



UNIVERSIDAD NORBERT WIENER

ESCUELA DE POSTGRADO

TESIS:

**“EFECTO DE ALDICARB Y METAMIDOFOS EN LA TASA DE DESARROLLO DE
Chrysomya albiceps, *Cochliomyia macellaria* E INTERVALO *POSTMORTEM*”**

PRESENTADO POR:

CANALES GUILLÉN, JOSÉ LUIS

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE

DOCTOR EN CRIMINALÍSTICA

Lima – Perú

2020

**“EFECTO DE ALDICARB Y METAMIDOFOS EN LA TASA DE
DESARROLLO DE *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria* E
INTERVALO *POSTMORTEM*”**

DEDICATORIA

A mis queridos padres y hermano por ser siempre los soportes de amor y perseverancia en este camino de desarrollo personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

De forma especial a mi asesor de tesis Dr. José Jauregui Montero especialista en el área forense, por la dirección, conocimientos y disponibilidad en el proceso de esta investigación, además de sus consejos y apoyo moral.

A quienes dirigen la Escuela de Posgrado de la Universidad Norbert Wiener especialmente a la Dra. Daisy Sánchez, por las oportunidades brindadas.

Al Ing. Frits Palomino, un gran amigo conocedor de la estadística y apasionado por la investigación científica, por su valioso e importante apoyo en esta investigación.

A los directivos del Instituto de Medicina Legal – Sede Cañete, por las facilidades brindadas para la ejecución de proyecto de investigación en sus instalaciones.

A mi estimado amigo el Dr. Manuel Gregorio Hernández, colaborador importante en el desarrollo y concreción de esta investigación.

Finalmente expresar mi profundo agradecimiento a grandes seres humanos, profesionales y amigos en las ciencias forenses Luz y Martín, por el entusiasmo y apoyo incondicional.

RESUMEN

Es conocida la importancia de los insectos necrófagos en el campo de las investigaciones forenses, ya que se los considera como indicadores de tiempo de muerte o intervalo *postmortem*, sin embargo, existen determinados factores que pueden influir en ello, como la presencia de ciertos tóxicos involucrados en las muertes ya sea de forma provocada o accidental. En ese sentido el objetivo de la presente investigación fue determinar los efectos que los plaguicidas aldicarb y metamidfos ejercen sobre el desarrollo biológico de dos de las principales especies de interés forense *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria* que son empleadas para la estimación del intervalo *postmortem* en las ciencias forenses. Para ello se inocularon tres dosis distintas 0.5DL₅₀, DL₅₀ y 2xDL₅₀ de ambas sustancias tóxicas en el alimento de estas especies.

Se elaboraron curvas de crecimiento post embrionario de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*, con base en la longitud (mm), el tiempo de desarrollo, tomando en cuenta las tres dosis de ambos plaguicidas; la crianza de ambas especies fue a temperatura ambiental media de 28.5 °C, y humedad relativa media de 58.3%., ello permitirá estimar el intervalo *post mortem* (IPM).

Con base en los resultados de la presente investigación se puede concluir que los pesticidas aldicarb y metamidfos inoculados a tres dosis diferentes en su alimento (0.5DL₅₀, DL₅₀ y 2xDL₅₀), influyen significativamente sobre la tasa de desarrollo de las dos especies *Cochliomyia macellaria* y *Chrysomya albiceps*, consideradas indicadoras forense, indefectiblemente ello influirá en el establecimiento del intervalo *Postmortem* (estimación del tiempo de muerte).

Palabras claves: Entomología forense, entomotoxicología, insectos necrófagos, plaguicidas, intervalo *Postmortem*.

ABSTRACT

The importance of ghouls is known in the field of forensic investigations, since they are considered indicators of time of death or portmorten interval, however, there are factors that can influence them, such as the presence of certain toxins involved in the deaths either caused or accidental. In this sense, the objective of the present investigation was to determine the effects that the pesticides aldicarb and metamidifos exert on the biological development of two of the main species of forensic interest *Chrysomya albiceps* and *Cochliomyia macellaria* that are used for the evolution of the portmorten interval in the sciences. Forensics For this, three different doses $0.5LD_{50}$, LD_{50} and $2 \times LD_{50}$ of both toxic substances were inoculated in the food of these species.

Post embryonic growth curves of *Chrysomya albiceps* and *Cochliomyia macellaria* were elaborated, based on length (mm), development time, taking into account the three doses of both pesticides; the rearing of both species was an average environmental temperature of 28.5 °C, and an average relative humidity of 58.3%., which estimated the *Postmortem* interval (IPM).

Based on the results of the present investigation, it can be concluded that the pesticides aldicarb and methamidophos inoculated at three different doses in their food ($0.5LD_{50}$, LD_{50} and $2 \times LD_{50}$), influence the development rate of the two species *Cochliomyia macellaria* and *Chrysomya albiceps*, considered forensic indicators, this will inevitably influence the establishment of the *Postmortem* interval.

Key words: Forensic entomology, entomotoxicology, ghouls insects, pesticides, *Postmortem* interval.

ÍNDICE

Contenido	Página
INTRODUCCIÓN	xv
1. CAPÍTULO I. Planteamiento del problema	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Identificación y formulación del problema	3
1.2.1. Problema general.	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1. Objetivo general.	3
1.3.2. Objetivos específicos.	3
1.4. Justificación de la investigación	4
1.5. Limitaciones de la investigación	5
2. CAPÍTULO II. Marco Teórico	6
2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.2. Bases teóricas	12
2.2.1. Entomología forense.....	12
2.2.2. Entomotoxicología forense.....	13
2.2.3. Dípteros de interés forense.	17
2.2.4. Estimación del intervalo <i>Postmortem</i> (IPM).	23
2.3. Formulación de la hipótesis.....	26
2.3.1. Hipótesis general.	26
2.3.2. Hipótesis específicas.....	26
2.4. Operacionalización de variables e indicadores.....	26
2.5. Definición de términos básicos	27

3.	CAPÍTULO III. Metodología.....	29
3.1.	Diseño metodológico.....	29
3.1.1.	Diseño.....	29
3.1.2.	Tipo y nivel de investigación.....	29
3.1.3.	Enfoque.....	29
3.2.	Población.....	29
3.3.	Muestra.....	29
3.4.	Unidad experimental.....	30
3.5.	Unidad de análisis.....	30
3.6.	Técnicas de investigación.....	30
3.6.1.	Instrumentos de recolección de datos.....	30
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	34
4.	CAPÍTULO IV. Presentación Y Análisis De Los Resultados.....	36
4.1.	Procesamiento de datos: resultados.....	36
4.1.1.	Efectos de Aldicarb en la tasa de desarrollo de <i>Chrysomya albiceps</i> y <i>Cochliomyia macellaria</i>	36
4.1.2.	Efectos de Metamidofos en la tasa de desarrollo de <i>Chrysomya</i> <i>albiceps</i> y <i>Cochliomyia macellaria</i>	40
4.1.3.	Curvas de desarrollo de <i>Chrysomya albiceps</i> y <i>Cochliomyia</i> <i>macellaria</i> expuestas a diferentes dosis de aldicarb y metamidofos en función a grupo control, empleadas para estimar el Intervalo <i>Postmortem</i>	44
4.2.	Discusión de resultados.....	54
4.2.1.	Del Efecto de Aldicarb en la tasa de desarrollo de <i>Chrysomya albiceps</i> y <i>Cochliomyia macellaria</i>	54

4.2.2. Del Efecto de Metamidofos en la tasa de desarrollo de <i>Chrysomya albiceps</i> y <i>Cochliomyia macellaria</i>	56
4.2.3. Del desarrollo de <i>Chrysomya albiceps</i> y <i>Cochliomyia macellaria</i> empleadas para estimar el Intervalo <i>Postmortem</i>	56
5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1. Conclusiones.....	59
5.2. Recomendaciones	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1 <i>Tiempo de desarrollo de Chrysomya albiceps a diferentes temperaturas</i>	21
Tabla 2 <i>Tiempo de desarrollo de Cochliomyia macellaria</i>	23
Tabla 3 <i>Descripción de las variables de estudio</i>	27
Tabla 4 <i>Longitud (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Chrysomya albiceps, expuestas diferentes dosis de aldicarb (mg/kg) en relación al grupo control</i>	36
Tabla 5 <i>Peso (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Chrysomya albiceps, expuestas diferentes dosis de aldicarb (mg/kg) en relación al grupo control</i>	37
Tabla 6 <i>Longitud (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Cochliomyia macellaria, expuestas diferentes dosis de aldicarb (mg/kg) en relación al grupo control</i>	38
Tabla 7 <i>Peso (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Cochliomyia macellaria, expuestas diferentes dosis de aldicarb (mg/kg) en relación al grupo control</i>	39
Tabla 8 <i>Longitud (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Chrysomya albiceps, expuestas diferentes dosis de metamidofos (mg/kg) en relación al grupo control</i>	40
Tabla 9 <i>Peso (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Chrysomya albiceps, expuestas diferentes dosis de metamidofos (mg/kg) en relación al grupo control</i>	41

Tabla 10 <i>Longitud (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Cochliomyia macellaria, expuestas diferentes dosis de metamidofos (mg/kg) en relación al grupo control.....</i>	42
Tabla 11 <i>Peso (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Cochliomyia macellaria, expuestas diferentes dosis de metamidofos (mg/kg) en relación al grupo control.....</i>	43
Tabla 12 <i>Tiempo de desarrollo horas (h) días (d) y longitud en cada fase larval de Chrysomya albiceps, expuestas a diferentes dosis de aldicarb en función al grupo control.....</i>	44
Tabla 13 <i>Tiempo de desarrollo horas (h) días (d) y longitud en cada fase larval de Chrysomya albiceps, expuestas a diferentes dosis de metamidofos en función al grupo control.....</i>	46
Tabla 14 <i>Tiempo de desarrollo horas (h) días (d) y longitud en cada fase larval de Cochliomyia macellaria, expuestas a diferentes dosis de aldicarb en función al grupo control.....</i>	48
Tabla 15 <i>Tiempo de desarrollo horas (h) días (d) y longitud en cada fase larval de Cochliomyia macellaria, expuestas a diferentes dosis de metamidofos en función al grupo control.....</i>	50
Tabla 16 <i>Temperatura ambiental (°C) y humedad relativa (%) diario durante el desarrollo del estudio en el laboratorio de Entomología forense del instituto de medicina Legal de Cañete, 2019</i>	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
<i>Figura 1.</i> Esquema del acomodo de los frascos posterior a la aplicación de los tratamientos.....	30
<i>Figura 2.</i> Curva de crecimiento en longitud (mm) de <i>Chrysomya albiceps</i> durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de aldicarb.	45
<i>Figura 3.</i> Curva de crecimiento en peso (mg) de <i>Chrysomya albiceps</i> durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de aldicarb.	45
<i>Figura 4.</i> Curva de crecimiento en longitud (mm) de <i>Chrysomya albiceps</i> durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de metamidofos.	47
<i>Figura 5.</i> Curva de crecimiento en peso (mg) de <i>Chrysomya albiceps</i> durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de metamidofos.	47
<i>Figura 6.</i> Curva de crecimiento en longitud (mm) de <i>Cochliomyia macellaria</i> durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de aldicarb.	49
<i>Figura 7.</i> Curva de crecimiento en peso (mg) de <i>Cochliomyia macellaria</i> durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de aldicarb.	49
<i>Figura 8.</i> Curva de crecimiento en longitud (mm) de <i>Cochliomyia macellaria</i> durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de metamidofos.	51
<i>Figura 9.</i> Curva de crecimiento en peso (mg) de <i>Cochliomyia macellaria</i> durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de metamidofos.	51
<i>Figura 10.</i> Tiempo de desarrollo en horas (h), desde la oviposición hasta la emergencia del adulto de <i>Chrysomya albiceps</i> expuesta a diferentes dosis de aldicarb en referencia al grupo control.	52

<i>Figura 11.</i> Tiempo de desarrollo en horas (h), desde la oviposición hasta la emergencia del adulto de <i>Chrysomya albiceps</i> expuesta a diferentes dosis de metamidofos en referencia al grupo control.	52
<i>Figura 12.</i> Tiempo de desarrollo en horas (h), desde la oviposición hasta la emergencia del adulto de <i>Cochliomyia macellaria</i> expuesta a diferentes dosis de aldicarb en referencia al grupo control.	53
<i>Figura 13.</i> Tiempo de desarrollo en horas (h), desde la oviposición hasta la emergencia del adulto de <i>Cochliomyia macellaria</i> expuesta a diferentes dosis de metamidofos en referencia al grupo control.	53
<i>Figura 14.</i> Mapa de ubicación de la zona de estudio, Distrito de San Vicente de Cañete, Lima.	76
<i>Figura 15.</i> Localización del lugar donde se desarrolló la investigación, imagen satelital proporcionado por el programa de Google Earth.	77
<i>Figura 16.</i> Ubicación del Instituto de Medicina Legal sede Cañete, donde se desarrollo la investigación.	77
<i>Figura 17.</i> Captura de dípteros necrófagos adultos utilizando trampas tipo VAN SOMEREN RYDON, usando vísceras de pescado.	78
<i>Figura 18.</i> Cámaras de crianza y ovipostura de adultos hembra de <i>Chrysomya albiceps</i> y <i>Cochliomyia macellaria</i>	78
<i>Figura 19.</i> Inducción a la ovipostura de adultos hembra de <i>Chrysomya albiceps</i> (a) y <i>Cochliomyia macellaria</i> (b).	79
<i>Figura 20.</i> Inoculación del plaguicida el sustrato alimenticio - hígado bovino (a), incorporación de masa de huevos de especies <i>Chrysomya albiceps</i> y <i>Cochliomyia macellaria</i> (b).	79

<i>Figura 21.</i> Crianza de larvas de <i>Chrysomya albiceps</i> y <i>Cochliomyia macellaria</i> en sustratos testigo e inoculado con plaguicidas (aldicarb y metamidofos) a diferentes dosis.....	80
<i>Figura 22.</i> Estadio larval de <i>Chrysomya albiceps</i> en su sustrato alimenticio.....	80
<i>Figura 23.</i> Fase de pupación de <i>Chrysomya albiceps</i> y <i>Cochliomyia macellaria</i> en grupo control e inoculados con plaguicidas.....	81
<i>Figura 24.</i> Longitud (mm) y morfología de larvas III de <i>Chrysomya albiceps</i> : grupo control, 0.5DL ₅₀ , DL ₅₀ , 2xDL ₅₀ de aldicarb (a) y 0.5DL ₅₀ , DL ₅₀ , 2xDL ₅₀ de metamidofos (b)	81
<i>Figura 25.</i> Longitud (mm) y morfología de larvas III de <i>Cochliomyia macellaria</i> : grupo control, 0.5DL ₅₀ , DL ₅₀ , 2xDL ₅₀ de aldicarb (a) y 0.5DL ₅₀ , DL ₅₀ , 2xDL ₅₀ de metamidofos (b)	82
<i>Figura 26.</i> Adultos de <i>Chrysomya albiceps</i> vista superior (a) vista lateral (b) y <i>Cochliomyia macellaria</i> vista superior (c) vista lateral (d).....	82
<i>Figura 27.</i> Temperatura ambiental (C°) y humedad relativa (%) registradas en el laboratorio de Entomología Forense del Instituto de medicina Legal de Cañete, durante el desarrollo de la investigación, 2019.....	84

INTRODUCCIÓN

Los insectos necrófagos se configuran dentro los indicios biológicos capaces de aportar valiosa información frente a los misterios que puedan encerrar un deceso, y en el curso de los procesos de descomposición cadavérica, permitiendo entre otras cosas establecer el intervalo *postmortem* (IPM) e incluso contribuye en determinar la causa de la muerte. Muchas de esas muertes son desencadenadas por sustancias tóxicas como los pesticidas ya sea con fines homicidas o suicidas, para ello entra a tallar la entomotoxicología, que nos permite determinar la presencia del tóxico y de qué manera estos influyen en el desarrollo biológicos de estos indicadores llamados insectos.

Es importante evaluar y recopilar datos respecto a los efectos que los tóxicos tienen en el desarrollo biológico de los insectos y basado en ellos poder determinar adecuadamente el IPM. En esa línea la presente investigación pretende establecer el efecto de pesticidas como Aldicarb y Metamidofos en la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria* dos especies de interés forense y como ello influye en el establecimiento del intervalo *Postmortem*, en el distrito de San Vicente de Cañete – Lima.

En el capítulo I, se describen las razones que motivan el planteamiento de la presente investigación sobre los efectos del aldicarb y metamidofos en el desarrollo de *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria* e intervalo *Postmortem*, se establecen el objetivo general, los objetivos específicos y la justificación de la investigación.

El capítulo II, se enfoca en los antecedentes que sostienen científicamente la investigación, las bases generales y teóricas recopiladas a partir de material académico publicado por algunos investigadores especialistas el campo de la entomología y entomotoxicología forense.

En el capítulo III, se establece el marco metodológico empleado para el desarrollo de la investigación de corte experimental del tipo aplicada por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. Se describe el área donde fue realizado el estudio, los procedimientos aplicados para concretar dicha investigación.

En el capítulo IV se presenta el análisis e interpretación de los resultados del estudio, tomando como base la revisión de la literatura científica. En tanto el capítulo V, muestra la discusión y conclusiones de los hallazgos en la investigación; como también las recomendaciones que buscan promover la línea de investigación en el campo de la entomología y entomotoxicología forense.

CAPÍTULO I. Planteamiento del problema

1.1. Descripción de la realidad problemática

Según un reporte de la ONU (Organización de las Naciones Unidas), elaborado por Hilal Elver y Baskut Tuncak, expertos en productos tóxicos y derechos humanos en materia de alimentación, cada año se producen aproximadamente 200,000 muertes por intoxicaciones agudas con plaguicidas, de las cuales el 99 % ocurren en países en desarrollo, donde las leyes de seguridad y medio ambiente son menos estrictas en su aplicación (United Nations, 2017).

En una investigación realizada entre 2010 y 2014 por Mew et al. (2017), determinaron que aproximadamente 110,000 muertes eran originadas por auto envenenamiento por pesticidas cada año, lo que representa el 13.7% de todos los suicidios a nivel mundial. La intoxicación por plaguicidas en los países con bajos y medianos ingresos de Europa es de 0,9 %, frente a un 48,3 % en los países con bajos y medianos ingresos de la región del Pacífico Occidental (Gunnell, Eddleston, Phillips, & Konradsen, 2017).

Las intoxicaciones por este tipo de sustancias son consideradas una problemática en la salud pública a nivel mundial, siendo considerados por la Organización Mundial de la Salud como una de las principales causas a la carga global de suicidios; en nuestro país el Sistema Nacional de Vigilancia epidemiológica en Salud Pública registró 1 298 casos de intoxicación aguda por plaguicidas (IAP) solo hasta el 03 de agosto del 2019, presentándose el 45.0 % (584) de estos en la Región Lima; mostrando una incidencia de 69.4 % en el grupo etáreo comprendido entre los 18 a 59 años (61.7 % corresponden al sexo masculino); se notificaron 19 defunciones ocasionadas por IAP a nivel nacional, dos de las cuales se dieron en la provincia de Yauyos-Cañete, los plaguicidas involucrados con mayor frecuencia son los organofosforados y carbamatos.

Tomando en cuenta la cronología se notificaron 2 189 casos en el 2016; 2 491 casos en el 2017 y 2 088 casos en el 2018; los reportes sobre las circunstancias de intoxicaciones

durante el 2019 indican 45.4 % laboral, 33.8 % suicida, 18.6 % accidental no laboral y 2.3 % provocada (Ministerio de Salud, 2019). Un caso de conocimiento nacional registrado el 06 de agosto de 2018, en San José de Ushua, departamento de Ayacucho, fue precisamente la contaminación accidental de alimentos (sopa de mote y asado de res) por plaguicidas organofosforados, afectando 111 personas, dejando como saldo 9 personas fallecidas (Ministerio de Salud, 2018).

Una de las causas de muerte que se presentan con cierta frecuencia en esta región del país, es por la ingesta de sustancias tóxicas como los plaguicidas, ya sea de manera accidental (falta de cuidado en su manipulación), o provocadas (suicidas u homicidas). La provincia de Cañete es netamente agrícola y plaguicidas como organofosforados y carbamatos son usados por los agricultores para el manejo de plagas en sus cultivos y en los derivados de estos; la disponibilidad en el mercado de dichos productos sin mayores restricciones, en muchas ocasiones hace que sean fácilmente adquiridos y usados de forma inadecuada.

Al momento de hallar cuerpos sin vida, una de las cuestiones que por principios criminalísticos se plantean los investigadores forenses, es ¿Cuándo sucedió el hecho?, buscando con ello determinar el tiempo aproximado en que ocurrió el deceso, es decir establecer el intervalo *Postmortem* (IPM).

En casos de muertes por la ingesta de plaguicidas, muchas veces los cuerpos son hallados en estados de descomposición activa o avanzada, y colonizados por una diversidad de insectos necrófagos como sus principales degradadores. Oliveira-Costa (2003), menciona que las larvas de los dípteros que se alimenten de los tejidos de un cadáver intoxicado, incorporan en su metabolismo las sustancias tóxicas que en él se encuentren; dichos tóxicos, como bien Pereira (2011), Estrada, Grella, Thyssen, & Linhares (2009), coinciden en afirmar, pueden generar una alteración en la tasa de desarrollo de estos insectos; factores que al no tomarse en cuenta, conllevarían a generar errores al momento de estimar el intervalo

Postmortem, induciendo de este modo a sesgos que generen confusiones que entorpezcan las investigaciones.

1.2. Identificación y formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuál es el efecto de Aldicarb y Metamidofos en la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria* e intervalo *Postmortem*?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuál es el efecto de Aldicarb en la tasa de desarrollo de *Chrysomya albicep* y, *Cochliomyia macellaria*?
- ¿Cuál es el efecto de Metamidofos en la tasa de desarrollo de *Chrysomya albicep* y *Cochliomyia macellaria*?
- ¿Cuál es el efecto de Aldicarb y Metamidofos en la tasa de desarrollo de *Chrysomya albicep*, *Cochliomyia macellaria* e intervalo *Postmortem*?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

Demostrar el efecto de Aldicarb y Metamidofos en la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria* e intervalo *Postmortem*.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Evaluar la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*, expuestas a diferentes dosis de Aldicarb (0.5DL₅₀, DL₅₀ y 2xDL₅₀).
- Evaluar la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*, expuestas a diferentes dosis de Metamidofos (0.5DL₅₀, DL₅₀ y 2xDL₅₀).

- Elaborar curvas de desarrollo para *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria* empleadas en la estimación del intervalo *Postmortem*, expuestas a diferentes dosis de Aldicarb y Metamidofos (0.5DL₅₀, DL₅₀ y 2xDL₅₀).

1.4. Justificación de la investigación

Las altas tasas de violencia que se registra en nuestro país, han hecho que se incrementen las muertes del tipo homicida y/o suicida, y son precisamente los plaguicidas de uso doméstico los que frecuentemente están involucrados en intoxicaciones agudas y muertes de este tipo, esclarecerlas de manera oportuna y adecuadamente son retos que deben enfrentar los investigadores forenses, recurriendo para ello a los conocimientos científicos.

Es innegable el aporte científico que brinda la entomología forense, en las investigaciones, al momento de resolver los misterios que entrañan una muerte sospechosa de criminalidad, convirtiéndose en una herramienta objetiva que permite esclarecer los hechos de manera complementaria a otras ciencias forenses y cuya valoración contribuya en la toma de decisiones de los administradores de justicia. Establecer el tiempo de muerte (intervalo *Postmortem*), a partir del estudio de la entomofauna necrófaga asociada a procesos de descomposición cadavérica, es posible, si tomamos en consideración la edad de las larvas y el tiempo que requieren estos en completar su desarrollo (Erzinclioglu, 1983); Sin embargo, debemos considerar factores como temperatura, humedad relativa, lugar, sustancias químicas, etc., que también influyen en el desarrollo de los insectos y el intervalo *Postmortem*.

