densidad Relativa :** 1.066 g/L a 20°C

**PH :** 3.9 ± 5%

**Estado Físico :** Líquido

**Color :** Cristalino Amarillento

**Olor :** Ligeramente Aromático

**Explosividad :** No explosivo

**Corrosividad :** No corrosivo

**Estabilidad en Almacenamiento:** Es estable bajo condiciones normales de manipulación y almacenamiento por 2 años.

---

❖ **Modo De Acción**

Malathion 57% EC actúa por contacto y de forma estomacal.

**Mecanismo De Acción:** Malathion 57% EC actúa inhibiendo la Acetyl colinesterasa mediante el bloqueo de la enzima acetilcolina, la cual interrumpe la transmisión de los impulsos nerviosos, dando como resultado una depresión respiratoria del insecto, cansancio muscular y finalmente provocando su muerte.

**C. MOVENTO 150 (BAYER)**

Es un insecticida que contiene spirotetramat, sustancia activa perteneciente a la nueva familia química de los derivados del ácido tetrónico. Movento 150 O-Teq muestra un marcado comportamiento sistémico (ascendente y descendente), actuando especialmente por ingestión. Este producto es activo sobre un amplio grupo de plagas del grupo de los homópteros (pulgones, moscas blancas y cochinillas).

<b>Formulación:</b>	Dispersión Oleosa (OD)
<b>Modo de Acción:</b>	Sistémico y de contacto
<b>Mecanismo de Acción:</b>	Inhibe la síntesis de los lípidos
<b>Toxicidad:</b>	Ligeramente Peligroso.
<b>Grupo Químico:</b>	Ácidos Tetrámicos

❖ **Principales Características**

Movento es un nuevo insecticida foliar que contiene Spirotetramat. Es un inhibidor de la biosíntesis de los lípidos de tal manera que la muda no puede completarse, ocasionando la muerte del insecto. Una vez penetrado en la planta, Spirotetramat se hidroliza a su forma enólica. Como ácido débil, este compuesto es móvil dentro del floema de la planta, por tanto se puede mover acropetala y basipetalamente. Debido

---

a su ambimovilidad, el nuevo follaje desarrollado después de la aplicación por aspersión también está protegido.

Movento 150 O-Teq actúa sobre la plaga objetivo principalmente vía ingestión. Por tanto, la eficacia biológica depende de la penetración de la sustancia activa en los tejidos de las hojas y de la translocación dentro de la planta. La penetración y la sistemía, y en consecuencia la eficacia, pueden verse reducidas si las aplicaciones se realizan durante periodos de estrés fisiológico del cultivo (por ejemplo, por bajas temperaturas o sequía) o cuando las plantas no están en crecimiento activo. Es por ello que Movento 150 O-Teq actúa mejor si se aplica al follaje verde en crecimiento y a las ramas jóvenes. Además, cubrir el envés de las hojas asegurará una penetración y translocación óptimas del ingrediente activo.

#### **D. ZUXION 200LS**

**Producto :** ZUXION® 20 LS

**Ingrediente activo :** Imidacloprid

**Clase de uso :** Insecticida Agrícola

**Grupo Químico :** Neonicotinoide

**Formulación :** Concentrado soluble Concentración : 200 g/L

**Registro:** N° 916-99-AG-SENASA Titular : SILVESTRE PERÚ S.A.C.

**Distribuidor:** SILVESTRE PERÚ S.A.C.

**ZUXION® 20 LS** es un insecticida agrícola categorizado como **Ligeramente Peligroso**.

---

❖ **Mecanismo y modo de acción**

ZUXION® 20 LS es un insecticida neonicotinoide sistémico que actúa por contacto e ingestión. Específicamente, causa un bloqueo en un tipo de vía neuronal (nicotinérgico) que es más abundante en insectos. Este bloqueo conlleva a la acumulación de acetilcolina, resultando en parálisis y la muerte del insecto. Actúa como un antagonista afectando a los receptores nicotínicos post-sinápticos en el sistema nervioso central del insecto.

ZUXION® 20 LS se recomienda para el control de diversas especies de pulgones, cigarritas, queresas, cochinillas harinosas, moscas blancas y trips que atacan diversos cultivos como alcachofa, espárrago, algodónero, leguminosas, páprika y frutales en general.

❖ **Consideraciones Para La Aplicación**

ZUXION® 20 LS, penetra en la planta y se mueve desde el tallo a los extremos (raíces y ápice) de la planta.

Aplicar a primeras horas de la mañana o por la tarde.

Usar equipo de protección personal durante la manipulación, mezcla y aplicación del producto.

