

**INFORME N° 00099-2021-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 toxicidad aguda en dáfidos expuestos a Ciromazina 10 %, larvicida comercial empleado en el control de emergencia de *Musca domestica* 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****1. 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 G3 – 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 Gonzáles 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 la toxicidad acuática provocada por la exposición de larvicidas empleados para el control de la emergencia de *Musca domestica* adultas aplicadas en tres granjas agropecuarias de cría de aves de postura del sector industrial Las Vegas del distrito de Puente Piedra, provincia y departamento de Lima, se realizaron pruebas de toxicidad aguda de ciromazina obtenida de la granja G3 – Las Vegas, sobre dáfidos bajo condiciones controladas de laboratorio.

El larvicida empleado por las granjas agropecuarias del presente estudio fue la Ciromazina 10 %, que en 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.

## 3. OBJETIVO

Estimar la concentración efectiva media de la Ciromazina 10 % sobre dáfidos.

## 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).

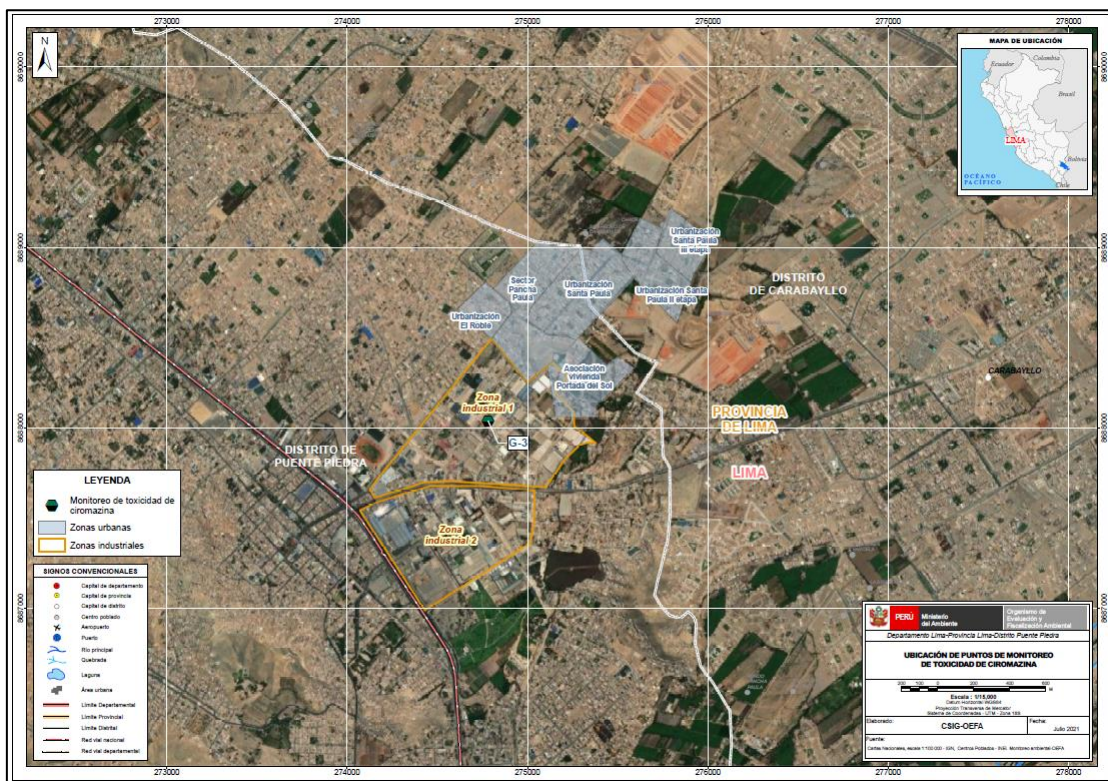


Figura 4.1. Ubicación del punto de muestreo de ciromazina en las granjas agropecuarias del sector industrial Las Vegas del distrito de Puente Piedra, provincia y departamento de Lima



## 5. METODOLOGÍA

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

### 5.1. Referencias utilizadas para las pruebas ecotoxicológicas

Las pruebas ecotoxicológicas se realizaron considerando las recomendaciones de las guías elaboradas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) donde desarrollan pautas para el mantenimiento, aclimatación y pruebas de control de calidad de organismos prueba (Tabla 5.1).

**Tabla 5.1.** Referencia para el desarrollo de las pruebas ecotoxicológicas

Referencia	País	Institución	Códigos de las guías			Año
Prueba de toxicidad aguda con dáfidos	Estados Unidos	Agencia de Protección Ambiental (USEPA)	EPA-HQ-OPPT-2009-0154-0041	EPA 712-C-16-013	OCSPP 850.1010	2016

### 5.2. Muestra de larvicida comercial para el control de emergencia de *Musca domestica*

El larvicida empleado por las granjas agropecuarias del presente estudio fue la Ciromazina 10 %, que en 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.

