



UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS



Uso de pesticidas en la acuicultura: efecto en especies no objetivo.

Paulina Gebauer

Centro i~mar

Universidad de Los Lagos



Caligus rogercresseyi

Ectoparásito de salmones



Control de Caligus:

0.19 € Kg⁻¹ de salmon



Benzoylureas: inhibidor de la muda, síntesis de la quitina
(Diflubenzuron)

Benzoato de emamectina: un compuesto químico dentro de la clase de avermectinas. Estimula la liberación de GABA (ácido gama aminobutirico) la neurotransmisión es reducida.



INTRODUCCIÓN

Los principales quimioterapeúticos utilizados contra la Caligidosis :

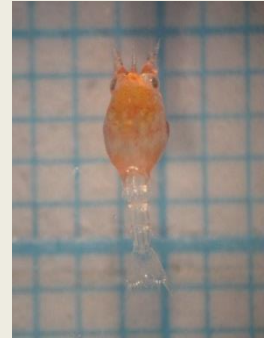
Cipermetrina (2010)
Deltametrina (2007)

PIRETROIDES SINTÉTICOS

Azametifos (2013)

ORGANOFOSFORADO

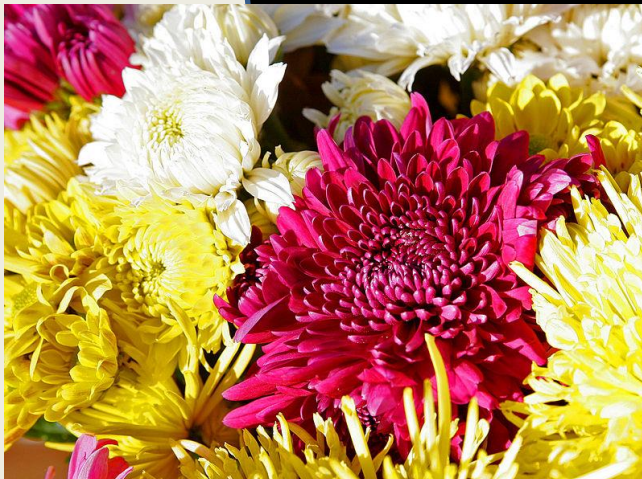
Peróxido de hidrógeno (2007)





Cipermetrina (2010)
Deltametrina (2007)

PIRETROIDES o
PIRETRINAS SINTETICAS



Piretrinas naturales obtenidas
del crisantemo, usadas desde 1850.



Piretroides

transmisión nerviosa por la interferencia en los canales de Na lo que resulta en la depolarización de las neuronas motoras y descarga repetitiva en las terminaciones nerviosas, conduciendo a una eventual parálisis y muerte de los organismos

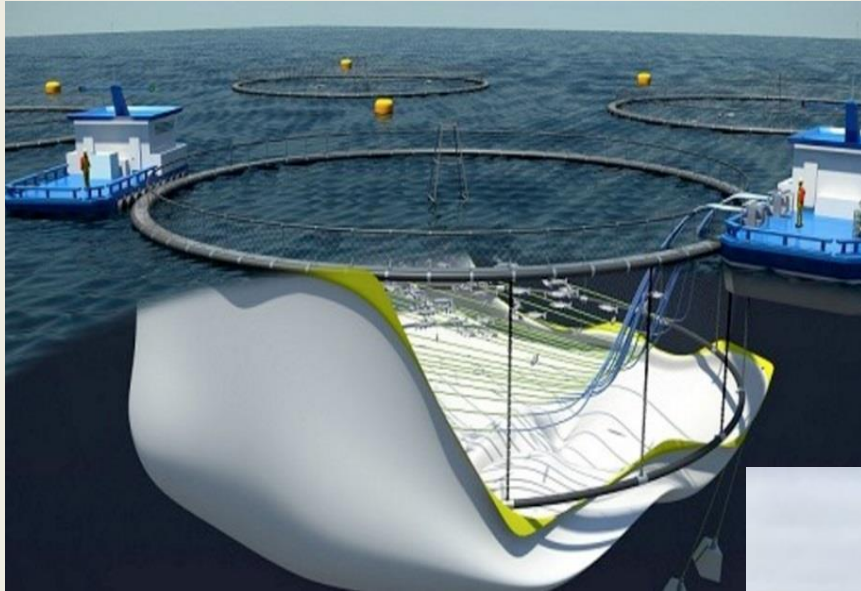
Organofosforados

neurotóxicos que inhiben la actividad de la acetilcolinesterasa (AChE), la enzima responsable de hidrolizar el neurotransmisor acetilcolina, liberada durante la transmisión de un impulso nervioso

Peróxido de Hidrógeno

difusión directa hacia el interior del organismo, actúa como agente oxidante (daño celular), la liberación de oxígeno gaseoso genera burbujas que quedan atrapadas dentro de la cutícula del organismo.

Sistema de aplicación pesticidas



CONCENTRACIONES UTILIZADAS DE LOS PRINCIPALES PESTICIDAS

Cipermetrina

30min

•15 μgL^{-1} (ppb)

Deltametrina

40 min

•2 μgL^{-1} (ppb)

Azametifos

30min

•100 μgL^{-1} (ppb)

Peróxido de hidrógeno

20 min

•750-850

•1500 mg L^{-1}
(ppm)

Table 2 The table shows the use of antiparasitic agents in Chilean and Norwegian aquaculture in kilograms active substance between the years 2007–2012 (Chile, data provided by Semapesca) and 1998–2012 (Norway, data provided by the Norwegian Institute of Public Health)

CHILE (kg)		2007	2008	2009	2010	2011	2012
Azamethiphos		0	0	0	0	0	0
Hydrogen peroxide		0	0	0	0	0	0
Diflubenzuron		0	162	3878	3639	2815	2167
Teflubenzuron		0	0	0	0	0	0
Cypermethrin		0	0	0	29.7	341.6	677
Deltamethrin		5.2	105.2	31.7	34.3	39.9	197
Emamectin benzoate		906	285	65	47	49	219
Salmon and trout production (tonnes)		493 448	538 258	353 570	343 477	488 813	660 990

NORWAY (kg)	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Azamethiphos	182	14	0	0	0	0	0	0	0	0	66	1884	3346	2437	4059
Hydrogen peroxide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	308 000	3 071 000	3 144 000	2 538 000
Diflubenzuron	437	50	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1413	1839	704	1611
Teflubenzuron	1334	231	62	28	0	0	0	0	0	0	0	2028	1080	26	751
Cypermethrin	2.5	19	73	69	62	59	55	45	49	30	32	88	107	48	232
Deltamethrin	19	11	23	19	23	16	17	16	23	29	39	62	61	54	121
Emamectin benzoate	0	3.5	30	12	20	23	32	39	60	73	81	41	22	105	36
Salmon, trout and char production (tonnes)	409 238	473 848	488 840	506 882	546 373	578 747	627 639	650 667	693 488	822 080	823 428	937 401	994 605	1 124 615	1 312 274

It also shows the production of Atlantic salmon and rainbow trout in Chile (data from Semapesca) and the production of Atlantic salmon, rainbow trout and arctic char in Norway (data from Statistics Norway) in the same time period.

The 2012 production data are preliminary for both countries.

2013	
Cypermethrin (L)	585.0
Deltamethrin (L)	152.0
Total pyrethroids (L)	737.0
Salmon production (ton)	793,400
ml AI/ton salmon	0,923

Source: Semapesca.

176

Table 1

Amount of pyrethroids (AI, active ingredient) used to control sea lice in Chile per year.

S. Bravo et al. / Aquaculture 432 (2014) 175–180

Tabla N°7. Consumo de antiparasitarios (kg) por región.

Principio activo/Región	Principio activo antiparasitario (kg)				
	2010	2011	2012	2013	2014
Benzoato de Emamectina					
Bío-Bío	0	1	0	0	0
La Araucanía	1	0	0	0	0
Los Lagos	30	17	57	66	83
Aysén	17	31	58	99	108
Los Ríos	0	0	0	0	3
Cipermetrina					
Los Lagos	18	159	172	238	75
Aysén	12	183	506	346	94
Deltametrina					
Los Lagos	16	21	58	62	12
Aysén	19	19	139	90	24
Diflubenzurón					
Los Lagos	1295	1320	638	2848	532
Aysén	2344	1495	1528	656	55
Azametifos					
Los Lagos	0	0	0	1455	2025
Aysén	0	0	0	1752	3157



Contents lists available at ScienceDirect

Marine Pollution Bulletin

journal homepage: www.elsevier.com/locate/marpolbul



Baseline

Occurrence of antiparasitic pesticides in sediments near salmon farms in the northern Chilean Patagonia



Felipe Tucca ^{a,*}, Heriberto Moya ^a, Karla Pozo ^{b,c,d}, Francesca Borghini ^d, Silvano Focardi ^d, Ricardo Barra ^a

^a Facultad de Ciencias Ambientales y Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, Barrio Universitario s/n, P.O. Box 160-C, Concepción, Chile

^b Research Center for Toxic Compounds in the Environment (RECETOX), Faculty of Science, Masaryk University, Kamenice 753/5, 625 00 Brno, Czech Republic

^c Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Alonso de Ribera 2850, P.C. 407 01 29 Concepción, Chile

^d Department of Physical, Earth and Environmental Sciences, University of Siena, Via Mattioli 4, 53100 Siena, Italy

Arch Environ Contam Toxicol (2014) 67:139–148

DOI 10.1007/s00244-014-0008-8

Toxic Effects of Antiparasitic Pesticides Used by the Salmon Industry in the Marine Amphipod *Monocorophium insidiosum*

Felipe Tucca · Mauricio Díaz-Jaramillo ·
Gabriel Cruz · Jeannette Silva · Enrique Bay-Schmith ·
Gustavo Chiang · Ricardo Barra

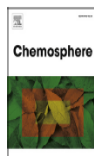
Chemosphere 185 (2017) 1019–1029



Contents lists available at ScienceDirect

Chemosphere

journal homepage: www.elsevier.com/locate/chemosphere



Lethal and sub-lethal effects of commonly used anti-sea lice formulations on non-target crab *Metacarcinus edwardsii* larvae



Paulina Gebauer ^{a,*}, Kurt Paschke ^{b,d}, Claudia Vera ^b, Jorge E. Toro ^c, Miguel Pardo ^{c,d}, Mauricio Urbina ^e

^a Centro I-mar, Universidad de Los Lagos, Casilla 557 Puerto Montt, Chile

^b Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, Casilla 1327, Puerto Montt, Chile

^c Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

^d Centro FONDAPE de Investigación en Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL), Chile

^e Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Chile

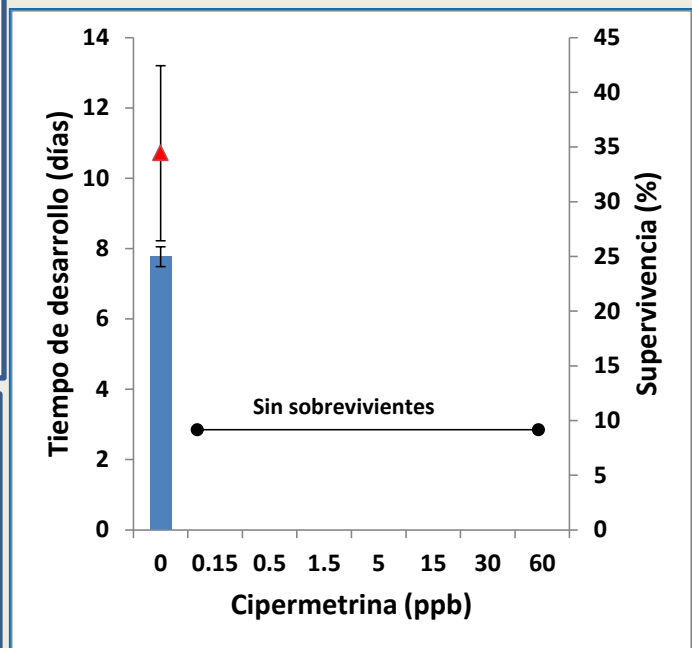
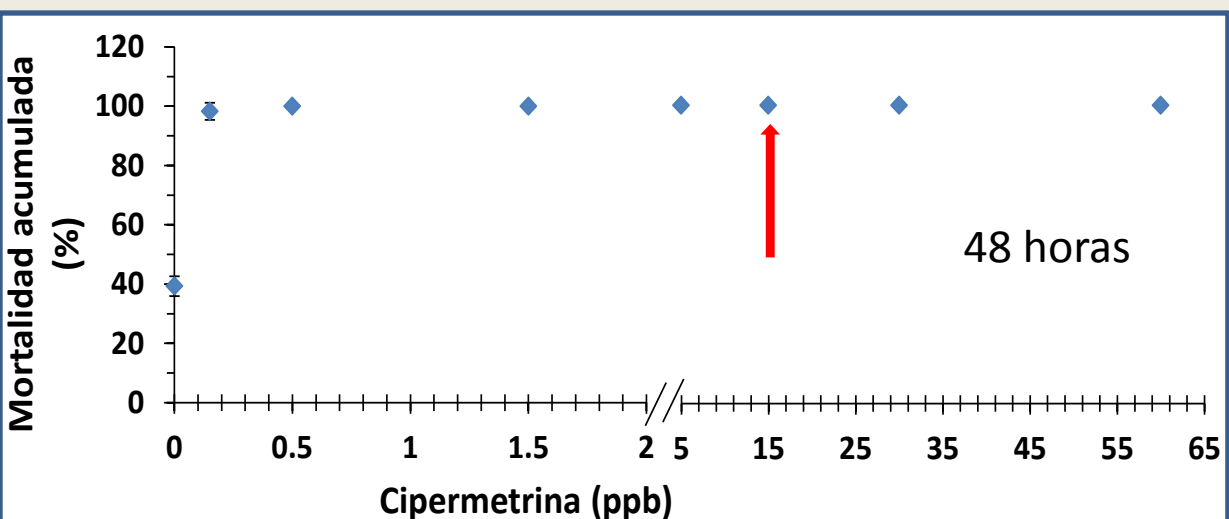
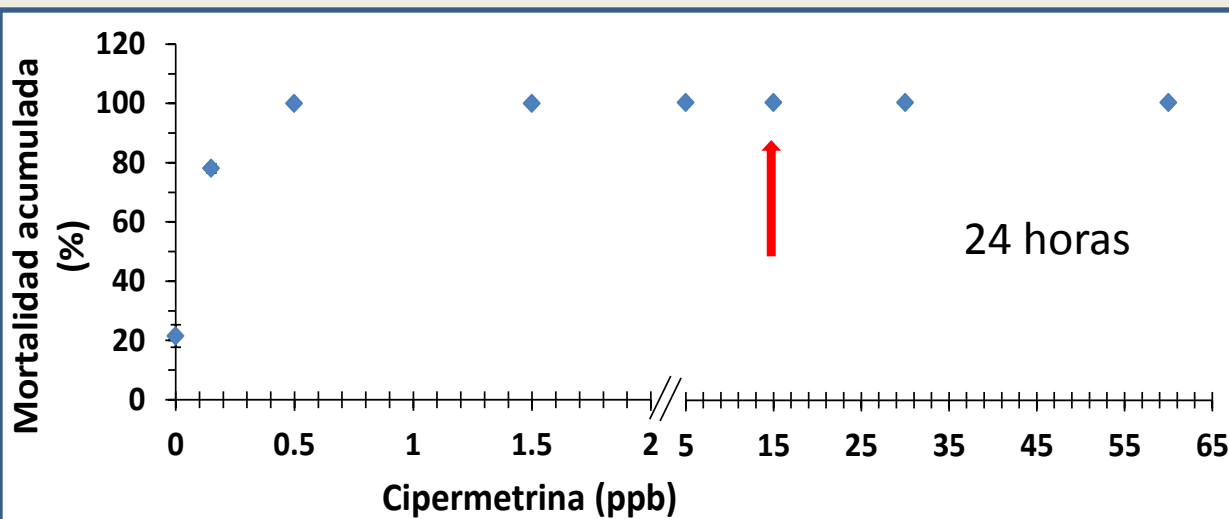