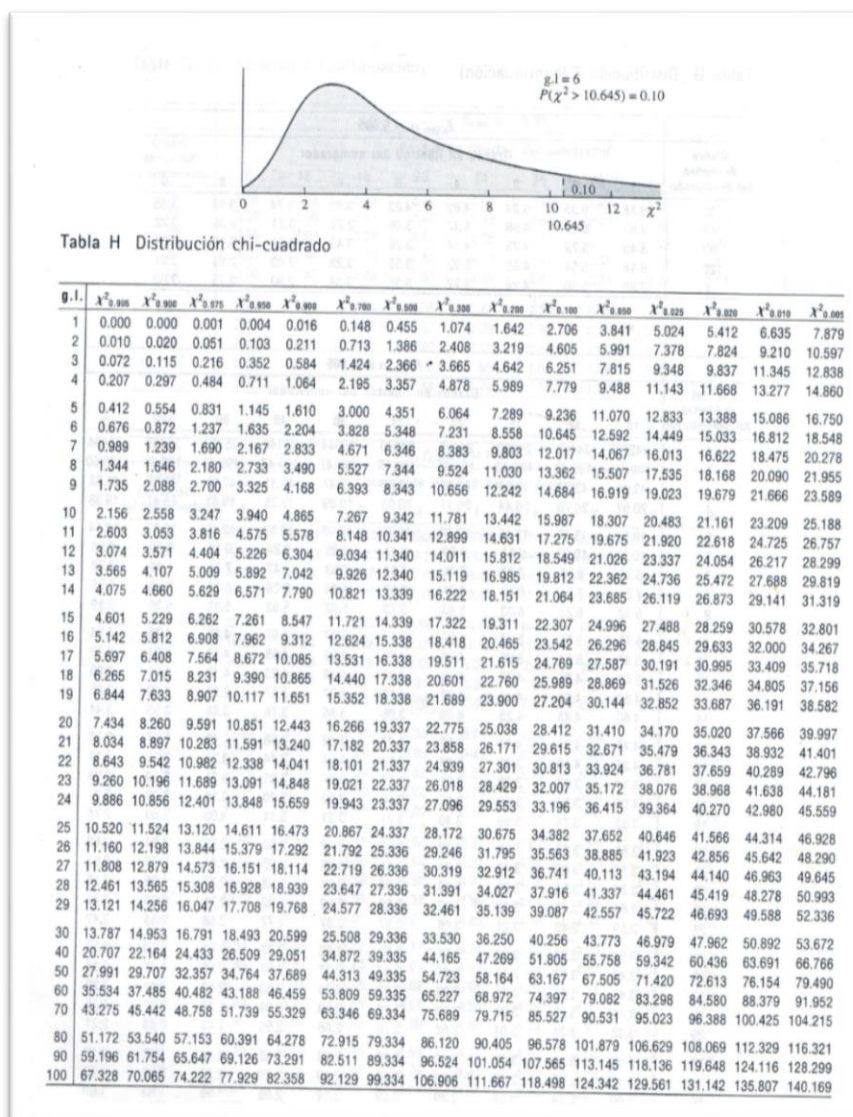
Asegurar que la aplicación del producto sea uniforme, verificando que los equipos de aplicación se encuentren debidamente calibrados

Rotar con productos de diferente modo de acción para evitar el desarrollo de resistencia de la plaga objetivo.

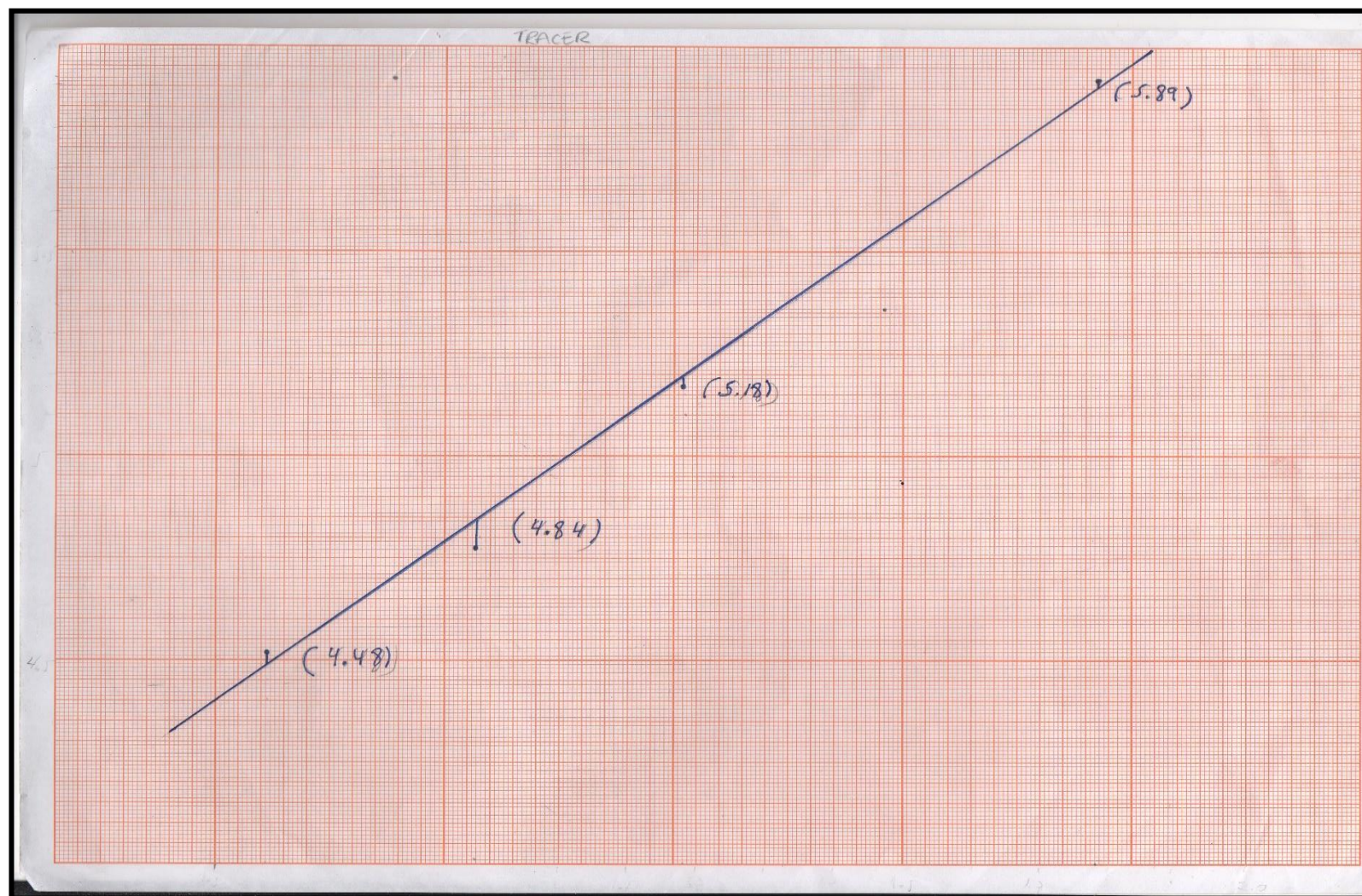
**Tabla N° 1A:** Concentraciones empleadas durante las Pruebas de Toxicidad.