Bajo la línea de la entomotoxicología forense, se investiga la interacción sustancias tóxicas y sus efectos en el desarrollo de insectos necrófagos, permitiendo obtener información cualitativa y cuantitativa de la presencia de trazas de drogas ilícitas u otros tóxicos en el tracto digestivo de estos seres vivos, cuando no se dispone de muestras de tejidos del cuerpo (Pereira, 2011).

Esta investigación en el Laboratorio de Entomología Forense del Instituto de Medicina Legal de Cañete, pretende contribuir con el desarrollo de la entomología y entomotoxicología forense, ofreciendo información sobre los efectos de plaguicidas como Aldicarb (rodenticida) y Metamidofos (insecticida), en la tasa de desarrollo de las especies de dípteros necrófagos de interés forense: *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*, considerados como los colonizadores y consumidores de cuerpos en descomposición, por tanto indicadores de data de muerte. Con la investigación se pretende generar un registro de datos que pueda ser consultada al momento de procesar evidencias entomológicas, provenientes de cuerpos en descomposición con sospecha de intoxicación por plaguicidas, permitiéndoles así a los entomólogos del Instituto de Medicina Legal, Policía Nacional, etc., contar con información adecuada para la estimación del intervalo *Postmortem*, por consiguiente complementar a otros medios de datación y aportar al esclarecimientos de hechos respecto al tiempo de la muerte.

Para cumplir con el propósito se expusieron larvas de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria* a una fuente de alimento constituida por hígado de bovino previamente tratado con Aldicarb y Matamidofos a tres dosis diferentes: 0.5 DL₅₀, DL₅₀ (dosis letal media) y 2 x DL₅₀; a partir de ello se obtuvo información sobre el tiempo de desarrollo, considerando la longitud (mm) y peso (mg) de estas formas inmaduras (post-embrionaria) de la dipterofauna Calliphoridae, lo que permitió elaborar curvas de crecimiento y desarrollo de las dos especies de dípteros involucradas en la descomposición cadavérica.

1.5. Limitaciones de la investigación

Dado que la investigación se realizó en el Distrito de San Vicente de Cañete, bajo condiciones climáticas propias de la temporada veraniega; los datos obtenidos podrán ser extrapolados a zonas con condiciones climáticas similares a la del estudio y bajo las circunstancias de muerte que es la intoxicación por plaguicidas.

CAPÍTULO II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

Una serie de investigaciones, ponen de manifiesto la eficacia que tienen los insectos en el campo de las ciencias forenses, como una alternativa importante en la resolución de casos, y es que mediante su análisis se puede determinar el tiempo aproximado de la muerte e incluso detectar la presencia de drogas u otras sustancias tóxicas que pudieron haber causado tal deceso.

En Dourados, Brasil, Madeiros de Moura (2019), evaluó los efectos del insecticida tiametoxam en la descomposición cadavérica de cerdo doméstico, la colonización por insectos y su influencia sobre el intervalo *postmortem*; para ello contaminó con el insecticida en cuerpo del modelo biológico (cerdo) haciendo uso de un pulverizador, tomó en cuenta el respectivo grupo control, los cuales fueron expuestos en un campo con plantaciones de caña de azúcar; logrando determinar que la presencia de insecticida retarda el desarrollo de los insectos de importancia forense, con efecto letal en muchos casos para estas especies; en tanto, el tiempo de descomposición cadavérica fue significativamente mayor en el grupo inoculado.

En Tehran, Iran, Salimi et al. (2018), realizaron un estudio con el objetivo de determinar los efectos de los tóxicos sobre la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps*, para ello inocularon sulfato de morfina a diferentes dosis (12.5 mg/ml, 25 mg/ml y 50 mg/ml) a tres conejos domésticos mediante perfusión en la oreja, un cuarto conejo sirvió de control. Los resultados obtenidos muestran que la tasa de desarrollo de las larvas de *Chrysomya albiceps* que se alimentaron de conejos que recibieron dosis de 25 y 50 mg/ml de morfina, fue de 9 días; mientras que en larvas que se alimentaron del conejo inoculado con 12,5 mg/ml de morfina y el conejo control, fue de 6 días, así mismo, la disminución de la tasa de

desarrollo de las larvas causó un aumento en la longitud y el peso de éstas. Los autores concluyeron que la presencia de morfina en los tejidos de los conejos retrasaba el desarrollo larval y aceleró el desarrollo puparal y que se debe tomar en cuenta los efectos de medicamentos como la morfina a la hora de estimar el intervalo *postmortem*.

En Benin City, Nigeria, Ekkrakene & Odo (2017), buscaron comparar los efectos de la cipermetrina (pesticida piretroide) y el clorhidrato de tramadol (opioide) en el desarrollo de *Chrysomya albiceps*, para ello expusieron conejos "*Orctylagus cunicunus*" intoxicados con estas sustancias que les fueron inyectadas via intravenosa en razón de 4 ml. Los resultados obtenidos mostraron que el período medio de desarrollo total de *Chrysomya albiceps* (desde huevo hasta la emergencia del adulto) expuestas a cipermetrina fue de 380.28 horas (15.8 días), a clorhidrato de tramadol de 330.05 horas (13.8 días) y el grupo control de 281.20 horas (11.7 días), demostrando diferencias de 4 y 2 días en referencia al control, datos que de no tomarse en cuenta prodían llevar a un error a la hora de estimar el intervalo *postmortem*.

En Florianópolis, Brasil, Trivia (2017), realizó una investigación para determinar el efecto que causan los quimioterápicos ciclofosfamida y metotrexato en el desarrollo pos embrionario de *Chrysomya megacephala* (díptero de interés forense). Para tal fin inoculó carne bovina molida con ciclofosfamida (25 mg/kg, 50 mg/kg, 100 mg/kg y 200 mg/kg) y metotrexato (5 mg/kg, 10 mg/kg, 20 mg/kg y 40 mg/kg); mantenidos a una temperatura de 25 °C, muestreando cada 12 horas. Los resultados mostraron que la ciclofosfamida retarda el tiempo total de desarrollo de *Chrysomya megacephala*, aunque no influye significativamente en la mortalidad y tamaño de las larvas; mientras que el metotrexato no influye en el tiempo de desarrollo, sin embargo, ocasiona mayor mortalidad de la especie.

En el Estado de Nuevo León, México, Solis (2014), realizó un estudio entomotoxicológico de paratión, carbofunaro y cocaína en larvas de *Chrysomya rufifacies* dípteros califórido de interés forense, con el fin de determinar los efectos de estos tóxicos en

el desarrollo de estos insectos, como influyen en la estimación del intervalo postmortem y la presencia de estos en los cuerpos de manera indirecta; para ello expuso larvas del díptero a una concentración letal media (CL₅₀) de cada insecticida, con los respectivos controles, bajo observación periódica. Concluyendo que no existe diferencia en el crecimiento entre grupo expuesto a los insecticidas y el grupo control.

Almeida (2015), realizó un estudio con el objetivo de determinar los efectos de la ciclofosfamida, un medicamento quimioterápico en el desarrollo larval de *Chrysomya megacephala*, para ello se criaron larvas de la segunda generación en carne molida de bovino inoculada con este medicamento a diferentes dosis (0,5 mg/kg, 5 mg/kg, 50 mg/kg y 500 mg/kg). Los resultados revelaron que la ciclofosfamida no ejerce efectos significativos en el desarrollo de *Chrysomya megacephala*, a pesar haberse dado un retraso de 12 horas en el desarrollo de las larvas, a concentraciones más altas del medicamento (500 mg/kg); no se mostraron alteraciones significativas en el crecimiento, en la ganancia de peso, en la sobrevivencia y mortalidad larval.

Rezende (2012), en su investigación buscó evaluar los efectos de clorhidrato de metilfenidato, fenobarbital y la asociación de ambos a diferentes concentraciones, sobre la tasa de desarrollo, sobrevivencia y longevidad de estados inmaduros de tres especies de *Chrysomya*: *Chrysomya putoria*, *Chrysomya albiceps* y *Chrysomya megacephala*, las cuales fueron criadas con dietas artificiales en condiciones controladas de laboratorio, después de la eclosión los especímenes inmaduros en números de 10, fueron pesados cada 12 horas hasta la pupación. Los resultados demuestran que las sustancias alteran las tasas de desarrollo de los inmaduros de las especies estudiadas, en *Chrysomya albiceps* se retrasó 24 horas con la presencia de clorhidrato de metilfenidato y 12 horas en presencia de fenobarbital; *Chrysomya putoria* se retrasó 12 horas con clorhidrato de metilfenidato y 24 horas con fenobarbital, y

Chrysomya megacephala mostro efectos en etapas específicas, sin alteración del tiempo de desarrollo; sin embargo, el intervalo de emergencia fue similar en todos los grupos.

En Campinas, Brasil, Lopes de Carvalho et al. (2012), sacrificaron conejos inyectando cocaína (dos veces la dosis letal), luego de hacer una necropsia obtuvieron el hígado el cual fue utilizado para alimentar larvas de *Chrysomya albiceps* y *Chrysomya putoria*, con el objeto de determinar los efectos que esta sustancia causa sobre su desarrollo; las larvas eran pesadas individualmente cada 6 horas. Los resultados obtenidos demostraron que las larvas expuestas a cocaína se desarrollaron más rápido que el grupo control; *Chrysomya albiceps* y *Chrysomya putoria* expuestas a cocaína tuvieron un tiempo de desarrollo de 216 horas, mientras que el grupo control en ambas especies fueron de 273 y 276 horas respectivamente, mostrando una diferencia significativa de más de 2 días.

En Río Claro, Brasil, Moretto (2011), en su estudio buscó establecer los posibles efectos de un antidepresivo denominado Citalopram (empleado frecuentemente en suicidios) sobre la tasa de desarrollo larval de *Chrysomya megacephala*, las cuales fueron criadas en alimento inoculados con diferentes dosis del medicamento 20 mg, 40 mg, 60 mg y 560 mg, para ello fueron pesadas 20 larvas de cada tratamiento cada 6 horas y mantenidas a 27 °C hasta el último estadio larval. Logró comprobar que a bajas concentración de este antidepresivo retardaba el crecimiento larval, mientras que las elevadas concentraciones lo aceleran. También se determinó que este medicamento tiene efectos negativos en la tasa de sobrevivencia para esta especie (baja supervivencia).

Un estudio realizado por Mahat, Zafarina, & Jayaprakash (2009) en Kelantan, Malaysia, tuvo como objetivo evaluar la influencia del malatión en la oviposición y desarrollo de las especies de dípteros califóridos, que acudían a cadáveres de conejos a los que les fueron administrados este tóxico a tres diferentes dosis. Demostrando que el malatión (organofosforado) presente en cadáveres de conejos, tiene un efecto retardante en el proceso

de desarrollo de *Chrysomya megacephala*, con retraso en la oviposición de 1 a 3 días y la prolongación de la etapa de pupa por 2 a 3 días, lo que puede influir en la estimación del intervalo *Postmortem*.

En China, Liu et al. (2009) realizaron un estudio para determinar los niveles de Malatión y sus efectos en una especie de díptero de interés forense, para ello sacrificaron conejos domésticos *Oryctolagus cuniculus*, suministrándoles dicho insecticida por enema diferentes dosis letales; logrando determinar la presencia de este tóxico en músculos e hígado de los conejos, así como en las larvas que se alimentaron de estos tejidos. Estos investigadores concluyeron que efectivamente existía efectos del malatión en la tasa de desarrollo de *Chrysomya megacephala*, retrasando su crecimiento en el estadio larval a diferencia del control, es decir, las larvas que se alimentaban de tejidos contaminados con la dosis más alta se desarrollaron más lentamente, lo que también influyó en su tiempo de desarrollo, de hasta 36 horas en larvas alimentadas de los músculos y hasta 28 horas en larvas alimentadas de hígado contaminado con el mencionado tóxico.

En Aguascalientes, México, Martínez, et al. (2009a), realizaron un estudio con el objeto de determinar los efectos de paratión metílico (plaguicida organofosforado) sobre el tiempo de desarrollo de insectos necrófagos que colonizan los cadáveres de cerdos intoxicados con tal plaguicida, para ello utilizaron 6 cerdos de 15 a 20 kg., de peso, 3 controles y tres tratados, estos últimos les administraron dosis letal de paratión metílico (66 mg/kg) vía intravenosa; concluyendo que la presencia de paratión metílico ocasiona un retraso de 24 horas en el desarrollo de la entomofauna necrófaga que acudieron a los cuerpos en descomposición.

En Cochabamba, Bolivia, Calle (2009) realizó un estudio experimental, con la finalidad de determinar el efecto del diazepam y organofosforados sobre el ciclo biológico de los dípteros implicados en los procesos de descomposición cadavérica, para ello empleo

cadáveres de *Cavia porcellus* (cuy), sacrificados suministrándoles organofosforados (dosis letal: 50 mg/kg, por vía oral) y diazepam (457 mg/kg, vía oral e intramuscular) y el conejo control muerto por asfixia mecánica (estrangulación con cuerda), observando la presencia de mayor cantidad de larvas de dípteros Muscidae (*Musca domestica*), Calliphoridae (*Chrysomya alpiceps*, *Lucilia sericata*) y Sarcophagidae en los cuerpos intoxicados con diazepam y control; el desarrollo larval se vio retardado en los cadáveres intoxicados en referencia al control, mostrando mayor longitud en las larvas que provienen de cuerpos intoxicados con diazepam seguido de organofosforados; así mismo la pupación se realizó primero en el cadáver control y luego de seis días en los cuerpos intoxicados, de la misma forma ocurrió con la emergencia de los insectos adultos, efectuándose primero en el cuerpo control, un día después en el cuerpo intoxicado con organofosforado y tres días después en el cuerpo con sobredosis de diazepam, demostrando así que los tóxicos causaron un retraso en el ciclo biológico de los insectos de interés forense.

En Bangi, Malasia, Rashid et al. (2008), llevaron a cabo una investigación suministrando diferentes dosis de malatión vía oral a 12 ratas adultas, con la finalidad de determinar el efecto de éste en el desarrollo de *Chrysomya megacephala*, cuyas larvas fueron alimentadas con el hígado de dichas ratas. El estudio reveló que las larvas con alimento sin aditivos se desarrollaron mas rápido que las alimentadas con tejidos contaminados con malatión, y que entre éstas (grupo tratado) no se mostró significancia en cuanto a su longitud y peso. El tiempo de emergencia de estos dípteros fue significativamente mayor en los especímenes que se alimentaron de hígado con malatión, 10 días; mientras que en el grupo control, fue de tan solo 7 días. Lo que les permitió a los investigadores inferir que el malatión altera la tasa de desarrollo de *Chrysomya megacephala*, por tanto, influye directamente en la estimación del intervalo *postmortem*.

Sohal & Lamb, 1977, 1979, citados por Pereira (2011), describen que alrededor de los años 70, se hallaron metales pesados acumulados en los tejidos de moscas adultas, también encontraron mercurio, pesticidas y remedios; sustancias que fueron obtenidas por las larvas de estos dípteros tras alimentarse de tejidos contaminados. En un caso de muerte por envenenamiento, lograron detectar restos de malatión (organofosforado), en larvas de *Chrysomya megacephala* y *Chrysomya rufifacies*, colectadas del cadáver en avanzado estado de descomposición (Gunatilake & Lee Goff, 1989).

A nivel nacional, se registraron pocas investigaciones con respecto a la influencia de ciertos tóxicos en el ciclo de desarrollo de los insectos reportados para interés forense.

Coyla (2017), en Arequipa, realizó un estudio sobre los efectos de diazepam y benzoilmetilecgonina (cocaína) en el ciclo de vida de *Sarcophaga* sp, otro díptero de interés forense; para ello crió larvas de este díptero en cadáveres de *Cavia porcellus* a los que sacrifico por sobredosis de estas sustancias; obteniendo un tiempo de desarrollo de 787 horas en el tratamiento con cocaína, 858 horas en el tratamiento con Diazepam y 828 horas en el grupo control; también pudo demostrar que entre el primer y segundo estadio las larvas en el tratamiento con diazepam muestran mayor longitud, mientras que entre el tercer estadio y prepupa en el tratamiento con cocaína mostro mayor longitud.

A nivel local, no se encuentran investigaciones documentadas sobre los efectos que pueden causar los plaguicidas sobre el desarrollo biológico de los insectos involucrados en la descomposición cadavérica, y que son indicadores de data de muerte.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Entomología forense.

“La entomología forense es la ciencia que estudia a los insectos, así como otros artrópodos relacionados a las cuestiones médico legales”. (Cordeiro, 2011). Con la finalidad

de ayudar a esclarecer crímenes. La entomología en las ciencias forenses puede ser aplicada para la estimación del intervalo *Postmortem* (IPM) en cadáveres humanos, en algunos casos establecer causa de muerte, si hubo traslado del cuerpo, vincular a los sospechosos con el lugar del hecho, determinar la presencia de tóxicos en cadáveres (Smith, 1986) (Oliveira-Costa, 2003); sin embargo, para alcanzar ese fin la evidencia entomológica debe ser analizada en relación a todas las circunstancias que rodean los hechos (Erzinclioglu, 1983).

2.2.2. Entomotoxicología forense.

Introna et al. (2001), citados por Oliveira-Costa (2003), define a la entomotoxicología como el estudio de los insectos necrófagos, con la finalidad de identificar drogas o tóxicos que se encuentren en los tejidos de cadáveres de los cuales se alimentan, así como investigar el efecto que causan estas sustancias en el desarrollo de los insectos, y en función a esta circunstancia proporcionar valiosa información que permita una adecuada estimación del intervalo *Postmortem*.

Existen investigaciones que muestran los efectos que generan muchas sustancias químicas y/o drogas, no solo en la descomposición cadavérica, sino también en la velocidad de desarrollo de los estadios larvales de insectos necrófagos (Oliveira-Costa, 2003), acelerando o ralentizando el proceso, dependiendo del tipo y cantidad de la sustancia o metabolito presente en el cuerpo. (Thyssen, 2000)

2.2.2.1. Plaguicidas.

Los plaguicidas son sustancias (insecticida, herbicida, fungicida) de origen natural o sintético, cuyo fin es el control de plagas (plantas o animales) que causan daño (Padilla, 2014), interfiriendo con su producción, procesamiento, almacenamiento y transporte de alimentos, incluyendo a vectores de enfermedades humanas o animales. (Ministerio de Salud, 2014)

De acuerdo a su estructura química, los plaguicidas son clasificados como organofosforados, organoclorados, carbamatos y piretroides (Padilla, 2014; Sierra, Jiménez, & Guerra, 2017) y de acuerdo a su grado de toxicidad la cual se mide a partir de la dosis letal media (DL_{50}), en clases extremadamente peligrosos (Ia), altamente peligrosos (Ib), moderadamente peligrosos (II) y levemente peligrosos (III) (Calle, 2009); El Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), mediante Resolución Directoral 0020-2013-AG-SENASA-DIAIA, con fecha 07 de febrero de 2013, lista a los metamidofos como los plaguicidas agrícolas de uso restringido en nuestro país, mientras que el aldicarb está considerado dentro de los plaguicidas de uso prohibido. (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, 2013)

Los plaguicidas son tóxicos no solo para los organismos que se pretenden controlar, sino también para otros seres vivos incluyendo el hombre, ejerciendo sus efectos principalmente sobre la conducción axonal y la transmisión sináptica en el sistema nervioso. (Jaramillo, Rincón, & Posadas, 2006)

La intoxicación por plaguicidas es considerada como un problema de salud pública a nivel mundial (Calle, 2009), son la causa de morbilidad y mortalidad en muchas regiones de nuestro país, ya sea por la forma inadecuada de manipulación (accidental), o de manera intencional (suicidios / homicidios).

En el Perú, las causas de intoxicaciones por plaguicidas durante el año 2016 fueron por carbamatos en un 58.2% (1° lugar), organofosforados en 10.8% (3° lugar), para el año 2017: carbamatos 59.5% (1° lugar), organofosforados 14.6% (2° lugar), a junio de 2018: carbamatos 41% (1° lugar), organofosforados 4% (4° lugar) (Ministerio de Salud, 2018) y hasta agosto de 2019: carbamatos 43.8% (1° lugar), organofosforados 10.7% que se ubica en el 4° lugar (Ministerio de Salud, 2019).

2.2.2.2. Organofosforados.

Son plaguicidas derivados del ácido fosfórico (Capinera, 2008), biodegradables en la naturaleza y no acumulables en el organismo (Gisbert, 2006), son usados en la agricultura para el control de vectores, los más empleados son el malatión, paratión, carbofuran, tamarón, monitor.

Las vías de ingreso de estos tóxicos al organismo son por inhalación, ingestión y dérmica, debido a su alta liposolubilidad (Padilla, 2014); el efecto tóxico dependerá hasta cierto punto del metabolismo del organofosforado en el organismo. (Calle, 2009)

Su mecanismo de acción es inhibir de manera irreversible la enzima acetilcolinesterasa (Marrero, González, Guevara, & Eblen, 2017), esto gracias a que su grupo fosfato establece un enlace covalente con el sitio activo de la enzima, evitando que se hidrolice la acetilcolina (neurotransmisor), ocasionando su acumulación en las sinapsis colinérgicas tanto de tipo muscarínico como nicotínico, dando como resultado una intoxicación mediada por esta sustancia (Jaramillo et al., 2006), produciendo bloqueo del centro respiratorio, broncoespasmo, parálisis de los músculos respiratorios consecuentemente se produce la muerte por paro respiratorio. (Martínez, Jaramillo, Escoto, Rodríguez, Posadas, & Medina, 2009b).

En casos de suicidios u homicidios, las intoxicaciones suelen ser agudas, mientras que en los trabajadores del campo que están expuestos a diario a estos agentes es crónica; estos tóxicos son eliminados principalmente por la orina en un tiempo medio de 3 horas a 2 días. (Calle, 2009)

2.2.2.2.1. Metamidofos

Es un insecticida residual, acaricida, avicida, utilizado para controlar insectos chupadores, masticadores y ácaros en los cultivos, son de uso restringido. (Capinera, 2008)

De acuerdo a la Organización mundial de la Salud (OMS), los metamidofos se encuentran clasificados como productos muy peligrosos (Ib) (World Health Organization, 2010), sin embargo, es uno de los plaguicidas que con mayor frecuencia usan los agricultores en muchas regiones de nuestro país incluso en el valle de Cañete, encontrándose bajo las presentaciones comerciales de Tamaron® y Monitor®. En el Perú, mediante una disposición reglamentaria se ha restringido el uso de los metamidofos, a fin de proteger la salud del hombre y el medio ambiente. (Ñaupari, 2017)

La dosis letal media (DL₅₀) oral en ratas es de 15-30 mg/kg, 30-50 mg/kg en el conejillo de indias y 10-30 mg / kg en el conejo (World Health Organization, 2010).

Monitor® 600, tiene como principio activo el Metamidofos, con una dosis letal media (DL₅₀) oral en ratas de 18 mg/kg de peso.

2.2.2.3. Carbamatos.

Estos plaguicidas son compuestos orgánicos que derivan del ácido carbámico (NH₂COOH), usados frecuentemente en la agricultura para el control de insectos, hierbas, hongos, etc., son insecticidas de gran espectro. Su mecanismo de acción es similar al presentado por los organofosforados, sin embargo, inhibe la acetilcolinesterasa de forma reversible (unión débil e inestable). (Marrero et al., 2017) (Padilla, 2014), generando la acumulación de acetilcolina en la hendidura sináptica, originando por consiguiente un síndrome colinérgico, gracias a la sobre estimulación del sistema nervioso central, los receptores muscarínicos (parasimpático), los receptores nicotínicos (neuromuscular) y en ganglios autónomos (Pérez & Colcha, 2012).

