

**INFORME N° 00098-2021-OEFA/DEAM-STEC**

A : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Director de Evaluación Ambiental

DE : **LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**
Ejecutivo de la Subdirección Técnica Científica

JULIO ANDRÉS GONZALES ROSSEL
Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Pesquería,
Industria y otros

CARLOS FERNANDO GUTIÉRREZ ROJAS
Especialista de Evaluaciones Ambientales

ASUNTO : Pruebas de resistencia a la Ciromazina 10 % en la emergencia de *Musca domestica* en gallinaza tratada, en el entorno de las granjas agropecuarias del sector industrial Las Vegas del distrito de Puente Piedra, Provincia y departamento de Lima

EXPEDIENTE DE EVALUACIÓN : 0004-2021-DEAM-EAC

CÓDIGO DE ACCIÓN : 0002-6-2021-411

REFERENCIA : Planefa 2021

FECHA : Lima, 30 de julio de 2021

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle lo siguiente:

1. INFORMACIÓN GENERAL**Tabla 1.1.** Datos generales de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Distrito de Puente Piedra, Provincia de Lima, departamento de Lima
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Granja avícola Las Vegas
c.	La actividad se realizó en el marco de	Planefa 2021/POI 2021
d.	Problemática identificada	Afectación por vectores biológicos a las urbanizaciones cercanas al sector industrial Las Vegas
e.	Tipo de evaluación	Estudio especializado
f.	Periodo de ejecución	Del 08 al 10 de junio de 2021

Profesionales que aportaron a este documento:

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.º	Nombres y apellidos	Profesión	Actividad desarrollada	Colegiatura
1	Lázaro Walther Fajardo Vargas	Ingeniero químico	Gabinete	CIP 33273
2	Julio Andrés González Rossel	Ingeniero ambiental	Gabinete	CIP 146703
3	Carlos Fernando Gutiérrez Rojas	Biólogo	Campo y Gabinete	CBP 13187
4	Christian Edgardo Paredes Espinal	Biólogo	Gabinete y Laboratorio	CBP 6530
5	Diana Lina Sotelo Vásquez	Bióloga	Laboratorio	CBP 14369



2. INTRODUCCIÓN

A fin de conocer si hay efectos de resistencia a la Ciromazina 10 % en la emergencia de *Musca domestica* adultas en la gallinaza tratada en el entorno de las granjas agropecuarias del sector industrial Las Vegas del distrito de Puente Piedra, Provincia y departamento de Lima, se colectaron larvas de mosca de la gallinaza de la granja G3 – Las Vegas y fueron incubadas para evaluarlas bajo condiciones controladas de temperatura y humedad.

Para comparar la posible resistencia al larvicida en la emergencia de *Musca domestica* a partir de la gallinaza tratada, se colectaron también larvas de una gallinaza control, la cual provino de una granja doméstica donde no se aplicó ningún larvicida, y así contrastar los resultados a fin de determinar si es que el larvicida viene generando resistencia en la emergencia de *Musca domestica*.

Asimismo, se aplicó una sustancia de referencia recomendada por la OECD (2016) (Ivermectina) del mismo modo de acción del larvicida empleado por el administrado, y comparar la acción de ambos larvicidas sobre las mismas poblaciones muestrales de larvas, tanto de la granja en estudio como de la granja control.

3. OBJETIVO

Demostrar la resistencia de *Musca domestica* en gallinaza tratada con Ciromazina 10 % de una granja agropecuaria del sector industrial Las Vegas del distrito de Puente Piedra, Provincia y departamento de Lima.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio, corresponde a las urbanizaciones Santa Paula, Pancha Paula, El Roble, asociación de vivienda Portada del Sol, asociación de vivienda Las Torres y el sector Las Vegas, ubicadas en el distrito de Puente Piedra, Provincia y departamento de Lima (Figura 4.1).



Figura 4.1. Ubicación de la granja agropecuaria Las Vegas del sector industrial Las Vegas del distrito de Puente Piedra, Provincia y departamento de Lima



5. METODOLOGÍA

La metodología empleada en el presente estudio se desarrolla a continuación.

5.1. Referencias utilizadas para las pruebas de resistencia

Las pruebas de resistencia a larvicidas en la emergencia de *Musca domestica* se realizaron considerando las recomendaciones de la guía elaborada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), la guía de adiestramiento desarrollado por la Organización Panamericana de la Salud-Organización Mundial de la Salud (OPS-OMS) y una publicación científica especializada (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Referencia para el desarrollo de las pruebas de resistencia