INSECTICIDAS	CONCETRACIONES LETALES	
	Producto comercial %	Producto activo %
TRACER 120SC (Spinosad)	0.01%	0.0006
	0.00%	0.00015
	0.00%	0.000075
	0.00%	0.0000192
MALATHION 570EC (Malathion)	0.01%	0.007125
	0.01%	0.0035625
	0.00%	0.0017813
	0.00%	0.0008906
MOVENTO 100 (Spirotetramat)	1.60%	0.16
	0.80%	0.08
	0.20%	0.02
ZUXION 200 (Imidacropid)	2%	0.4
	1.60%	0.32
	1.20%	0.24
	0.80%	0.16

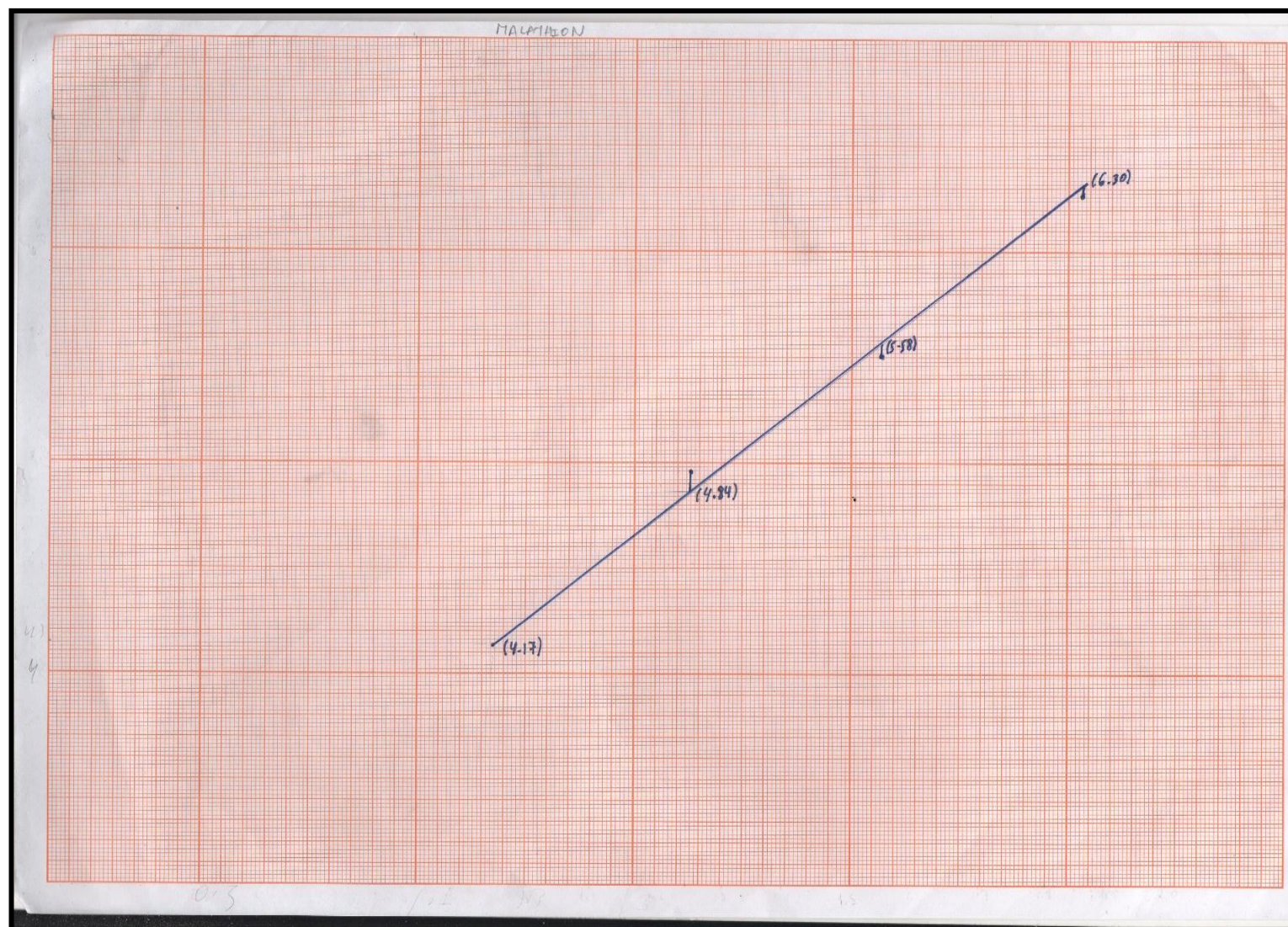
Figura N° 1A: Distribución de Chi- cuadrado