Dentro de los carbamatos más empleados se encuentran, aldicarb (uso prohibido), propoxur “Baygon®”, carbofuran, metomyl “Lannate”. (Capinera, 2008)

2.2.2.3.1. Aldicarb

Es un plaguicida que pertenece a la familia de los carbamatos, con función de insecticida de uso agrícola considerado por la OMS como extremadamente peligroso (clase Ia) debido a su alto grado de toxicidad (neurotóxico). (Padilla, 2014)

Galofre & Padilla (2014), consideran al aldicarb como un rodenticida “mata ratas” ilegal, de bajo costo y de gran uso en países como Colombia y muchos otros países de América latina; en nuestro país se comercializan bajo el nombre de “campeón”, se caracteriza por su presentación en forma granulada, esta sustancia peligrosa es causante de intoxicaciones humanas suicidas u homicidas.

Este tóxico actúa inhibiendo la acetilcolinesterasa en la sinapsis neuronal y las uniones mioneuronales, similar a los ocasionados por los organofosforados. La dosis letal media (DL₅₀) de aldicarb en ratas, vía oral es de 0.93 mg/kg. (World Health Organization, 2010).

El campeón “KILLER”, es un plaguicida carbámico, ampliamente utilizado para combatir plagas de roedores (ratas, ratones y pericotes), aunque también es causante de muertes accidentales en caso de niños, suicidios u homicidios.

El empaque comercial, viene en presentación de 5 g, tiene como principio activo al aldicarb (250 mg); este producto se comercializa sin permiso sanitario y de forma libre en ferreterías, bodegas y mercados y son de bajo costo “barato”.

2.2.3. Dípteros de interés forense.

El grupo de insectos más importantes en la descomposición cadavérica, lo constituyen indiscutiblemente los necrófagos del orden Díptera. Mise et al. (2007), citado por Almeida (2015), mencionan a las familias Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae, como las

primeras colonizadoras de cadáveres; que son atraídas por el olor que desprenden los cuerpos inmediatamente después de la muerte (Catts & Goff, 1992).

Para Oliveira-Costa (2003), las dos primeras familias son consideradas como indicadores biológicas para la estimación del intervalo *Postmortem*. Las especies *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria* pertenecen a la familia Calliphoridae, y son las primeras colonizadoras y consumidoras de cuerpos en descomposición.

El ciclo biológico de los dípteros es holometábolo, presenta una metamorfosis completa, que consta de procesos fisiológicos embrionario (estadio huevo), de crecimiento (estadio larval), de diferenciación (estadio pupa) y de reproducción (insectos adultos). (López, 2017)

Es importante conocer la biología y el tiempo de desarrollo de los insectos necrófagos, así como la influencia que ejercen ciertos factores como los ambientales sobre estos, ya que será de mucha utilidad para poder calcular el tiempo en que ocurrió la muerte. (Gunn, 2009)

2.2.3.1. Familia Calliphoridae.

Las “moscas” de esta familia son consideradas de importancia forense, ya que son las primeras en descubrir y colonizar un cuerpo en descomposición, por tanto son de utilidad para la estimación del intervalo *Postmortem* (Smith, 1986); son preferentemente de hábitos sarcosaprófagos y coprófagos y juegan un rol importante en la descomposición orgánica (Alvarez, 2016), entre las especies representativas de esta familia se pueden mencionar a *Chrysomya albiceps*, *Lucilia sericata* y *Cochliomyia macellaria*.

Presentan metamorfosis completa (holometábolos), pasando por cuatro estadios o fases de desarrollo: huevo, larva (I, II, III), pupa y adulto.

Los dípteros adultos se caracterizan por tener una morfología robusta, generalmente miden entre 5-12 mm de longitud, algunas especies muestran colores metálicos (azul o verde) (Smith, 1986) (Alvarez, 2016); la región cefálica es ancha (machos tienen la frente más estrecha que las hembras), tórax con una hilera de cerdas centrales, abdomen con 5 segmentos. (Alvarez, 2016)

Las hembras grávidas colocan sus huevos en los cuerpos en descomposición agrupados en números variables (*C albiceps* 100-200), son alargados, de color blanco cremoso (Smith, 1986), después de un periodo de incubación que varía según especie y factores medioambientales, emergen las larvas.

Las larvas son vermiformes (cuerpo cilíndrico), dividido en 12 segmentos (Do Santos & Queiroz, 2011), acéfalas, presenta un extremo agudo (anterior) donde se ubican los ganchos bucales del esqueleto cefalofaríngeo, y un extremo posterior (truncado) donde se encuentran los espiráculos posteriores (constituyen el aparato respiratorio primario de la larva), rodeado por un anillo llamado peritrema que puede ser cerrado no, estas estructuras son útiles para la identificación taxonómica (Alvarez, 2016), la morfología de los espiráculos posteriores y el cefaloesqueleto van cambiando con el tiempo, por lo que serán indicativos de la fase de desarrollo larval o edad, ello se puede determinar midiendo la longitud de la larva (Gunn, 2009). La larva III, deja de alimentarse (periodo post alimentario), abandona el sustrato alimenticio y deambula en busca de un sitio donde pupar (suelo, ropas, rincones, etc.), donde se contraen y pasan a la fase de pupa y dependiendo de la especie tardan algunos días en completar su desarrollo (Alvarez, 2016) (Gunn, 2009), que posteriormente emergen los individuos adultos.

2.2.3.1.1. *Chrysomya albiceps* (Weidemann, 1819)

Es una especie originaria de África, ingreso a Sudamérica en Brasil, causando un gran impacto en la abundancia de especies endémicas, ampliamente distribuida por América

latina, registrándose en Puerto Rico, Venezuela, Colombia, Ecuador, Brasil, Perú, Bolivia y Argentina (Ortloff, Jara, Albornoz, Silva, Riquelme, & Peña, 2013), propia de regiones tropicales y subtropicales; considerada de importancia para la entomología forense, ya que son colonizadoras primarias de cuerpos en descomposición (Cordeiro, 2011), sus larvas en estadio II y III se caracterizan por ser predadora facultativa, llegando el canibalismos (Gennard, 2007 y Gunn, 2009).

Características morfológicas.

Huevos: Alargados, de color blanco brillante, estos eclosionan entre 24-36 horas, dependiendo de la temperatura (Oliveira-Costa, 2003).

Larvas: son vermiformes dividido en 12 segmentos (uno cefálico, tres torácicos y ocho abdominales) y acéfalas, pasan por tres fases larvales.

Primer estadio (LI), de color blanco cremoso, presenta 12 segmentos (2 a 8 segmento, presentan anillos con espinas y del 9 a 12 segmento, presentan anillos con espinas solo en su cuarta parte), espiráculos posteriores cerrados, con peritrema abierto; esqueleto cefalofaríngeo inferior a 3 mm y ligeramente pigmentado. (Queiroz, Mello, & Lima, 1997) (Do Santos & Queiroz, 2011)

El tiempo de desarrollo de *Chrysomya albiceps*, varía de acuerdo a la temperatura, como muestran diversos estudios realizados en condiciones de laboratorio (Cordeiro, 2011):

Segundo estadio (LII), en los segmentos 2 a 5 presentan anillo de espinas, del 6 a 12 anillos con espinas solo la mitad, en la parte central de los segmentos 5 a 11 fila de tubérculos en la región dorsal y lateral (Do Santos & Queiroz, 2011); espiráculo anterior (12 ramas) completamente formado en el segmento 2, posee un par de espiráculos posteriores con dos aberturas, peritrema cerrado y pigmentado. (Queiroz et al., 1997)

Tercer estadio (LIII), de color castaño en la región dorsal y clara en la región ventral, esqueleto cefalofaríngeo totalmente formado, pigmentado curvado y dentado, presenta prominencia llamas tubérculos distribuidos aleatoriamente en el cuerpo, espiráculos posteriores con tres aberturas, peritrema abierto y muy pigmentado. (Queiroz et al., 1997)

Tabla 1

Tiempo de desarrollo de Chrysomya albiceps a diferentes temperaturas

	Estadio	Duración días	Temperatura °C
Kosmann et al., (2011)*	Huevo	0.5	26
	Larva	4.33	
	Prepupa	2.42	
	Pupa	3.75	
	Total	11.00	
Cordeiro (2011)	Larva	2.83	26.5
	Pre-pupa	2.41	
	Pupa	3.75	
	Total	10.50	
D'Almeida & Oliveira (2002)	Larva	5.74	27
	Pupa	5.76	
	Total	11.40	
Queiroz (1996)	Larva	5.00	27
	Pre-pupa	1.00	
	Pupa	4.70	
	Total	9.34	
Castro (2017)	Huevo	1.00	31
	Larva	4.00	
	Pupa	3.00	
	Total	8.00	

* Universidad de Brasília - Entomología Forense (datos no publicados)

Pupa: de forma cilíndrica, esclerotizada, y con espinas en su superficie, menor longitud en relación a los estadios larvales, la coloración varía de acuerdo al tiempo, va desde un rojizo (primeras horas) hasta un marrón oscuro (cercano a la emergencia del adulto). (Cordeiro, 2011)

Adulto: miden de 10 a 12 mm de longitud, de color verde metálico con reflejos dorado en el dorso del tórax y abdomen. (Medina, Sosa, Villacorta, Santa Cruz, & Calderón, 2018)

2.2.3.1.2. *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775).

Es una especie nativa de las Américas, propia de regiones templadas del nuevo mundo, se distribuye desde el sur de Canadá, sur de Estados Unidos, México (Yusseff, 2007) hasta Argentina; *Cochliomyia macellaria* es considerada una especies causante de miásis, sin embargo también ha sido registrada en estudios de sucesión ecológica de cadáveres (Cardoso, Magalhães, Cunha, Pereira, & Moya, 2012); los individuos adultos tienen preferencia por climas cálidos y húmedos (Smith, 1986), no toleran climas fríos (Medina et al., 2018)

Los adultos son de color azul verdoso metálico, con tres franjas longitudinales oscuras en el tórax (Byrd & Castner, 2010); miden de 5 a 10 mm de longitud, ojos grandes que ocupan la mayor parte de la cabeza. (Medina et al., 2018)

Las hembras grávidas pueden depositar aproximadamente 1000 huevos dispuestos en masas de 40 a 250 huevos. (Yusseff, 2007)

Segundo estadio (LII), Esclerito cefalofaríngeo en forma de gancho y arqueado, espiráculos posteriores con peritrema incompletos (Do Santos & Queiroz, 2011).

Tercer estadio (LIII), Espinas muy pigmentadas con una y dos puntas. Las espinas basales ubicadas en el último segmento tienen forma de V; el esclerito de la región oral no

presenta pigmentación; mientras que el segmento caudal presenta pequeños tubérculos. (Do Santos & Queiroz, 2011)

Pupa: de forma cilíndrica, esclerotizada, superficie muy lisa y brillante, va desde crema a marrón oscuro (cercano a la emergencia del adulto). (Do Santos & Queiroz, 2011)

Según algunos estudios realizados en campo y laboratorio, el tiempo de desarrollo registrado para *Cochliomyia macellaria*, muestra variación por la temperatura.

Tabla 2

Tiempo de desarrollo de Cochliomyia macellaria

	Estadio	Duración (días)	T (°C)	Duración (días)	T (°C)	Duración (días)	T (°C)
Medina et al. (2018)	Huevo	1		1		1	
	Larva	7	23.5	12	16.9	11	16.5
	Pupa	4		9		8	
	Total	12		22		20	
Byrd & Butler (1996)	Huevo	0.7		0.5		1.3	
	Larva	4	26.7	6.7	21.1	10.2	15.6
	Pupa	2.7		5.2		13	
	Total	7.4		12.4		24.5	
Yusseff (2007)	Huevo	0.6		0.4		0.4	
	Larva	3.5	25	2.8	21.1	2.4	35
	Pupa	7.9		5.5		+	
	Total	12		8.7		N/D	

2.2.4. Estimación del intervalo *Postmortem* (IPM).

El tiempo transcurrido desde el deceso (muerte), hasta el hallazgo del cuerpo es el denominado Intervalo *Postmortem* (IPM) (Byrd & Castner, 2010), determinarlo es de gran importancia en las investigaciones que encierran un contexto criminoso; esta información puede contribuir a la identificación de los victimarios, víctimas desaparecidas, reconstruir los hechos e incluso descartar coartadas.

La serie de cambios que sufren los cuerpos después de la muerte son causados en principio por la autólisis de tejidos por la descomposición química interna de las células y las enzimas liberadas, así como por acción de las bacterias y hongos que se habitan el intestino y el medio ambiente. (Amendt, Krettek, & Zehner, 2004), los signos físicos como el rigor mortis, livor mortis, livideces suelen emplearse para la estimación de tiempo de muerte, sin embargo ello muchas veces se limita a las primeras 72 horas de la muerte, mientras que los insectos constituyen una herramienta más precisa para estimar el Intervalo *Postmortem* durante y después de ese tiempo (Amendt, Richards, Campobasso, Zehner, & Hall, 2011), por ser los primeros organismos en descubrir y colonizar un cuerpo incluso a los pocos minutos de la muerte (Byrd & Castner, 2010).

Estimar el intervalo *Postmortem* implica establecer un rango de tiempo máximo y mínimo probable entre la muerte y el hallazgo del cadáver. IPM máximo se determina con base en los patrones de sucesión de insectos (presencia o ausencia de una determinada especie); mientras que el IPM mínimo está determinado por el grado de desarrollo de insectos hallados en el cadáver (estadios inmaduros) (Catts, 1992), considerando los factores ambientales, estación del año, tratamiento del cadáver, etc. (Verma & Paul, 2013).

El intervalo *Postmortem* mínimo (IPM_{min}) se puede determinar, empleando los insectos necrófagos principalmente de la familia Calliphoridae (Mahat et al., 2009), evaluando el tiempo de colonización, el periodo de actividad (tasa de desarrollo) y la información climatológica (Byrd & Castner, 2010). Mahat et al (2009) mencionan que, existen dos factores que afectan la estimación del intervalo *Postmortem*, el tiempo que transcurre entre la muerte y la oviposición inicial de los insectos y el tiempo que duran en completar su desarrollo; tiempos que están determinados en gran medida por la temperatura ambiental y humedad del lugar donde se desarrolla el evento (Byrd & Castner, 2010), otro factor que no debe ser desestimado es la presencia de alguna sustancia tóxica en el cadáver.

La edad de estos insectos inmaduros se calcula con base en la velocidad de desarrollo y esta a su vez va en función a la temperatura ambiental, tomando en cuenta el tamaño (longitud y peso) y el estadio de desarrollo (huevo, larva, pupa). (Amendt et al., 2011) (Tomberlin & Benbow, 2015). Para Gunn (2009), las larvas de los dípteros proporcionan datos más precisos para la estimación del tiempo mínimo de la muerte.

Existen algunas variables que afectan el intervalo *Postmortem*:

Temperatura. Los insectos son poiquiloterms “de sangre fría”, es decir que su temperatura corporal variará con la temperatura ambiente. Este factor influye en el comportamiento de los dípteros, ocasionando que las hembras grávidas no ovipositen por debajo de 40 °C, ni busque el cuerpo después de la puesta del sol. (Verma & Paul, 2013), el tiempo que requieran las larvas para completar su desarrollo también dependerá no solo de la temperatura sino de la humedad relativa (Fernandes, 2014). Las elevadas temperatura y humedad relativa del lugar pueden acelerar el proceso y descomposición cadavérica por microorganismos, como también influir en la llegada de insectos. (Rezende, 2012)

Drogas y otras sustancias tóxicas. La presencia de sustancias tóxicas (drogas u otro tóxico) en cuerpos en descomposición, serán ingeridas por las larvas de dípteros de interés forense, pudiendo acelerar o retardar su tasa de desarrollo, ello dependerá del tipo de sustancia y la concentración de la misma (Byrd & Castner, 2010); alterando significativamente la estimación del intervalo *Postmortem* (IPM), con consecuentes errores si no se toman en consideración, durante la investigación de una muerte sospechosa de criminalidad. (Amendt et al., 2011)

Los tóxicos pueden ser detectados en las larvas cuando la tasa de absorción es superior a la tasa de excreción, sin embargo, aún se desconoce el mecanismo de bioacumulación y/o eliminación de los tóxicos en las larvas, y como eso afecta su desarrollo

(Oliveira-Costa, 2003). Estas sustancias también se pueden detectar en las pupas, aunque en concentraciones mucho menores que los detectados en las larvas. (Rezende, 2012)

2.3. Formulación de la hipótesis

2.3.1. Hipótesis general.

El Aldicarb y Metamidofos afectan la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria* e intervalo *Postmortem*.

2.3.2. Hipótesis específicas.

- La presencia de Aldicarb, afecta la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*.
- La presencia de Metamidofos, afecta la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*.
- La presencia de Aldicarb y Metamidofos afectan la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria* por tanto la estimación del intervalo *Postmortem* de forma directa.

2.4. Operacionalización de variables e indicadores

Variable independiente	: Aldicarb / Metamidofos (plaguicidas)	: X ₁
Variables dependientes	: Tasa de desarrollo de <i>C albiceps</i> y <i>C macellaria</i>	: Y ₁
	Intervalo <i>Postmortem</i>	: Y ₂

Tabla 3*Descripción de las variables de estudio*

Variab	Definición	Indicadores	Escala	Valor final
X: Aldicarb / Metamidofos (Plaguicidas)	Sustancias orgánicas o inorgánicas destinadas a controlar o neutralizar plagas. (Ministerio de Salud, 2014)	Dosis letal	Razón	0.5 DL ₅₀ : No efectivo (X1) DL ₅₀ : Efectivo (X2) 2xDL ₅₀ : Muy efectivo (X3)
	Y: Tasa de desarrollo de <i>C. albiceps</i> y <i>C. macellaria</i>	Estadío larval	Ordinal	LI: Larva I LII: Larva II LIII: Larva III
	Periodo de tiempo que transcurre entre la muerte y el hallazgo del cadáver (Byrd & Castner, 2010; Calle, 2009).	Curva de tiempo (h) Curva de longitud (mm) Curvas de masa corporal (mg)		Razón

2.5. Definición de términos básicos

- *Dosis media letal (DL₅₀)*. Cantidad de un tóxico expresado en mg/kg. de peso vivo, que se necesita para causar la muerte al 50 % de una población de 100 a más animales en condiciones de experimentación. (Diario Oficial El Peruano, 1995)

- Intervalo *Postmortem*. Tiempo entre la muerte y el descubrimiento del cuerpo. (Byrd & Castner, 2010)
- *Intoxicación*. Conjunto de trastornos en un organismo, ocasionados por la presencia un tóxico o veneno.
- *Plaguicidas*. Cualquier sustancia o mezclas de ellas, de naturaleza orgánica o inorgánica destinada a controlar o neutralizar plagas (organismos capaces de producir daños a personas, animales y plantas). (Ministerio de Salud, 2014)
- *Tasa de desarrollo*. Es la medida de la porción de avance en el desarrollo en función a la unidad de tiempo. (Marco, 2001)
- *Tóxico*. Sustancia que, al contacto con un organismo, le ocasiona alteraciones en sus funciones. (Grandini, Carriedo, Gómez, Muñiz, Nicolini, & Takajashi, 2014)
- *Toxicología*. Ciencia que estudia a los tóxicos o venenos, y los efectos que estos causan en un organismo. (Grandini et al., 2014)
- *Rodenticida*. plaguicida destinado al control y eliminar de roedores. (Diario Oficial El Peruano, 1995)

CAPÍTULO III. Metodología

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Diseño.

La investigación es experimental pura, debido a la manipulación intencional de la variable independiente (plaguicidas a diferentes dosis), con el objeto de observar y analizar los efectos que genera sobre las otras variables (dependientes). (Hernández, Fernández & Baptista, 2014)

3.1.2. Tipo y nivel de investigación.

La presente investigación es del tipo aplicada (Zorilla, 1993) “por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos”.

Enfocada a nivel explicativo, debido a que se pretende establecer la causalidad de hechos o fenómenos en estudio para poder entenderlos (Hernández et al., 2014).

3.1.3. Enfoque.

La presente investigación tiene enfoque cuantitativo (Hernández et al., 2014).

3.2. Población

La población del estudio estuvo representada por individuos de dos especies de dípteros necrófagos (adultos e inmaduros), pertenecientes a la familia Calliphoridae: *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*. La población fue desconocida.

3.3. Muestra

La muestra estuvo constituida por 42 unidades experimentales, de los cuales se utilizó lo correspondiente a 4620 estados inmaduros de dos especies de insectos dípteros necrófagos de la familia Calliphoridae: *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*.

3.4. Unidad experimental

Correspondía a la masa de huevos de las especies en estudio que fue incorporadas a un frasco de boca ancha contenida de hígado de bovino. El experimento contó con 42 unidades experimentales.

3.5. Unidad de análisis

Constituido por un grupo de 10 larvas de alguna de las especies de moscas en estudio que se extrajo en cada periodo de tiempo (cada 12 horas) posterior a la aplicación de los tratamientos. En total se utilizaron 462 unidades de análisis, que alcanzaron entre larvas y pupas los 4290 estados inmaduros.

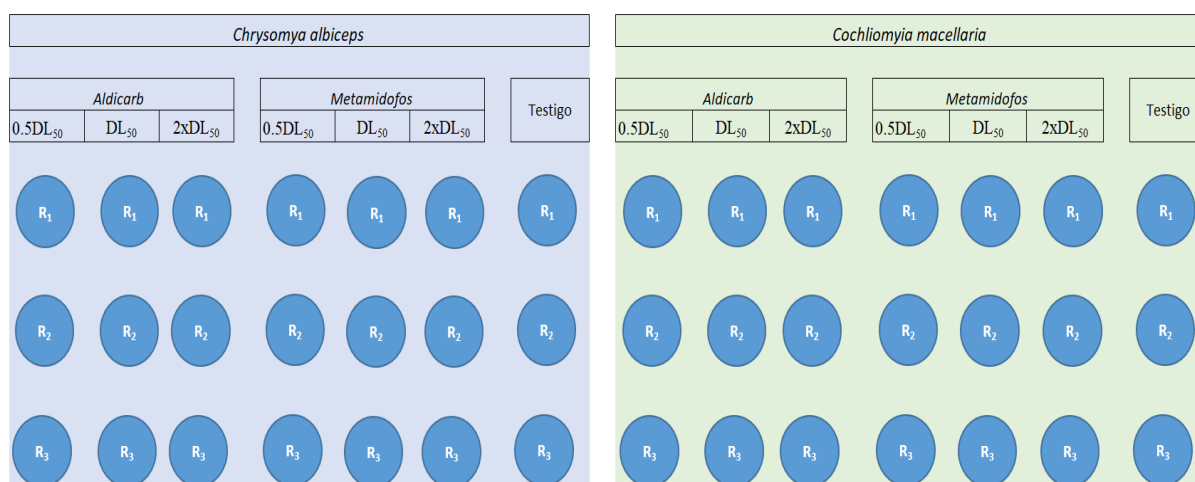


Figura 1. Esquema del acomodo de los frascos posterior a la aplicación de los tratamientos.

3.6. Técnicas de investigación

3.6.1. Instrumentos de recolección de datos.

Se utilizó: La observación.

Ficha de manejo de muestras e información entomológica: longitud (mm), peso (mg) de estadio post-embriionario y datos climatológicos como la temperatura ambiental y la humedad relativa (Anexo 2).

3.6.1.1. Área de estudio.

La investigación se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio de Entomología Forense del Instituto de Medicina Legal del distrito de San Vicente, capital de la provincia de Cañete.

La ciudad de San Vicente de Cañete se ubica en el kilómetro 144 de la panamericana sur, se encuentra a 38 msnm de altitud, cuyas coordenadas geográficas la ubican en los 13°07'20" latitud sur y 76°25'59" de longitud oeste; limitando por el norte con la provincia de Lima; por el Sur con la provincia de chincha (Ica); por el Este con la provincia de Yauyos; y por Oeste con el Océano Pacífico (Aguado, 2007).