Referencia	País	Institución/Autores	Códigos de las guías	Secciones	Año
Guideline for the testing of chemicals. Determination of developmental toxicity to dipterian dung flies (<i>Scathophaga stercoraria</i> L. (Scathophagidae), <i>Musca autumnalis</i> De Geer (Muscidae)	Canadá	Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)	OECD 228	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction (1) Pág. 1 • Principle of the test (5) Pág. 2 • Reference substance (8) Pág. 2 • Validity of the test (9) Pág. 3 • Preparation of test vessels and addition of organisms (21, 22, 23) Pág. 6 • Annex 4 Testing of dung collected from livestock treated with veterinary pharmaceuticals Pág. 18 	2016
Lethal effects of the insect growth regulator Cyromazine against three species of flies, <i>Musca domestica</i> , <i>Stomoxys calcitrans</i> , and <i>Fannia canicularis</i> (Diptera: Muscidae) in cattle, swine, and chicken manure	Estados Unidos	Donahue Jr. W.A., Showler A.T., Donahue M.W., Vinson B.E. & Osbrink W.L.A.	Journal of economic entomology 110 (2), 2017, 776-782	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction Pág. 776-777 • Materials and methods (Laboratory tests, Field test) Pág. 777-778 • Results (Field test) Pág. 778-780 • Discussion Pág. 780-781 	2017
Moscas de importancia para la salud pública y su control	Estados Unidos	Organización Panamericana de la Salud-Organización Mundial de la Salud	Publicaciones Científicas No. 61	<ul style="list-style-type: none"> • La mosca casera y formas afines (Muscidae) Pág. 9-12 	1962

5.2. Muestras de gallinaza control y larvas sin tratar para contrastar resistencia en emergencia de moscas

Se colectaron 10 kg de muestras de gallinaza sin tratar, el 18 de mayo de 2021, en un domicilio donde se realiza crianza de gallinas, en el distrito de San Martín de Porres, Provincia y departamento de Lima, con el propósito de obtener un sustrato libre de larvicida. Esta gallinaza control se mantuvo en congelación por 21 días, con el propósito de eliminar las larvas y/o pupas de mosca y emplear la gallinaza como sustrato inicial para las pruebas de resistencia (Gallinaza preparada). Luego, el 9 de junio de 2021, se realizó la colecta en el mismo domicilio (Granja control) a fin de obtener larvas libres de efectos de larvicida, las que fueron inoculadas en número de diez (10) con 8 réplicas, a la gallinaza preparada previamente atemperada, considerándose esta muestra como el primer control (B1 o Larva control). El punto de muestreo se señala en la Tabla 5.2.

**Tabla 5.2.** Punto de muestreo de colecta de gallinaza y larvas sin tratar para contraste del estudio de las pruebas de resistencia en emergencia de *Musca domestica*

Código de muestra	N.º Réplicas	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84–Zona 18 L		Descripción
			Este (m)	Norte (m)	
B1	8	2021-06-09	271413	8675980	Punto control, ubicado en un domicilio donde se realiza crianza de gallinas, en el distrito de San Martín de Porres

Nota: La precisión de la medición de las coordenadas fue de + 3 m

5.3. Muestras de larvas tratadas con Ciromazina 10 % e Ivermectina 10 mg/mL de una granja agropecuaria del sector industrial en estudio

Se colectaron 56 muestras de larvas (Granja Las Vegas), transportadas en 100 g de su propia gallinaza, en el entorno de granjas agropecuarias del sector industrial Las Vegas, del distrito de Puente Piedra, Provincia y departamento de Lima. El punto de muestreo se señala en la Tabla 5.3. Las muestras fueron distribuidas aleatoriamente y codificadas indistintamente en el número de réplicas indicados en la misma tabla.

Tabla 5.3. Puntos de muestreo de colecta de gallinaza tratada para el desarrollo de las pruebas de resistencia en la emergencia de *Musca domestica*

Código de muestra	N.º Réplicas	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84–Zona 18 L		Descripción
			Este (m)	Norte (m)	
B2	8	2021-06-09	274782	8688038	Punto ubicado en la Granja de avícola Las Vegas
I1	4				
I2	4				
I3	4				
I4	4				
I5	4				
C1	4				
C2	4				
C3	4				
C4	4				
C5	4				

Nota: La precisión de la medición de las coordenadas fue de + 3 m

5.4. Equipos utilizados para las pruebas de resistencia

Los equipos utilizados durante el desarrollo de las pruebas de resistencia en la emergencia de *Musca domestica* se detallan en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4. Equipos utilizados para las pruebas de resistencia

N.º	Equipo	Código patrimonial	Marca	Modelo	Serie
1	Luxómetro digital	60225255-0001	Milwaukee	MW 700	11004270028
2	Balanza digital	60220738-0004	Ohaus	Ranger 7000 R71MD6	B738721694
3	Estufa halógena	s/c	Air Monster	15181	s/n
4	Mini deshumificador	s/c	Bionaire	BMD 100	s/n
5	Termohigrómetro	60229215-0002	Coolbox	s/m	s/n