También, para contrastar los resultados de toxicidad se empleó un larvicida del mismo modo de acción, pero de referencia como lo es la Ivermectina 10 mg/mL (OECD 2017) (CAS 70288-86-7).

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

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 5.2.

**Tabla 5.2.** Rangos de CE<sub>50</sub> (48 h) establecidos por la USEPA (2021) para *Daphnia* sp.

Taxa	CE <sub>50</sub> (mg/L)	
	Valor mínimo	Valor máximo
Ciromazina 10 %	0,0064*	1 000*
Ivermectina 10 mg/mL	0,000 000 12	0,086 6

\*Valores obtenidos sobre especie acuática *Chironomus zealandicus* (Hudson 1892) a las 96 h  
Fuente: USEPA (2021) (<https://cfpub.epa.gov/ecotox/>)

Así mismo, se realizó una prueba de control de calidad de organismos prueba empleando una solución de dicromato de potasio.

### 5.3. Equipos utilizados para las pruebas ecotoxicológicas

Los equipos utilizados durante el desarrollo de las pruebas agudas, se detallan en la Tabla 5.3.

**Tabla 5.3.** Equipos utilizados para las pruebas ecotoxicológicas



N.º	Equipo	Código patrimonial	Marca	Modelo	Serie
1	Aire acondicionado	11223614-0075	Lennox	LM024CI-100P432	S2815A01888
2	Aire acondicionado	11223614-0089	York	YSEA18FS-ADA	100001862141260283
3	Balanza digital analítica	602206340001	Mettler Toledo	ML204	B134208920
4	Estéreo trinocular estativo	67225557-0007	Unitron	Z650HR	1901809
5	Estéreo trinocular estativo	67225557-0008	Unitron	Z650HR	1901927
6	Multiparámetro portátil	60226471-0053	Hach Co.	HQ40D	150500000922
7	Sonda pH	s/c	Hach Co.	PHC101	193482563298
8	Sonda OD	s/c	Hach Co.	LDO101	192912593834
9	Sonda CDC	s/c	Hach Co.	CDC401	172942588015
10	Multiparámetro portátil	60226471-0140	WTW	Multi 3620IDS	19440198
11	Sonda OD	s/c	WTW	FDO 925	19400870
12	Sonda CDC	s/c	WTW	Tetracon 925	19430909
13	Sonda pH	s/c	WTW	SenTix 940-3	C193813016
14	Refrigeradora conservadora	11226188-0002	Cimsa	CF-450 L	L-642
15	Termohigrómetro	60229215-0003	Coolbox	s/m	s/n
16	Termohigrómetro	60229215-0002	Coolbox	s/m	s/n
17	Termohigrómetro	60229215-0008	WM	s/m	s/n
18	Termohigrómetro	60229215-0010	WM	s/m	s/n
19	Micropipeta	s/c	Dragonlab	s/m	YE199AL0546900

s/mo: Sin modelo, s/n: Sin número de serie, s/c: Sin código

#### 5.4. Condiciones ambientales de las pruebas ecotoxicológicas

Se adquirieron dáfneas de una casa comercial, fueron separadas las hembras embrionadas, alimentadas y mantenidas en cuarentena por una semana a fin de lograr su aclimatación a las condiciones de laboratorio. Luego, de obtener la primera generación de neonatos, que también fueron monitoreados, alimentados y mantenidos hasta obtener su madurez al cabo de una semana más, se obtuvieron los neonatos (< 24 horas), de la segunda generación. Un grupo de estos neonatos fueron destinados a las pruebas de control de calidad de organismos, otro grupo para el desarrollo de pruebas de toxicidad. Las condiciones ambientales para las pruebas de toxicidad aguda con dáfneos se detallan en la Tabla 5.6.

**Tabla 5.4.** Condiciones ambientales para las pruebas de toxicidad aguda con dáfneos

Duración de la prueba	48 horas
Taxa del organismo prueba	<i>Daphnia</i> sp.
Temperatura	18 - 22 °C (constante con +/- 1 °C durante la prueba)
Calidad de luz	Iluminación ambiental de laboratorio
Fotoperiodo	16 h luz : 8 h oscuridad
pH de sobrenadante	6,0 a 8,5 UpH
Volumen de agua de dilución	20 mL
Edad de organismos prueba	< 24 horas

Fuente: USEPA (2016)

#### 5.5. Pruebas de control de calidad de organismos

Se realizaron pruebas de multiconcentración con dáfneas (24 h) con una solución de dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ), como sustancia de referencia, comparando los rangos de



la concentración efectiva media<sup>1</sup> (CE<sub>50</sub>) obtenidos experimentalmente con los rangos establecidos por la USEPA<sup>2</sup>, a fin de establecer la estandarización de los organismos prueba (Tabla 5.7). Para la obtención de los valores CE<sub>50</sub> en las pruebas de sensibilidad se siguieron las pautas establecidas en las guías EPA-HQ-OPPT-2009-0154-0041 (dánidos), empleando el software libre Probit 1.5 para obtener la CE<sub>50</sub>, respectivamente.