El clima propio de región costa: subtropical, seco y semicálido, con escasas precipitaciones pluviales de 26.6 mm, con temperaturas promedio anual de 19.7 °C., llegando en verano hasta los 28 °C, mientras que en invierno oscila entre 14 °C y 20 °C., el invierno es frío y con un promedio de humedad de 87 % mensual (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 1985 e Instituto Nacional de Defensa Civil, 2008).

Esta ciudad costera del centro de nuestro país, basa su desarrollo en la actividad agrícola, destacando los cultivos de algodón, maíz, tubérculos y frutas como manzanas y vid.

3.6.1.2. Metodología en campo.

La captura de los dípteros necrófagos adultos de las especies *C albiceps* y *C macellaria*, se realizó en las instalaciones del Instituto de medicina Legal de Cañete; para ello se colocaron trampas tipo VAN SOMEREN RYDON, en las que se expusieron vísceras de pescado por 24 horas, al respecto, autores como D'Almeida (1983) y Baumgartner & Greenberg (1985), mencionan que este sustrato suele ser el cebo más atractivo para muchas especies. Una vez capturados los dípteros adultos, fueron llevados al laboratorio de entomología forense, donde serán anestesiados durante 90 segundos a -20 °C., para su

identificación (Estrada et al., 2009) y sexage, mediante claves taxonómicas ilustradas; luego se seleccionaron los individuos de interés para el estudio (*C. albiceps* y *C. macellaria*).

3.6.1.3. Metodología en laboratotio.

La identificación de especies de dípteros necrófagos adultos, se realizó haciendo uso de claves de identificación taxonómica de Dale (1985), Dear (1985), Smith (1986), Barros De Carvalho & Ribeiro, (2000), Barros De Carvalho & Mello-Patiu (2008), Whitworth (2006) y Whitworth (2010).

3.6.1.3.1. Maduración ovárica y oviposturas.

Los individuos de cada especie (*C. albiceps* y *C. macellaria*), fueron colocados por separado, en cámaras de ovipostura (cajas de plástico) de 30 cm x 30 cm x 40 cm, con aberturas laterales y superior acondicionada con tela de tul blanca para la adecuada oxigenación, así como una manga hecha con la misma tela por donde se suministró los sustratos para alimentación y ovipostura; se les colocó agua, azúcar (Ishak, Ahmad, Nor, & Ahmad, 2018) (Rezende, 2012) e hígado de bovino como fuente de alimento (Rezende, 2012), por 24 horas (López, 2017); Linhares (1988), citado por Pereira (2011), considera que el hígado de bovino provee el suministro proteico necesario para la maduración ovárica de las hembras adultas.

Pasado el tiempo, se retiró el hígado de bovino por un periodo de 48 horas, ello para sincronizar la maduración gonadal y oviposición de las hembras. (López, 2017)

Posteriormente se colocó 100 g de carne de bovino picada, como sustrato para estimular la ovoposición de las hembras grávidas (Pereira, 2011) (Almeida, 2015) (Ishak et al., 2018). Estos huevos fueron usados para la obtención de una primera generación, misma que sometida a todo el proceso anterior permitieron obtener huevos de segunda generación, los que se utilizaron para la aplicación del estudio (exposición a plaguicidas).

3.6.1.3.2. Crianza en el laboratorio.

Para la crianza de las especies de dípteros Calliphoridae: *C albiceps* y *C macellaria*, en su forma larval, se preparó una pasta a base de hígado de bovino como fuente de su alimento, se empezó a dividir dicho sustrato en 42 grupos con un peso de 100 g cada uno, luego fueron colocados en frascos de material plástico, de boca ancha y con capacidad de 250 cc, de manera aleatoria se empezó a inocular en cada tres frascos (repeticiones) los dos tipos de plaguicidas, siendo estos:

- Aldicarb comercialmente conocido como “Campeón”, cuya dosis letal media es: DL_{50} : 0.93 mg/kg de peso. Se aplicó en tres dosis diferentes: 0.5 DL_{50} (0.047 mg/kg), DL_{50} (0.093 mg/kg) y 2x DL_{50} (0.186 mg/kg).
- Metamidofos comercialmente conocido como “Monitor 600”, cuya dosis letal media es: DL_{50} : 18 mg/kg de peso. Se aplicó en tres dosis diferentes: 0.5 DL_{50} (0.9 mg/kg), DL_{50} (1.8 mg/kg) y 2x DL_{50} (3.6 mg/kg).
- Control: 100 g de hígado de bovino sin aditivo.

Una vez aplicado los tratamientos en el sustrato, se procedió a incorporar una masa de huevos de manera independiente para cada especie en estudio, dichos huevos fueron obtenidos de la ovoposición de los adultos criados en condiciones de laboratorio, posterior a ellos, los frascos fueron cubiertos con malla organza, con la finalidad de evitar acontecimientos como el escape de las larvas y la oxigenación del medio.

La hora de emergencia de las larvas en cada uno de los tratamientos fue considerada como “hora cero”, a partir de ello cada 12 horas fueron retirados 10 individuos (de preferencia los más grandes), y sacrificados sumergiéndolos en agua caliente a 90 °C por 3 minutos (Almeida, 2015), con la finalidad de que el cuerpo de la larva se distienda, e inmediatamente fueron pesadas individualmente en balanza analítica (Pereira, 2011), y medidas con ayuda de un vernier mecánico (Solís, 2014); es ideal que las larvas se midan y

pesen antes de colocarlas en conservantes para evitar errores por acción éste (Gunn, 2009); finalmente fueron preservadas en frascos viales de vidrio con alcohol de 70°; para determinar el estadio de desarrollo las larvas (edad) al momento del muestreo, fueron observadas al Microscopio-estereoscopio, marca Carl Zeiss, modelo Stemi 305, con oculares 40x y aumento máximo de 100x; los datos registrados permitieron elaborar curvas de crecimiento de las dos especies de dípteros Calliphoridae en estudio.

Alcanzado el estadio de pre-pupa, los individuos fueron trasladadas hacia otros frascos de mayor capacidad volumétrica (1000 cc), conteniendo un tercio de arena fina estéril, que sirvió como medio para la pupación (Pereira, 2011) (Rueda, Ortega, Segura, Acero, & Bello, 2010); estos también se cubrieron con organza, hasta la emergencia del adulto.

Durante todo el proceso de la crianza en condiciones de laboratorio, se midió y anotó los datos de los factores medioambientales, tales como temperatura y humedad, haciendo uso de sensores digitales.

En la Tabla 16 y Figura 27 del Anexos, se registra los datos de temperatura y humedad durante el desarrollo de la investigación en el laboratorio, estos fueron registrados a diario; obteniéndose la temperatura ambiental media de 28.5 °C y humedad relativa media de 58.3 %; se alcanzó una temperatura máxima de 34.5 °C, registrada el 08 de marzo, la más baja fue de 23.5 °C registrada el 24 de febrero; respecto a la humedad relativa más alta fue de 83%, registrada al inicio de la investigación (24 de febrero) y la más baja fue de 37 % registrada el 09 de marzo.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos fueron procesados a través del Programa de análisis estadístico IBM SPSS Statistics versión 25.0., se contrastaron las hipótesis mediante el análisis de la varianza

(ANOVA) en donde se aceptó la hipótesis nula (similar efecto) cuando el p-valor fue mayor a 0.05, mientras que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la alterna cuando el p-valor fue inferior a 0.05 (Moreno, Rodriguez, & Quiroz, 2018). Al encontrar significancia estadística, se procedió a realizar la comparación de medias mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey (Rueda et al., 2010), dichos análisis se realizaron en periodos de cada 12 horas hasta que culminara el tiempo de la fase larvaria de las dos especies de moscas, plasmándose un cuadro resumen por longitud y peso de las larvas en donde se colocaba valores de la media aritmética y el p-valor para conocer la presencia o ausencia de efectos.

Para elaborar las curvas de desarrollo post-embrionario de las dos especies estudiadas, se utilizó el mejor modelo curvilíneo que se adecuó a los valores promedios y se escogió el grado de la ecuación en base al mayor valor del coeficiente de determinación (R^2), esta representación gráfica se realizó mediante el uso del programa Ms. Excel 2010.

CAPÍTULO IV. Presentación Y Análisis De Los Resultados

4.1. Procesamiento de datos: resultados

4.1.1. Efectos de Aldicarb en la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*.

Tabla 4

Longitud (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Chrysomya albiceps, expuestas diferentes dosis de aldicarb (mg/kg) en relación al grupo control

Estadio Larval	Tiempo (h)	Control	Aldicarb			p-valor
			0.5DL ₅₀	DL ₅₀	2xDL ₅₀	
LI	0	1.76±0.01 ^a	1.73±0.02 ^a	1.75±0.01 ^a	1.73±0.03 ^a	0.229
LI	12	2.87±0.06 ^{ab}	2.74±0.08 ^b	2.76±0.03 ^{ab}	2.88±0.02 ^a	0.020
LII	24	6.91±0.06 ^a	5.94±0.04 ^c	6.05±0.03 ^b	6.06±0.01 ^b	<0.001
LIII	36	11.96±0.10 ^a	10.15±0.05 ^c	10.54±0.05 ^b	10.60±0.09 ^b	<0.001
LIII	48	13.31±0.02 ^a	11.52±0.07 ^b	11.24±0.01 ^b	11.27±0.55 ^b	<0.001
LIII	60	14.92±0.06 ^a	13.06±0.06 ^b	12.94±0.11 ^b	12.98±0.05 ^b	<0.001
LIII	72	14.94±0.04 ^a	13.94±0.16 ^b	13.89±0.05 ^b	13.80±0.06 ^b	<0.001
LIII	84	14.15±0.18 ^a	13.78±0.10 ^{ab}	13.56±0.21 ^{bc}	13.25±0.11 ^c	0.001
LIII	96		13.28±0.13 ^a	13.17±0.15 ^a	12.89±0.18 ^a	0.053

Fuente: Investigador. Letras diferentes demuestran significancia estadística.

En la Tabla 4 se muestra el crecimiento larval de *Chrysomya albiceps*, las larvas (estadio I) de todos los grupos, en las primeras 12 horas de su desarrollo, no mostraron diferencias significativas en longitud, sin embargo, a la hora 24 de muestreo (estadio II) el grupo control adquirió mayor longitud frente a los grupos expuestos a aldicarb, registrando la menor longitud los que ingirieron alimento con dosis más baja (0.5DL₅₀); a partir de allí las larvas control mostraron una mayor longitud que los otros grupos, hasta el momento en que puparon, durante el estadio larval III, los tres grupos expuestos al tóxico se vieron igualmente afectados en su longitud, no mostrando un impacto significativo entre ellos.

Tabla 5

Peso (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Chrysomya albiceps, expuestas diferentes dosis de aldicarb (mg/kg) en relación al grupo control

Estadio Larval	Tiempo (h)	Control	Aldicarb			p-valor
			0.5DL ₅₀	DL ₅₀	2xDL ₅₀	
LI	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	----
LI	12	3.00±0.00 ^a	3.00±0.00 ^a	2.93±0.06 ^a	2.90±0.17 ^a	0.482
LII	24	8.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00	5.00±0.00	----
LIII	36	37.33±0.58 ^a	17.33±1.15 ^c	18.67±0.58 ^{bc}	19.67±0.58 ^b	<0.001
LIII	48	47.00±0.00 ^a	24.67±0.58 ^b	22.67±0.58 ^c	21.67±0.58 ^c	<0.001
LIII	60	66.45±2.15 ^a	45.67±1.53 ^b	44.67±0.58 ^b	42.67±0.58 ^b	<0.001
LIII	72	71.47±0.50 ^a	66.33±1.53 ^b	64.67±0.58 ^{bc}	62.67±0.58 ^c	<0.001
LIII	84	82.50±0.50 ^a	78.00±0.00 ^b	73.67±1.53 ^c	70.67±0.58 ^d	<0.001
LIII	96		80.00±0.00	79.00±0.00	76.00±1.00	<0.001

Fuente: Investigador. Letras diferentes demuestran significancia estadística.

En la Tabla 5, se muestra la ganancia de masa corporal (peso) en larvas de *Chrysomya albiceps* expuestas a las diferentes dosis de aldicarb frente al grupo control. Se observa que las larvas (estadio I) de todos los grupos, en las primeras 12 horas de su desarrollo, no mostraron diferencias significativas en peso, a la hora 24 de muestreo (estadio II) el grupo control adquirió mayor peso frente a los grupos expuestos a aldicarb, registrando la menor ganancia de masa corporal los que ingirieron alimento con la dosis más alta (2xDL₅₀); a partir de allí las larvas del grupo control muestran una diferencia significativa en ganancia de peso sobre los otros grupos, hasta el momento en que puparon, durante el estadio larval III, los tres grupos expuestos al tóxico se vieron igualmente afectados en el peso, al final del estadio el grupo con menor ganancia de masa fue el expuesto al doble de la dosis letal media (2xDL₅₀).

Tabla 6

Longitud (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Cochliomyia macellaria, expuestas diferentes dosis de aldicarb (mg/kg) en relación al grupo control

Estadio Larval	Tiempo (h)	Control	Aldicarb			p-valor
			0.5DL ₅₀	DL ₅₀	2xDL ₅₀	
LI	0	1.60±0.00	1.60±0.00	1.60±0.00	1.60±0.00	----
LI	12	3.47±0.06 ^a	3.00±0.02 ^b	3.01±0.02 ^b	3.02±0.02 ^b	<0.001
LII	24	6.02±0.02 ^a	5.02±0.02 ^c	5.06±0.03 ^b	5.12±0.05 ^b	<0.001
LII	36	7.18±0.04 ^a	6.86±0.01 ^b	6.82±0.06 ^b	6.55±0.05 ^c	<0.001
LIII	48	11.69±0.16 ^a	11.59±0.02 ^a	11.63±0.15 ^a	11.63±0.40 ^a	0.945
LIII	60	13.76±0.43 ^a	13.17±0.06 ^a	13.09±0.18 ^b	12.91±0.02 ^b	0.011
LIII	72	15.11±0.05 ^a	14.81±0.05 ^a	14.75±0.22 ^{ab}	14.66±0.22 ^b	0.040
LIII	84	14.96±0.15 ^a	14.76±0.16 ^a	14.67±0.16 ^{ab}	14.46±0.12 ^b	0.020
LIII	96	14.56±0.08 ^a	14.17±0.28 ^a	14.43±0.29 ^a	14.13±0.07 ^a	0.099
LIII	108	14.35±0.05 ^a	13.94±0.03 ^c	14.12±0.03 ^b	14.06±0.03 ^b	<0.001
LIII	120			14.10±0.04 ^a	13.96±0.04 ^b	0.012

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

Fuente: Investigador.

En la Tabla 6 se muestra el crecimiento larval de *Cochliomyia macellaria*, expuestas a las diferentes dosis de aldicarb, se observa que a la hora 12 (larva I) y horas 24-36 (larva II) de muestreo, las larvas del grupo control mostraron mayor longitud respecto a los grupos expuestos a aldicarb, a partir de la hora 48 de muestreo (estadio larval III), el grupo tratado con la menor dosis (0.5DL₅₀) crece de forma similar al grupo control, quienes muestran la mayor ganancia de longitud, hasta el momento de la pupación, respecto a los grupos con las dosis más altas (DL₅₀ y 2xDL₅₀) que se desarrollan de manera homogénea.

Tabla 7

Peso (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Cochliomyia macellaria, expuestas diferentes dosis de aldicarb (mg/kg) en relación al grupo control

Estadio Larval	Tiempo (h)	Control	Aldicarb			p-valor
			0.5DL ₅₀	DL ₅₀	2xDL ₅₀	
LI	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	----
LI	12	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	----
LII	24	8.00±0.00 ^a	6.93±0.12 ^b	7.00±0.00 ^b	6.00±0.00 ^c	<0.001
LII	36	14.33±0.58 ^a	11.87±0.23 ^b	12.00±0.00 ^b	11.00±0.00 ^c	<0.001
LIII	48	27.67±1.15 ^a	26.00±1.00 ^a	23.67±0.58 ^b	22.67±0.58 ^b	<0.001
LIII	60	34.67±3.06 ^a	30.00±0.00 ^b	28.00±0.00 ^{bc}	25.67±0.58 ^c	0.001
LIII	72	44.33±0.58 ^a	43.33±1.53 ^{ab}	41.33±0.58 ^b	37.00±1.00 ^c	<0.001
LIII	84	48.00±1.73 ^a	47.00±0.00 ^{ab}	45.00±0.00 ^{bc}	42.67±0.58 ^c	<0.001
LIII	96	58.00±0.00 ^a	57.67±0.58 ^{ab}	56.00±1.00 ^b	53.67±0.58 ^c	<0.001
LIII	108	57.00±0.00 ^a	57.00±0.00 ^a	56.83±0.29 ^a	55.00±0.00 ^b	<0.001
LIII	120			56.00±0.00	55.00±0.00	----

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

Fuente: Investigador.

En la Tabla 7 se muestra la ganancia de masa corporal (peso) en larvas de *Cochliomyia macellaria* expuestas a las diferentes dosis de aldicarb. Se observa que a partir de la hora 24 de muestreo (larva II), las larvas del grupo control mostraron mayor ganancia de masa corporal respecto a los grupos expuestos a aldicarb, aunque el grupo expuesto a las dosis más bajas (0.5DL₅₀) mostro valores muy similares al control; sin embargo, las larvas más afectadas y con menor ganancia de masa corporal durante todo el desarrollo, fueron las expuestas al doble de la dosis letal media (2xDL₅₀), en contraposición del grupo control.

4.1.2. Efectos de Metamidofos en la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*.

Tabla 8

Longitud (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Chrysomya albiceps, expuestas diferentes dosis de metamidofos (mg/kg) en relación al grupo control

Estadio Larval	Tiempo (h)	Control	Metamidofos			p-valor
			0.5DL ₅₀	DL ₅₀	2xDL ₅₀	
LI	0	1.76±0.01 ^a	1.70±0.02 ^b	1.72±0.01 ^b	1.71±0.01 ^b	0.002
LI	12	2.87±0.06 ^a	2.88±0.00 ^a	2.83±0.04 ^a	2.84±0.02 ^a	0.290
LII	24	6.91±0.06 ^a	4.62±0.03 ^b	4.78±0.28 ^b	4.84±0.25 ^b	<0.001
LIII	36	11.96±0.10 ^a	8.73±0.01 ^b	8.11±0.01 ^c	7.02±0.04 ^d	<0.001
LIII	48	13.31±0.02 ^a	9.91±0.08 ^b	9.81±0.09 ^b	8.07±0.05 ^c	<0.001
LIII	60	14.92±0.06 ^a	11.03±0.01 ^b	11.07±0.05 ^b	9.31±0.18 ^c	<0.001
LIII	72	14.94±0.04 ^a	13.36±0.28 ^b	12.91±0.23 ^b	12.14±0.03 ^c	<0.001
LIII	84	14.15±0.18 ^{ab}	14.42±0.06 ^a	13.93±0.03 ^b	12.93±0.09 ^c	<0.001
LIII	96		14.13±0.03 ^a	13.51±0.10 ^b	13.36±0.25 ^b	0.002
LIII	108		13.62±0.13 ^a	13.17±0.08 ^b	13.29±0.27 ^{ab}	0.048

Fuente: Investigador. Letras diferentes demuestran significancia estadística.

En la Tabla 8 se muestra el crecimiento larval de *C. albiceps* expuestas a dosis de metamidofos frente al testigo; se observa que durante el estadio larval I no hay diferencia significativa en cuanto a la longitud de larvas del grupo control y las expuestas a las dosis de metamidofos (0.5DL₅₀, DL₅₀ y 2xDL₅₀); a partir de 24 horas de muestreo (larva II) y hasta el momento de la pupación se registra mayor ganancia de longitud en el grupo control respecto a los grupos con expuestas a diferentes del tóxico; las larvas expuestas al doble de la dosis letal media (2xDL₅₀) son las que registran la menor longitud durante todo el desarrollo larval.

Tabla 9

Peso (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Chrysomya albiceps, expuestas diferentes dosis de metamidofos (mg/kg) en relación al grupo control

Estadio Larval	Tiempo (h)	Control	Metamidofos			p-valor
			0.5DL ₅₀	DL ₅₀	2xDL ₅₀	
LI	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	----
LI	12	3.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	----
LII	24	8.00±0.00 ^a	3.00±0.00 ^b	3.00±0.00 ^b	2.33±0.58 ^b	<0.001
LIII	36	37.33±0.58 ^a	10.07±0.12 ^b	9.53±0.92 ^b	6.50±0.50 ^c	<0.001
LIII	48	47.00±0.00 ^a	15.67±0.58 ^b	14.33±0.58 ^b	8.43±0.75 ^c	<0.001
LIII	60	66.45±2.15 ^a	28.67±1.15 ^b	26.73±1.42 ^b	15.00±1.00 ^c	<0.001
LIII	72	71.47±0.50 ^a	44.33±3.51 ^b	38.00±1.00 ^c	29.00±1.00 ^d	<0.001
LIII	84	82.50±0.50 ^a	71.33±1.53 ^b	59.53±0.50 ^c	57.33±1.15 ^c	<0.001
LIII	96		82.67±1.15 ^a	70.67±1.15 ^b	69.00±1.00 ^b	<0.001
LIII	108		84.00±0.00 ^a	72.67±0.58 ^b	71.47±0.50 ^c	<0.001

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

Fuente: Investigador.

En la Tabla 9, se muestra la ganancia de masa corporal (peso) en larvas de *Chrysomya albiceps* expuestas a las diferentes dosis de metamidofos frente al grupo control. Se observa que durante el estadio larval I no hay diferencia significativa en cuanto al peso de las larvas del grupo control y las expuestas a diferentes dosis de metamidofos (0.5DL₅₀, DL₅₀ y 2xDL₅₀); a partir de hora 24 de muestreo (larva II) y hasta el momento de la pupación las larvas del grupo control registran la mayor ganancia masa corporal respecto a las expuestas a las diferentes dosis del tóxico; las larvas más afectadas por el metamidofos fueron las expuestas al doble de la dosis letal media (2xDL₅₀) ya que registraron la menor ganancia de masa corporal durante todo el desarrollo larval.

Tabla 10

Longitud (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Cochliomyia macellaria, expuestas diferentes dosis de metamidofos (mg/kg) en relación al grupo control

Estadio Larval	Tiempo (h)	Control	Metamidofos			p-valor
			0.5DL ₅₀	DL ₅₀	2xDL ₅₀	
LI	0	1.60±0.00	1.60±0.00	1.60±0.00	1.60±0.00	----
LI	12	3.47±0.06 ^a	3.10±0.02 ^b	3.10±0.02 ^b	3.05±0.01 ^b	<0.001
LII	24	6.02±0.02 ^a	5.00±0.00 ^b	5.00±0.00 ^b	5.02±0.03 ^b	<0.001
LII	36	7.18±0.04 ^a	6.84±0.04 ^b	6.04±0.04 ^c	6.07±0.08 ^c	<0.001
LIII	48	11.69±0.16 ^a	9.66±0.05 ^b	9.86±0.02 ^b	9.79±0.03 ^b	<0.001
LIII	60	13.76±0.43 ^a	11.85±0.06 ^c	12.62±0.26 ^b	12.64±0.03 ^b	<0.001
LIII	72	15.11±0.05 ^a	13.81±0.04 ^d	14.05±0.03 ^b	13.92±0.04 ^c	<0.001
LIII	84	14.96±0.15 ^a	14.09±0.02 ^c	14.37±0.04 ^b	14.21±0.09 ^{bc}	<0.001
LIII	96	14.56±0.08 ^a	13.09±0.08 ^c	13.43±0.45 ^{bc}	13.89±0.02 ^b	<0.001
LIII	108	14.35±0.05 ^a	13.01±0.01 ^c	13.21±0.20 ^c	13.85±0.06 ^b	<0.001
LIII	120			13.07±0.04 ^b	13.64±0.10 ^a	0.001

Fuente: Investigador. Letras diferentes demuestran significancia estadística.