N.º	Equipo	Código patrimonial	Marca	Modelo	Serie
6	Termohigrómetro	60229215-0003	Coolbox	s/m	s/n
7	Vitrina exhibidora	11229290-0002	Cimsa	CF-450 L	L-632
8	Micropipeta	s/c	Dragonlab	s/m	YE199AL0546900

s/m: sin modelo, s/n: sin número de serie, s/c: sin código patrimonial

5.5. Condiciones ambientales de las pruebas de resistencia

Se dispusieron contenedores de plástico descartable con tapa de 1 L de capacidad, donde fueron incorporados 100 g de muestras de gallinaza preparada, los que fueron denominados unidades de cultivo, y donde se inocularon 10 larvas de *Musca domestica*, ya sea tratadas con Ciromazina 10 % (Tratamientos: B2 o Sustrato control, Cn e In) y sin tratar (B1). Se mantuvieron las unidades de cultivo experimentales a temperatura y humedad recomendadas por la OECD (2016) en un ambiente independiente del laboratorio, con ayuda de un deshumificador y una estufa por un periodo de 21 días. Las condiciones ambientales para las pruebas de viabilidad se detallan en la Tabla 5.5.

Tabla 5.5. Condiciones ambientales para las pruebas de resistencia

Duración de la prueba	21 días
Taxa del organismo prueba	<i>Musca domestica</i>
Temperatura	26 °C (± 2 °C)
Calidad de luz	Iluminación ambiental de laboratorio
Fotoperiodo	16 h luz : 8 h oscuridad
Humedad relativa	> 60 %

Fuente: OECD (2016)

5.6. Pruebas de resistencia en la emergencia de adultos de *Musca domestica*

El larvicida empleado por las granjas agropecuarias en el entorno de granjas agropecuarias del sector industrial Las Vegas, del distrito de Puente Piedra, Provincia y departamento de Lima, fue la Ciromazina 10 %, que por cada 100 g contiene 10 g de N-ciclopropil-1,3,5-triazina-2,4,6 triamina (CAS 66215-27-8), y que se suministra junto al alimento balanceado de las aves, y al ser ingerido y excretado por las heces de las aves, actúa sobre las larvas de las moscas que se desarrollan en la gallinaza. El modo de acción del larvicida es disruptiendo el proceso de empuje y metamorfosis de artrópodos. El mismo modo de acción lo tiene la Ivermectina 10 mg/mL (CAS 70288-86-7), el cual es recomendado por la OECD (2016) como sustancia de referencia para el control de emergencia de moscas.

Cabe señalar, que la muestra de Ciromazina 10 % (Larvavic 10) fue suministrada por el administrado de la granja Las Vegas, mientras que la Ivermectina 10 mg/mL fue adquirido comercialmente (Biomisil 1 %, Lote 021182, fecha de vencimiento: febrero 2024).

Se dispusieron 8 unidades de cultivo para cada control (B1 y B2). El control B1 (Larva control) contuvo gallinaza preparada y 10 larvas de la granja control (Sin tratar). El control B2 (Sustrato control) contuvo gallinaza preparada y 10 larvas de la granja en estudio (Expuestas previamente a Ciromazina 10 %). Además, se dispusieron 4 unidades de cultivo por cada 5 concentraciones del tratamiento con un extra de Ciromazina 10 % (2 000 µg/kg; 20 000 µg/kg; 200 000 µg/kg; 2 000 000 µg/kg y 20 000 000 µg/kg) y del tratamiento con Ivermectina 10 mg/mL (0,5 µg/kg; 5 µg/kg; 50 µg/kg; 500 µg/kg; 5 000 µg/kg), respectivamente. Todas las unidades de cultivo fueron aleatorizadas y mantenidas en incubación por 21 días. Durante el monitoreo diario de las unidades de cultivo fueron registradas las emergencias de adultos de *Musca domestica*.

Finalmente, con dichos registros totales de emergencia de adultos se compararon las concentraciones de cada tratamiento con sus controles, y demostrar diferencias significativas ($p < 0,05$), mostrando si las concentraciones de cada larvicida pueden disminuir la emergencia de moscas adultas de la especie *Musca domestica*. Por otro lado, se calcularon las concentraciones efectivas medias de cada larvicida a fin de establecer la



mejor efectividad y conocer la concentración efectiva media que logra la inhibición de emergencia de *Musca domestica*. Finalmente, se establecerá si se presenta resistencia al comparar los resultados entre los controles y entre las respuestas de la Ciromazina frente a la sustancia de referencia (Ivermectina 10 mg/mL).

A continuación, se muestra el diseño experimental establecido para las pruebas de viabilidad siguiendo las pautas de la guía de la OECD (2016), OPS-OMS (1962) y lo mencionado por Donahue *et al.* (2017) (Tabla 5.6).

Tabla 5.6. Diseño experimental para las pruebas de resistencia

Número de réplicas por unidad de cultivo	10/4
Tratamientos	Control (Gallinaza no tratada) / Gallinaza tratada con Ciromazina 10 % e Ivermectina 10 mg/mL
Punto final	Emergencia de adultos de <i>Musca domestica</i>

Fuente: OECD (2016), Donahue *et al.* (2017)

En la base de datos de la USEPA (<https://cfpub.epa.gov/ecotox/>) los valores referidos a la exposición de los larvicidas se muestran el Tabla 5.7.