RESULTADOS



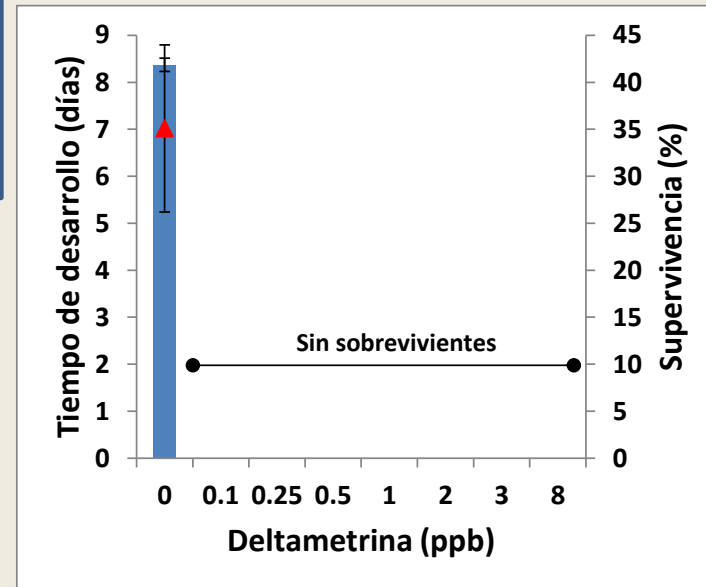
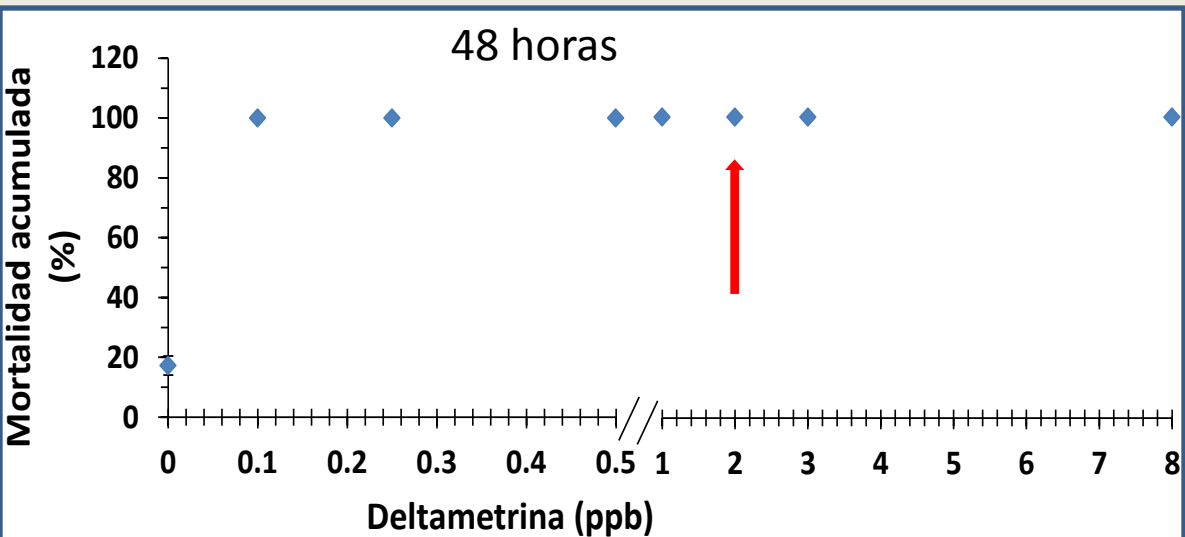
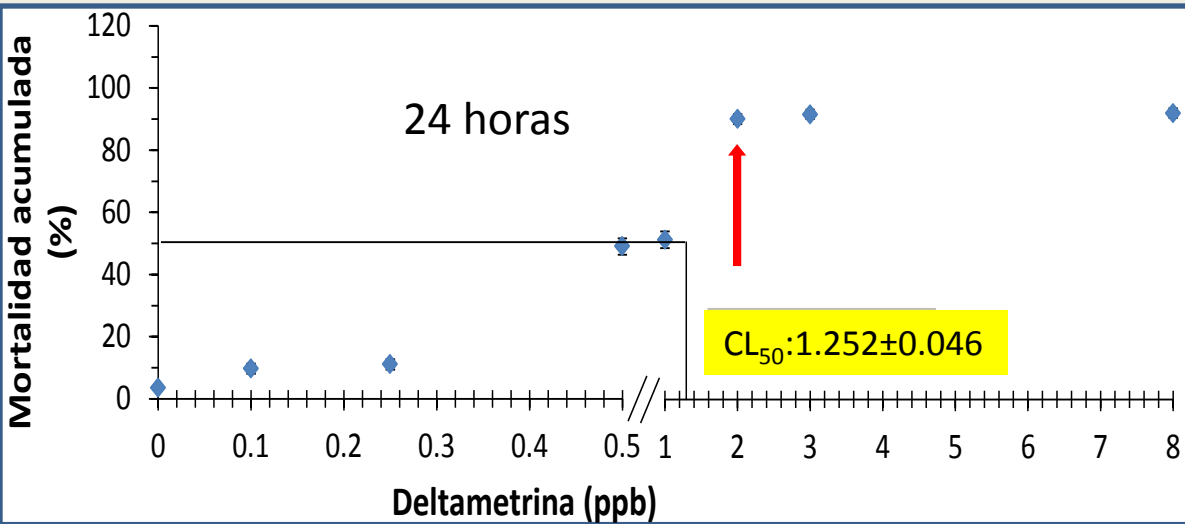
CIPERMETRINA AGUDO

Metacarcinus edwardsii



RESULTADOS

DELTAMETRINA AGUDO

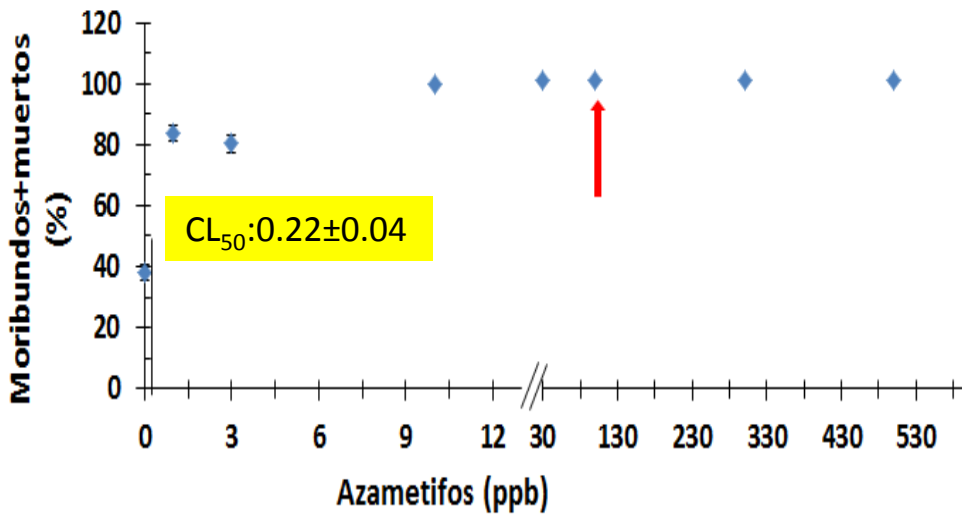
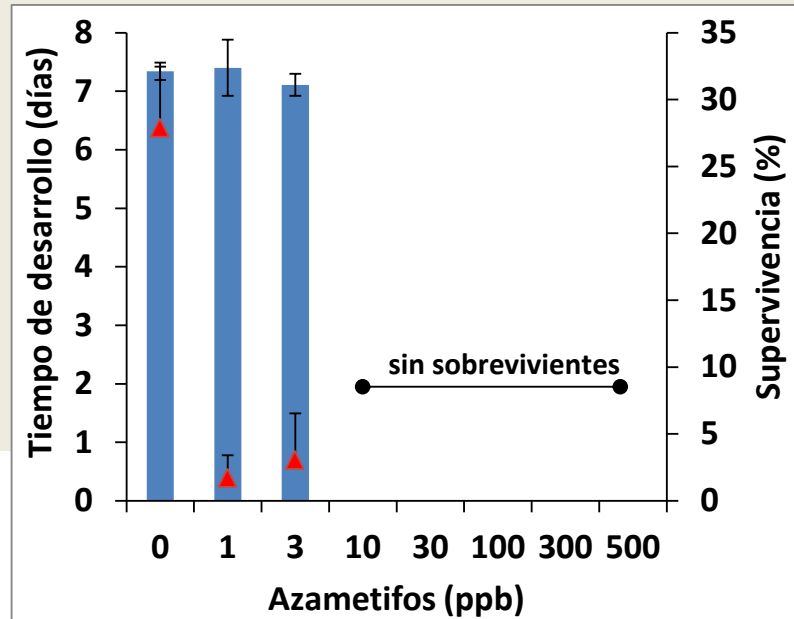
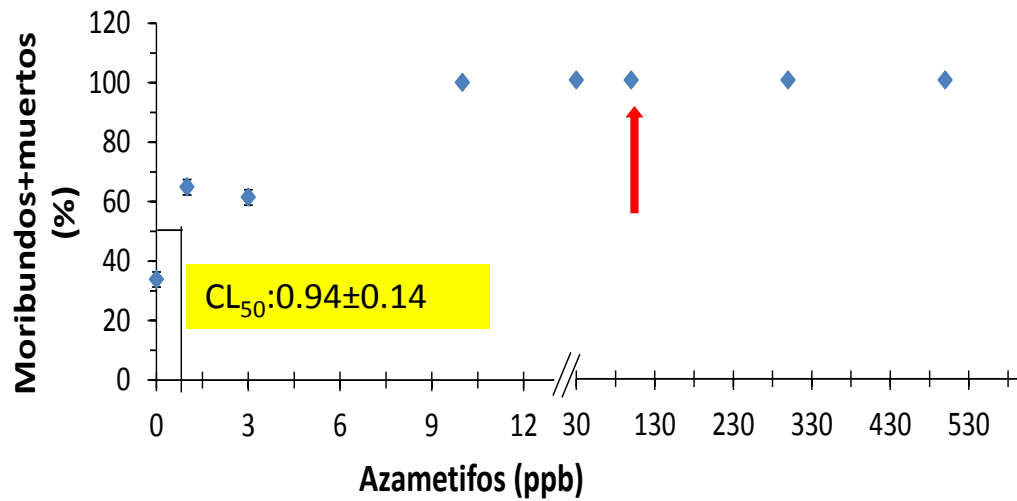