En la Tabla 10 se muestra el crecimiento larval de *Cochliomyia macellaria*, expuestas a las diferentes dosis de metamidofos frente al grupo control, se observa que, desde las 12 horas de muestreo, las larvas (I) del grupo control mostraron mayor longitud respecto a los grupos expuestos a las diferentes dosis de metamidofos, siendo así hasta el momento de la pupación. Durante el estadio larval II y III el grupo control muestra mayor ganancia en longitud; la menor longitud en el estadio II corresponde al grupo expuesto al doble de la dosis letal media (2xDL₅₀); mientras que en el estadio III al grupo expuesto a la mitad de la dosis letal media (0.5DL₅₀) registra una menor longitud, similar al grupo expuesto al doble de la dosis letal media (2xDL₅₀).

Tabla 11

Peso (media±DE) y tiempo de desarrollo (h) de larvas de Cochliomyia macellaria, expuestas diferentes dosis de metamidofos (mg/kg) en relación al grupo control

	Tiempo (h)	Control	Metamidofos			p-valor
			0.5DL50	DL50	2xDL50	
LI	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	----
LI	12	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	----
LII	24	8.00±0.00 ^a	7.00±0.00 ^b	5.00±0.00 ^c	4.00±0.00 ^d	----
LII	36	14.33±0.58 ^a	13.67±0.58 ^a	8.00±0.00 ^b	6.00±0.00 ^c	<0.001
LIII	48	27.67±1.15 ^a	24.67±0.58 ^b	19.00±0.00 ^c	14.00±0.00 ^d	<0.001
LIII	60	34.67±3.06 ^a	31.33±1.53 ^a	24.00±0.00 ^b	21.33±0.58 ^b	<0.001
LIII	72	44.33±0.58 ^a	41.00±0.00 ^b	38.33±0.58 ^c	34.33±0.58 ^d	<0.001
LIII	84	48.00±1.73 ^a	44.67±0.58 ^b	43.33±0.58 ^b	40.67±0.58 ^c	<0.001
LIII	96	58.00±0.00	57.00±0.00	53.00±0.00	50.00±0.00	----
LIII	108	57.00±0.00	57.00±0.00	54.00±0.00	52.00±0.00	----
LIII	120			54.00±0.00	52.00±0.00	----

Letras diferentes demuestran significancia estadística. ----: Ausencia de variabilidad.

Fuente: Investigador.

En la Tabla 11 se muestra la ganancia de masa corporal (peso) en larvas de *Cochliomyia macellaria* expuestas a las diferentes dosis de metamidofos frente al grupo control. Se observa que a partir de la hora 24 de muestreo, las larvas (II) del grupo control mostraron mayor ganancia de masa corporal frente a las larvas tratadas a diferentes dosis de metamidofos y así se mantuvo hasta el momento de la pupación. Las larvas más afectadas fueron las expuestas al doble de la dosis letal media (2xDL₅₀) ya que registraron la menor ganancia de masa corporal durante todo el desarrollo.

4.1.3. Curvas de desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria* expuestas a diferentes dosis de aldicarb y metamidofos en función a grupo control, empleadas para estimar el intervalo *Postmortem*.

La Tabla 12 muestra el tiempo de desarrollo de *Chrysomya albiceps* expuestas diferentes dosis de aldicarb, las larvas de esta especie expuestas a la mayor dosis de aldicarb (2xDL₅₀) completaron su desarrollo larval en 104 horas, las expuestas a la menor dosis (0.5DL₅₀) completaron su desarrollo larval en 99 horas, frente al grupo control que lo hizo en 91 horas, es decir el grupo expuesto a la mayor dosis llegaron a pupar 13 horas después que lo hizo el grupo control (Figura 2 y 3).

Tabla 12

Tiempo de desarrollo horas (h) días (d) y longitud en cada fase larval de Chrysomya albiceps, expuestas a diferentes dosis de aldicarb en función al grupo control

ESTADIO	CONTROL		ALDICARB									
	Longitud	Tiempo		0.5 DL50			DL50			2xDL50		
	(mm)	(h)	(d)	(mm)	(h)	(d)	(mm)	(h)	(d)	(mm)	(h)	(d)
Huevo		13	0.54		13	0.54		13	0.54		13	0.54
Larva I	2.88±0.06 a	18	0.75	2.74±0.08 b	18	0.75	2.76±0.03 ab	18	0.75	2.88±0.02 a	19	0.79
Larva II	6.94±0.08 a	15	0.62	5.94±0.04 b	26	1.08	6.05±0.03 b	26	1.08	6.06±0.01 b	27	1.12
Larva III	14.16±0.16 a	58	2.42	13.28±0.13 b	55	2.30	13.17±0.15 b	57	2.38	12.89±0.18 b	58	2.42
Pupa		78	3.25		89.3	3.72		89	3.71		87	3.63
T total		182	7.58		201.3	8.39		203	8.46		204	8.50

Fuente: Investigador. (h): horas desde el iniciado el experimento; (d): días desde el iniciado el experimento; Letras diferentes (a, b y c) demuestran significancia estadística (p<0.05).

Chrysomya albiceps registró un tiempo de desarrollo desde la oviposición hasta la emergencia del adulto de 182 horas (7.58 días) para el grupo control, para los especímenes expuestos al tóxico 0.5DL₅₀ 201.3 horas (8.38 días), DL₅₀ 203 horas (8.45 días) y la mayor dosis 2xDL₅₀ 204 horas (8.5 días), 22 horas (0.92 días) más que el grupo control (Figura 10).

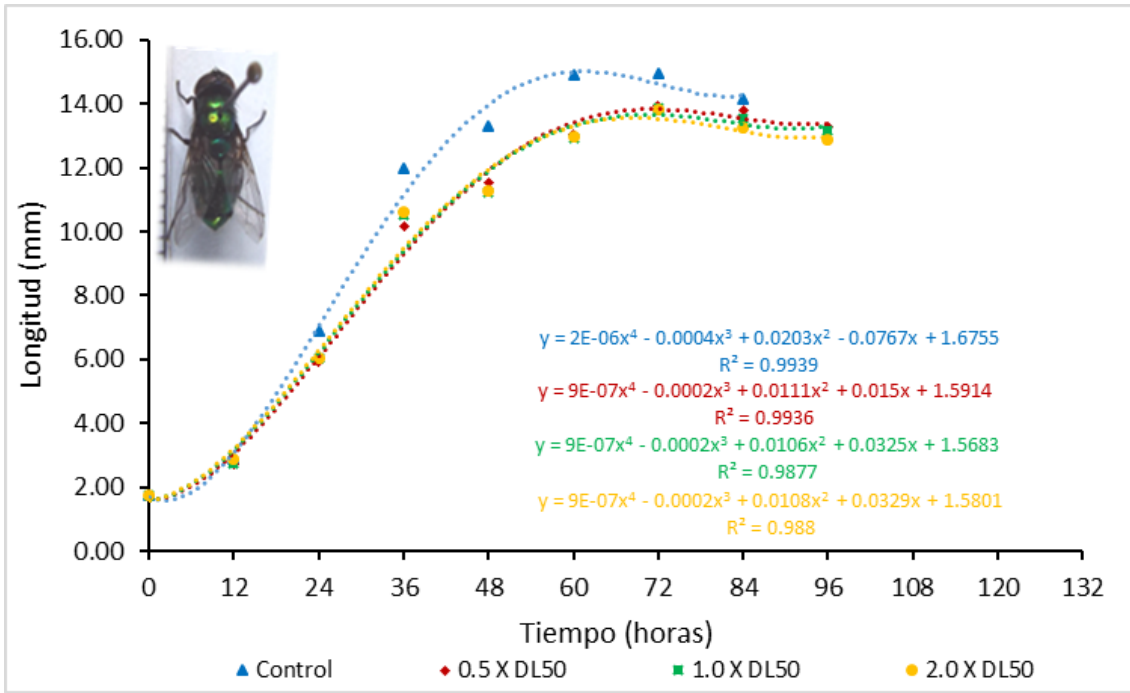


Figura 2. Curva de crecimiento en longitud (mm) de *Chrysomya albiceps* durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de aldicarb.

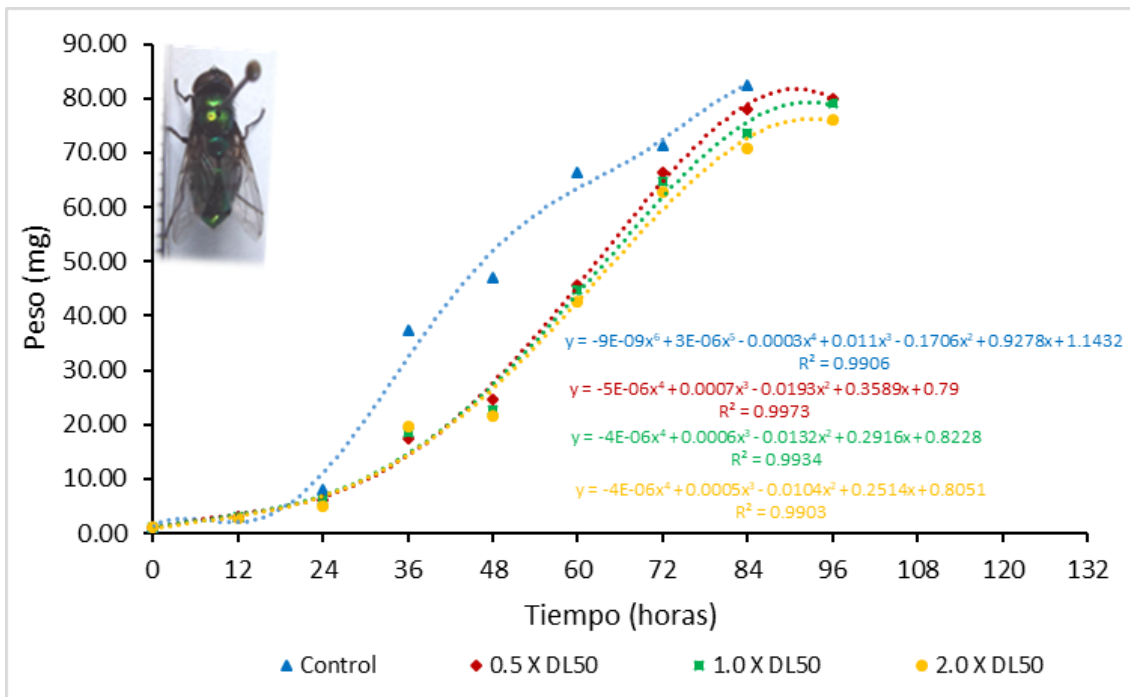


Figura 3. Curva de crecimiento en peso (mg) de *Chrysomya albiceps* durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de aldicarb.

La Tabla 13 muestra el tiempo de desarrollo de *Chrysomya albiceps* expuestas diferentes dosis de metamidofos, las larvas del grupo control completaron su desarrollo en 91 horas, mientras las expuestas a la mayor dosis de metamidofos (2xDL₅₀) completaron su desarrollo larval en 138.1 horas, es decir llegaron a la fase de pupa 47.1 horas después que el grupo control; los grupos expuestos menores dosis muestran datos similares entre si, las expuestas a 0.5DL₅₀ completaron su desarrollo larval en 111 horas y DL₅₀ en 112.4 horas, aunque ambas distan respecto al grupo control (Figura 4 y 5).

Chrysomya albiceps registró un tiempo de desarrollo desde la oviposición hasta la emergencia del adulto de 182 horas (7.58 días) para el grupo control, para los especímenes expuestos al tóxico 0.5DL₅₀ fue de 211 horas (8.79 días), DL₅₀ de 222.4 horas (9.26 días) y la mayor dosis 2xDL₅₀ tomó más tiempo para su desarrollo, fue de 251.4 horas (10.47 días), 69.4 horas (2.89 días) más que el grupo control (Figura 11).

Tabla 13

Tiempo de desarrollo horas (h) días (d) y longitud en cada fase larval de Chrysomya albiceps, expuestas a diferentes dosis de metamidofos en función al grupo control

ESTADIO	CONTROL			METAMIDOFOS										
	Longitud		Tiempo	0.5 DL50			DL50			2xDL50				
	(mm)	(h)		(d)	(mm)	(h)	(d)	(mm)	(h)	(d)	(mm)	(h)	(d)	
Huevo			13	0.54			13	0.54			13	0.54		
Larva I	2.88±0.06 a		18	0.75	2.88±0.00 a	18.3	0.76	2.83±0.04 a	18.3	0.76	2.84±0.02 a	19	0.79	
Larva II	6.94±0.08 a		15	0.62	4.62±0.03 b	18.3	0.76	4.69±0.23 b	19	0.79	4.84±0.25 b	20	0.83	
Larva III	14.16±0.16 a		58	2.42	13.62±0.13 b	74	3.08	13.17±0.08 c	75.1	3.13	13.02±0.04 c	99.1	4.13	
Pupa			78	3.25		87	3.63		97	4.04		100.3	4.18	
Total			182	7.58		211	8.79		222.4	9.26		251.4	10.47	

(h): horas desde el iniciado el experimento; (d): días desde el iniciado el experimento; Letras diferentes (a, b y c) demuestran significancia estadística (p<0.05).

Fuente: Investigador.

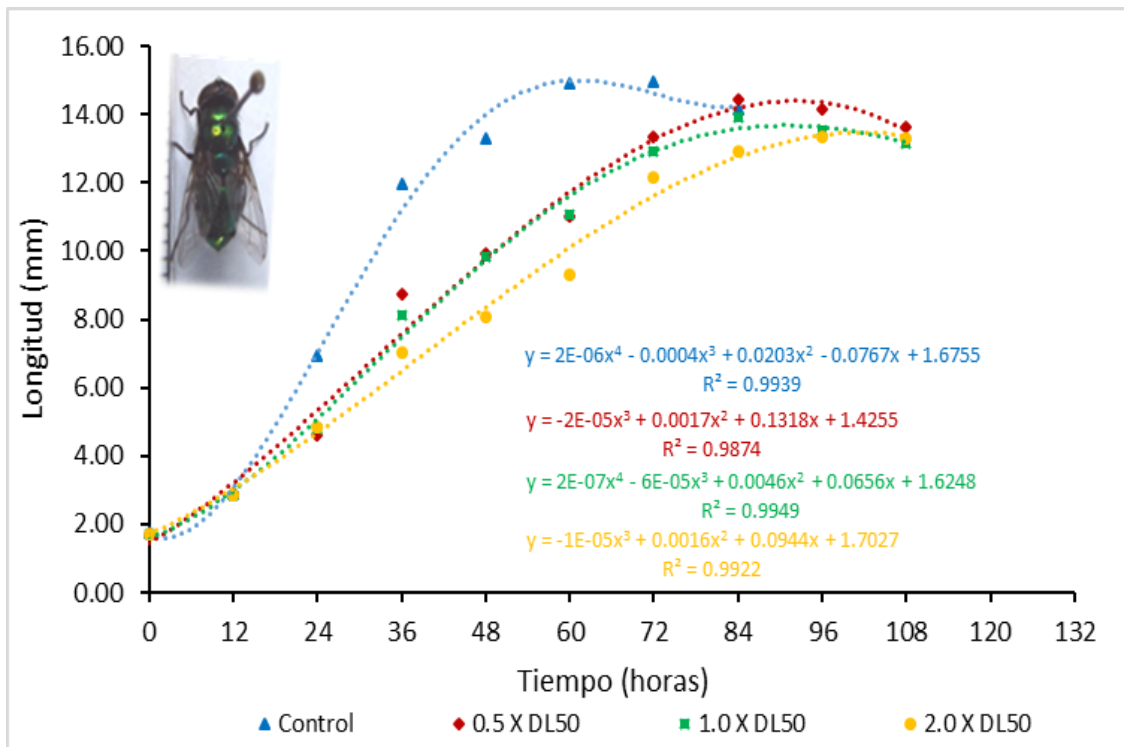


Figura 4. Curva de crecimiento en longitud (mm) de *Chrysomya albiceps* durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de metamidofos.

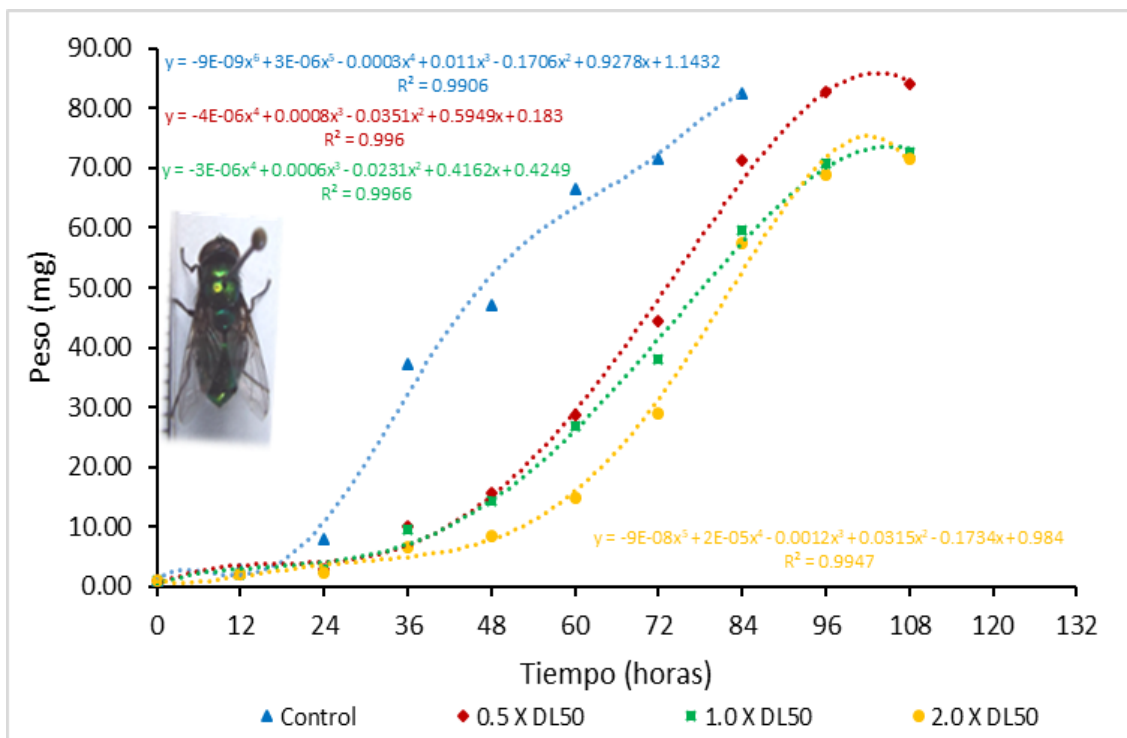


Figura 5. Curva de crecimiento en peso (mg) de *Chrysomya albiceps* durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de metamidofos.

La Tabla 14 muestra el tiempo de desarrollo de *Cochliomyia macellaria* expuestas diferentes dosis de aldicarb, las larvas del grupo control completaron su desarrollo en 110 horas, mientras las expuestas a la mayor dosis de aldicarb (2xDL₅₀) su desarrollo larval lo realizaron en 130 horas, llegando a pupar 20 horas después que el grupo control; los grupos expuestos a DL₅₀ en 123.3 horas y 0.5DL₅₀ en 117.3 horas (Figura 6 y 7).

Cochliomyia macellaria registró un tiempo de desarrollo desde la oviposición hasta la emergencia del adulto de 221 horas (9.20 días) para el grupo control, para los especímenes expuestos a aldicarb 0.5DL₅₀ fue de 230.3 horas (9.59 días), DL₅₀ de 237.3 horas (9.88 días) y la mayor dosis de exposición 2xDL₅₀, fue de 246 horas (10.25 días), 25 horas (1.04 días) más que el grupo control (Figura 12).

Tabla 14

Tiempo de desarrollo horas (h) días (d) y longitud en cada fase larval de Cochliomyia macellaria, expuestas a diferentes dosis de aldicarb en función al grupo control

ESTADIO	CONTROL			ALDICARB									
	Longitud		Tiempo		0.5 DL50			DL50			2xDL50		
	(mm)	(h)	(d)	(mm)	(h)	(d)	(mm)	(h)	(d)	(mm)	(h)	(d)	
Huevo		12	0.5		12	0.5		12	0.5		12	0.5	
Larva I	3.47±0.06 a	19	0.79	3.00±0.02 b	19	0.79	3.01±0.02 b	19	0.79	3.02±0.02 b	20	0.83	
Larva II	7.18±0.04 a	23	0.96	6.86±0.01 b	28.2	1.18	6.82±0.06 b	28.2	1.18	6.65±0.05 c	29	1.21	
Larva III	14.35±0.05 a	68	2.83	13.94±0.03 c	70.1	2.92	14.10±0.04 b	76.1	3.17	13.96±0.04 c	81	3.38	
Pupa		99	4.13		101	4.21		102	4.25		104	4.33	
T total		221	9.21		230.3	9.6		237.3	9.89		246	10.25	

(h): horas desde el iniciado el experimento; (d): días desde el iniciado el experimento.

Letras diferentes (a, b y c) demuestran significancia estadística (p<0.05).

Fuente: Investigador.

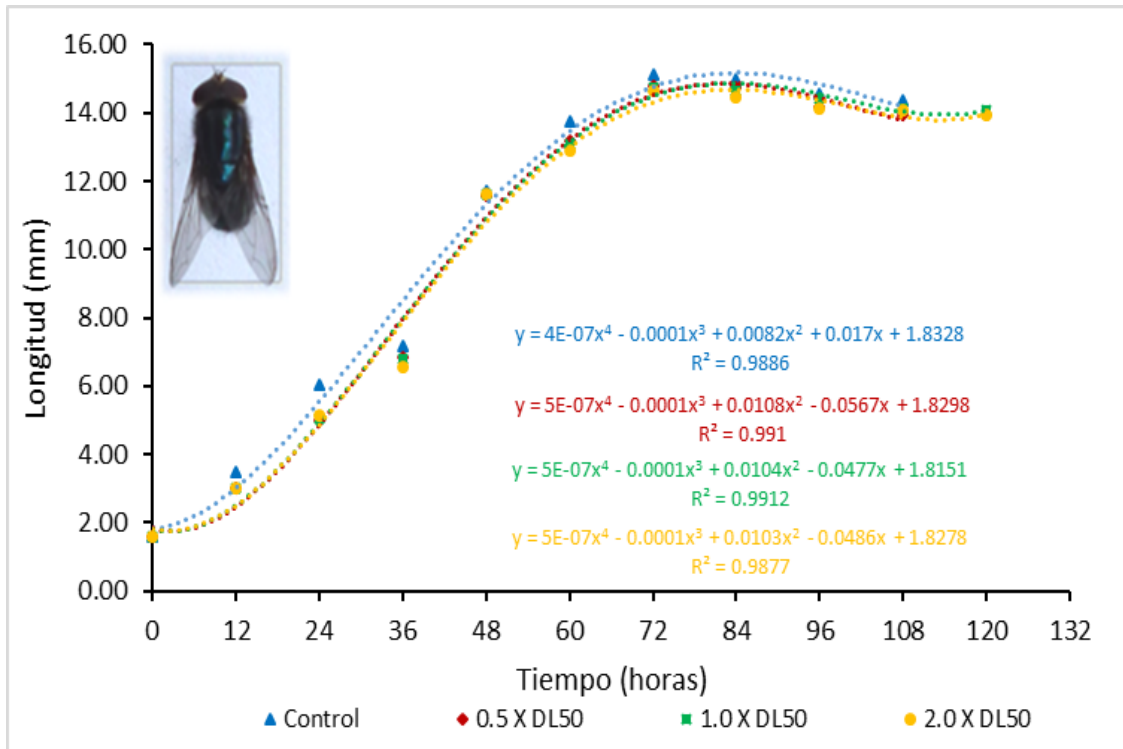


Figura 6. Curva de crecimiento en longitud (mm) de *Cochliomyia macellaria* durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de aldicarb.