Tabla 5.7. Rangos de CE₅₀ establecidos por la USEPA (2021) para *Musca domestica*

Taxa	CE ₅₀ ¹ (µg/kg)	
	Valor mínimo	Valor máximo
Ciromazina 10 %	0,5	10
Ivermectina 10 mg/mL	0,0008*	1,75*

*Valores obtenidos sobre especies de moscas carroñeras Sciomyzoidea

Fuente: USEPA (2021) (<https://cfpub.epa.gov/ecotox/>)²

6. RESULTADOS

A continuación, se presentan las condiciones ambientales registradas durante las pruebas de viabilidad de emergencia de *Musca domestica* en gallinaza, en el entorno de las granjas agropecuarias del sector industrial Las Vegas del distrito de Puente Piedra, Provincia y departamento de Lima.

6.1. Condiciones ambientales de las pruebas de viabilidad

Las pruebas de viabilidad de emergencia de *Musca domestica*, mostraron un valor promedio de la humedad relativa de 64,3 % ± 3,31 % y valor promedio de temperatura de 24,7 °C ± 1,33 °C.

6.2. Pruebas de viabilidad de emergencia de *Musca domestica*

En la Tabla 6.1, se muestra el número total de emergencia de adultos a partir de larvas inoculadas de *Musca domestica* obtenida por tratamiento (Controles: B1 y B2, Ciromazina 10 % e Ivermectina 10 mg/mL) luego de 21 días de incubación en gallinaza bajo condiciones controladas de humedad y temperatura. Asimismo, se muestra el porcentaje de emergencia de adultos.

Tabla 6.1. Número total de emergencia y porcentaje de emergencia de adultos de *Musca domestica* por tratamiento con Ciromazina 10 % (Cn) e Ivermectina 10 mg/mL (In), luego de 21 días de incubación en gallinaza

¹ CE₅₀: Concentración de una sustancia que causa algún efecto - determinado previamente - al 50 % de una población muestral.

² <https://cfpub.epa.gov/ecotox/>. Página web dinámica de la USEPA (actualizada el 12 de julio de 2021). En ella se buscaron las CE₅₀ (mg/L) para *Daphnia* sp. expuesta a dicromato de potasio (sustancia de referencia), Ciromazina e Ivermectina.



Tratamientos	Concentración	Larvas inoculadas	Emergencia adultos	% Emergencia
	µg/kg			
B1	0	80	80	100 %
B2	0	80	63	79 %
C1	2 000	40	16	40 %
C2	20 000	40	11	28 %
C3	200 000	40	9	23 %
C4	2 000 000	40	7	18 %
C5	2 000 000 0	40	3	8 %
I1	0,5	40	19	48 %
I2	5	40	15	38 %
I3	50	40	12	30 %
I4	500	40	9	23 %
I5	5 000	40	0	0 %

Fuente: Informe de ensayo N.º 141-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 142-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 143-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 144-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 145-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 146-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 147-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 148-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 149-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 150-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 151-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 152-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 153-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 154-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 155-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 156-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 157-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 158-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 159-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 160-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 161-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 162-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 163-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 164-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 165-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 166-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 167-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 168-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 169-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 170-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 171-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 172-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 173-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 174-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 175-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 176-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 177-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 178-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 179-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 180-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 181-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 182-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 183-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 184-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 185-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 186-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 187-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 188-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 189-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 190-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 191-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 192-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 193-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 194-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 195-2021-OEFA/OTEC, Informe de ensayo N.º 196-2021-OEFA/OTEC.

Los ejemplares obtenidos durante la emergencia de adultos de la granja agropecuaria fueron conservados para ser verificados posteriormente por un especialista taxónomo de insectos, corroborando la especie que correspondieron a *Musca domestica*.

7. DISCUSIÓN

Los registros de temperatura y humedad alcanzaron los valores recomendados por las referencias empleadas para el desarrollo de las pruebas de viabilidad de emergencia en *Musca domestica* (< 60 % humedad relativa y 26 °C ± 2 °C) (OECD 2016).

Luego de evaluar la normalidad de los datos de no emergencia por tratamientos mediante la prueba Anderson-Darling, se obtuvieron p-valor de < 0,005; por lo que podemos concluir que, en ambos tratamientos los datos no se distribuyen normalmente y que los estadísticos para comparar los tratamientos deben seguir una tendencia no paramétrica (Figura 7.1 y 7.2).