RESULTADOS

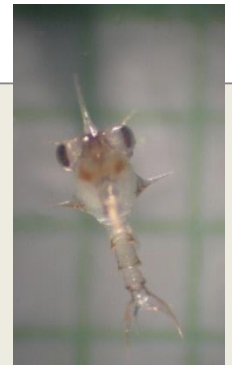


AZAMETIFOS AGUDO

24 horas

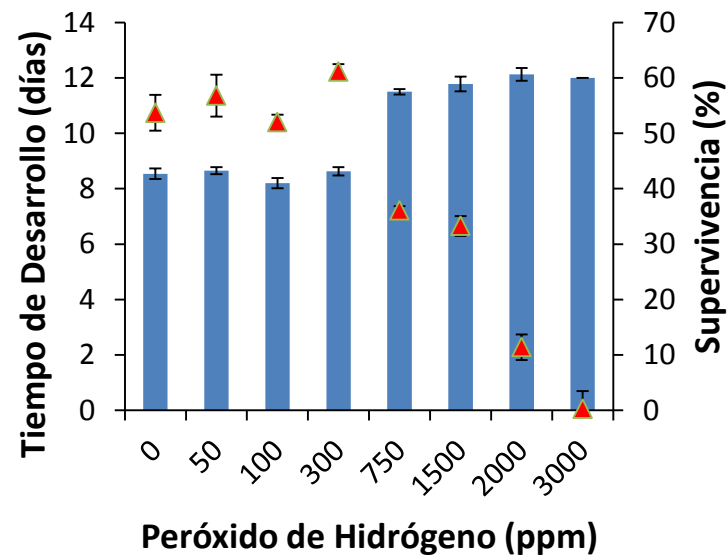
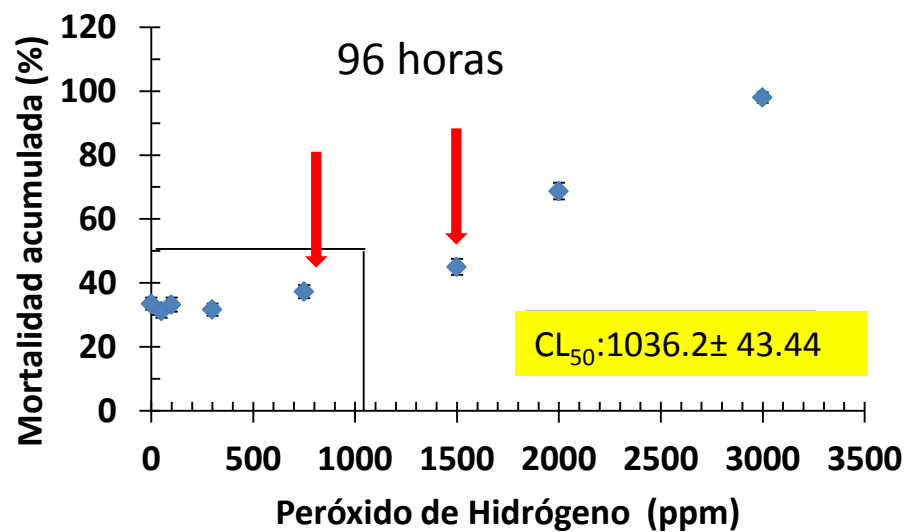
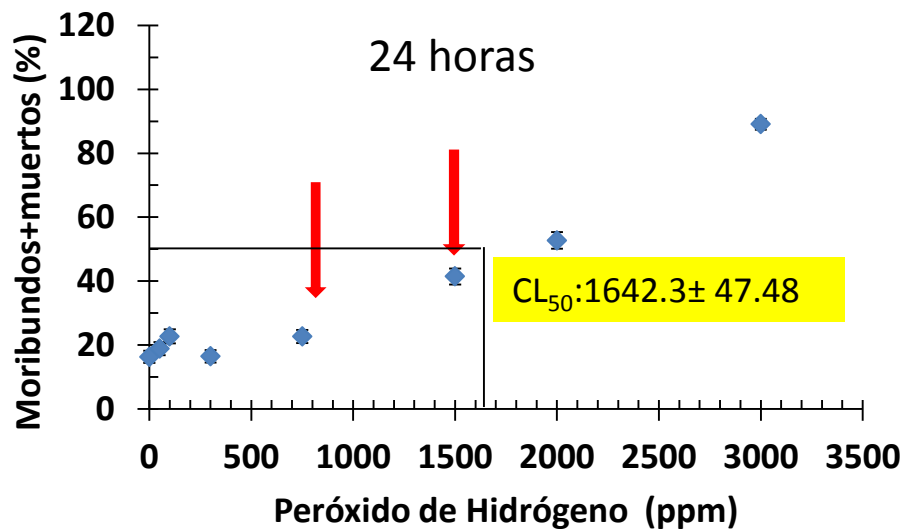


48 horas



RESULTADOS

PEROXIDO DE HIDROGENO AGUDO



RESULTADOS

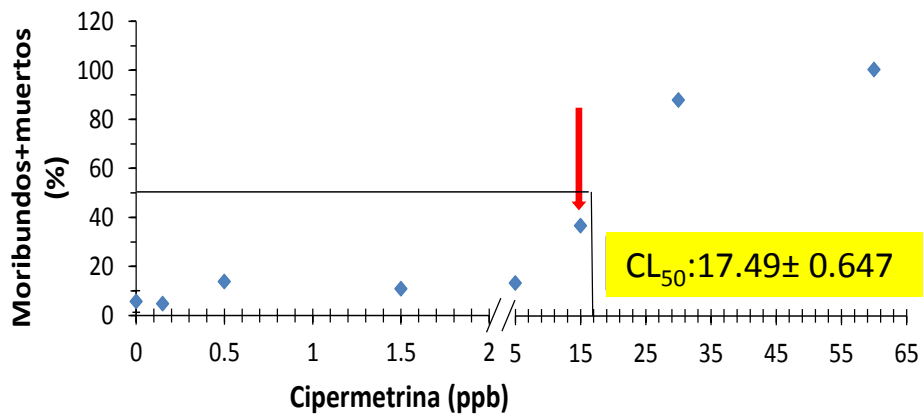


CIPERMETRINA AGUDO

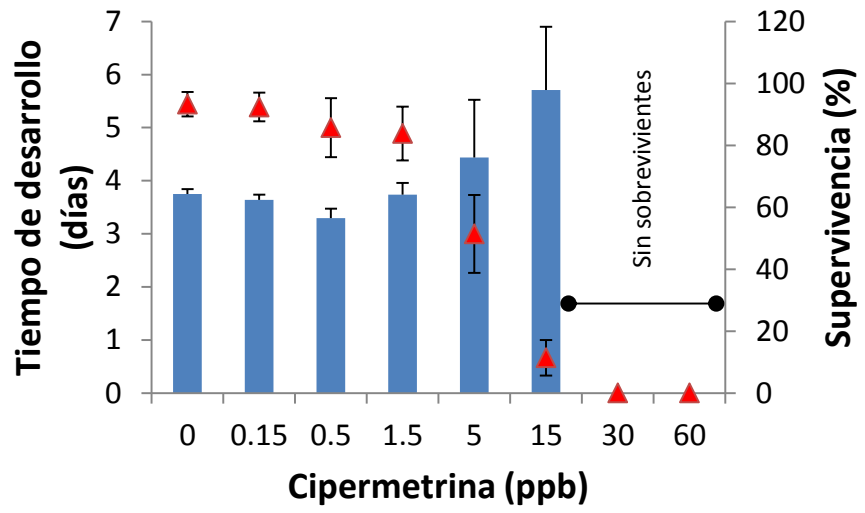
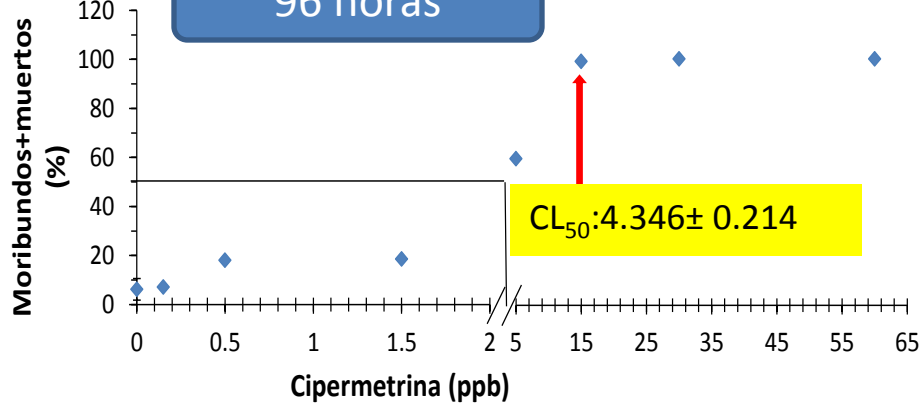
Lithodes santolla



72 horas



96 horas

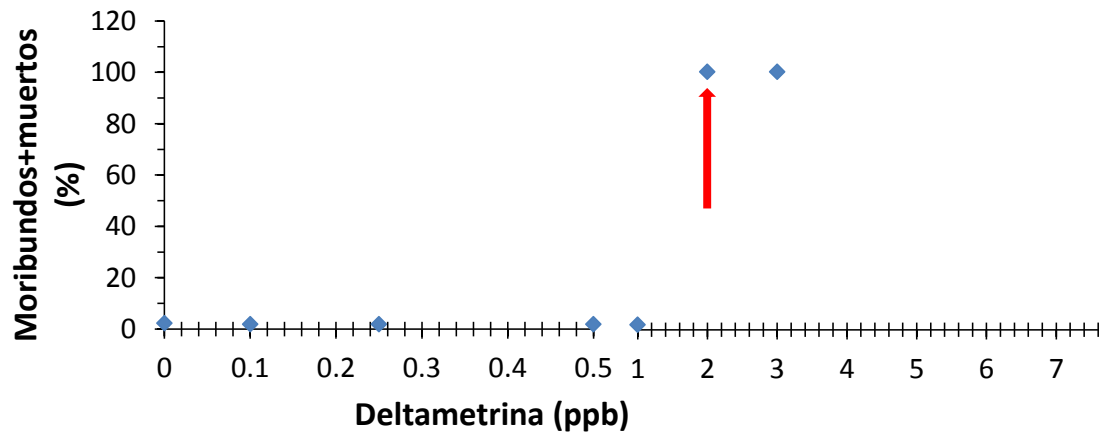


RESULTADOS

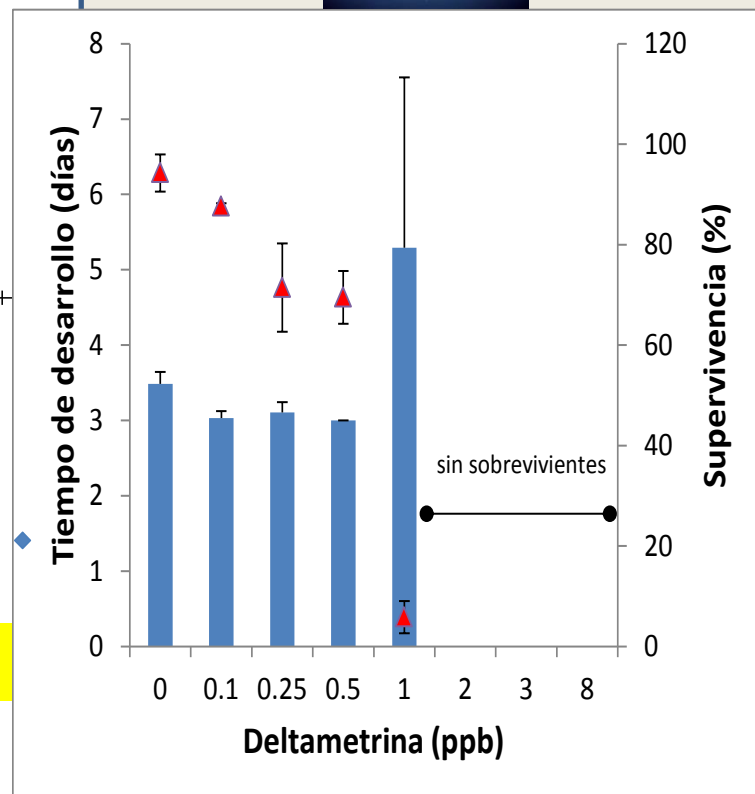
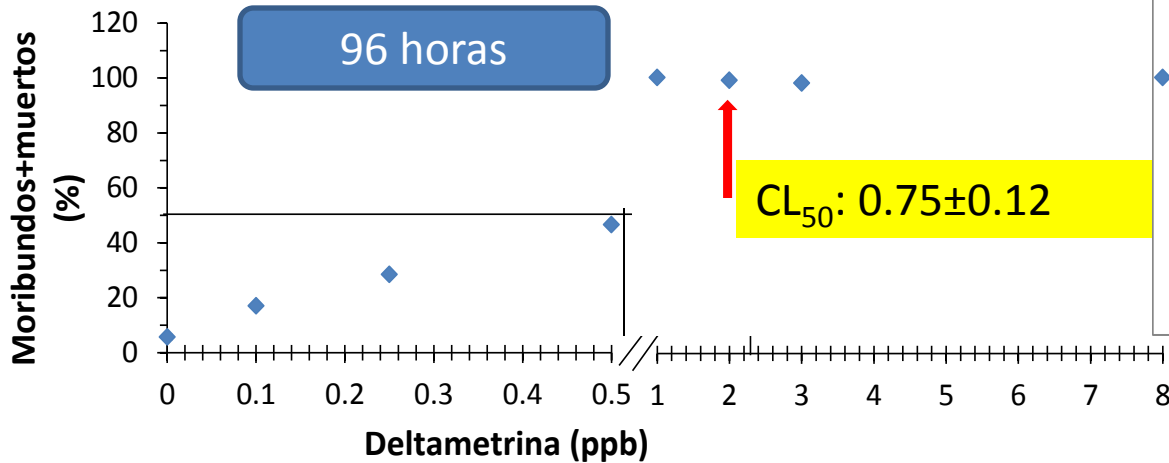