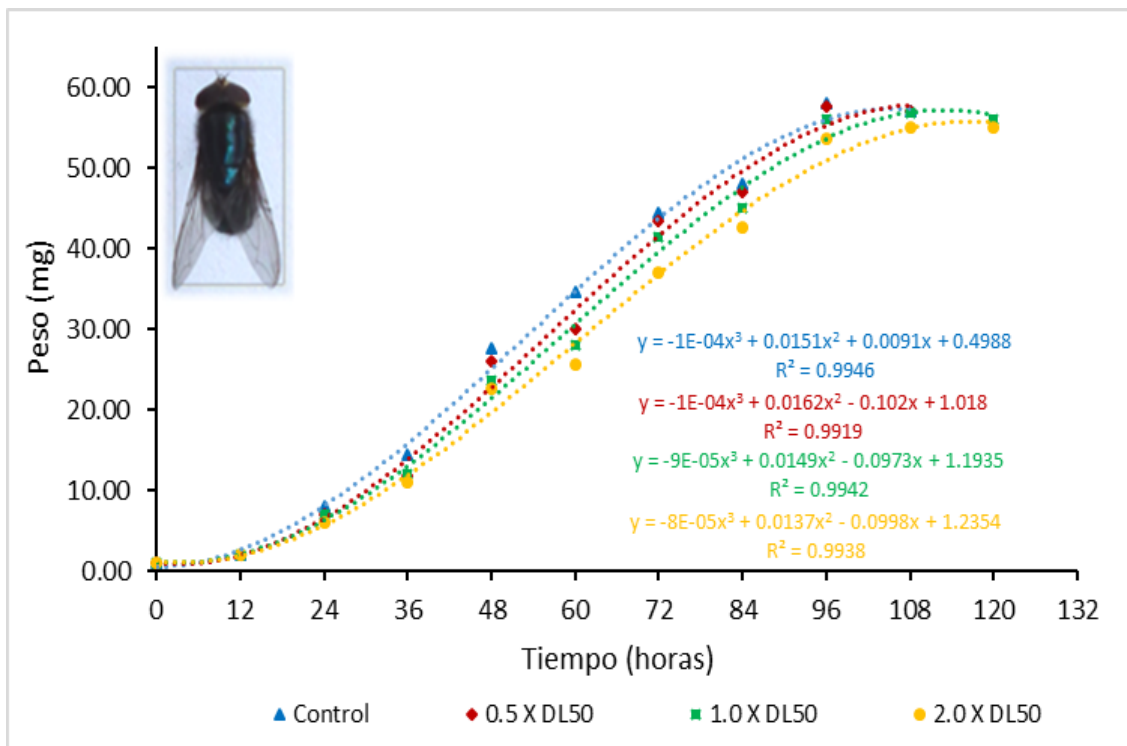


Figura 7. Curva de crecimiento en peso (mg) de *Cochliomyia macellaria* durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de aldicarb.

La Tabla 15 muestra el tiempo de desarrollo de *Cochliomyia macellaria* expuestas diferentes dosis de metamidofos, las larvas del grupo control completaron su desarrollo en 110 horas, mientras las expuestas a la mayor dosis de metamidofos (2xDL₅₀) lo hicieron en 131 horas, llegando a pupar 21 horas después que el grupo control; los grupos expuestos a DL₅₀ lo hicieron en 127 horas y a 0.5DL₅₀ en 118 horas (Figura 8 y 9).

Cochliomyia macellaria registró un tiempo de desarrollo desde la oviposición hasta la emergencia del adulto de 221 horas (9.20 días) para el grupo control, para los especímenes expuestos al tóxico 0.5DL₅₀ fue de 231 horas (9.62 días), DL₅₀ de 242 horas (10.08 días) y la mayor dosis 2xDL₅₀ completo su desarrollo en 254 horas (10.58 días), es decir 33 horas (1.34 días) más que el grupo control (Figura 13).

Tabla 15

Tiempo de desarrollo horas (h) días (d) y longitud en cada fase larval de Cochliomyia macellaria, expuestas a diferentes dosis de metamidofos en función al grupo control

ESTADIO	CONTROL			METAMIDOFOS								
	Longitud	Tiempo		0.5 DL50			DL50			2xDL50		
	(mm)	(h)	(d)	(mm)	(h)	(d)	(mm)	(h)	(d)	(mm)	(h)	(d)
Huevo		12	0.5		12	0.5		12	0.5		12	0.5
Larva I	3.47±0.06 a	19	0.79	3.10±0.02 b	19	0.79	3.10±0.02 b	19	0.79	3.05±0.01 b	20	0.83
Larva II	7.18±0.04 a	23	0.96	6.84±0.04 b	25	1.04	6.04±0.04 c	25.3	1.05	6.07±0.08 c	26	1.08
Larva III	14.35±0.05 a	68	2.83	13.01±0.01 c	74	3.08	13.07±0.04 c	82.3	3.43	13.64±0.10 b	85	3.54
Pupa		99	4.13		101	4.21		103	4.29		111	4.63
T total		221	9.21		231	9.62		242	10.08		254	10.58

(h): Horas desde el iniciado el experimento; (d): Días desde el iniciado el experimento; Letras diferentes (a, b y c) demuestran significancia estadística (p<0.05).

Fuente: Investigador.

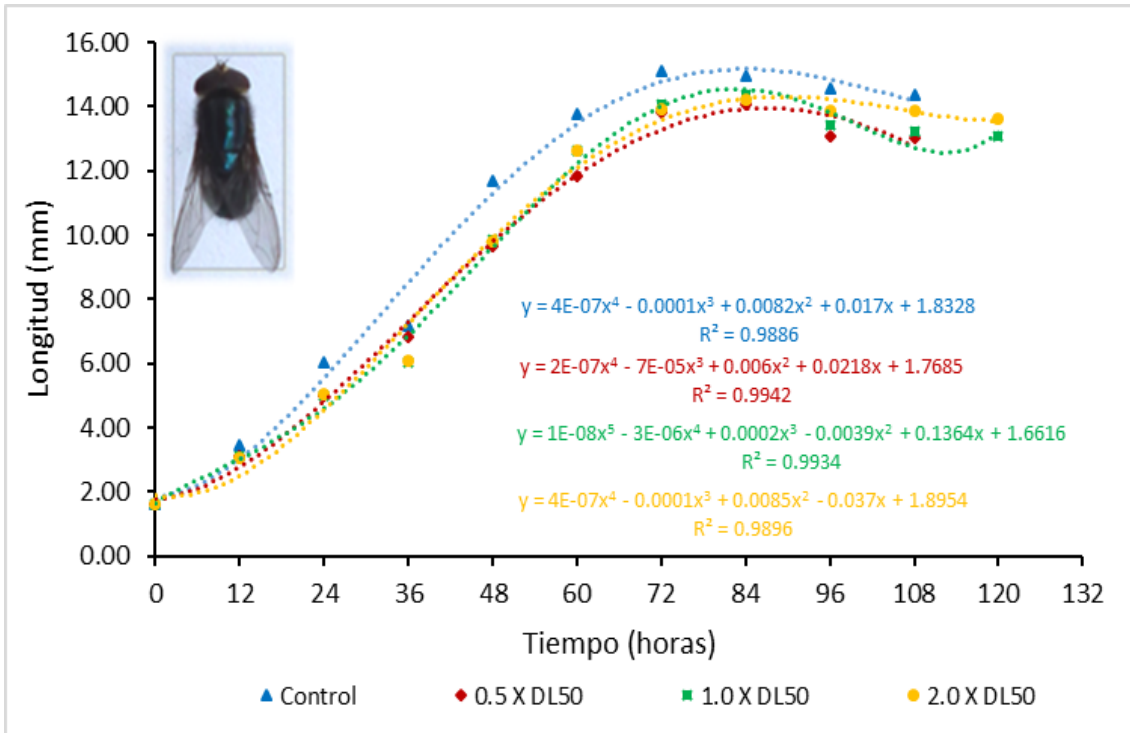


Figura 8. Curva de crecimiento en longitud (mm) de *Cochliomyia macellaria* durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de metamidofos.

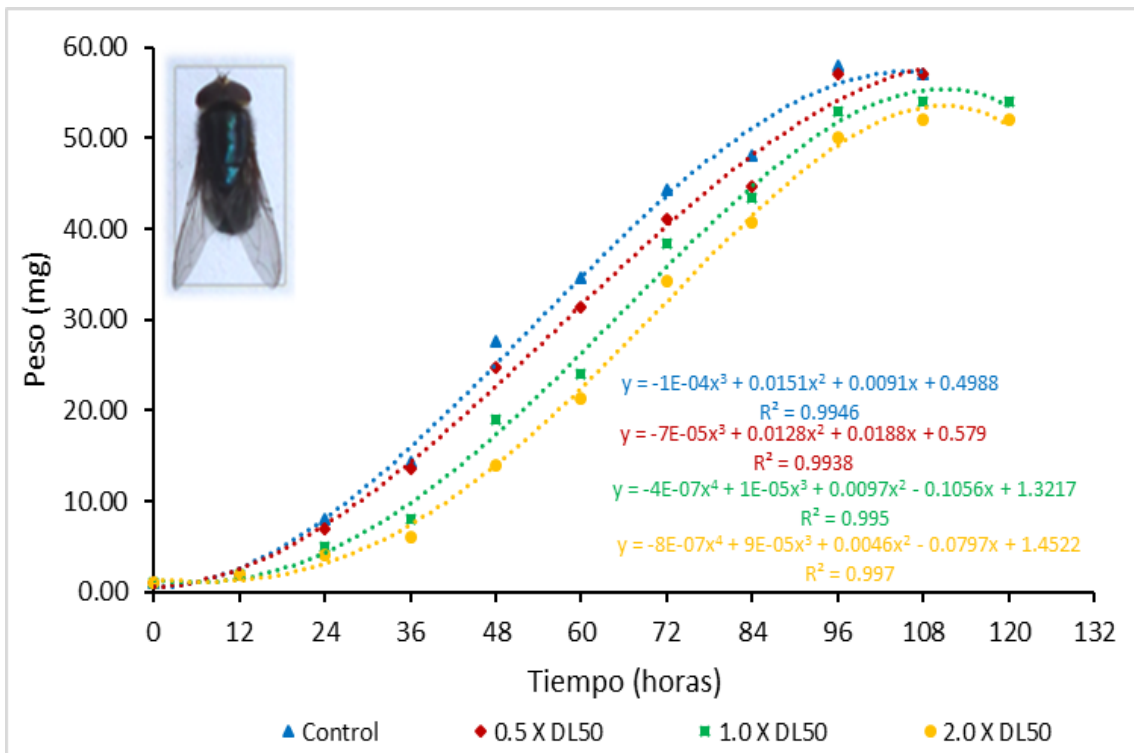


Figura 9. Curva de crecimiento en peso (mg) de *Cochliomyia macellaria* durante su fase larvaria expuestas a diferentes dosis de metamidofos.

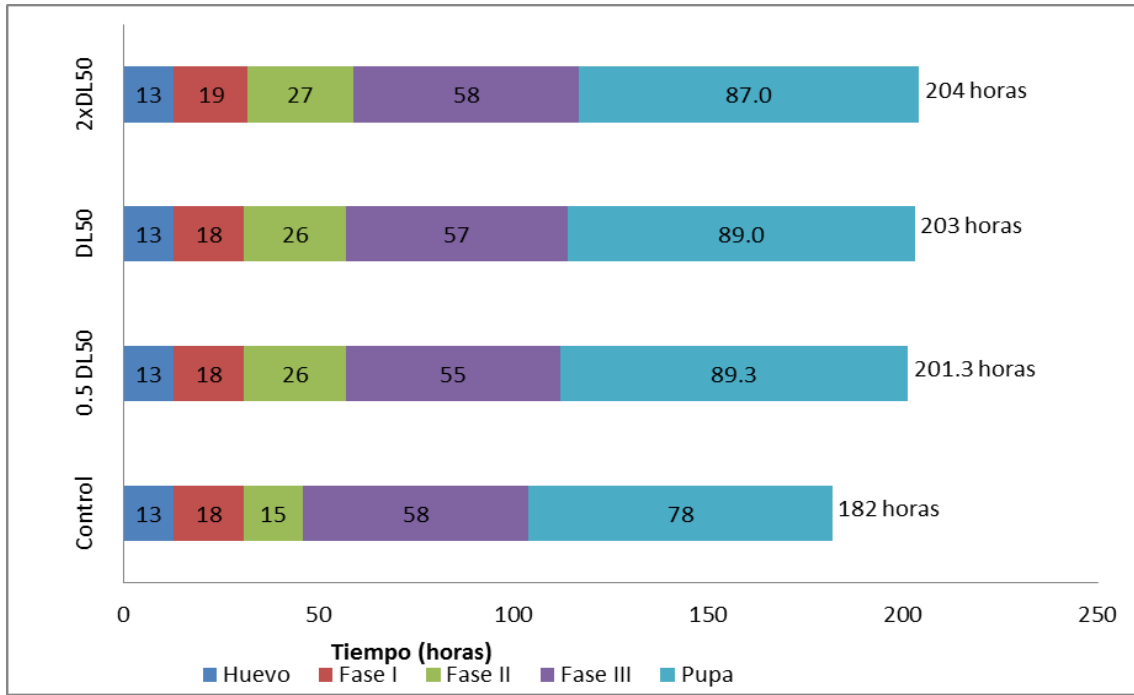


Figura 10. Tiempo de desarrollo en horas (h), desde la oviposición hasta la emergencia del adulto de *Chrysomya albiceps* expuesta a diferentes dosis de aldicarb en referencia al grupo control.

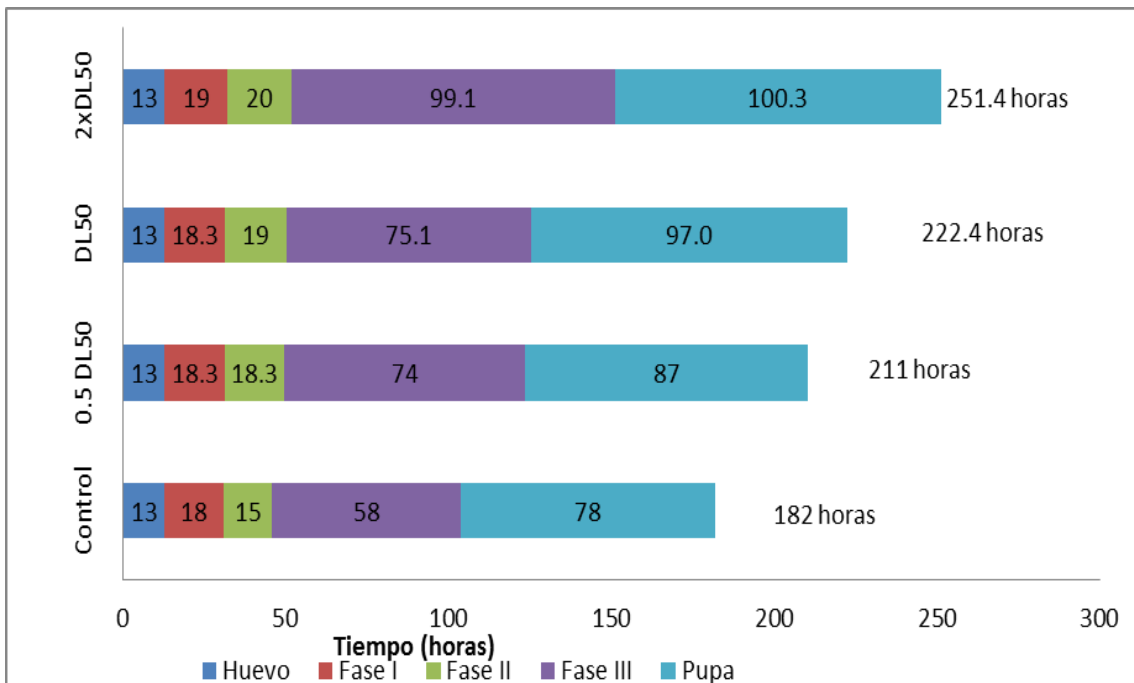


Figura 11. Tiempo de desarrollo en horas (h), desde la oviposición hasta la emergencia del adulto de *Chrysomya albiceps* expuesta a diferentes dosis de metamidofos en referencia al grupo control.

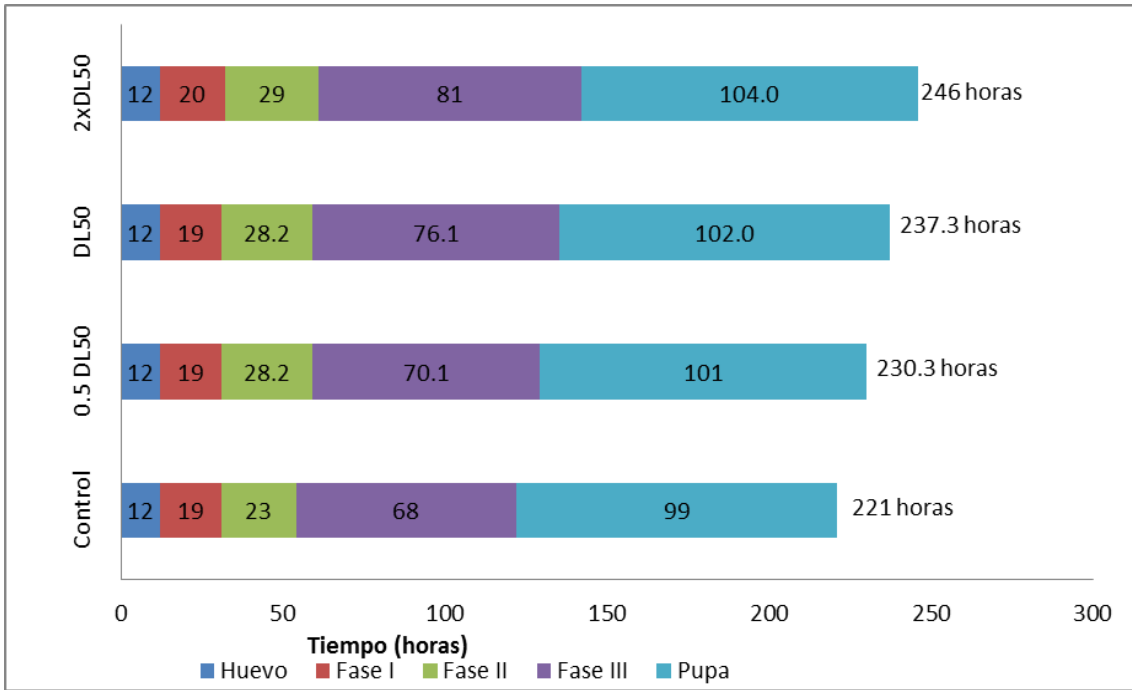


Figura 12. Tiempo de desarrollo en horas (h), desde la oviposición hasta la emergencia del adulto de *Cochliomyia macellaria* expuesta a diferentes dosis de aldicarb en referencia al grupo control.

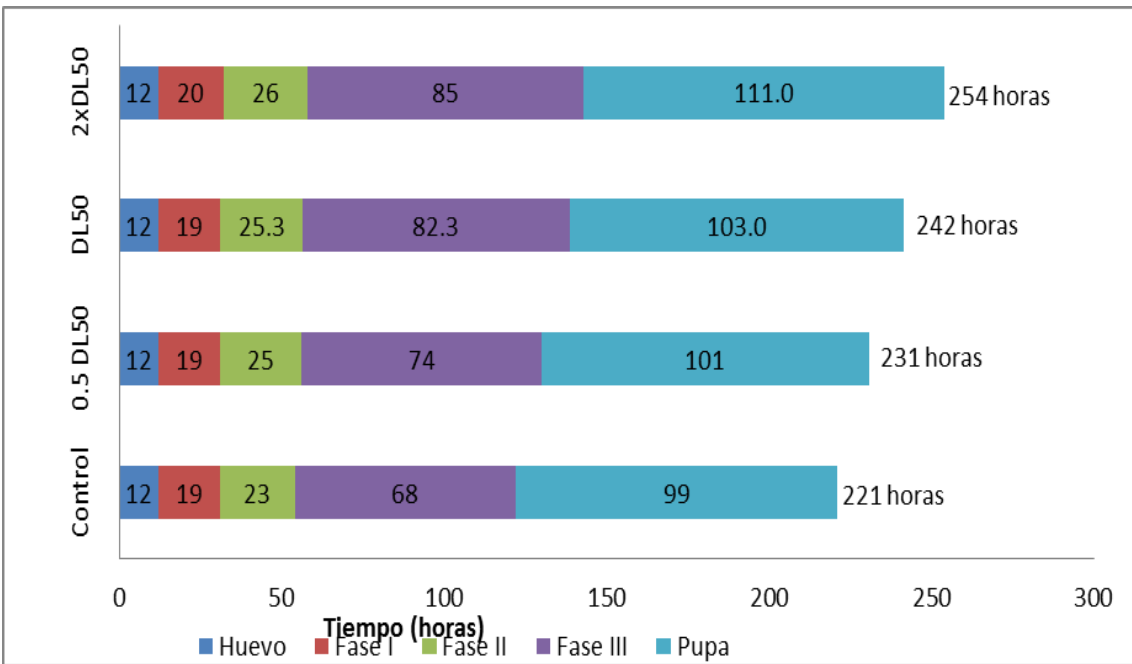


Figura 13. Tiempo de desarrollo en horas (h), desde la oviposición hasta la emergencia del adulto de *Cochliomyia macellaria* expuesta a diferentes dosis de metamidofos en referencia al grupo control.

4.2. Discusión de resultados

Diversos estudios coinciden en señalar que la presencia de drogas y otras sustancias tóxicas en sustratos de los cuales se alimentan los insectos (fase larval) pueden alterar la tasa de crecimiento y desarrollo de éstos, acelerando o retardando procesos; Parry et al., (2011) consideran que este efecto dependerá de la especie y la droga o tóxico involucrado; Ekkrakene & Odo (2017) consideran que la longitud y el peso de las larvas, así como su periodo de desarrollo están influenciados por la presencia y el tipo de tóxico. Sustancias empleadas en investigaciones demostraron retraso en el desarrollo de las larvas como los organofosforados, diazepam (Calle, 2009), paratión metílico (Martínez et al, 2009a); de no tomar en cuenta estos datos, podrían dar lugar a sesgos al momento de establecer el intervalo *postmortem*, por tanto, inducir a errores en las investigaciones forenses.

4.2.1. Del Efecto de Aldicarb en la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*.

El plaguicida aldicarb influyó en el crecimiento de las larvas de ambas especies, las larvas del grupo control en ambas especies adquirieron mayor longitud y masa corporal que las larvas expuestas a diferentes dosis de aldicarb, *Cochliomyia macellaria* mostraron efectos al tóxico desde finales de la primer fase larval y *Chrysomya albiceps* desde su segunda fase, adquiriendo menor longitud las expuestas a la dosis mínima ($0.5DL_{50}$) y menor peso en larvas expuestas a la dosis más alta ($2xDL_{50}$), las larvas III de ambas especies expuestas a la dosis más alta ($2xDL_{50}$) de aldicarb, se vieron igualmente afectadas, mostrando menor longitud y masa corporal respecto a los otros grupos, demostrando que a mayor concentración del tóxico, mayor será el efecto sobre las crecimiento de las larvas; en esa línea la investigación de Hédouin, et al. (1999), ponen de manifiesto que las larvas de *Lucilia sericata* alimentadas

con tejidos contaminados con altas dosis de morfina se desarrollaron más lentamente; lo que les permitió inferir que los efectos de la droga dependen de la dosis.