**Tabla 5.5.** Rangos estandarizados de CE<sub>50</sub> (mg/L) de los organismos prueba

Prueba	Toxicidad aguda en dánidos
Taxa	<i>Daphnia</i> sp.
Parámetro	CE <sub>50</sub> (mg/L)
Valor mín.	0,003 mg/L
Valor máx.	2,45 mg/L

Fuente: <https://cfpub.epa.gov/ecotox/>

## 5.6. Pruebas ecotoxicológicas

Durante el desarrollo de las pruebas toxicológicas se siguieron las pautas recomendadas por la USEPA según las guías correspondientes para este organismo prueba. Es así que, se establecieron ciertos procesos sistematizados para todas las pruebas como se sintetiza en procesos de colecta/adquisición de organismos, aclimatación de organismos (supervivencia mayor al 10 %), pruebas de control de calidad de organismos (sustancias de referencia), criterios de aceptabilidad de las pruebas (supervivencia de controles similar a los de mantenimiento) y pruebas de multiconcentración. Asimismo, se muestran el diseño experimental establecido para las pruebas ecotoxicológicas (48 h) siguiendo las pautas de las guías desarrolladas por la USEPA (2016) (Tabla 5.8).

**Tabla 5.6.** Diseño experimental para las pruebas agudas con dánidos

Número de organismos prueba por unidad de prueba	10
Número de réplicas por concentración	4
Aireación	> 60 % saturación OD
Concentraciones de la prueba	2 mg/L; 1 mg/L; 0,5 mg/L; 0,25 mg/L; 0,125 mg/L (Dicromato de potasio) / 20 000 mg/L; 2 000 mg/L; 200 mg/L; 20 mg/L; 2 mg/L (Ciromazina 10 %) / 100 ng/L; 10 ng/L; 1 ng/L; 0,1 ng/L; 0,01 ng/L (Ivermectina)
Punto final	Mortandad de los organismos prueba
Criterio de aceptabilidad de la prueba	≥ 90 % de supervivencia de organismos prueba en el control

Fuente: USEPA (2016)

## 6. RESULTADOS

A continuación, se presentan las condiciones ambientales registradas durante los ensayos, las pruebas de control de calidad de organismos, las pruebas ecotoxicológicas del elutriado del sedimento superficial marino y las aguas residuales industriales y agua de mar, en el entorno de la actividad de procesamiento industrial pesquero en la bahía del Callao.

### 6.1. Condiciones ambientales de las pruebas ecotoxicológicas

<sup>1</sup> CE<sub>50</sub>: Concentración de una sustancia que causa algún efecto - determinado previamente - al 50 % de una población muestral.

<sup>2</sup> <https://cfpub.epa.gov/ecotox/>. Página web dinámica de la USEPA (actualizada el 12 de julio de 2021). En ella se buscaron las CE<sub>50</sub> (mg/L) para *Daphnia* sp. expuesta a dicromato de potasio (sustancia de referencia).



Las pruebas agudas con dáfnidos expuestos a los larvicidas y dicromato de potasio, mostraron durante la prueba una concentración promedio de oxígeno disuelto de  $8,40 \pm 0,12$  mg/L, valor promedio del potencial de hidrógeno de  $8,341 \pm 0,075$  unidades de pH y el valor promedio de temperatura de  $21,9 \pm 0,3$  °C.

## 6.2. Pruebas de control de calidad de organismos

Los resultados experimentales de las pruebas de control de calidad de organismos con dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) a las 24 horas, donde se muestran los rangos de concentración efectiva media ( $CE_{50}$ ) para dáfnidos se hallaron dentro de los valores recomendados por la USEPA (Tabla 6.1 y 6.2). Teniendo en consideración estos resultados, se procedió a desarrollar las pruebas ecotoxicológicas multiconcentración respectivas.

**Tabla 6.1.** Valores experimentales de  $CE_{50}$  obtenidos sobre el organismo prueba en el presente estudio

Taxa	mg/L		
	$CE_{50}$	Límite inferior	Límite superior
<i>Daphnia</i> sp.	0,324	0,271	0,384

**Tabla 6.2.** Rangos de  $CE_{50}$  establecidos por la USEPA (2021)

Taxa	$CE_{50}$ (mg/L)	
	Valor mínimo	Valor máximo
<i>Daphnia</i> sp.	0,003	2,45

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

## 6.3. Pruebas ecotoxicológicas

A continuación, se muestran los resultados de las pruebas agudas con dáfnidos expuestos a los larvicidas en estudio.