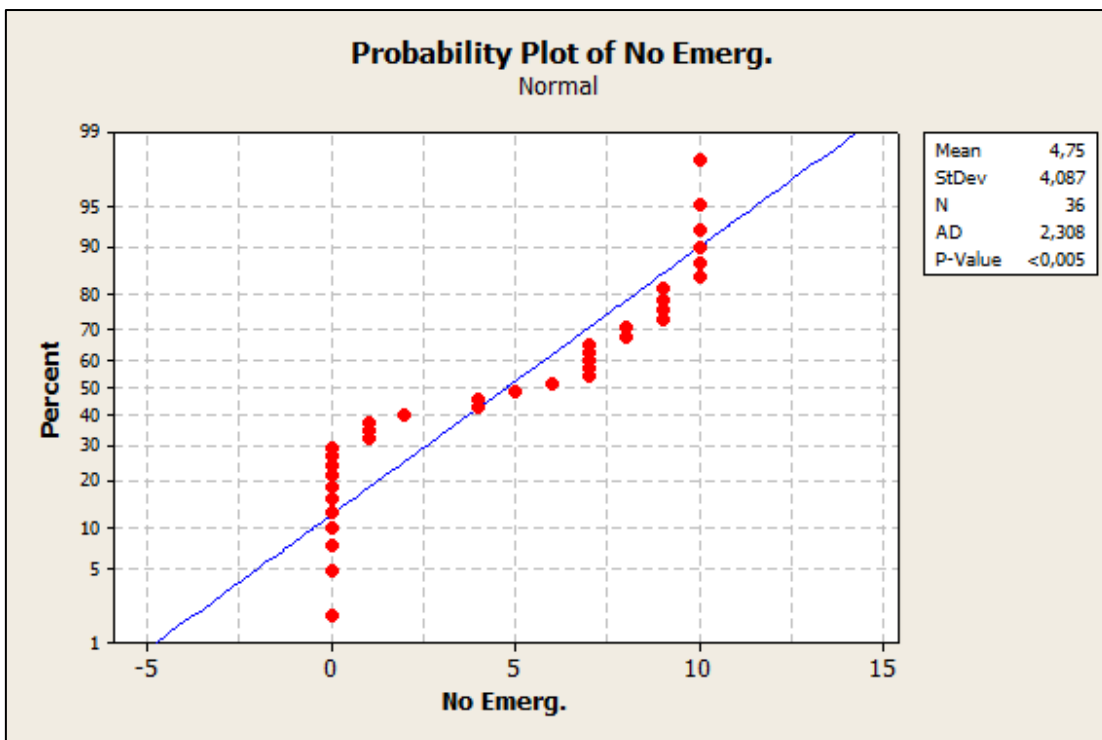


Figura 7.1. Prueba de normalidad de Anderson-Darling para datos de no emergencia de adultos con Ciromazina 10 % de *Musca domestica* luego de 21 días de incubación en gallinaza

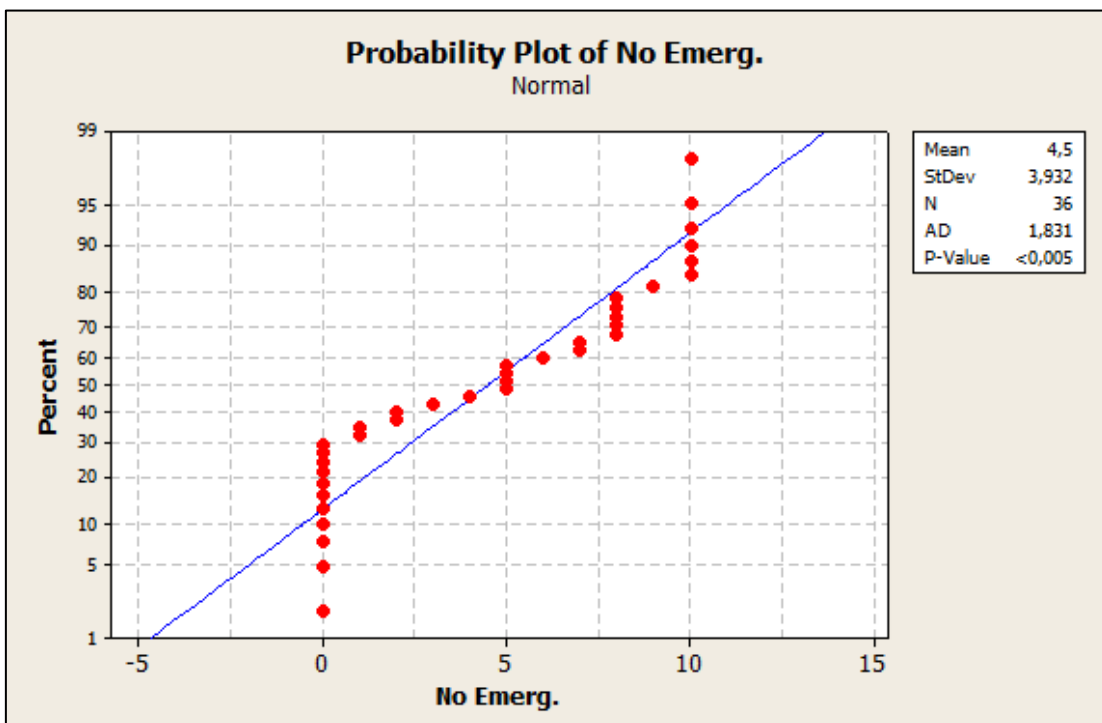


Figura 7.2. Prueba de normalidad de Anderson-Darling para datos de no emergencia de adultos con Ivermectina 10 mg/mL de *Musca domestica* luego de 21 días de incubación en gallinaza