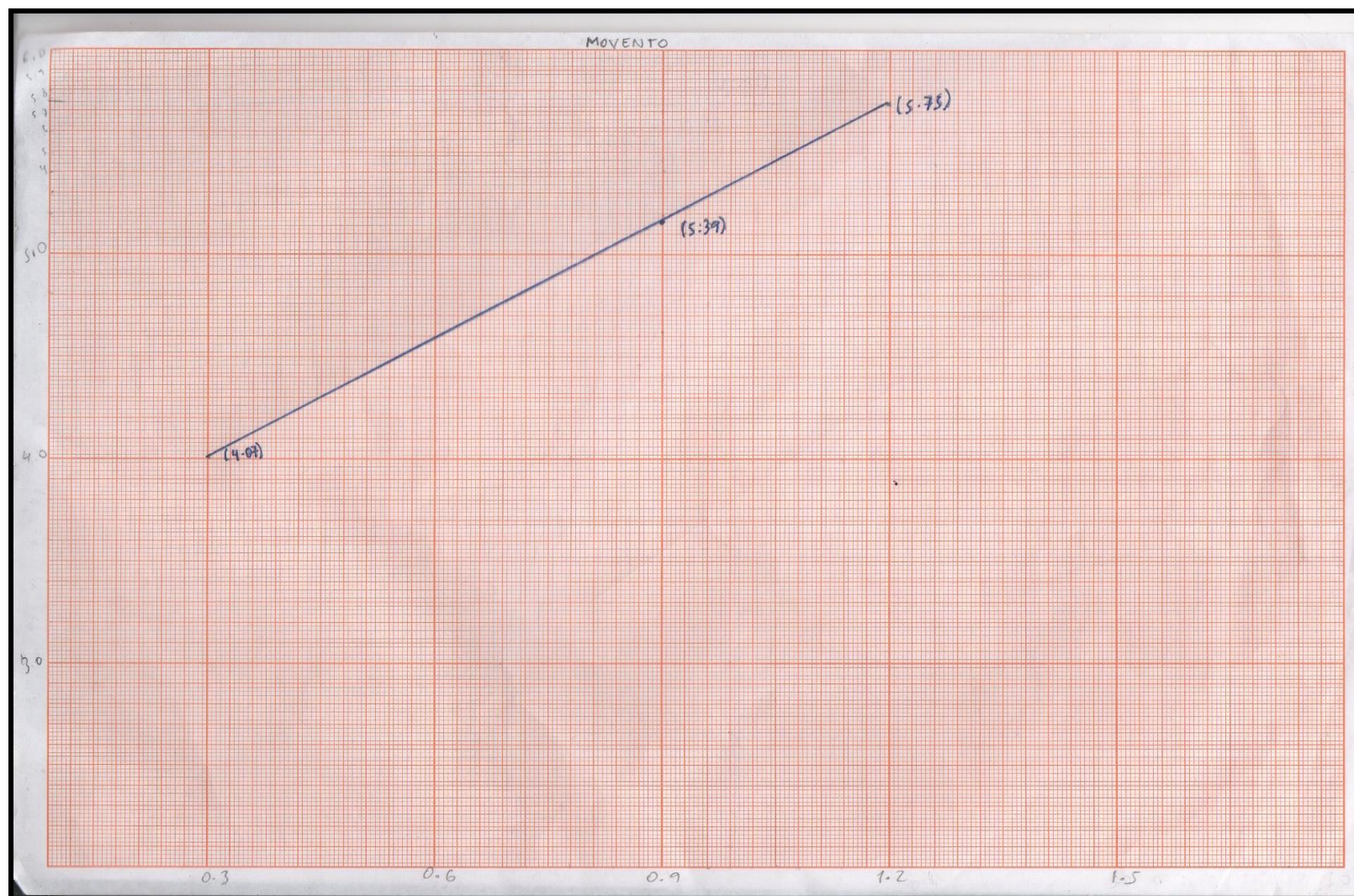
**FIGURA 2A-** Grafica de Probit esperado en el tratamiento de Spinosad aplicado a las 24 horas.