DELTAMETRINA AGUDO

24 horas



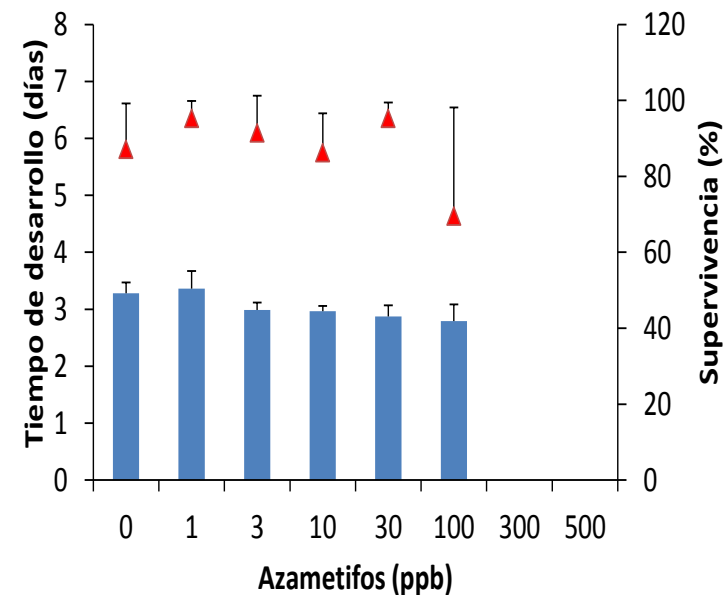
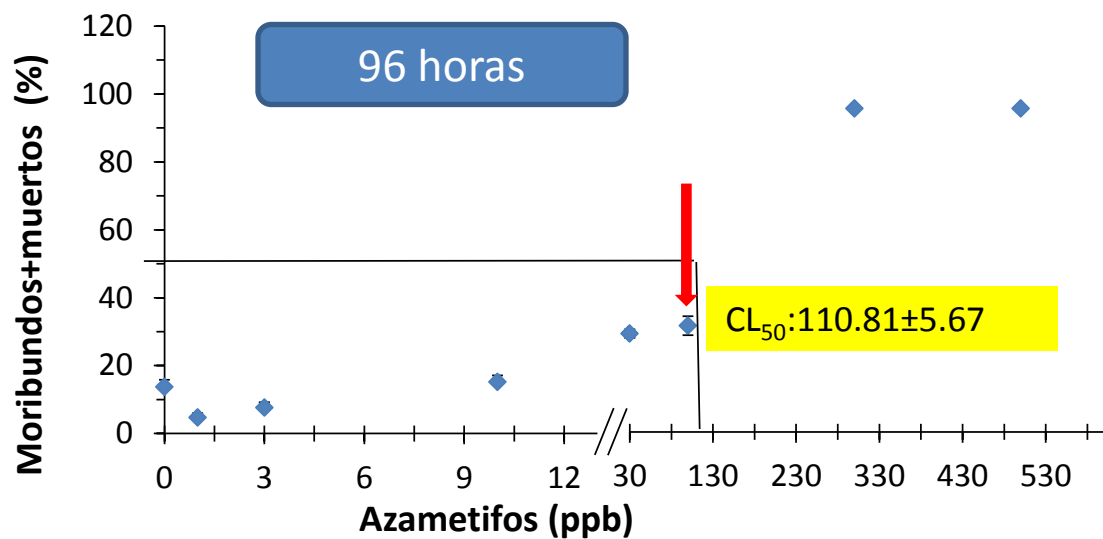
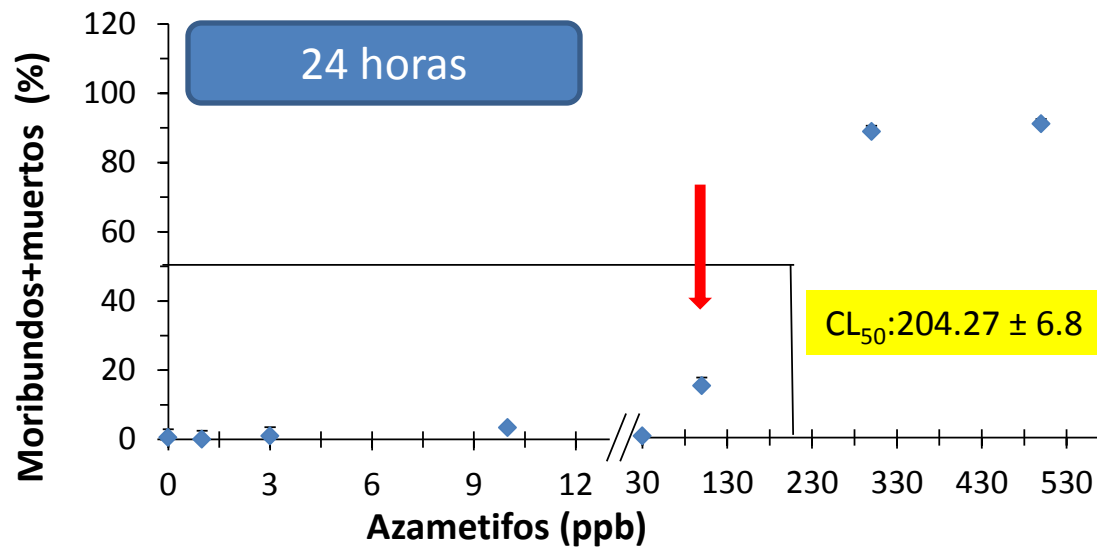
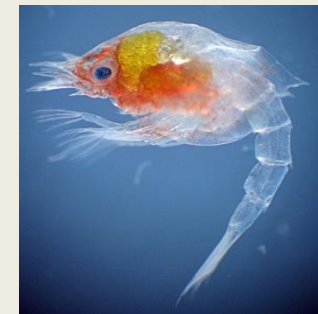
96 horas



RESULTADOS



AZAMETIFOS AGUDO

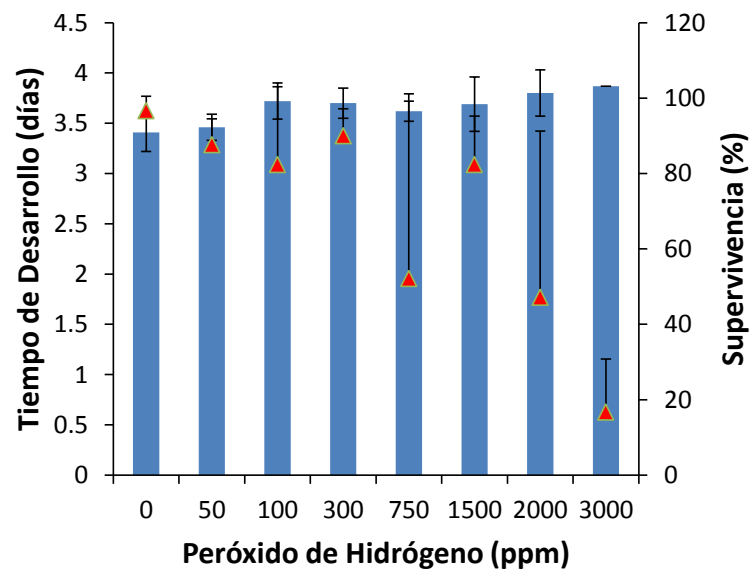
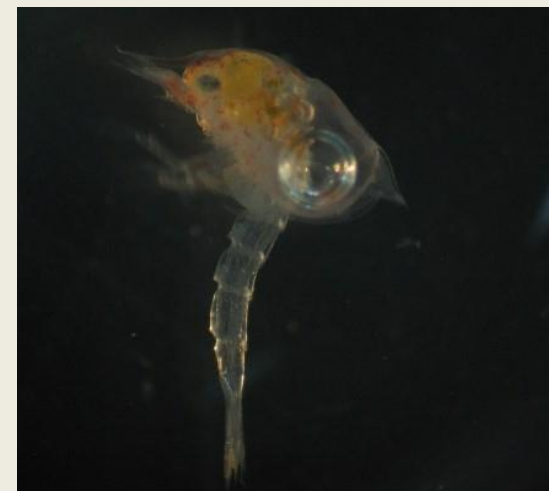
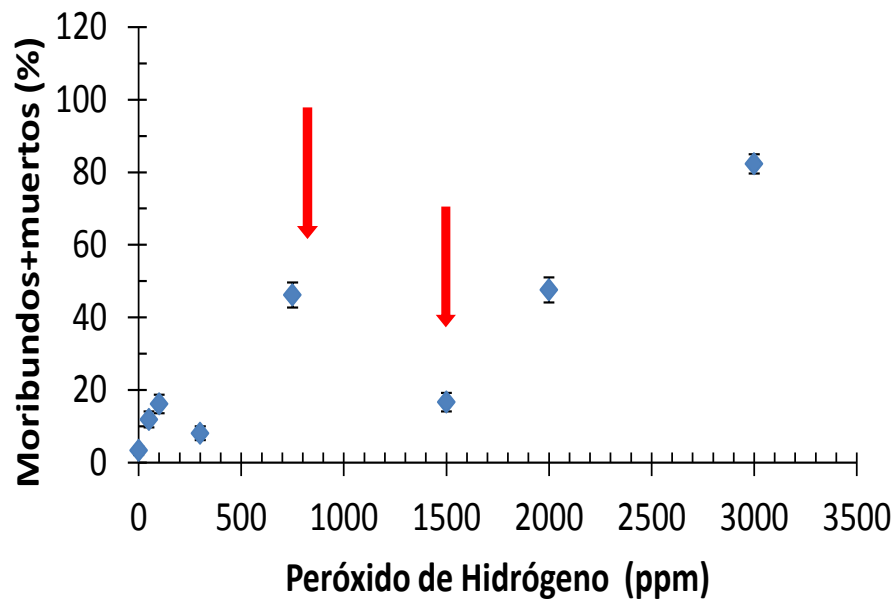


RESULTADOS



PEROXIDO DE HIDROGENO AGUDO

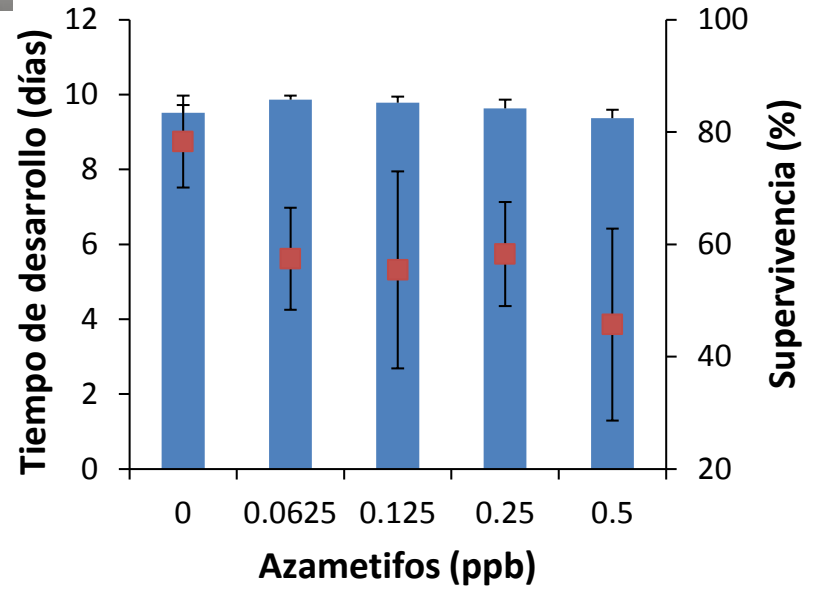
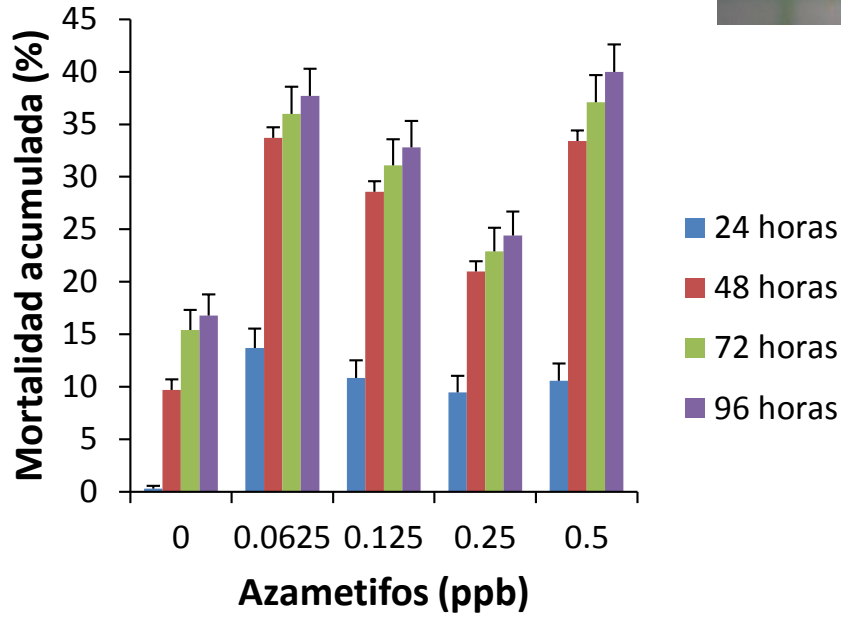
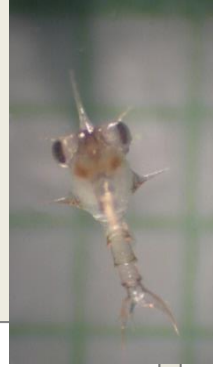
96 horas