Para evaluar las diferencias entre las concentraciones de los tratamientos se ejecutó la prueba Kruskal-Wallis, donde se obtuvieron en ambos p-valor ajustados de 0,000; por lo que se concluye que - al ser menor a 0,05 - existen diferencias significativas en al menos uno, al 95 % entre las concentraciones (Figura 7.3 y Figura 7.4), para mostrar mejor lo mencionado se muestran gráficos en cajas para cada tratamiento (Figura 7.5 y Figura 7.6).



Por lo que, se puede decir que, las concentraciones de cada tratamiento disminuyen la emergencia de adultos de *Musca domestica* respecto a los controles.

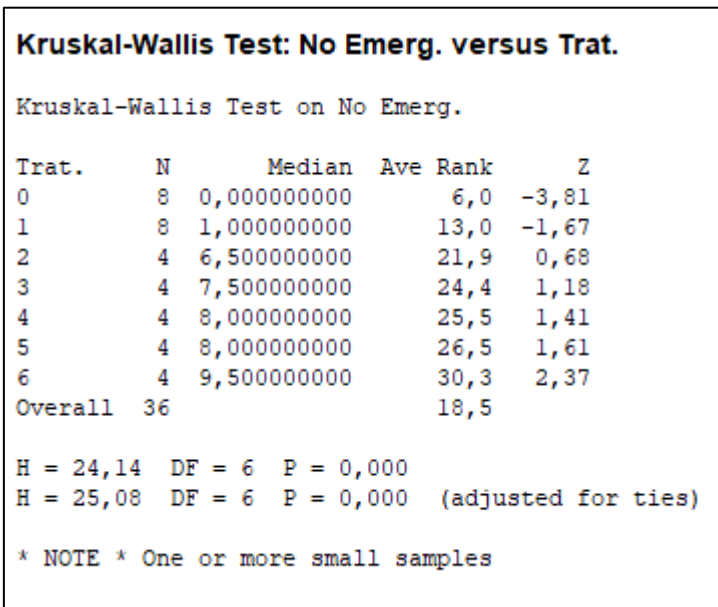


Figura 7.3. Prueba Kruskal-Wallis para establecer diferencias entre las concentraciones por el número de no emergencias de adultos de *Musca domestica* expuestas a Ciromazina 10 % luego de 21 días de incubación en gallinaza (Controles: 0 = B1, 1 = B2; Concentraciones: 2 = C1, 3 = C2, 4 = C3, 5 = C4 y 6 = C5)

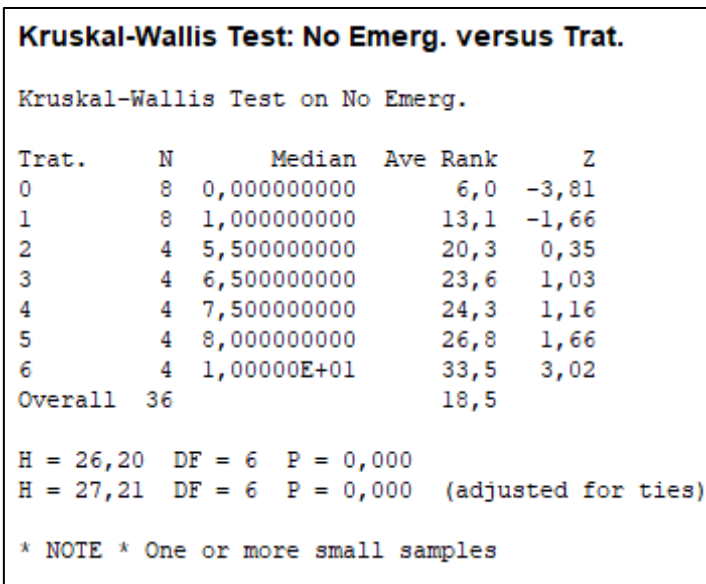


Figura 7.4. Prueba Kruskal-Wallis para establecer diferencias entre las concentraciones por el número de no emergencias de adultos de *Musca domestica* expuestas a Ivermectina 10 mg/mL luego de 21 días de incubación en gallinaza (Controles: 0 = B1, 1 = B2; Concentraciones: 2 = I1, 3 = I2, 4 = I3, 5 = I4 y 6 = I5)