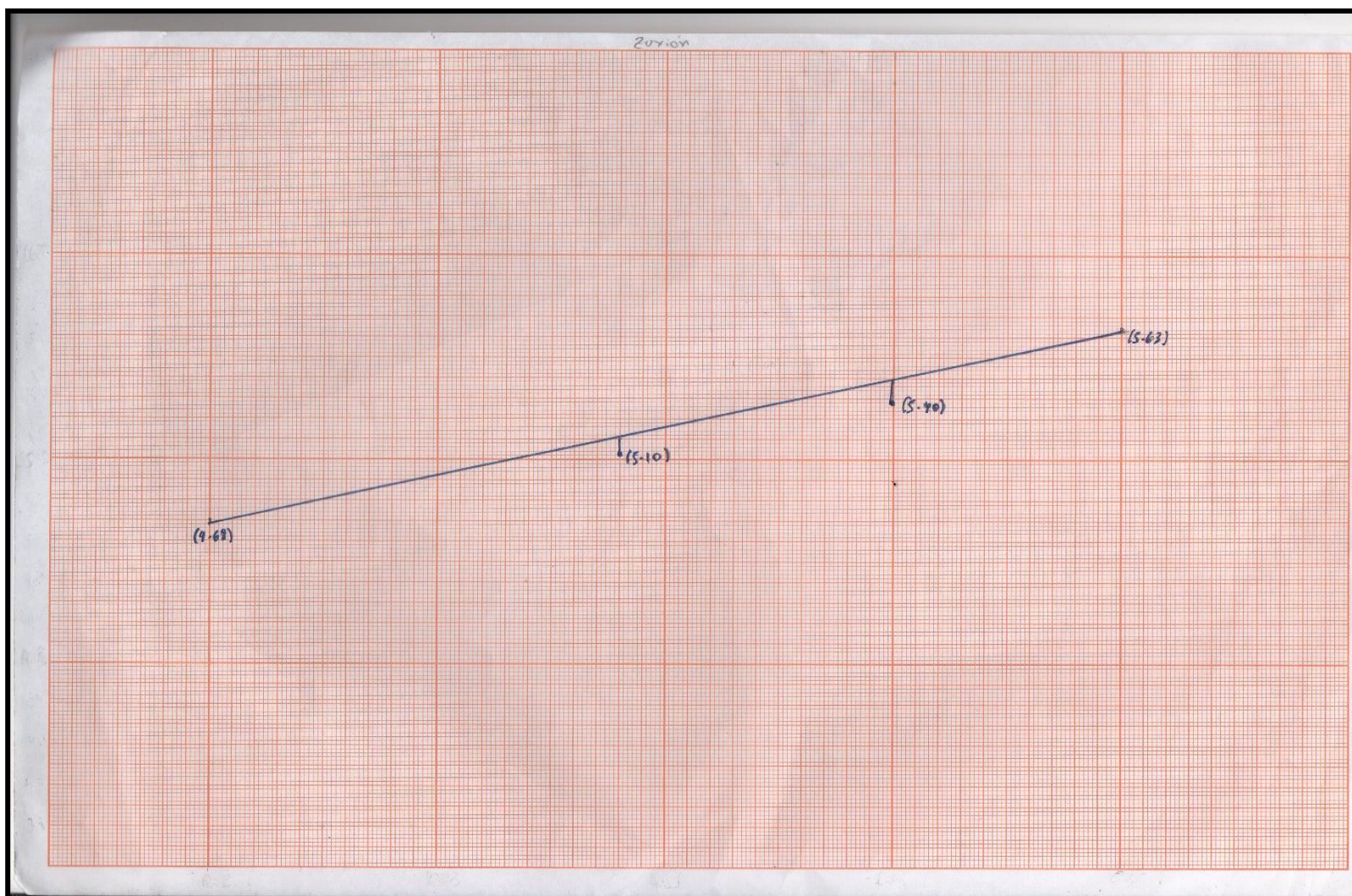
**FIGURA 3A.-** Grafica de Probit esperado en el tratamiento de Malathion CE aplicado a las 24 horas.



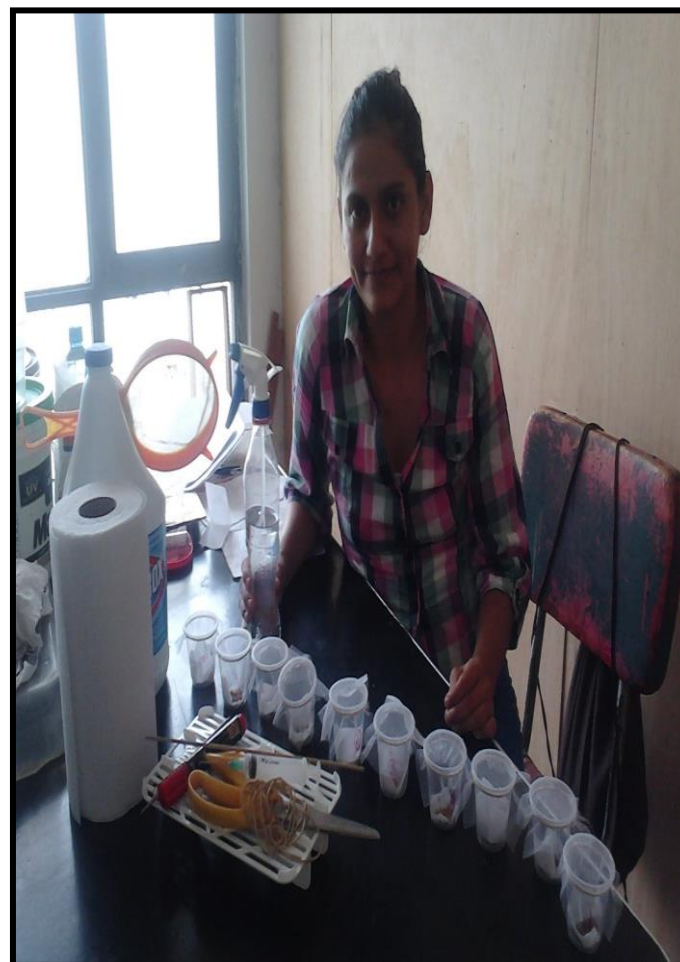
**FIGURA 4A.-** Grafica de Probit esperado en el tratamiento de Spirotetramat aplicado a las 48 horas.