A partir del segundo estadio larval que es la fase de metabolismo activo, los plaguicidas aldicarb y metamidofos influyen disminuyendo el tamaño (longitud) y peso (masa corporal) de las larvas frente grupo control. Ello puede deberse a la tasa de absorción y excreción de los tóxicos, ya que al ser incorporados estos en el organismo de las larvas mediante su alimento, no son excretados activamente y se mantienen en niveles considerables que interrumpen su normal crecimiento y desarrollo. No existen estudios sobre la toxicodinámica y toxicocinética en estas especies de interés forense frente a estos plaguicidas; sin embargo para entender lo ocurrido en la presente investigación podríamos encontrar una explicación en el trabajo realizado por Parry et al (2011) que al estudiar la capacidad de excreción de la morfina en *Calliphora stygia* (Familia: Calliphoridae), una especie de interés forense en Australia, demostraron que los túbulos de malpighi de las larvas secretaban activamente la morfina por un mecanismo de transporte, ello explicaba la eliminación activa de esa droga por parte de esta especie. El contenido de morfina en fases larvales II y III era mayor en dietas con altas dosis de esta sustancia, y el 70 % de la droga se acumulaba en los tejidos, pero siempre a concentraciones inferiores que los contenidos en la dieta. En esa misma línea autores como Salimi et al. (2018) determinaron que la morfina disminuye la tasa de desarrollo en larvas de *Chrysomya albiceps*, generando en éstas un incremento en su longitud y peso; sin embargo, hay sustancias que a concentraciones bajas retardan el crecimiento larval de *Chrysomya megacephala* mientras que a concentraciones elevadas lo aceleran, tal es el caso del antidepresivo citalopram (Moretto, 2011); Coyla (2017) determinó que otras sustancias como el diazepam en larvas (I y II), como la cocaína en larvas (III) y prepupa de *Sarcophaga* sp., generan incremento en su longitud.

4.2.2. Del Efecto de Metamidofos en la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*.

A los resultados arrojados, podemos decir que el plaguicida metamidofos influyó en el crecimiento (longitud y ganancia de masa corporal) de las larvas de ambas especies.

Las larvas del grupo control en ambas especies adquirieron mayor longitud y masa corporal que las expuestas a diferentes dosis de metamidofos. Las larvas de *Chrysomya albiceps*, que mostraron gran sensibilidad a los efectos del metamidofos fueron las expuestas al doble de la dosis letal media ($2 \times DL_{50}$) quienes obtuvieron menor longitud y masa corporal; si bien no se hallaron referencias sobre los efectos de los metamidofos (organofosforado) en estas especies, podemos hacer referencia las investigaciones de Liu, et al. (2009), Rashid, et al. (2008) quienes demostraron que las larvas de *Chrysomya megacephala* (Calliphoridae) alimentadas de tejidos contaminados con altas dosis de malatión (organofosforado) presentaron retraso en su crecimiento, como ocurrió en nuestra investigación sobre todo a dosis altas; contrario a lo reportado por Calle (2009), quien determinó que las larvas de dípteros, incluida la especie *Chrysomya albiceps* expuestas a alimento con organofosforados, mostraron mayor longitud respecto al grupo control, aunque si hubo un desarrollo larval más lento.

4.2.3. Del desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria* empleadas para estimar el Intervalo *Postmortem*

Es importante tomar en cuenta las condiciones del ambiente como temperatura y humedad, ya que estos factores influyen en su desarrollo biológico. Durante el estudio en el laboratorio la temperatura ambiental media registrada fue de 28.5 °C y la humedad relativa media de 58.3 %, bajo estas condiciones fueron criados larvas de *Chrysomya albiceps* y

Cochliomyia macellaria grupos control (en alimento libre de aditivos) y grupos expuestos a plaguicidas: aldicarb y metamidofos (en alimento con tres dosis diferentes de tóxicos).

El tiempo de desarrollo biológico completo para *Chrysomya albiceps* en el grupo control fue 182 horas (7.58 días), en los grupos expuestos al plaguicida aldicarb a 0.5DL₅₀ fue de 201.3 horas (8.38 días), a DL₅₀: 203 horas (8.45 días), y a 2xDL₅₀: 204 horas (8.5 días); y en los grupos expuestos al plaguicida metamidofos a 0.5DL₅₀ fue de 211 horas (8.79 días), a DL₅₀: 222.4 horas (9.26 días), y a 2xDL₅₀: 251.4 horas (10.47 días); Ekraekene & Odo (2017) en su investigación a 25 °C., determinó que *Chrysomya albiceps* completa su desarrollo en 281.20 horas (11.7 días) como grupo control, al exponerlas a cipermetrina (pesticida) 380.28 horas (15.8 días) y a clorhidrato de tramadol 330.05 horas (13.8 días); en tanto Salimi et al. (2018), determinaron que a temperaturas de 16 – 33 °C *Chrysomya albiceps* en sustrato sin aditivos y a dosis mínima de morfina (12,5 mg/ml) completa su desarrollo en 6 días y en sustrato con dosis de 25 y 50 mg/ml del opioide lo hicieron en 9 días. En contraposición investigaciones como la de Lopes de Carvalho et al. (2012) se mencionan que la cocaína acelera el ciclo de desarrollo de especies como *Chrysomya albiceps* y *Chrysomya putoria* completándolo en 216 horas, mientras que el grupo control de ambas especies completaron su desarrollo en 273 y 276 horas respectivamente, con una diferencia significativa de hasta 2 días.

En el presente estudio queda demostrado que la presencia del aldicarb y metamidofos influyen en el desarrollo biológico de esta especie, mostrando gran sensibilidad a altas dosis de los tóxicos, aldicarb retrasa la emergencia hasta en 22 horas, casi 1 día, mientras que metamidofos retrasó la emergencia del adulto hasta en 69.4 horas aproximado a 3 días respecto al grupo control; la investigación realizada por Calle (2009) pone de manifiesto que los organofosforados retrasan la emergencia del adulto de dípteros como *Chrysomya albiceps* en 1 día, el diazepam retrasa 3 días; en tanto Ekraekene & Odo (2017) determinaron que la

cipermetrina (pesticida) retrasaba en 4 días y el clorhidrato de tramadol (opioide) solo 2 días, quizá por que los opioides actúan como estimulantes; Salimi et al. (2018), la morfina retrasa en 9 días; según Rezende (2012) otras sustancias que retrasan el desarrollo de estos Calliphoridae, en *Chrysomya albiceps* el clorhidrato de metilfenidato 24 horas, el fenobartital 12 horas; en *Chrysomya putoria* el clorhidrato de metilfenidato 12 horas y el fenobarbital 24 horas. Esta investigación evidencia que los metamidofos si generan efectos considerables el desarrollo de *Chrysomya albiceps*.

El tiempo de desarrollo biológico completo para *Cochliomyia macellaria* en el testigo fue 221 horas (9.20 días), en los grupos expuestos al plaguicida aldicarb a 0.5DL₅₀ fue 230.3 horas (9.59 días), a DL₅₀: 237.3 horas (9.88 días), y a 2xDL₅₀: 246 horas (10.27 días); y en los grupos expuestos al plaguicida metamidofos a 0.5DL₅₀ fue 231 horas (9.62 días), a DL₅₀: 242 horas (10.08 días), y a 2xDL₅₀: 254 horas (10.58 días); en el estudio se demuestra que la presencia del aldicarb y metamidofos influyen en el desarrollo de esta especie, la cual es mas sensible a altas dosis de los tóxicos, el aldicarb retraso la emergencia hasta en 25 horas, un día; mientras que metamidofos retrasó la emergencia del adulto hasta en 33 horas aproximado a 1 día y medio respecto al grupo control; quedando claro que los metamidofos impactan mas en el desarrollo de *Cochliomyia macellaria*. Si bien no se registran estudios de efectos de aldicarb y metamidofos en el tiempo de desarrollo de *Cochliomyia macellaria*, Martins (2009) demuestra en su investigación que tóxicos como la cocaína aceleran el desarrollo de esta especie, empleando tan solo 4 a 5 días frente al grupo control que lo hace en 9 días.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Las tasas de desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria* se vieron afectadas significativamente por la presencia de Aldicarb, inoculado a tres dosis diferentes en su alimento (0.5DL₅₀, DL₅₀ y 2xDL₅₀). Las larvas de ambas especies mostraron marcada disminución en su longitud y masa corporal en relación al grupo control, sufriendo el mayor impacto las expuestas a las dosis más altas (2xDL₅₀).
2. Las tasas de desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria* fueron afectadas significativamente por la presencia del pesticida Metamidofos, inoculado a tres dosis diferentes en su alimento (0.5DL₅₀, DL₅₀ y 2xDL₅₀). Las larvas de ambas especies mostraron marcada disminución en su longitud y masa corporal en relación al grupo control, demostrando que las altas dosis (2xDL₅₀) generan mayores efectos.
3. Bajos condiciones de temperatura ambiental media de 28.5 °C y humedad relativa media de 58.3 %, ambas especies *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*, mostraron susceptibilidad a las diferentes dosis (0.5DL₅₀, DL₅₀ y 2xDL₅₀) de Aldicarb y Metamidofos que influyeron significativamente en el desarrollo de su ciclo biológico, los efectos fueron más evidentes frente a la mayor dosis de exposición. El aldicarb puede retrasar hasta en 22 horas (0.92 días) el ciclo completo de desarrollo de *Chrysomya albiceps*, mientras el metamidofos lo hacen hasta en 69.4 horas (2.89 días), por lo que la especie muestra mayor sensibilidad a este último. *Cochliomyia macellaria*, evidencio efectos muy similares con ambos pesticidas sobre su tasa de desarrollo, el aldicarb causó un retraso de hasta 25 horas (1.04 días), mientras que el metamidofos hasta 33 horas (1.34 días).
4. La presencia de estos pesticidas aldicarb y metamidofos generan efectos retardantes importantes en la tasa de desarrollo de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*,

lo que directamente influirá a la hora de establecer el intervalo *Postmortem*, datos que de no ser considerados pueden generar un sesgo en las investigaciones.

5.2. Recomendaciones

1. Ampliar las investigaciones con estos plaguicidas en otras épocas estacionales y sobre otras especies necrófagas que son indicadores forenses, ello permitirá tener una base de datos completa que contribuirá al certero establecimiento del intervalo *Postmortem*.
2. Investigar otros tipos de sustancias tóxicas que estén involucradas en decesos, que puedan influir en el ciclo de desarrollo de las especies necrófagas empleadas para establecer el intervalo *Postmortem*.
3. Realizar estudios sobre modelos biológicos que permitan obtener datos desde los primeros momentos de la muerte, es decir desde la colonización por estos insectos necrófagos, determinar si las sustancias podrían influir sobre este fenómeno inicial y sobre el patrón de sucesiones.

REFERENCIAS

- Aguado, C. (2007). *La provincia de Cañete*. Perú: WB impresores editores S. R. L.
- Almeida, C. (2015). *Análise do efeito do quimioterápico ciclofosfamida no desenvolvimento larval de Chrysomya megacephala (Fabricius, 1794) (Diptera: Calliphoridae)*. Recuperado el 24 de noviembre de 2018, de Repositorio Universidad Federal de Santa Catarina: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/174802/TCC%20Camila%20Almeida.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvarez, D. (2016). *Diversidad de Calliphoridae (Diptera: Calyptratae) y tabla de vida de Cochliomyia macellaria (Fabricius, 1775) en el área urbana del municipio de Sincelejo (Sucre, Colombia)*. Recuperado el 10 de enero de 2019, de Repositorio Universidad de Sucre: <http://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/578/1/T595.77%20A473.pdf>
- Amendt, J., Krettek, R., & Zehner, R. (2004). Forensic Entomology. *Naturwissenschaften* , 91 (2), 51-65.
- Amendt, J., Richards, C., Campobasso, C., Zehner, R., & Hall, M. (2011). Forensic entomology: applications and limitations. *Forensic science, medicine, and pathology* , 7 (4), 379-392.
- Barros De Carvalho, C., & Mello-Patiu, C. (2008). Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia* , 52 (3), 390-406.
- Barros De Carvalho, C., & Ribeiro, P. (2000). Chave de identificação das espécies de Calliphoridae (Diptera) do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* , 9, 169-173.

- Baumgartner, D., & Greenberg, B. (1985). Distribution and medical ecology of the blow flies (Diptera: Calliphoridae) of Peru. *Annals of the Entomological Society of America* , 78 (5), 565-587.
- Byrd, J., & Butler, J. (1996). Effects of temperature on *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae) development. *Journal of Medical Entomology* , 33 (6), 901-905.
- Byrd, J., & Castner, J. (2010). *Forensic Entomology. The utility of arthropods in legal investigations*. USA: CRC Press.
- Calle, M. (2009). *Efecto en el ciclo vital de dípteros de importancia médico legal en cadáveres de *Cavia porcellus* (conejo cuy) fallecidos por organofosforado y diazepam en la ciudad de Cochabamba Bolivia, mayo a junio del 2009*. Recuperado el 10 de octubre de 2018, de Repositorio Universidad Mayor de San Andrés: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/3854/TM-690.pdf?sequence=1>
- Capinera, J. (2008). *Encyclopedia of Entomology* (Segunda edición ed., Vol. 4). USA: Springer.
- Cardoso, D., Magalhães, V., Cunha, S., Pereira, R., & Moya, G. (2012). Desenvolvimento pós-embrionário de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius)(Diptera: Calliphoridae), criada em duas dietas naturais, sob condições controladas. *Biotemas* , 25 (4), 131-137.
- Castro, M. (2017). *Sucesión de entomofauna cadavérica en un ambiente de campo natural, utilizado como biomodelo cerdo blanco (*Sus crofa* L.)*. Recuperado el 15 de diciembre de 2018, de Repositorio Universidad de la República de Uruguay: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/10162>
- Catts, E. P. (1992). Problems in estimating the post mortem interval in death investigations. *Washington. Agric. Entomol* , 9 (4), 245-255.
- Catts, E. P., & Goff, M. L. (1992). Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Reviews Entomology* , 37 (1), 253-272.

- Centeio, N. (2011). *Entomologia Forense da Vida Selvagem: Morfologia Comparada de Estádios Imaturos e Adultos de Calliphoridae recolhidos em cadáveres de fauna selvagem*. Tesis Doctoral. Universidad de Lisboa. Repositório da Universidade de Lisboa. Recuperado el 11 de abril de 2020, de <http://hdl.handle.net/10451/5563>
- Cordeiro, K. (2011). *Desenvolvimento pós-embrionário de Chrysomya albiceps (Diptera: Calliphoridae) sob condições controladas em laboratório e contribuições para a entomologia forense*. Recuperado el 12 de enero de 2019, de Biblioteca Digital Universidade de Brasília: http://bdm.unb.br/bitstream/10483/1751/1/2011_KarineBrendaBarrosCordeiro.pdf
- Coyla, A. (2017). *Ubicación taxonómica, ciclo biológico y efecto de diazepam y benzoilmetilecgonina en Sarcophaga sp. (Meigen, 1826)*. Recuperado el 12 de enero de 2019, de Repositorio Universidad San Agustín de Arequipa: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5842>
- Dale, W. (1985). Identidad de las moscas Calliphoridae en la Costa Central del Perú. *Revista Peruana de Entomología* , 28, 63-70.
- D'Almeida, J. (1983). *Sinantropia em dípteros caliptratos na área metropolitana do Rio de Janeiro*. Recuperado el 15 de diciembre de 2018, de Repositorio Universidad Federal Rural do Rio de Janeiro: <http://r1.ufrj.br/wp/ppgcv/wp-content/themes/PPGCV/pdf/R050.pdf>
- Dear, J. (1985). A revision of the new world Chrysomyini (Diptera: Calliphoridae). *Revista Brasileira de Zoologia* , 3 (3), 109-169.
- Diario Oficial El Peruano, P. (1995). Reglamento sobre el registro, comercialización y control de plaguicidas agrícolas y sustancias afines. *El Peruano Normas Legales* , págs. 132414-132422.

- Do Santos, C., & Queiroz, P. (2011). *Principais características biológicas de interesse forense da família Calliphoridae*. Recuperado el 10 de enero de 2019, de Pontifícia Universidade Católica de Goiás: <http://www.cpgls.pucgoias.edu.br/6mostra/artigos/SAUDE/CARLA%20REGINA%20DE%20MENDON%C3%87A%20DOS%20SANTOS%20E%20PAULO%20ROBERTO%20QUEIROZ.pdf>
- Ekrakene, T., & Odo, P. (2017). Comparative developmental effects of tramadol hydrochloride and cypermethrin on *Chrysomya albiceps* (Weid.)(Diptera: Calliphoridae) reared on rabbit carrions. *Science World Journal*, 12(1), 28-32.
- Erzinclioglu, Y. (1983). The application of entomology to forensic medicine. *Medicine Science and the Law* , 23 (1), 57-63.
- Estrada, D., Grella, M., Thyssen, P., & Linhares, A. (2009). Taxa de desenvolvimento de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) em dieta artificial acrescida de tecido animal para uso forense. *Neotropical Entomology* , 38 (2), 203-207.
- Fernandes, M. (2014). *Levantamento da fauna entomológica em carcaça de suíno em ambiente de restinga no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro*. Recuperado el 06 de enero de 2019, de Repositorio Universidade Federal de Santa Catarina: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/132784>
- Galofre, M., & Padilla, E. (2014). Intoxicación con rodenticidas: casos reportados al Centro de Información, Gestión e Investigación en Toxicología de la Universidad Nacional de Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina* , 62 (1), 27-32.
- Gennard, D. (2007). *Forensic Entomology - An Introduction*. Inglaterra, Wiley. 232 p. Inglaterra: Wiley.
- Gisbert, J. (2006). *Medicina Legal y Toxicología* (Sexta edición ed.). España: Masson, S.A.

- Grandini, J., Carriedo, C., Gómez, M., Muñiz, R., Nicolini, H., & Takajashi, F. (2014). *Medicina forense* (Tercera edición ed.). México D. F.: El Manual Moderno.
- Gunatilake, K., & Lee Goff, L. (1989). Detection of Organophosphate Poisoning in a Putrefying Body by Analyzing Arthropod Larvae. *Journal of Forensic Sciences* , 34 (3), 714-716.
- Gunn, A. (2009). *Essential Forensic Biology* (Segunda edición ed.). Inglaterra: Wiley-Blackwell.
- Hédouin, V., Bourel, B., Martin-Bouyer, L., Bécart, A., Tournel, G., Deveaux, M., & Gosset, D. (1999). Determination of drug levels in larvae of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) reared on rabbit carcasses containing morphine. *Journal of Forensic Science*, 44(2), 351-353.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edición ed.). México: Mc Graw Hill.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, I. (1985). *Estudio geodinámico de la cuenca del rio Cañete*. Recuperado el 18 de octubre de 2018, de Repositorio INGEMMET: <http://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/ingemmet/269>
- Instituto Nacional de Defensa Civil, I. (2008). *Mapa de peligros, plan de usos del suelo ante desastres y medidas de mitigación de San Vicente de Cañete, imperial y Nuevo Imperial. Informe Final de Proyecto Sostenible*. Recuperado el 16 de octubre de 2018, de INDECI: http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Lima/canete/canete_2008.pdf
- Ishak, N., Ahmad, A., Nor, S., & Ahmad, A. (2018). Developmental Cycle and Growth of *Lucilia Cuprina* (Diptera: Calliphoridae) Fed on Heroin: Implications for Post-Mortem Interval (PMI) Estimation in Forensic Investigations. *ESTEEM Academic Journal* , 14, 63-71.

- Jaramillo, F., Rincón, A., & Posadas, F. (2006). *Toxicología Básica* (Primera edición ed.). México.
- Kosmann, C., Macedo, M., Barbosa, T., & Pujol-Luz, J. (2011). *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) and *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae) used to estimate the postmortem interval in a forensic case in Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55(4), 621-623.
- Liu, X., Shi, Y., Wang, H., & Zhang, R. (2009). Determination of malathion levels and its effect on the development of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) in South China. *Forensic science international*, 192(1-3), 14-18.
- Lopes de Carvalho, L., Linhares, A., Palhares, B., & Antonio, F. (2012). The effect of cocaine on the development rate of immatures and adults of *Chrysomya albiceps* and *Chrysomya putoria* (Diptera: Calliphoridae) and its importance to *postmortem* interval estimate. *Forensic Science International*, 220(1-3), 27.
- López, R. (2017). *Micromorfología comparada de estadios inmaduros de Calliphoridae (Insecta: Diptera) de interés forense*. Recuperado el 15 de diciembre de 2018, de Digitum Biblioteca Universidad de Murcia: <https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/55188/1/Raquel%20Lopez%20Esclapez%20-%20Tesis%20Doctoral.pdf>
- Madeiras de Moura, A. (2019). *Análise da ação da entomofauna em carcaças de suínos (Sus scrofa Linnaeus, 1758) contaminados com inseticida e uso de evidências entomológicas em um caso de homicídio no centro-oeste*. Recuperado el 15 de diciembre de 2020, de Repositorio Universidade Federal da Grande Dourados: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/1206>
- Mahat, N., Zafarina, Z., & Jayaprakash, P. (2009). Influence of rain and malathion on the oviposition and development of blowflies (Diptera: Calliphoridae) infesting rabbit carcasses in Kelantan, Malaysia. *Forensic science international*, 192 (1-3), 19-28.

- Marco, V. (2001). Modelización de la tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura. Aplicación al manejo integrado de plagas mediante el método de grados-día. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* , 28, 147-150.
- Marrero, S., González, S., Guevara, H., & Eblen, A. (2017). Evaluación de la exposición a organofosforados y carbamatos en trabajadores de una comunidad agraria. *Comunidad y Salud* , 15 (1), 30-41.
- Martínez, H., Jaramillo, F., Escoto, J., Rodríguez, M., Posadas, F., & Medina, I. (2009a). Efecto de los plaguicidas organofosforados en el tiempo de desarrollo de la entomofauna necrófaga. *Folia Entomol. Mex.* , 48 (3), 141-150.
- Martínez, H., Jaramillo, F., Escoto, J., Rodríguez, M., Posadas, F., & Medina, I. (2009b). Estudio comparativo preliminar de la sucesión de insectos necrófagos en *Sus scrofa* intoxicado con paratión metílico, en tres periodos estacionales. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* , 40 (3), 5-10.
- Martins, E. (2009). Análise dos processos de decomposição e sucessão ecológica em carcaças de suíno (*Sus scrofa* L .) mortos por disparo de arma de fogo e overdose de cocaína e protocolo de procedimento diante de corpo de delito. Recuperado el 18 de abril de 2020. *Repositorio de Universidad Estadual Paulista*. doi:<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/87786>.
- Medina, L., Sosa, J., Villacorta, M., Santa Cruz, C., & Calderón, C. (2018). Sucesión entomológica asociada a restos cadavéricos de *Sus scrofa* Linnaeus (Artiodactyla: Suidae) y su utilidad en la estimación del Intervalo Post Mortem en Lambayeque, Perú. *Revista Chilena de Entomología* , 44 (4).
- Mew, E., Padmanathan, P., Konradsen, F., Eddleston, M., Chang, S., Phillips, M., & Gunnell, D. (2017). The global burden of fatal self-poisoning with pesticides 2006-15: systematic review. *Journal of affective disorders*, 219, 93-104.