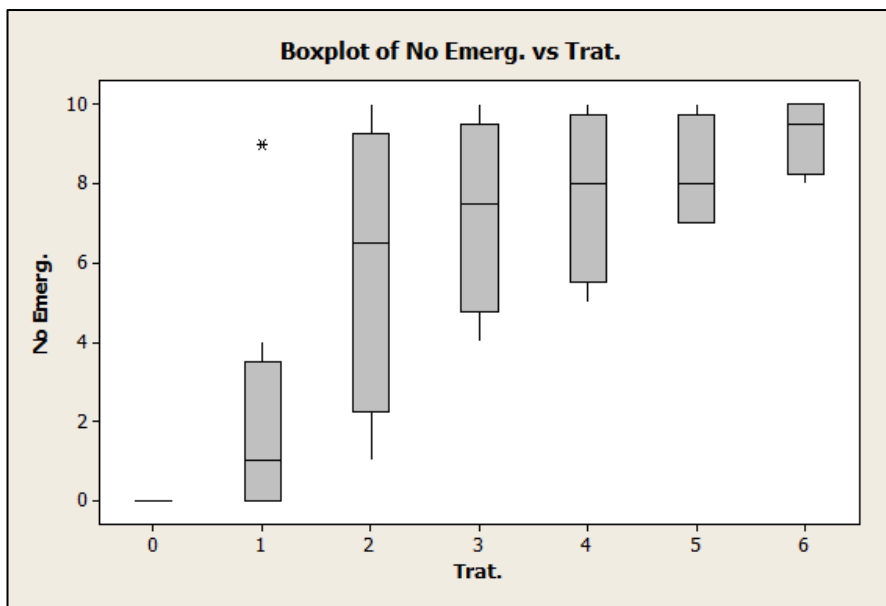


Figura 7.5. Gráfico de cajas para establecer diferencias entre las concentraciones por el número de no emergencias de adultos de *Musca domestica* expuestos a Ciromazina 10 % luego de 21 días de incubación en gallinaza (Controles: 0 = B1, 1 = B2; Concentraciones: 2 = I1, 3 = I2, 4 = I3, 5 = I4 y 6 = I5)

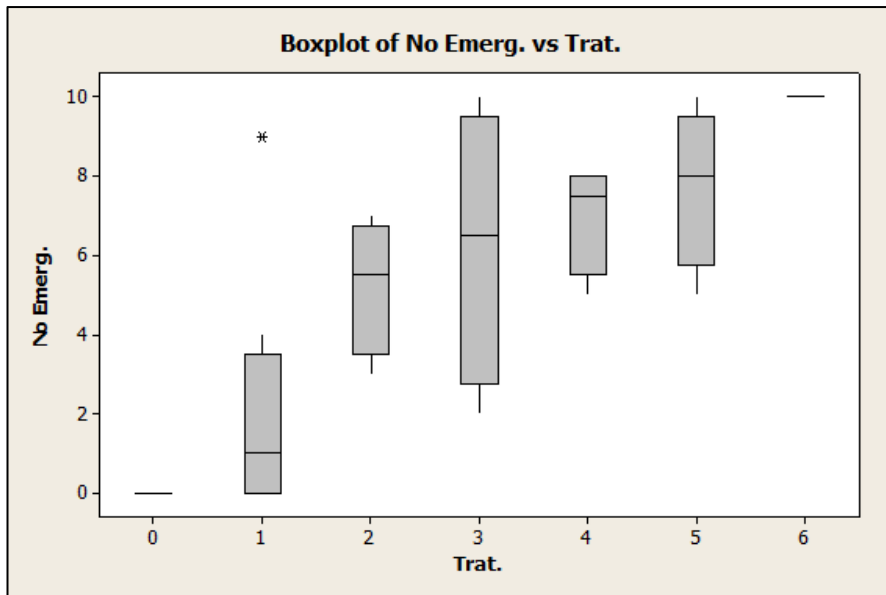


Figura 7.6. Gráfico de cajas para establecer diferencias entre las concentraciones por el número de no emergencias de adultos de *Musca domestica* expuestos a Ivermectina 10 mg/mL luego de 21 días de incubación en gallinaza (Controles: 0 = B1, 1 = B2; Concentraciones: 2 = I1, 3 = I2, 4 = I3, 5 = I4 y 6 = I5)

En la Tabla 7.1 se muestran las concentraciones efectivas medias estimadas a partir del número de no emergencias en las unidades de cultivo y de las concentraciones aplicadas sobre los sustratos de gallinaza sin tratar (B1) y tratada previamente con Ciromazina 10 % (Resto de tratamientos) expuestas a su vez a dosis extras de Ciromazina 10 % e Ivermectina 10 mg/mL.