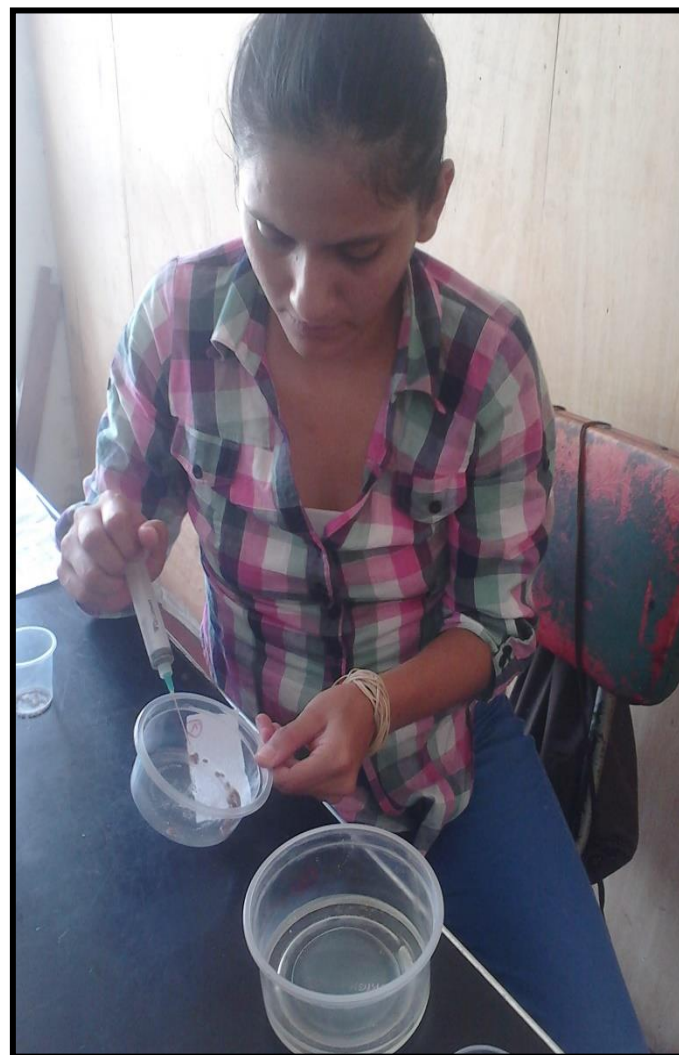
**FIGURA 5A.-** Grafica de Probit esperado en el tratamiento de Imidacropid aplicado a las 24horas.



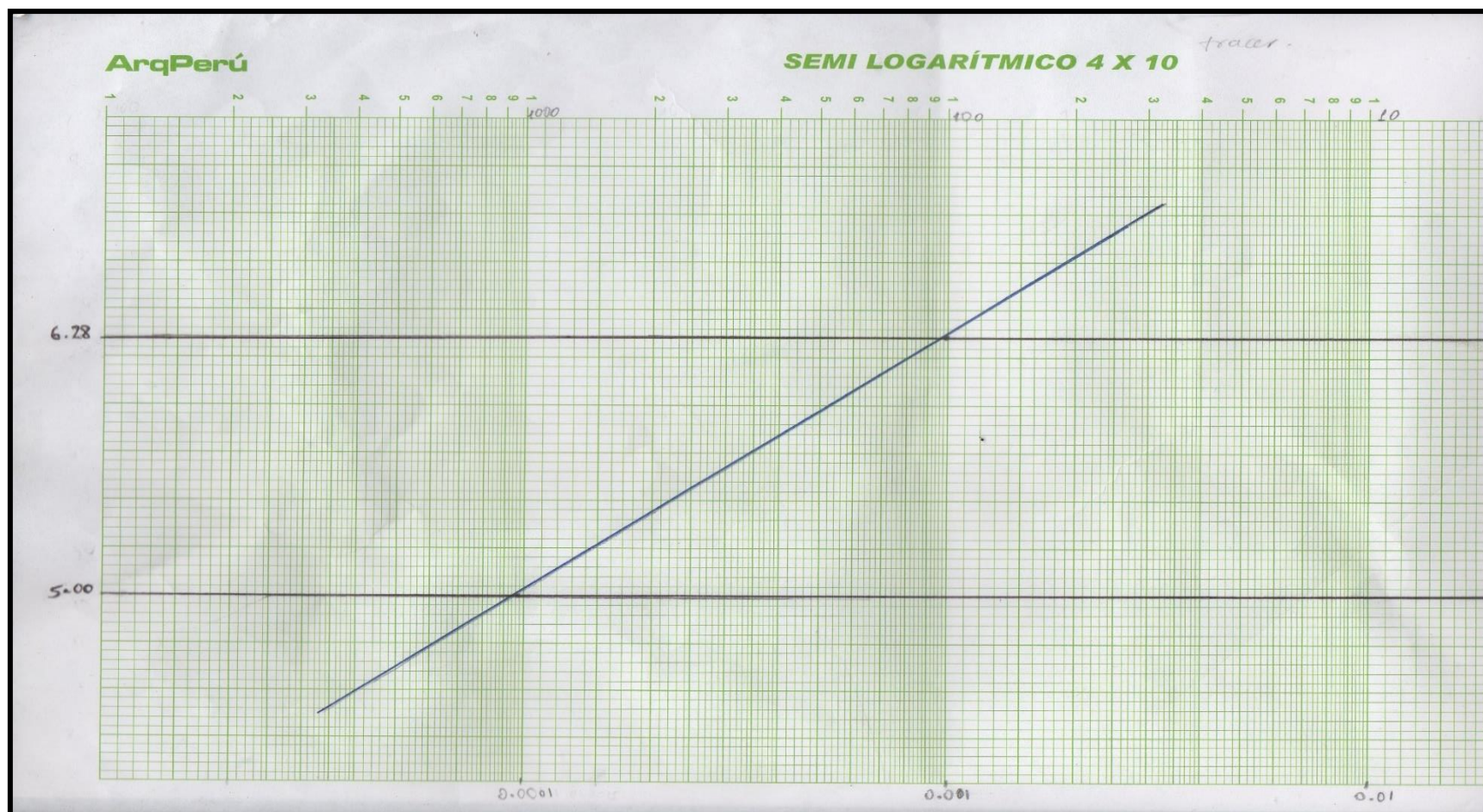
**FIGURA 6A.-** Galería de fotos realizando el proyecto de investigación.