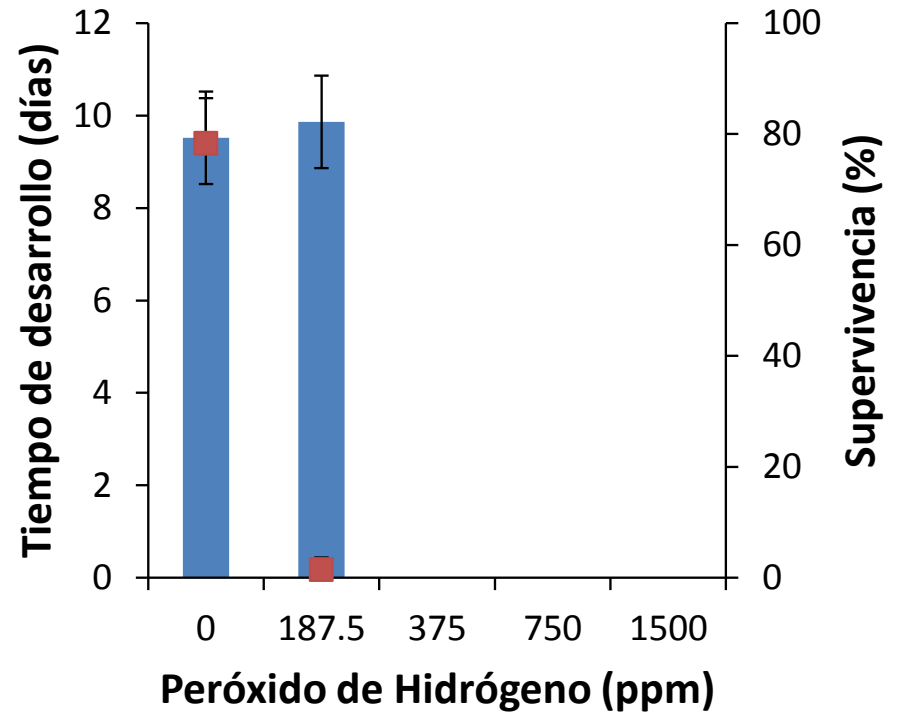
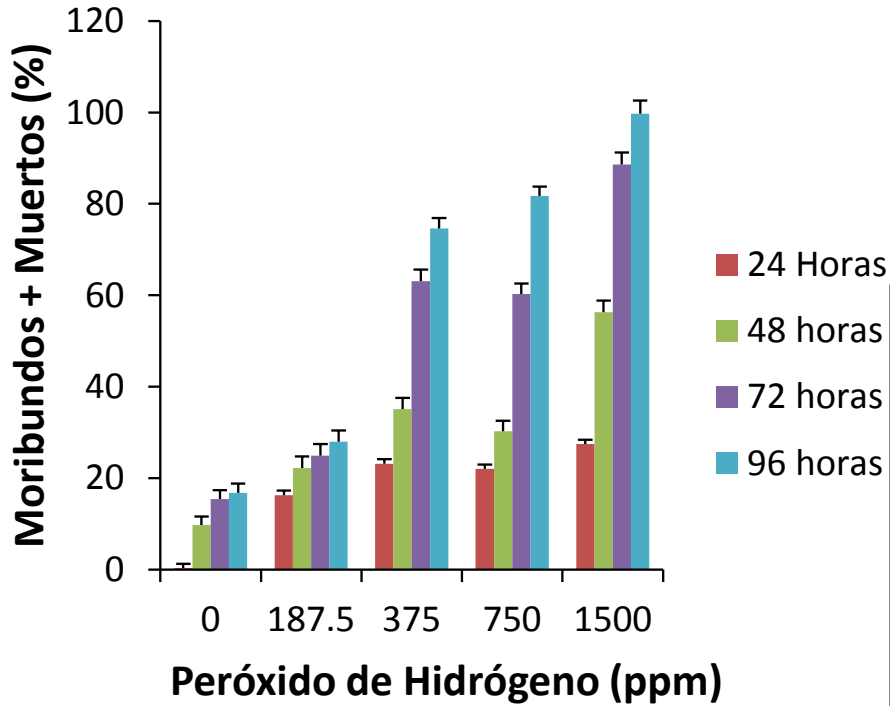
RESULTADOS JAIBA MARMOLA



AZAMETIFOS CRONICO



PEROXIDO DE HIDROGENO
CRONICO



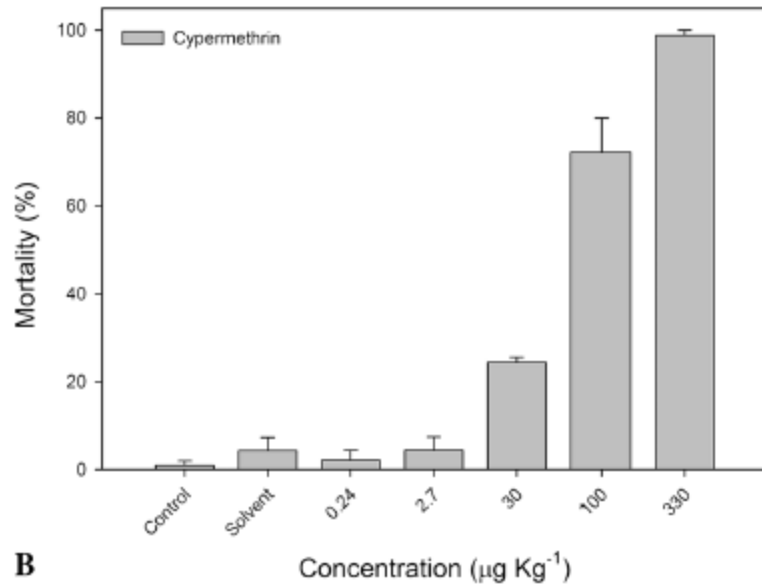
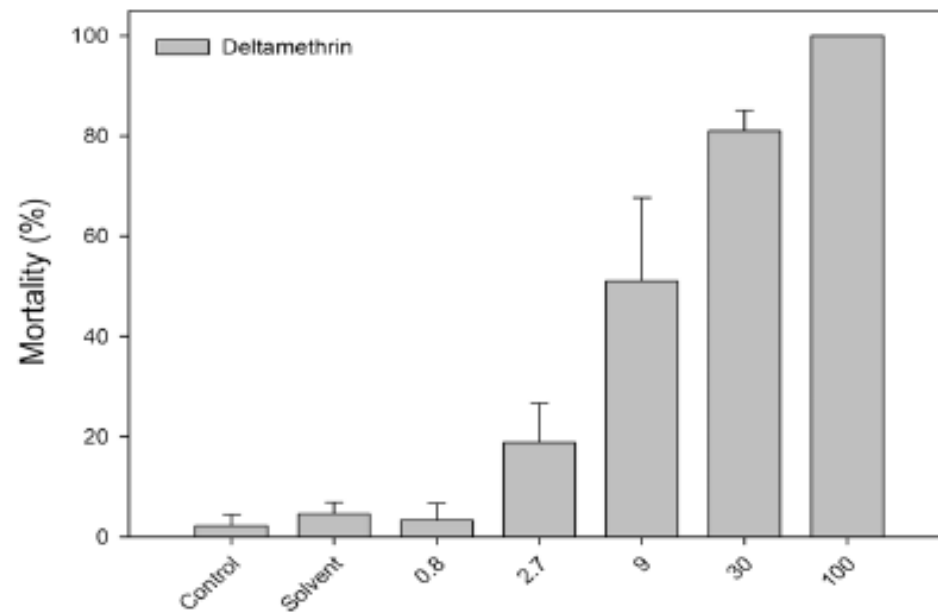


Table 2

Antiparasitic pesticide concentrations detected in sediments (ng g^{-1} , dry weight) along the sampling transect close to the salmon farms (\pm standard error).

Farms	Treatment	Distances (m)	Concentration (ng g^{-1})
S2	CP	0	76.79 (± 28)
		10	90.01 (± 71)
		100	396.47 (± 254)
S3	CP	0	302.84 (± 140)
		10	29.78
		100	61.28 (± 29)
S4	DE	0–100	<10.4



Monocorophium insidiosum



Dispersion and Toxicity to Non-target Aquatic Organisms of Pesticides Used to Treat Sea Lice on Salmon in Net Pen Enclosures

W. ERNST†*, P. JACKMAN‡, K. DOE‡, F. PAGE§, G. JULIEN†, K. MACKAY†† and T. SUTHERLAND††

Marine Pollution Bulletin Vol. 42, No. 6, pp. 433-444, 2001

Cipermetrina

1 h

5 μgL^{-1} (ppb)

30min

• 15 μgL^{-1} (ppb)

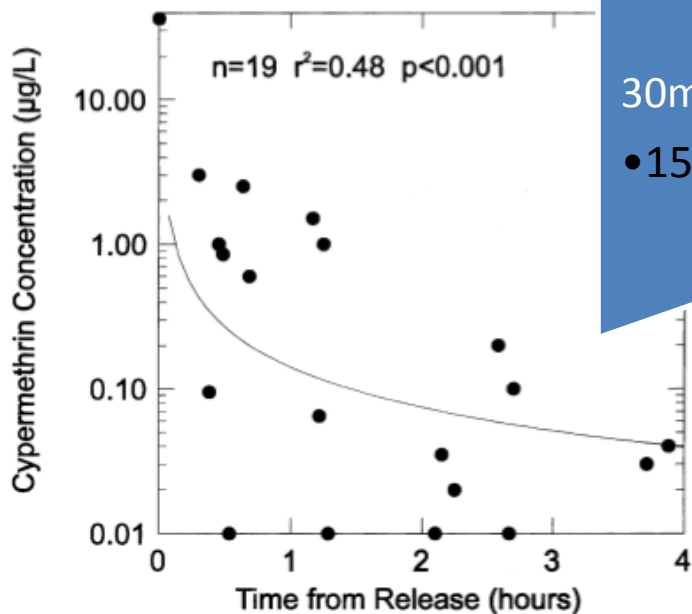


Fig. 4 Decrease in cypermethrin concentration over time for Hardwood Island release.

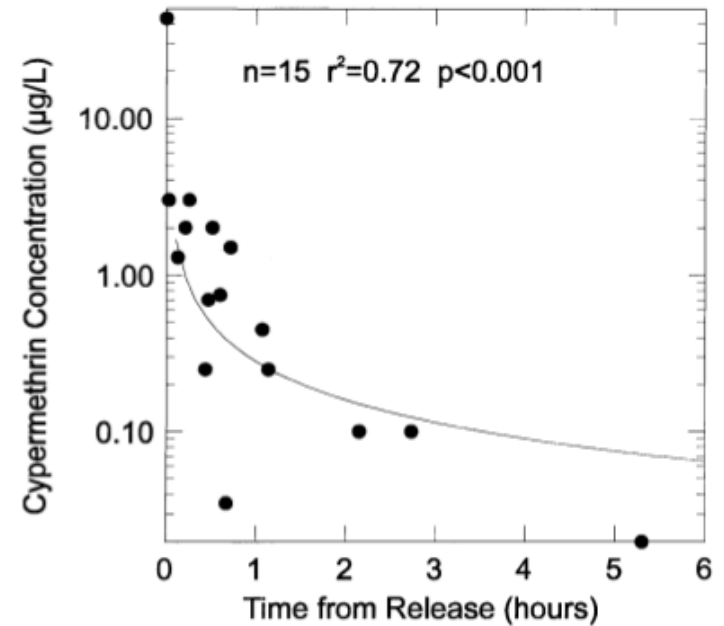


Fig. 3 Decrease in cypermethrin concentration over time for Ministers Island release.

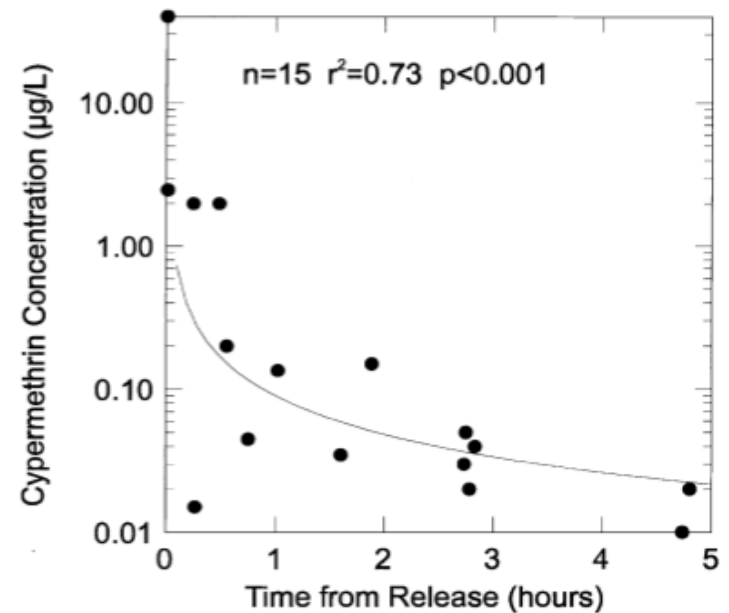


Fig. 5 Decrease in cypermethrin concentration over time for McDougalls Island release.

Dispersion and toxicity to non-target crustaceans of azamethiphos and deltamethrin after sea lice treatments on farmed salmon, *Salmo salar*

W. Ernst ^{a,*}, K. Doe ^b, A. Cook ^c, L. Burrridge ^d, B. Lalonde ^e, P. Jackman ^c, J.G. Aubé ^c, F. Page ^c

Eohaustorius estuarius, *Crangon septemspinosa*, and *Mysis stenolepsis*

Table 3
Lethality of treatment or effluent water collected during operational anti-sea louse treatments using Salmosan® in southwest New Brunswick in 2010 to *M. stenolepsis* and *C. septemspinosa*. LC50s are expressed as measured concentration of the active pesticide ingredient, azamethiphos.

Date	Species	Length of exposure (h)	LC50 (µg/L as azamethiphos)
Sept 8, 2010 Tarp	<i>M. stenolepsis</i>	24	23.5
		1	<50% mortality
Sept 10, 2010 Tarp	<i>Cseptemspinosa</i>	High control mortality	No mortality
		1	No mortality
Sept 14, 2010 Tarp	<i>M. stenolepsis</i>	24	7.4
		1	<50% mortality
Sept 20, 2010 Well boat	<i>Cseptemspinosa</i>	<50% mortality	No mortality
		1	No mortality
Sept 20, 2010 Well boat	<i>M. stenolepsis</i>	24	9.9
		1	<50% mortality
Sept 23, 2010 Well boat	<i>Cseptemspinosa</i>	33.6	24
		1	No mortality
Sept 23, 2010 Well boat	<i>M. stenolepsis</i>	24	4.8 ^a
		1	<50% mortality
Sept 23, 2010 Well boat	<i>Cseptemspinosa</i>	4.8 ^a	24
		1	No mortality
Sept 23, 2010 Well boat	<i>M. stenolepsis</i>	24	7.2
		1	<50% mortality
Sept 23, 2010 Well boat	<i>Cseptemspinosa</i>	<50% mortality	24
		1	No mortality

^a In well boat treatments the concentration measured away from the boat was very low (<1 µg/L) and no mortality was observed, therefore the LC50 estimate calculated by geometric mean (Stephan, 1977) may produce an artificially low value (~4.8 µg/L). While this estimate is not unlike other values for mysids, in all tests with *Crangon* concentrations as low as this had no effect.