Además, la dosificación del producto Ciromazina 10 % (Larvavic 10) según indicaciones es de 50 g/t o 50 000 µg/kg, y la CE₅₀ requerida para causar efectos a la emergencia de *Musca domestica* expuestas previamente a Ciromazina 10 %, fue estimada en 1 943,0 µg/kg (Sustrato Control), es decir se requieren añadir un 3 % a la dosis inicial para lograr éxito en el control de emergencias de *Musca domestica*. Nótese que también se halla fuera del rango de respuesta registrada en la base de datos ecotox de la USEPA (2021) (0,5 µg/kg – 10 µg/kg) para esta especie. Sin embargo, téngase en cuenta que, las dosis aplicadas son dosis extras, a las larvas que ya habían sido expuestas a los tratamientos culturales con Ciromazina 10 % en la granja en estudio, y las que hipotéticamente no requerirían mayor dosis extra. Es decir, los valores debieran ser similares a las obtenidas cuando se comparan con el tratamiento B1 (Larva control), esto es 194,0 µg/kg. Sin embargo, estos valores son diez veces más a lo esperado, por lo que se evidencian procesos de resistencia. Estos problemas de resistencia que ocasiona el uso de Ciromazina también han sido reportados y citados por Donahue *et al* (2017) en otros estudios, quienes recomiendan una rotación de diversos insecticidas en el control de moscas para evitar estos efectos poblacionales de resistencia a la Ciromazina.

Por otro lado, se confirman similares resultados cuando comparamos los efectos provocados frente a la Ivermectina (10 mg/mL) (CE₅₀ = 4,761 µg/kg), usado como larvicida control, en casi 6 veces más de su aplicación normal sobre larvas expuestas previamente a Ciromazina 10 % (CE₅₀ = 0,731 µg/kg); por lo que se recomienda evaluar otros potenciales insecticidas para rotarlos en el programa cultural de control de *Musca domestica* de la zona en estudio. Nótese, que los valores de CE₅₀ cuando se aplica Ivermectina sobre larvas previamente expuestas a Ciromazina superan a los archivados en la base de datos ecotox de la USEPA (2021) en experimentos sobre exposición de Ivermectina a huevos de moscas carroñeras (0,0008 µg/kg – 1,75 µg/kg). Considerar estas especies de dípteros como las únicas registradas frente a Ivermectina, pero que suelen habitar el mismo ambiente y de las que se espera posean similar tolerancia a presiones externas.

Tabla 7.1. Concentraciones efectivas medias (CE₅₀) de no emergencia por tratamientos (Ciromazina 10 % e Ivermectina 10 mg/mL) y concentraciones (5 cada una), comparando sus controles B1 y B2

Tratamientos	Concentración	Emergencia de adultos	Tratamientos	Concentración	Emergencia de adultos
	µg/kg			µg/kg	
B1	0	80	B2	0	63
C1	2 000	16	C1	2 000	16
C2	20 000	11	C2	20 000	11
C3	200 000	9	C3	200 000	9
C4	2 000 000	7	C4	2 000 000	7
C5	20 000 000	3	C5	20 000 000	3
CE ₅₀	194,0		CE ₅₀	1 943,0	
LI	0,0		LI	4,0	
LS	2 726,0		LS	18 718,0	
I1	0,5	19	I1	0,5	19
I2	5	15	I2	5	15
I3	50	12	I3	50	12
I4	500	9	I4	500	9
I5	5 000	0	I5	5 000	0
CE ₅₀	0,731		CE ₅₀	4,761	
LI	0,049		LI	0,45	
LS	3,078		LS	19,509	

LI: Límite inferior, LS: Límite superior



8. CONCLUSIONES

- Se requiere incrementar la dosificación en un 3 % de Ciromazina 10 % para controlar efectivamente la emergencia de adultos de *Musca domestica* en las muestras de gallinaza tratada en el entorno de las granjas agropecuarias del sector industrial Las Vegas del distrito de Puente Piedra, Provincia y departamento de Lima.
- Las muestras de larvas obtenidas de gallinaza tratada en el entorno de las granjas agropecuarias del sector industrial Las Vegas del distrito de Puente Piedra, Provincia y departamento de Lima, muestran resistencia a la Ciromazina 10 %, mostrando casi diez veces más resistencia respecto a larvas no expuestas anteriormente a algún larvicida para controlar la emergencia de *Musca domestica*.

9. RECOMENDACIÓN

Es recomendable ampliar el alcance temporal del estudio para permitir ajustar los resultados a la dinámica de poblaciones del ecosistema de estudio.

10. ANEXOS

- Anexo 1: Informes de ensayo de las pruebas de resistencia
- Anexo 2: Cadenas de custodia

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Donahue Jr. W.A., Showler A.T., Donahue M.W., Vinson B.E. & Osbrink W.L.A. 2017. Lethal effects of the insect growth regulator Cyromazine against three species of flies, *Musca domestica*, *Stomoxys calcitrans*, and *Fannia canicularis* (Diptera: Muscidae) in cattle, swine, and chicken manure. *Journal of economic entomology* 110 (2), 2017, 776-782.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2016. Guideline for the testing of chemicals. Determination of developmental toxicity to dipterian dung flies (*Scathophaga stercoraria* L. (Scathophagidae), *Musca autumnalis* De Geer (Muscidae).

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente:

[LFAJARDO]

[JGONZALEZ]



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección
Técnica Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

[CGUTIERREZR]

Visto este informe la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

[FGARCIA]



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica> e ingresando la siguiente clave: 00698204"



00698204