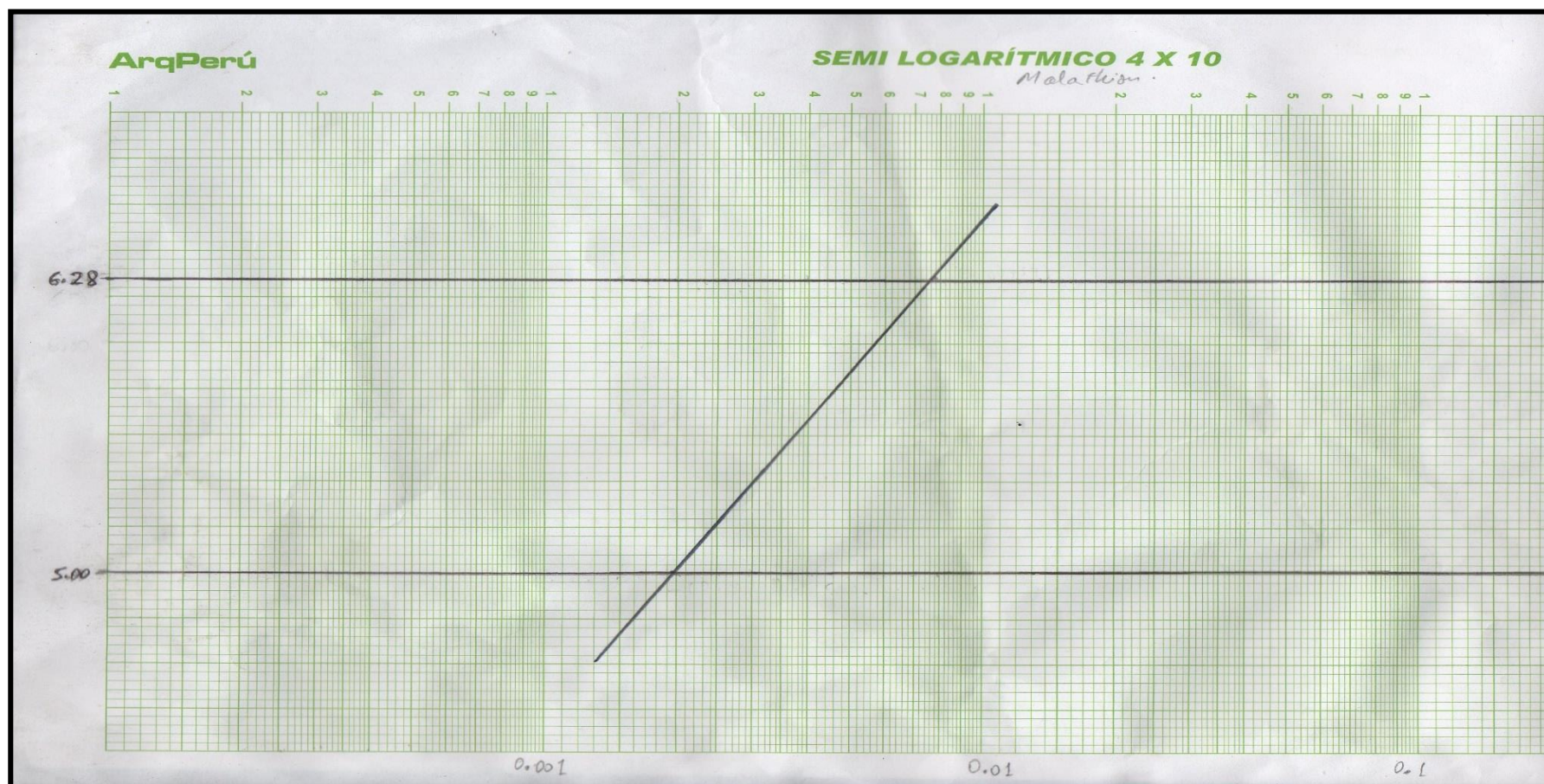
**FIGURA 7A.-** Galería de fotos realizando el proyecto de investigación