En la Tabla 6.3, se muestran el  $CE_{50}$ , con sus límites de confianza inferior (Li) y superior (Ls) de inmovilidad de neonatos de dáfnidos a las 24 h y 48 h expuestos a distintas concentraciones de Ciromazina 10 % e Ivermectina 10 mg/mL, del total de organismos prueba expuestos por concentración (40 individuos).

**Tabla 6.3.** Concentración efectiva media de inmovilidad de neonatos de dáfnidos a las 24 h y 48 h durante las pruebas de multiconcentración con Ciromazina 10 % e Ivermectina 10 mg/L

Código de la muestra	Concentración mg/L	Inmovilización total	
		24 h	48 h
Ciromazina 10 %	0,00	1	1
	2,00	30	39
	20,00	36	40
	200,00	40	40
	2 000,00	40	40
	20 000,00	40	40
	$CE_{50}$	0,410	ND
	Li	0,011	ND
	Ls	1,381	ND
	Método	Probit	Probit
Ivermectina 10 mg/mL	0,00	2	2
	10,00	14	27
	100,00	23	33
	1 000,00	28	36



Código de la muestra	Concentración	Inmovilización total	
	mg/L	24 h	48 h
	10 000,00	32	39
	100 000,00	36	40
	CE <sub>50</sub>	85,0	2,0
	Li	13,0	0,0
	Ls	289,0	10,0
	Método	Probit	Probit

ND: No determinado

Fuente: Informe de ensayo N.º 220-2021-OEFA/OTEC,

## 7. DISCUSIÓN

Los parámetros fisicoquímicos de las pruebas agudas de larvicida y control de calidad, mostraron condiciones propicias para el desarrollo de la vida acuática, y óptimos para el desarrollo de las pruebas toxicológicas con dáfnidos (OD: > 6 mg/L, pH: 6 a 8,5 y T: 18 – 22 °C) (USEPA 2009).

Teniendo en cuenta la base de datos de la USEPA (<https://cfpub.epa.gov/ecotox/>), respecto a los rangos de CE<sub>50</sub>, para el organismo prueba expuesto a dicromato de potasio, los valores se hallaron dentro de los rangos recomendados por la USEPA para el empleo de las dáfnias. Esto indica que la población experimental del organismo prueba empleado cumplió con la estandarización y respuesta requerida para indicar la toxicidad de la sustancia a la que se expuso.

Los resultados de la estimación de la concentración efectiva media indican la siguiente relación de toxicidad respecto a los larvicidas estudiados: Ivermectina 10 mg/mL << Ciromazina 10 %. Teniendo en cuenta las unidades tóxicas letales, tenemos para la Ciromazina 10 % un valor de 2,43 y para la Ivermectina 10 mg/mL un valor de 0,01, donde son considerados valores muy letales aquellos que superan la unidad según la escala de la USEPA (Castillo 2004).

Por otro lado, la CE<sub>50</sub> mostrada por la Ciromazina 10 % se halla dentro del espectro de respuesta frente a *Chironomus zealandicus*, de la especie de díptera acuática en su fase larvaria que se halla en la base de datos ecotox de la USEPA (2021) y del género que suele ser también empleada en estudios de calidad hidrobiológica. Cabe resaltar que no se han hallado registros de la Ciromazina sobre dáfnidos (Crustacea: Cladocera) por lo que se ha considerado el valor sobre esta especie cercana de díptero acuático. Mientras que, la CE<sub>50</sub> de la Ivermectina 10 mg/mL hallado experimentalmente (2,0 mg/L – 48 h) supera el rango establecido en la base de datos ecotox, lo que indicaría un proceso de tolerancia de la especie a este compuesto.

## 8. CONCLUSIONES

- La concentración efectiva media de la Ciromazina 10 % a las 24 h fue de 0,41 mg/L y de la Ivermectina 10 mg/mL fue de 85 mg/L; siendo la primera mucho más tóxica que la segunda.
- El larvicida Ciromazina 10 % es una sustancia muy letal para la vida acuática, a diferencia de la Ivermectina 10 mg/mL.

## 9. RECOMENDACIONES

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



Se sugieren tomar medidas de control ante una posible liberación de los larvicidas a los medios acuáticos, los que podrían alterar notablemente los recursos hídricos receptores.

## **10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Castillo M.G. 2004. Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones OECD.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2016. OCSP 850.1010: Aquatic invertebrate acute toxicity test, freshwater. Ecological effects test guidelines. Second Edition, EPA-712-C-16-013, October 2016.

## **11. ANEXOS**

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

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente:

**[LFAJARDO]**

**[JGONZALEZ]**

**[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: 03267891"



03267891