Azametifos
30min
• 100 µgL⁻¹ (ppb)

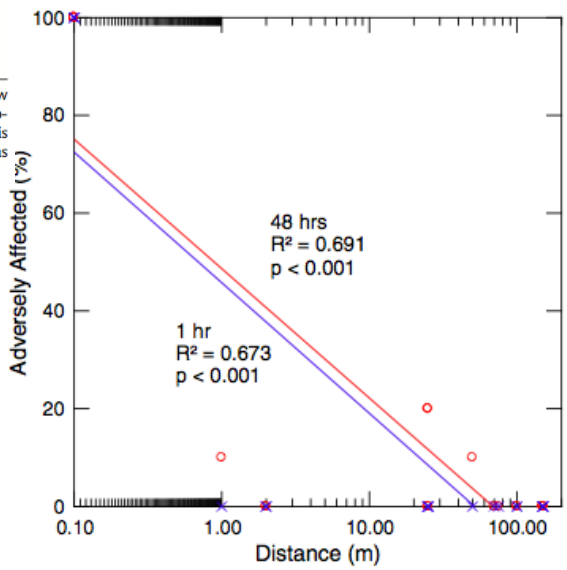


Fig. 8. Toxicity of samples obtained at various distances from the site of a well boat treatment with azamethiphos in 1 h and 48 h exposures to *E. estuarius*.

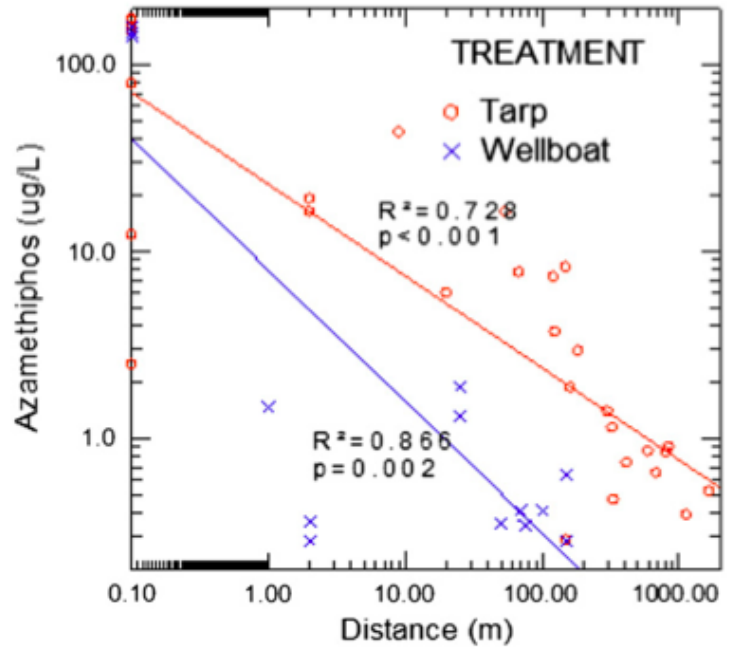


Fig. 5. Concentrations of azamethiphos (µg/L) measured at various distances from the site of tarp and well boat treatments.

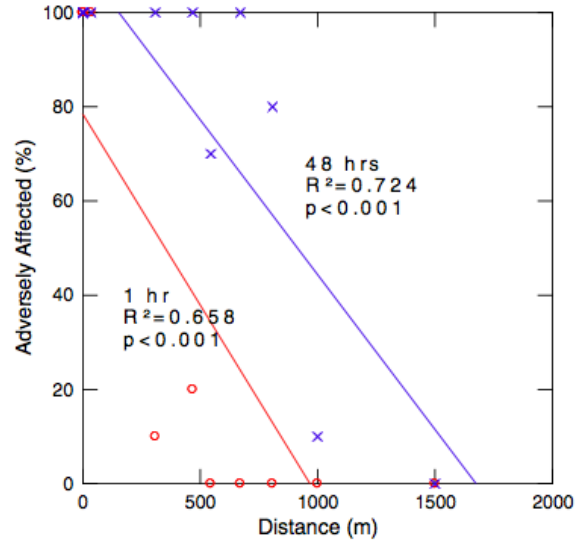


Fig. 9. Toxicity of samples to *E. estuarius* taken at various distances from a tarp treatment with deltamethrin. Animals were exposed to the sample for either 1 h, followed by 48 h in clean water, or for 48 h.

Tabla V F: Resumen de las contracciones de cipermetrina necesarias para matar al 50 % de la población (LC₅₀), en diferentes especies de crustáceos marinos LC₅₀: promedio

Species	Organism	Life Stage	LC ₅₀ (µg L ⁻¹)	Time of exposure (h)	Reference
<i>Homarus americanus</i>		Larva	0.98	0.5+12	Pahl and Opitz, 1999
<i>Hamarus americanus</i>		Stage II	0.43	1+12	Pahl and Opitz, 1999
<i>Homarus americanus</i>		Adult	1.80	0.5+25.5	Burridge et al. 2000a
<i>Metacarcinus edwardsii</i>	Crab	Adult	14.64	24+48	No publicado
<i>Lithodes santolla</i>	King crab	Zoea I	4.346	0.5+96	No publicado
<i>Palaemonetes pugio</i>	Shrimp		0.016	96	En Mugni et al. 2013
<i>Corophium volutator</i> (s)	Amphipod	Adult	0.005	10 días	Mayor et al., 2008
<i>Gammarus spp</i>	Amphipod	Adult	0.06	48	Mugni et al., 2013
<i>Echinogammarus finmarchicus</i>	Amphipod	Adult	0.220	1+95	Van Geest et al., 2014
<i>Praunus flexuosus</i>	Amphipod	Adult	0.142	1+95	In VanGeest et al., 2014
<i>Eohaustorius estuarius</i>	Amphipod	Adult	0.004-10	48	Ernst et al., 2001
<i>Amphiporeia virginiana</i>	Amphipod	Adulto	0.012	48h+48	Ernst et al., 2001
<i>Oithona similis</i>	Copepod		0.240	48	Willis and Ling, 2004
<i>Temora longicornis</i>	Copepod		0.740	48	Willis and Ling, 2004
<i>Acartia clause</i>	Copepod		2.67	48	Willis and Ling, 2004
<i>Acartia tonsa</i>	Copepod	Adult	0.142		Barata et al., 2002 a
<i>Acartia tonsa</i>		Nauplii	0.005		Medina et al., 2002
<i>Tisbe battagliai</i>	Copepod	Adult	0.052		Barata et al. 2002b

Cipermetrina
30min
•15 µgL⁻¹ (ppb)

Tabla IV F: Resumen de las concentraciones de deltametrina necesarias para matar al 50 % de la población, en diferentes especies de crustáceos marinos

Species	Group	Life stage	Time of exposure		References
			LC ₅₀ ($\mu\text{g L}^{-1}$)	(h)	
<i>Homarus americanus</i>	Lobster	Larva, Stage I	0.0034	1	Burridge et al., 2014
<i>Homarus americanus</i>		Adult	0.0188	1	Burridge et al., 2014
<i>Metacarcinus edwardsii</i>	Crab	Larva Zoea I	1.252	0.67	Gebauer et al. 2017
<i>Metacarcinus edwardsii</i>	Crab	Adult	3.255	24+48	No publicado
<i>Lithodes santolla</i>	King crab	Zoea I	0.75	0.67+96	No publicado
<i>Crangon septemspinosa</i>	Shrimp	Adult	0.142	1	Fairchild et al., 2010
<i>Palaemon serratus</i>	Shrimp	Adult	0.05	96	Oliveira et al., 2012
<i>Mysid sp.</i>	Mysid	Adult	0.0139	1	Burridge et al., 2014
<i>Mysid sp.</i>		Adult	0.0014	24	Burridge et al., 2014
<i>Echinogammarus finmarchicus</i>	Amphipod	Adult	0.07	1 + 95	Van Geest et al., 2014

Deltametrina
40 min
• 2 μgL^{-1} (ppb)

Tabla II: Resumen de las concentraciones de azametifos necesarias para matar al 50 % de la población (LC₅₀) (µg kg wet sediment⁻¹)

Species	Organism	Life stage	LC ₅₀ (µg L ⁻¹)	Time of	References
				exposure (h)	
<i>Homarus americanus</i>	Lobster	Larva	27	0.5+12	Pahl and Opitz, 1999
		StageII		Recuperac	
<i>Homarus americanus</i>		Adult	1.39	48	Burridge et al., 1999
<i>Metacarcinus edwardsii</i>	Crab	Larva	2.84	0.5+24	Gebauer et al., 2017
		Zoea I			
<i>Metacarcinus edwardsii</i>	Crab	Adult	~2000	48	No publicado
<i>Lithodes santolla</i>	King crab	Zoea I	110.81	0.5+96	No publicado
<i>Crangon crangon</i>	Shrimp	Adult	19.2	24	Ernst et al., 2014
<i>Corophium volutator(s)</i>	Amphipod	Adult	182	240	Mayor et al., 2008

Azametifos
30min
• 100 µg L⁻¹ (ppb)

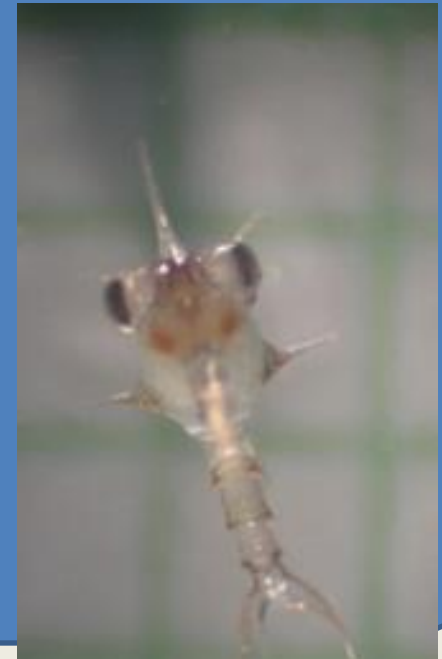
Tabla III: Resumen de las concentraciones de peróxido de hidrógeno necesarias para matar al 50% de la población, en diferentes especies de crustáceos marinos. ($\mu\text{g kg wet sediment}^{-1}$)

Species	Organism	Life stage	LC ₅₀ (mg L ⁻¹)	Time of exposure (h)	References
<i>Homarus americanus</i>	Lobster	Larvae, Stage I	1637	1	Burridge et al., 2014
<i>Homarus americanus</i>		Adult	> 3750	1	Burridge et al., 2014
<i>Metacarcinus edwardsii</i>	Crab	Zoea I	1036	0.33	Gebauer et al. 2017
<i>Metacarcinus edwardsii</i>	Crab	Adult	EC:~1500	24	No publicado
<i>Crangon. Septemspinosa</i>	Shrimp	Adult	3182	1	Burridge et al., 2014
<i>Corophium volutator</i> (s)	Amphipod	Adult	46	96	Smit et al., 2008

Peróxido de hidrógeno
20 min
• 750-850
• 1500 mg L⁻¹
(ppm)



Que conocemos del impacto de los pesticidas en organismos marinos



JAIBA MARMOLA

- ❖ CIPERMETRINA: El 100% de las larvas mueren a una concentración 100 veces menor RF a las 24 horas post- exposición.
- ❖ DELTAMETRINA: A las 48 horas post exposición el 100% de las larvas mueren al ser expuesta una concentración de 20 veces menor RF.
- ❖ AZAMETIFOS: Una concentración 10 veces menor RF mata el 100% de las larvas a las 72 horas post-exposición.
- ❖ Repetidas exposiciones a azametifos ($0.0625-0.5 \mu\text{g L}^{-1}$) incrementa la mortalidad, pero no el T. de desarrollo.
- ❖ PEROXIDO DE HIDROGENO: El 50% de las larvas mueren al ser expuestas a la concentración RF a las 96 horas post-exposición. Sin embargo, efectos subletales, como la prolongación del tiempo de desarrollo son presentes a concentraciones menores a las recomendadas por el fabricante.
- ❖ Crónica exposición a peróxido de hidrogeno ($187.5-1500 \text{ mg L}^{-1}$) tiene efecto letal.





Centolla



- ❖ CIPERMETRINA: 100% de Zoea I se encuentran moribundas o muertas a la CRF a las 96 horas post-exposición.
- ❖ DELTAMETRINA: 100% de las larvas están muertas o moribundas a concentraciones 33% inferiores CRF
- ❖ AZAMETIFOS: Una concentración superior RF, 200 ppb, genera el 100% de larvas muertas o moribundas.
- ❖ PEROXIDO DE HIDROGENO: el 50% de las Zoea I son afectadas por concentraciones de 2000 ppm (1500 ppm RF) 96 horas post aplicación.

- ❖ PEROXIDO DE HIDROGENO: este quimioterapéutico se presenta como el menos dañino para las especies no objetivo evaluadas en este estudio.
- ❖ Zoea I de la jaiba marmola son más sensibles a los quimioterapéuticos que las de centolla (14µg vs 800 µg y alimentación)

Los baños de los piretroides, cipermetrina y deltametrina, y del organofosforado, azametifos son coordinados en Chile a través de un calendario de aplicación a cargo del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), el cual consiste en aproximadamente 8 días de aplicación de piretroides o azametifos y 8 días sin aplicación, bajo este régimen los organismos no objetivos pueden estar sometidos a exposiciones prolongadas a los fármacos.