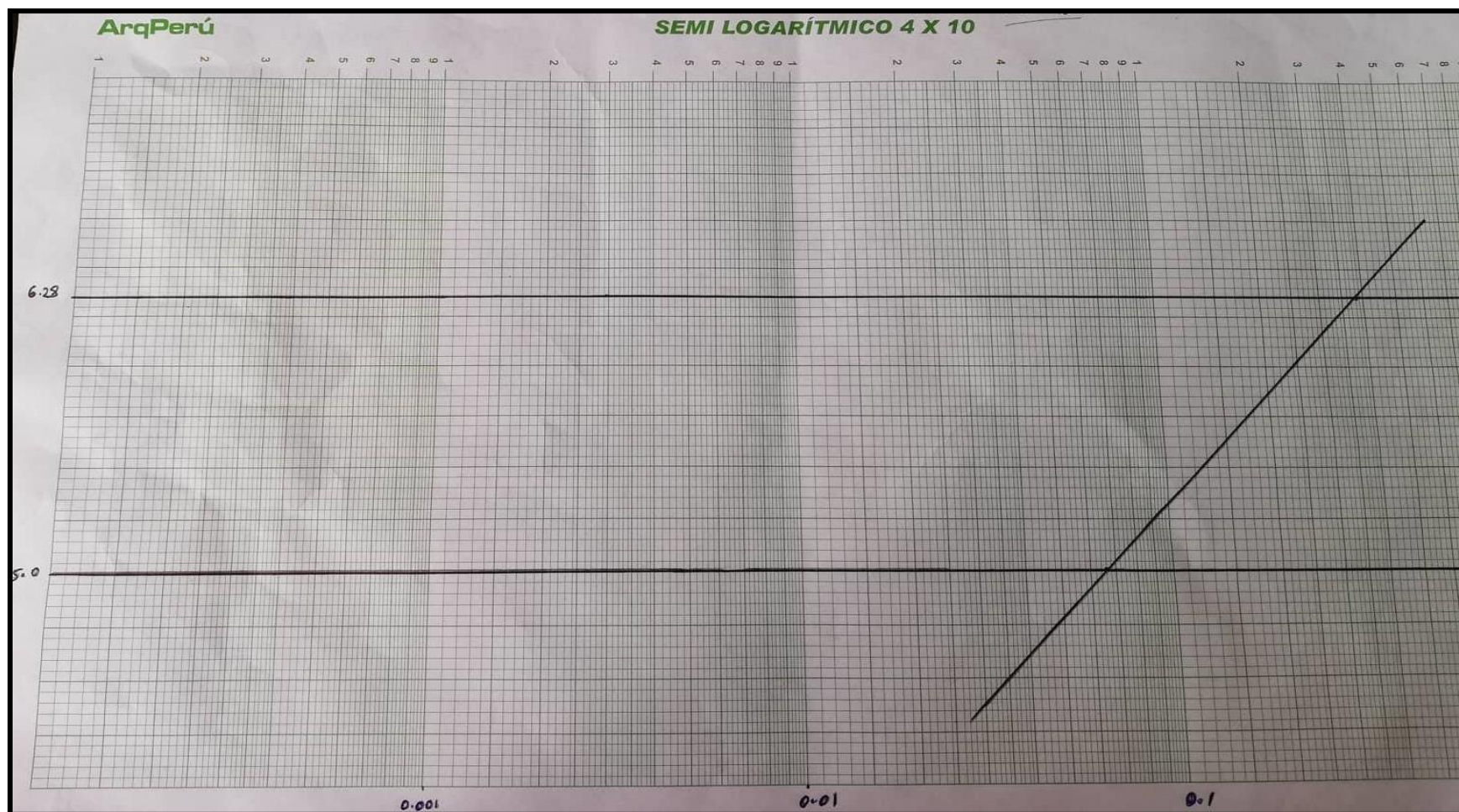
**Figura 8A :** Línea de regresión de la concentración de la mortalidad, para el producto Spinosad, probado para adulto de *C. capitata*.



**Figura 9A:** Línea de regresión de la concentración de la mortalidad, para el producto Malathion, probado para adulto de **C. capitata**.



**Figura 10A:** Línea de regresión de la concentración de la mortalidad, para el producto Spirotetramat, probado para adulto de *C. capitata*.



**Figura 11 A :** Línea de regresión de la concentración de la mortalidad, para el producto Imidacropid probado en adulto de *C. capitata*.



**Figura 12 A:** Línea de regresión de la concentración de la mortalidad, grafica de los cuatro insecticidas, probado para adulto de *C. capitata*.