- Ministerio de Salud, D. G. (2014). Riesgo a la Salud: Intoxicación por plaguicidas. *Boletín Epidemiológico* , 23 (36), 712-713.
- Ministerio de Salud, D. G. (2018). *Situación de la vigilancia Epidemiológica del riesgo de exposición e intoxicación por plaguicidas*. Recuperado el 18 de setiembre de 2018, de Dirección General de Epidemiología: <http://www.dge.gob.pe/portal/docs/tools/teleconferencia/2018/SE332018/04.pdf>
- Ministerio de Salud, D. G. (2019). *Vigilancia epidemiológica del riesgo de exposición e intoxicación por plaguicidas*. Recuperado el 20 de setiembre de 2019, de Dirección General de Epidemiología: <http://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2019/SE29/plaguicidas.pdf>
- Moreno, C., Rodriguez, V., & Quiroz, H. (2018). Efecto de la Amitriptilina en la Longitud y Peso de Larvas de *Lucilia sericata* Meigen. *Southwestern Entomologist* , 43 (2), 457-465.
- Moretto, R. (2011). *Efeito de citalopram no desenvolvimento larval de Chrysomya megacephala (fabricius, 1794) (Diptera: Calliphoridae) para uso forense*. Recuperado el 22 de noviembre de 2018, de Repositorio Universidad Estadual Paulista: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/120092>
- Ñaupari, R. (2017). *Comparación del proceso de registro de plaguicidas de uso agrícola en la zona andina*. Recuperado el 17 de diciembre de 2018, de Repositorio Universidad Nacional Agraria la Molina: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2989>
- Oliveira-Costa, J. (2003). *Entomología Forense: quando os insetos são vestígios*. Campinas, Sao Paulo, Brasil: Millennium.
- Ortloff, A., Jara, A., Albornoz, S., Silva, R., Riquelme, M., & Peña, P. (2013). Primer reporte en Chile de *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae) en evidencia entomológica forense. *Archivos de medicina veterinaria* , 45 (1), 83-89.

- Pacini, D., de Mendonça, C., Rocha, C., & Martins, P. (2015). Uso dos dípteros na análise entomotoxicológica e na estimativa do intervalo pós-morte (IPM). *Universitas: Ciências da Saúde*, 13(1), 29-39.
- Padilla, E. (2014). *Caracterización sociodemográfica y toxicológica de intoxicaciones agudas por plaguicidas notificadas al SIVIGILA. Bogotá, D.C. 2012*. Recuperado el 21 de octubre de 2018, de Repositorio Universidad Nacional de Colombia: <http://bdigital.unal.edu.co/48354/1/edgarivanpadillacasta%20B1eda.2014>
- Parry, S., Linton, S., Francis, P., O'Donnell, M., & Toop, T. (2011). Accumulation and excretion of morphine by *Calliphora stygia*, an Australian blow fly species of forensic importance. *Journal of insect physiology*, 57(1), 62-73. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2010.09.005>
- Pereira, M. (2011). *Ação de topiramato sobre o desenvolvimento larval de Chrysomya megacephala (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae)*. Recuperado el 06 de enero de 2019, de Repositorio Universidade Estadual Paulista: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/120513>
- Pérez, E., & Colcha, S. (2012). *Determinación de compuestos carbámicos en muestras de lavado o aspirado gástrico mediante el método de cromatografía de capa fina, que ingresan al laboratorio de química forense del departamento de criminalística de la policía judicial de Chimborazo*. Recuperado el 15 de octubre de 2018, de Repositorio digital Universidad Nacional de Chimborazo: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1019>
- Queiroz, M., Mello, R., & Lima, M. (1997). Morphological aspects of the larval instars of *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae) reared in the laboratory. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 92 (2), 187-196.

- Rashid, R., Osman, K., Ismail, M., Zuha, R., & Hassan, R. (2008). Determination of malathion levels and the effect of malathion on the growth of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) in malathion-exposed rat carcass. *Trop. Biomed.*, 25(3), 184-190.
- Rezende, F. (2012). *Avaliação do desenvolvimento de imaturos de três espécies de Chrysomya (Diptera: Calliphoridae) de importância forense, sob o efeito de cloridrato de metilfenidato isolado e associado a fenobarbital*. Recuperado el 20 de noviembre de 2018, de Repositorio Universidade Estadual de Campinas: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/317461>
- Rueda, L., Ortega, L., Segura, N., Acero, V., & Bello, F. (2010). *Lucilia sericata* strain from Colombia: Experimental Colonization, Life Tables and Evaluation of Two Artificial Diets of the Blowfly *Lucilia sericata* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae), Bogotá, Colombia Strain. *Biological Research*, 43 (2), 197-203.
- Salimi, M., Rassi, Y., Ahmadi, B., Chatrabgoun, O., Jamshidi, R., & Rafizadeh, S. (2018). Effects of morphine on the biomass and development rate of *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae), a forensically important species. *Tropical Biomedicine*, 35(2), 560-570.
- Secretariat, U. N. (24 de enero de 2017). *Report of the Special Rapporteur on the right to food*. Recuperado el 20 de octubre de 2018, de Naciones Unidas. Biblioteca Digital: <https://digitallibrary.un.org/record/861172?ln=es>
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria, S. (2013). *Normas nacionales sobre plaguicidas*. Recuperado el 14 de enero de 2019, de <https://www.senasa.gob.pe/senasa/normas-nacionales-sobre-plaguicidas/>
- Sierra, E., Jiménez, J., & Guerra, N. (2017). *Caracterización sociodemográfica y clínica de las intoxicaciones agudas por plaguicidas en el hospital Federico Lleras Acosta del*

- Municipio de Ibagué desde 2013-2016*. Recuperado el 27 de octubre de 2018, de Repositorio Universidad de Tolima: <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/2147/1/APROBADO%20MONOGRAF%C3%8DA.pdf>
- Smith, K. (1986). *A manual of forensic entomology*. London, United Kingdom: Cornell University Press.
- Solís, E. (2014). *Estudio entomotoxicológico de paratión, carbofurano y cocaína en larvas de mosca carroñera de interés médico forense en el estado de nuevo león*. Recuperado el 05 de enero de 2019, de Universidad Autónoma de Nuevo León: <http://eprints.uanl.mx/4078/1/1080253563.pdf>
- Thyssen, P. (2000). *Caracterização das formas imaturas e determinação das exigências térmicas de duas espécies de califorídeos (Diptera) de importância forense*. Recuperado el 24 de noviembre de 2018, de Repositorio Universidade Estadual de Campinas. http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/314337/1/Thyssen_PatriciaJacqueline_D.pdf
- Tomberlin, J., & Benbow, E. (2015). *Forensic entomology: international dimensions and frontiers*. USA: CRC Press.
- Trivia, A. (2017). *Análise do efeito de quimioterápicos em Chrysomya megacephala (Diptera: Calliphoridae)*. Florianópolis, Brasil: Repositorio Institucional Universidade Federal de Santa Catarina. Recuperado el 15 de diciembre de 2020, de <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/178975>
- United Nations, H. R. (2017). *Report of the Special Rapporteur on the Right to Food: Final Report: the Transformative Potential of the Right to Food*. (Geneva, Ed.) Recuperado el 20 de noviembre de 2018, de Biblioteca Digital Naciones Unidas: <https://digitallibrary.un.org/record/861172?ln=es>

- Verma, K., & Paul, R. (2013). Assessment of post mortem interval (PMI) from forensic entomotoxicological studies of larvae and flies. *Entomol Ornithol Herpetol* , 2 (104), 2161-0983.
- Whitworth, T. (2006). Claves para Géneros y especies de moscas califóridas (Diptera: Calliphoridae) de América al norte de México. *Proc. Entomol. Soc. Wash* , 108 (3), 689-725.
- Whitworth, T. (2010). Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of the West Indies and description of a new species of *Lucilia* Robineau-Desvoidy. *Zootaxa* , 2663, 1-35.
- World Health Organization, W. (2010). *The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification: 2009*. Recuperado el 10 de enero de 2019, de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44271/9789241547963_eng.pdf
- Yusseff, S. (2007). *Efectos de la temperatura sobre el desarrollo de Chrysomya rufifacies y Cochliomyia macellaria (Diptera: Calliphoridae), dos especies importantes para la entomología forense en Puerto Rico*. Recuperado el 16 de enero de 2019, de Repositorio Universidad de Puerto Rico: <https://dire.uprm.edu/handle/20.500.11801/577>
- Zorilla, S. (1993). *Introducción a la metodología de la investigación* (Décima primera ed.). México: Aguilar León y Cal. s.p.

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

“EFECTO DE ALDICARB Y METAMIDOFOS EN EL DESARROLLO DE *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria* E INTERVALO POSTMORTEM, CAÑETE, 2019”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general ¿Cuál es el efecto de Aldicarb y Metamidofos en la tasa de desarrollo de <i>Chrysomya albiceps</i>, <i>Cochliomyia macellaria</i> e intervalo <i>Postmortem</i>?</p> <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el efecto de Aldicarb en la tasa de desarrollo de <i>C albiceps</i> y <i>C macellaria</i>? • ¿Cuál es el efecto de Metamidofos en la tasa de desarrollo de <i>C albiceps</i> y <i>C macellaria</i>? • ¿Cuál es el efecto de Aldicarb y Metamidofos en la tasa de desarrollo de <i>C albiceps</i>, <i>C macellaria</i> e intervalo <i>postmortem</i>? 	<p>Objetivo general Demostrar el efecto de Aldicarb y Metamidofos en la tasa de desarrollo de <i>Chrysomya albiceps</i>, <i>Cochliomyia macellaria</i> e intervalo <i>Postmortem</i>.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluar la tasa de desarrollo de <i>C albiceps</i> y <i>C macellaria</i> expuestas a diferentes dosis de Aldicarb (0.5DL₅₀, DL₅₀ y 2xDL₅₀). ▪ Evaluar la tasa de desarrollo de <i>C albiceps</i> y <i>C macellaria</i> expuestas a diferentes dosis de Metamidofos (0.5DL₅₀, DL₅₀ y 2xDL₅₀). ▪ Elaborar curvas de desarrollo de <i>C albiceps</i> y <i>C macellaria</i>, empleadas para estimar el Intervalo <i>Postmortem</i>, expuestas a diferentes dosis de Aldicarb y Metamidofos (0.5DL₅₀, DL₅₀ y 2xDL₅₀). 	<p>Hipótesis general Aldicarb y Metamidofos afectan la tasa de desarrollo de <i>Chrysomya albiceps</i> y <i>Cochliomyia macellaria</i> e intervalo <i>Postmortem</i>.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La presencia de Aldicarb, afecta la tasa de desarrollo de <i>C albiceps</i> y <i>C macellaria</i>. ▪ La presencia de Metamidofos, afecta la tasa de desarrollo de <i>C albiceps</i> y <i>C macellaria</i>. ▪ La presencia de Aldicarb y Metamidofos afectan la tasa de desarrollo de <i>C albiceps</i> y <i>C macellaria</i> y la estimación del intervalo <i>Postmortem</i> de forma directa. 	<p>X 1: Aldicarb y Metamidofos (plaguicidas).</p> <p>Y1: Tasa de desarrollo de <i>Chrysomya albiceps</i> y <i>Cochliomyia macellaria</i>.</p> <p>Y2: Intervalo <i>Postmortem</i></p>	<p>Dosis</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mitad de la dosis letal media (0.5DL₅₀) - Dosis letal media (DL₅₀). - Dos veces la dosis letal media (2xDL₅₀) <p>Estadios de desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Larva I, II, III. - Pupa. <p>Curvas de desarrollo post embrionario de <i>C albiceps</i> y <i>C macellaria</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Curva de tiempo (h) - Curva de longitud (mm) - Curva de masa corporal (mg) 	<p>Tipo de investigación Investigación será del tipo aplicada (Zorrilla, 1993) “por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos”.</p> <p>Nivel de investigación Nivel explicativo, debido a que se pretende establecer la causalidad de hechos o fenómenos en estudio para poder entenderlos (Hernández et al., 2014).</p> <p>Diseño de la investigación La investigación será experimental pura, debido a que se realizará manipulación intencional de la variable independiente, con el objeto de observar y analizar los efectos que generan sobre las otras variables (dependientes). (Hernández et al., 2014)</p>



Figura 15. Localización del lugar donde se desarrolló la investigación, imagen satelital proporcionado por el programa de Google Earth.



Figura 16. Ubicación del Instituto de Medicina Legal sede Cañete, donde se desarrollo la investigación.



Figura 17. Captura de dipterós necrófagos adultos utilizando trampas tipo VAN SOMEREN RYDON, usando vísceras de pescado.



Figura 18. Cámaras de crianza y ovipostura de adultos hembra de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria*.



Figura 19. Inducción a la ovipostura de adultos hembra de *Chrysomya albiceps* (a) y *Cochliomyia macellaria* (b).



Figura 20. Inoculación del plaguicida el sustrato alimenticio - hígado bovino (a), incorporación de masa de huevos de especies *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria* (b).



Figura 21. Crianza de larvas de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria* en sustratos testigo e inoculado con plaguicidas (aldicarb y metamidofos) a diferentes dosis.



Figura 22. Estadio larval de *Chrysomya albiceps* en su sustrato alimenticio.



Figura 23. Fase de pupación de *Chrysomya albiceps* y *Cochliomyia macellaria* en grupo control e inoculados con plaguicidas.

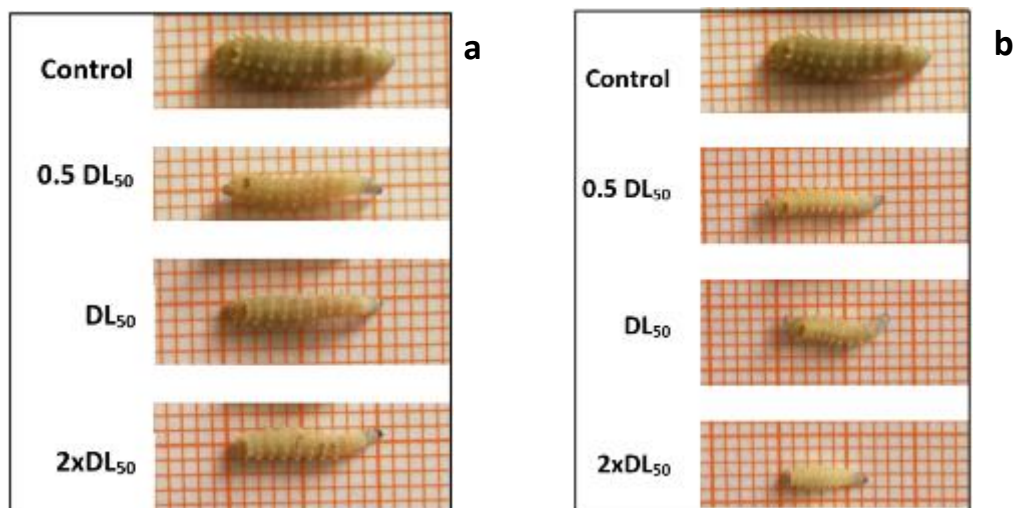


Figura 24. Longitud (mm) y morfología de larvas III de *Chrysomya albiceps*: grupo control, 0.5DL₅₀, DL₅₀, 2xDL₅₀ de aldicarb (a) y 0.5DL₅₀, DL₅₀, 2xDL₅₀ de metamidofos (b)

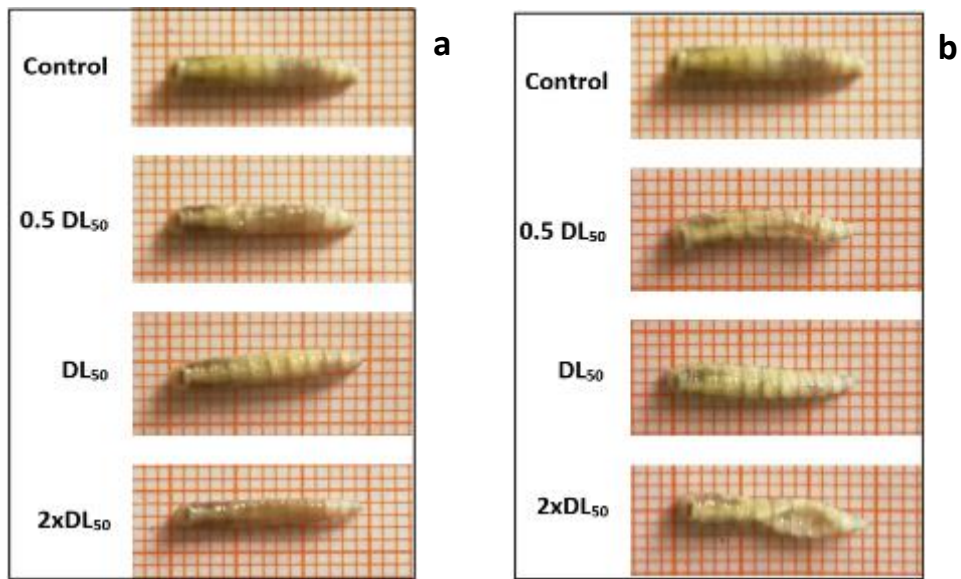


Figura 25. Longitud (mm) y morfología de larvas III de *Cochliomyia macellaria*: grupo control, 0.5DL₅₀, DL₅₀, 2xDL₅₀ de aldicarb (a) y 0.5DL₅₀, DL₅₀, 2xDL₅₀ de metamidofos (b)

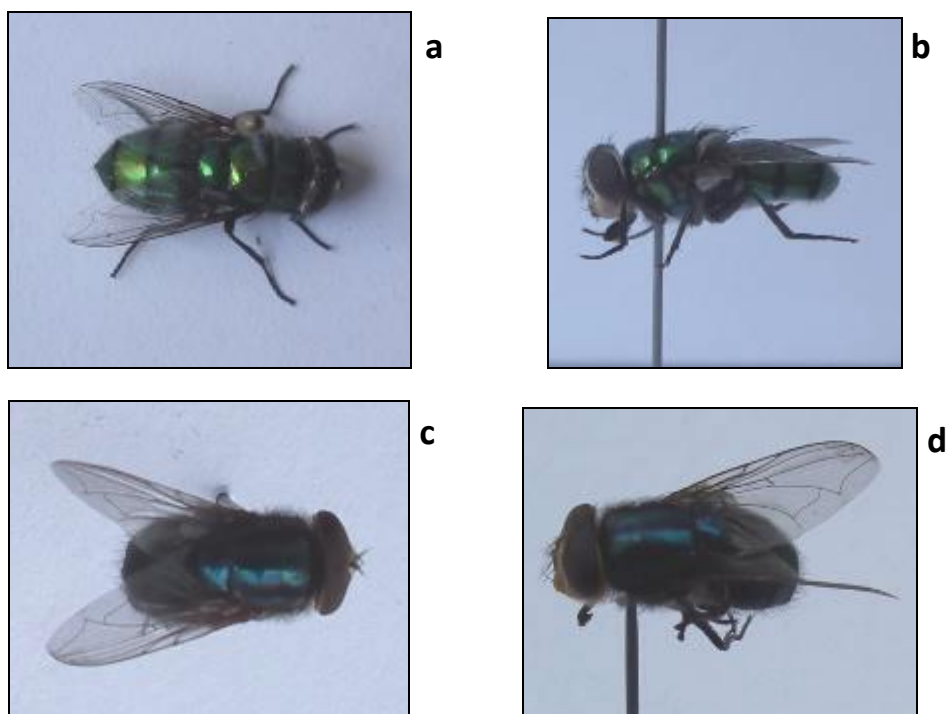


Figura 26. Adultos de *Chrysomya albiceps* vista superior (a) vista lateral (b) y *Cochliomyia macellaria* vista superior (c) vista lateral (d).

Tabla 16

Temperatura ambiental (°C) y humedad relativa (%) diario durante el desarrollo del estudio en el laboratorio de Entomología forense del instituto de medicina Legal de Cañete, 2019

Fecha	Temperatura ambiental °C			Humedad Relativa %		
	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima
24/02/2019	23.5	25.7	29.0	60	72	83
25/02/2019	24.3	26.7	29.4	58	67	69
26/02/2019	26.6	28.8	29.9	46	62	68
27/02/2019	26.6	28.2	30.2	50	49	70
28/02/2019	25.2	29.3	30.6	48	48	65
01/03/2019	24.8	30.2	31.1	45	50	67
02/03/2019	24.8	28.2	32.0	49	57	70
03/03/2019	25.2	28.3	31.7	46	49	73
04/03/2019	25.9	30.4	32.2	46	65	77
05/03/2019	24.3	29.3	31.3	44	51	59
06/03/2019	24.5	29.9	33.0	46	54	69
07/03/2019	25.2	28.0	31.5	46	49	73
08/03/2019	25.8	30.2	34.5	46	51	68
09/03/2019	25.9	30.5	34.3	37	52	64
10/03/2019	25.8	29.8	34.2	42	62	68
11/03/2019	24.5	28.1	33.1	44	65	73
12/03/2019	24.7	28.8	32.1	47	50	62
13/03/2019	25.5	29.3	32.1	47	66	72
14/03/2019	25.7	28.5	30.6	52	61	63
15/03/2019	25.5	29.1	31.2	50	60	66
16/03/2019	25.1	27.5	31.0	53	61	72
17/03/2019	25.2	28.1	31.2	46	53	68
18/03/2019	25.0	28.2	31.1	45	64	72
19/03/2019	24.6	27.9	29.9	49	68	71
20/03/2019	24.4	25.7	29.7	44	56	67
21/03/2019	24.6	26.7	29.5	50	61	70
22/03/2019	24.4	28.9	31.0	50	71	72
23/03/2019	24.2	28.5	31.0	50	58	72
24/03/2019	24.2	28.3	30.0	50	60	62

Fuente: Investigador.

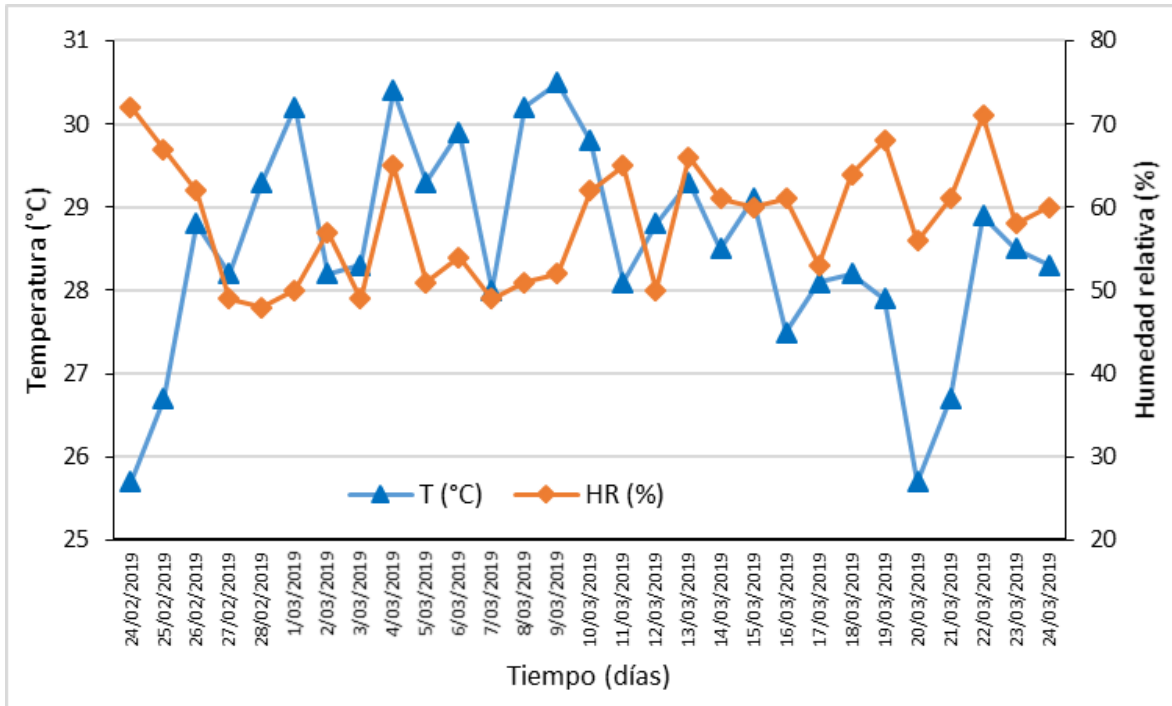


Figura 27. Temperatura ambiental (C°) y humedad relativa (%) registradas en el laboratorio de Entomología Forense del Instituto de medicina Legal de Cañete, durante el desarrollo de la investigación, 2019.