La exposición crónica de las larvas de *M. edwardsii* a concentraciones $\leq 0.5 \mu\text{g L}^{-1}$ de azametifos provocan un aumento de un 24 % en la mortalidad. Esta estrategia de control del parásito podría ocasionar mayores daños en las especies no objetivos que los considerados.

No es posible descartar que múltiples exposiciones a un mismo pesticida o a distinto provoquen daños acumulativos en especies no objetivos.

Los piretroides tienen baja solubilidad en el agua (Worthing, 1991; Zhou et al., 1995), pero se adhieren al material particulado, características que disminuyen su disponibilidad en el agua y aumentan la probabilidad de acumularse en el sedimento (Mayor et al., 2008).

Los piretroides son pesticidas muy tóxicos, probablemente los efectos directos en su fase acuosa se manifiesten en un tiempo y área restringida de la columna de agua, en el entorno de las balsas tratadas.

Los Piretroides por su alta afinidad con la materia orgánica representarían un mayor riesgo para los organismos que ingieren material particulado, y potencialmente para la comunidad bentónica.

Azametifos tiene baja absorción por lo permanece por mayor tiempo en la columna de agua que los piretroides (Ernst 2014).

Las características del azametifos indican que la toxicidad acuosa es indudablemente más riesgosa y la acumulación en el sedimento es probablemente una ruta menos importante de desaparición desde la columna de agua (Ernst 2014), condición contraria a los piretroides.

Por lo tanto podrían afectar en mayor medida a los organismos que habitan la columna de agua

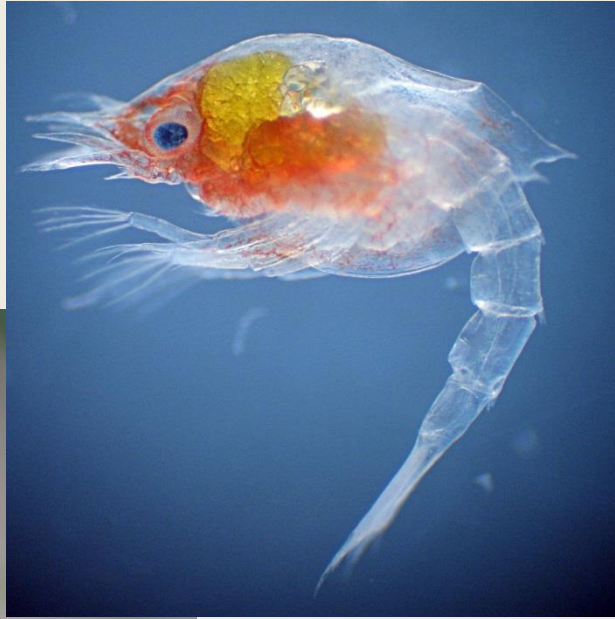
Los antecedentes de dispersión de cipermetrina indicarían que concentraciones letales ($0.15 \mu\text{g L}^{-1}$) para larvas de la jaiba marmola al menos podrían persistir entre 25 a 30 min en la pluma.

Concentraciones $\geq 0.1 \mu\text{g L}^{-1}$ podrían estar presentes en un área muy cercana a la balsa jaula donde se aplica el fármaco (aproximadamente 1 metro), indicando que el efecto directo de estos piretroides es restringido en el tiempo y área de aplicación.

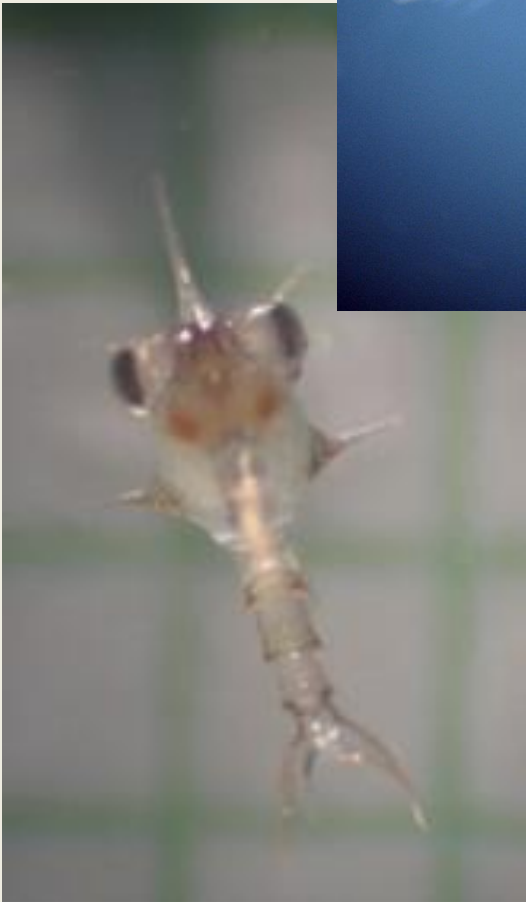
Los efectos letales directos de los piretroides sobre las larvas de *M. edwardsii* y sobre otras larvas de crustáceos probablemente es restringido en el tiempo y área de aplicación de los piretroides, y en el caso del organofosforado, azametifos, su acción podría abarcar un área más extensa en la columna de agua.

Aún no existe suficiente información para poder dimensionar los efectos reales de estos compuestos debido a las múltiples aplicaciones en el tiempo así como los potenciales efectos sinérgicos de la aplicación de múltiples fármacos.

Por otra parte estudios sobre los efectos de la ingesta de material particulado conteniendo estos fármacos sobre el meroplancton, y de la acumulación de alguno de estos compuestos en el sedimento y sus implicancias en la comunidad tanto pelágica como bentónica en general aún requieren mayores estudios.



GRACIAS



	(-) Reg. N°1289	Polvo/oral	Diagnotec Comercial S.A.	Cero días*	50 µg/kg/pv día por 7días
	(-) Reg. N°1333	Polvo/oral	Intervet Chile LTDA.	Cero días*	50 µg/kg/pv día por 7días
	Quinafish	Polvo/oral	Centrovvet LTDA.	Cero días **	50 µg/kg/pv día por 7días
	Calbiofarm Reg. N°725	Polvo/oral	Farmacología en Aquacultura Veterinaria FAV S.A.	Cero días*	50 µg/kg/pv día por 7días
Diflubenzuron 80%	Calishot Reg. N°2068	Polvo/oral	Farmacología en Aquacultura Veterinaria FAV S.A.	300 grados días	6 mg/kg/pv día por 14 días
Deltametrina 10 mg/ml	AMX Reg. N°2079	Solución externa para inmersión	PHARMAQ AS Chile LTDA.	10 grados días	2 mg/mt ³ por 30 min
Deltametrina 1%	Deltafav Reg. N°2093	Solución externa para inmersión	Farmacología en Aquacultura Veterinaria FAV S.A.	20 grados días	3mg/mt ³ por 40 min
Cipermetrina 5%	Betamax Reg. N°2085	Solución externa para inmersión	Novartis Chile S.A.	30 grados días	15 mg/mt ³ por 30 min
Azametifos 50 %	Byelice Reg. N°2189	Polvo para suspensión externa	Bayer S.A.	10 grados días	0,1 ppm por 30-60 min
Azametifos 50 %	Calfree	Polvo para suspensión	Farmacología en	20 grados días	0,1 ppm por 30 min

MATERIALES Y MÉTODOS



CONCENTRACIONES QUIMIOTERAPEUTICOS- EXPOSICION AGUDA

Zoea activas

Solución madre

Cipermetrina
(ppb-30min)

- 0.15
- 0.5
- 1.5
- 5
- 15
- 30
- 60

Deltametrina
(ppb-40min)

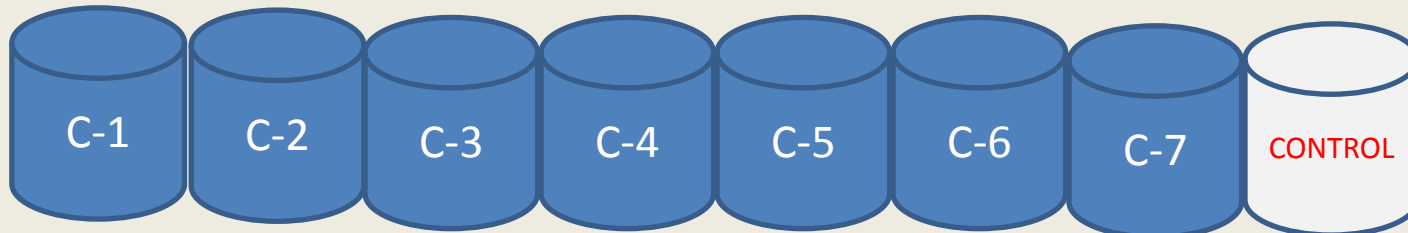
- 0.1
- 0.25
- 0.5
- 1
- 2
- 3
- 8

Azametifos
(ppb-30 min)

- 1
- 3
- 10
- 30
- 100
- 300
- 500

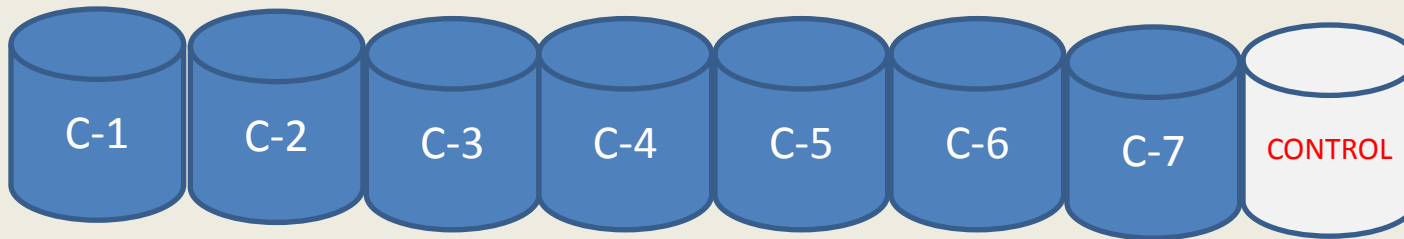
Peróxido de hidrógeno
(ppm-20min)

- 50
- 100
- 300
- 750
- 1500
- 2000
- 3000



MATERIALES Y MÉTODOS

APLICACIÓN QUIMIOTERAPEUTICOS



Lavados con
agua de mar
por 1 min

7 réplicas x concentración
50 larvas x réplica
30 larvas x réplica



Instalación del experimento-seguimiento



15°C -12°C, 12:12, 31 psu, Artemia
Cambio de agua diario
Control: mortalidad y exuvia

MATERIALES Y MÉTODOS

EXPOSICION CRONICA



CONCENTRACIONES QUIMIOTERAPEUTICOS

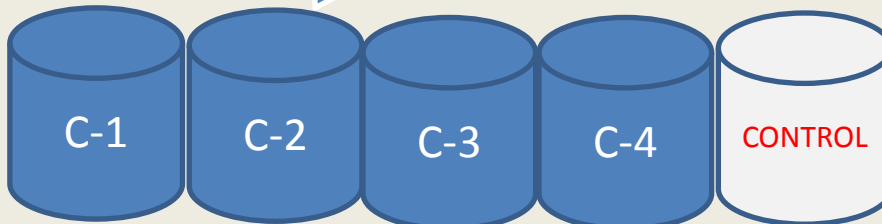
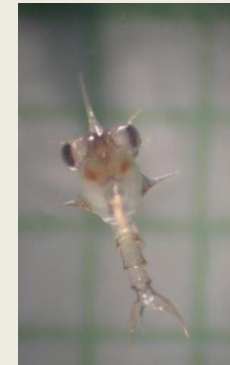
Zoea activas

Azametifos
(ppb-30
min)

- 0.0625
- 0.125
- 0.25
- 0.5

Peróxido de
Hidrógeno
(ppm-20
min)

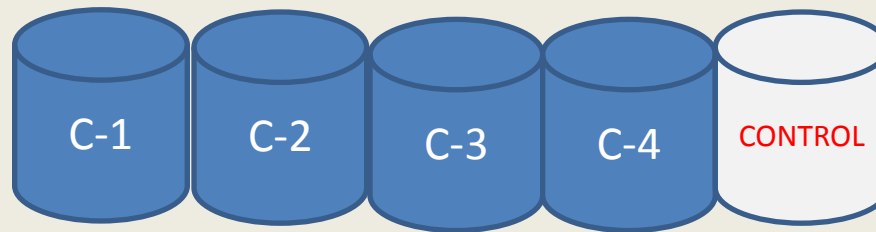
- 187.5
- 375
- 750
- 1500



MATERIALES Y MÉTODOS



APLICACIÓN QUIMIOTERAPEUTICOS CRONICO



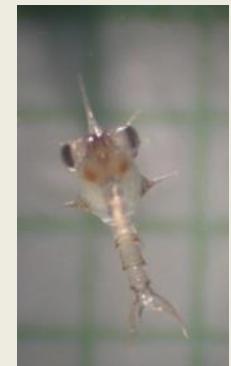
Lavados con
agua de mar
por 1 min

7 réplicas x concentración
50 larvas x réplica



Instalación del experimento-seguimiento

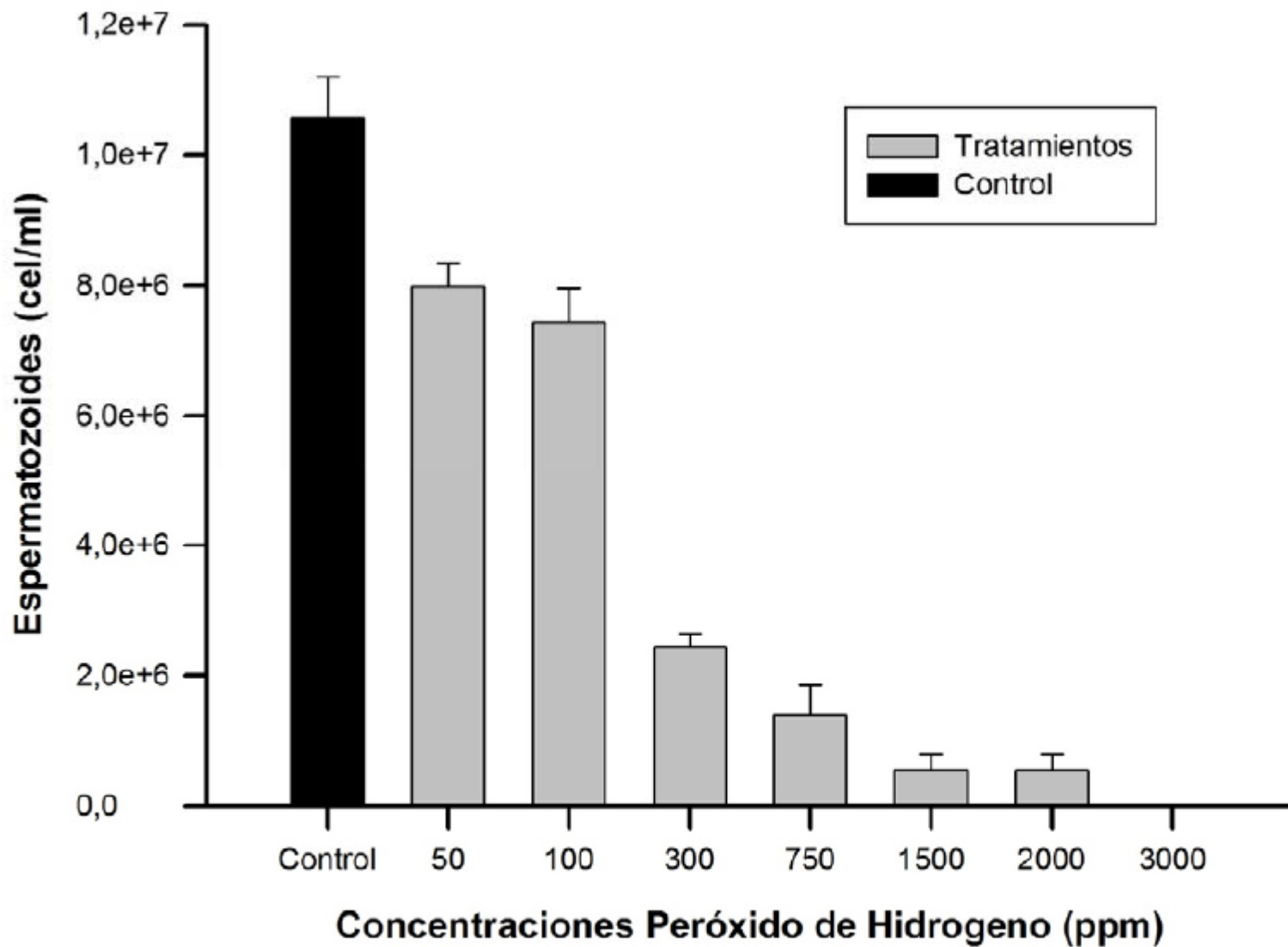
Exposición por 7 días
15°C, 12:12, 31 psu, Artemia
Cambio de agua diario
Control: mortalidad y exuvia



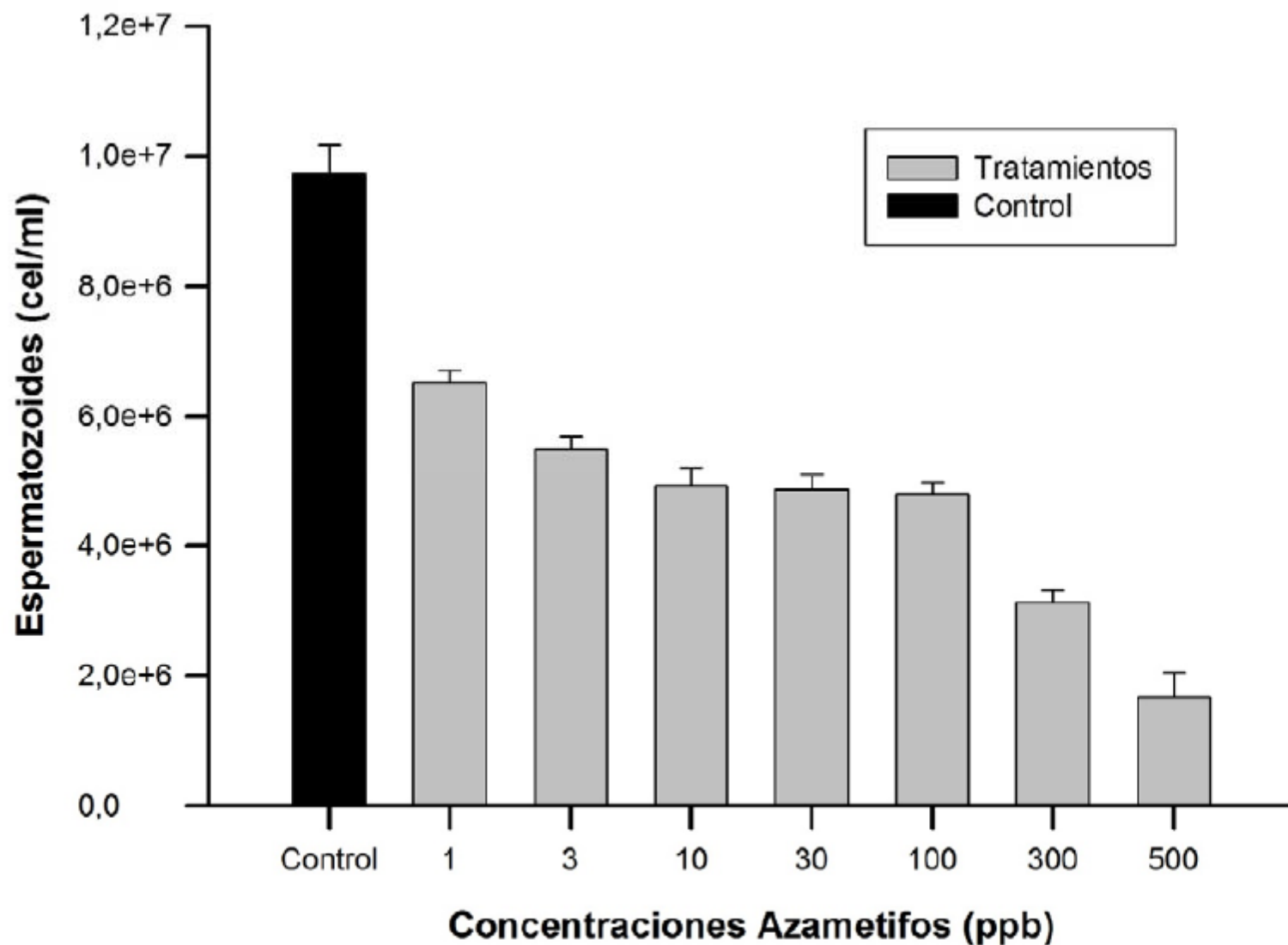
Evolución de Producción por Especie

	Salar	Salmón coho	Trucha arcoiris	Salmón Rey	Total (TONS)
2005	385.779	102.494	122.962	2.904	614.139
2006	376.476	118.221	150.608	1.958	647.263
2007	331.042	105.477	162.406	1.910	600.835
2008	388.847	92.317	149.411	72	630.647
2009	203.067	133.308	149.741	596	486.712
2010	122.744	114.338	215.367		452.449
2011	264.354	159.585	224.569		648.508
2012	398.316	159.745	262.674		820.735
2013	490.300	148.100	153.800		792.200
2014	644.459	158.947	151.773		955.179
2015	606.453	133.108	94.607		834.168

Fuente: [Sernapesca](#).



93 Figura. 93. Número de espermatozoides con movimiento luego de la exposición por 30 minutos a las siete concentraciones de Peróxido de Hidrógeno [H₂O₂]. Nota =1500 ppm es la concentración recomendada por el fabricante para utilizar ante caligidosis. Barras grises representan los tratamientos y barra negra representan las unidades experimentales control (sin Peróxido de Hidrógeno).



95 Figura. 95. Número de espermatozoides con movimiento luego de la exposición por 30 minutos a las siete concentraciones del compuesto Azametifos [C₉H₁₀ClN₂O₅PS]. Barras grises representan los tratamientos y barra negra representan las unidades experimentales control (sin Azametifos).

Table 3

Comparative ranges of antiparasitic pesticide levels in sediments of other areas of the world with intensive salmon aquaculture activities. Abbreviation: w.w. = wet weight.

Chemical	Country	Concentrations (ng g ⁻¹ , dry weight)	References
Diflubenzuron	Scotland	0.8–1.6	SEPA, 2011
	Norway	0.7–136.6	NIVA, 2011; Langford et al., 2014
	Chile	0.13–1.22	This study
Teflubenzuron	Scotland	0.23–10.9	SEPA, 2006, 2011
	Norway	7.2–269.2	NIVA, 2011, Langford et al., 2014
	Chile	0–40,600 (w.w.)	Samuelson et al., 2015
Emamectin benzoate	Scotland	0.82–123.3	This study
	Canada	0.04–366	SEPA, 1999, 2004a, 2004b, 2006, 2007, 2011
		0.05–35	Ikonomou and Surridge, 2013
	Norway	0.6–2.7	McHenery and Mackie, 1999; Bright and Dionne, 2005
	Chile	2.4–6.5	Langford et al., 2014
Cypermethrin	Chile	2.2–14.6	This study
	Scotland	0.03–7.19	SEPA, 2006, 2007
	Norway	<15.0	Langford et al., 2014
Deltamethrin	Chile	18.0–1323.7	This study
	Norway	<15.0	Langford et al., 2014
	Chile	<10.4	This study



UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS



Cipermetrina

Excis
Betamax

Azametifos

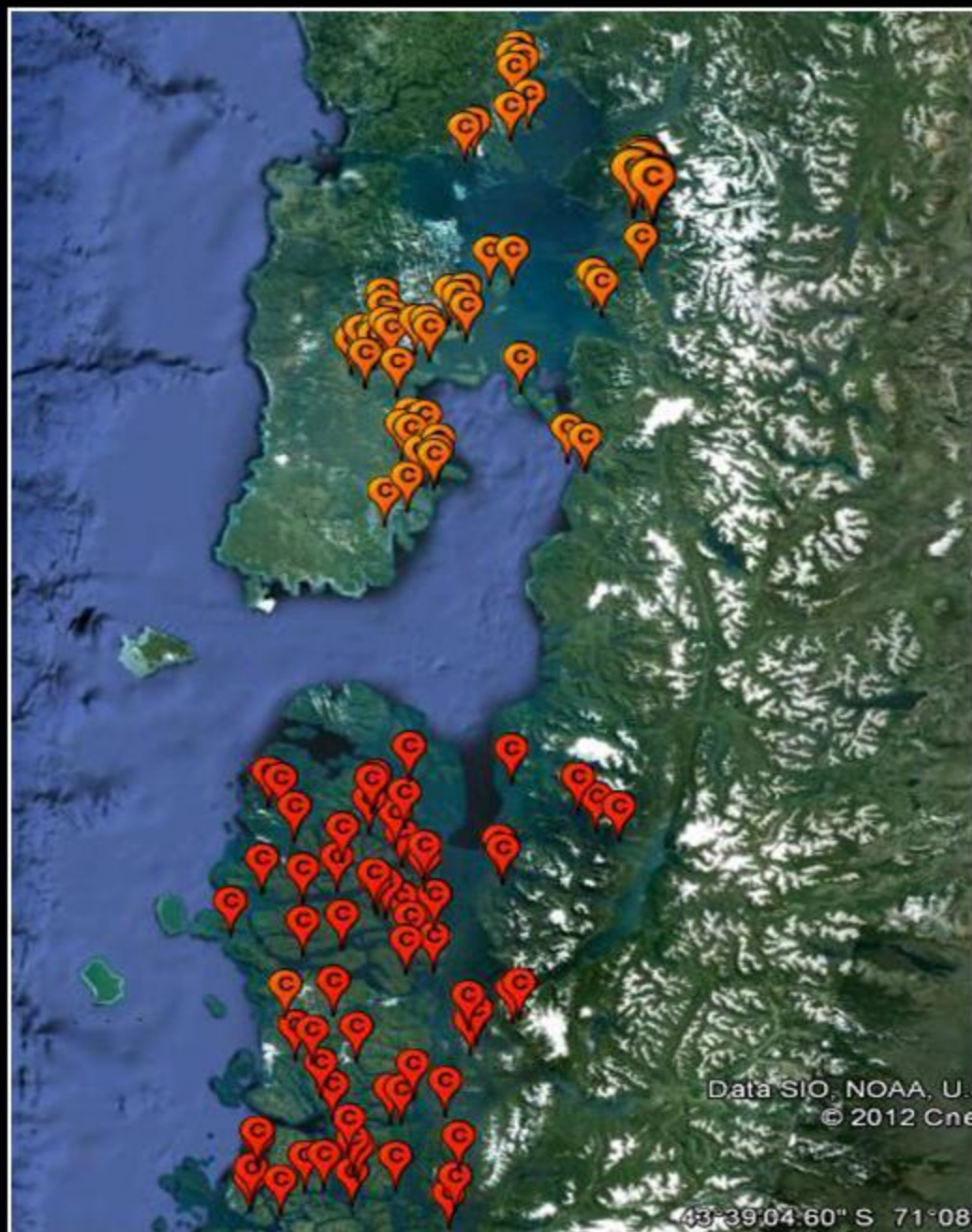
BYELICE®
CALFREE®
AZASURE®

Deltametrina

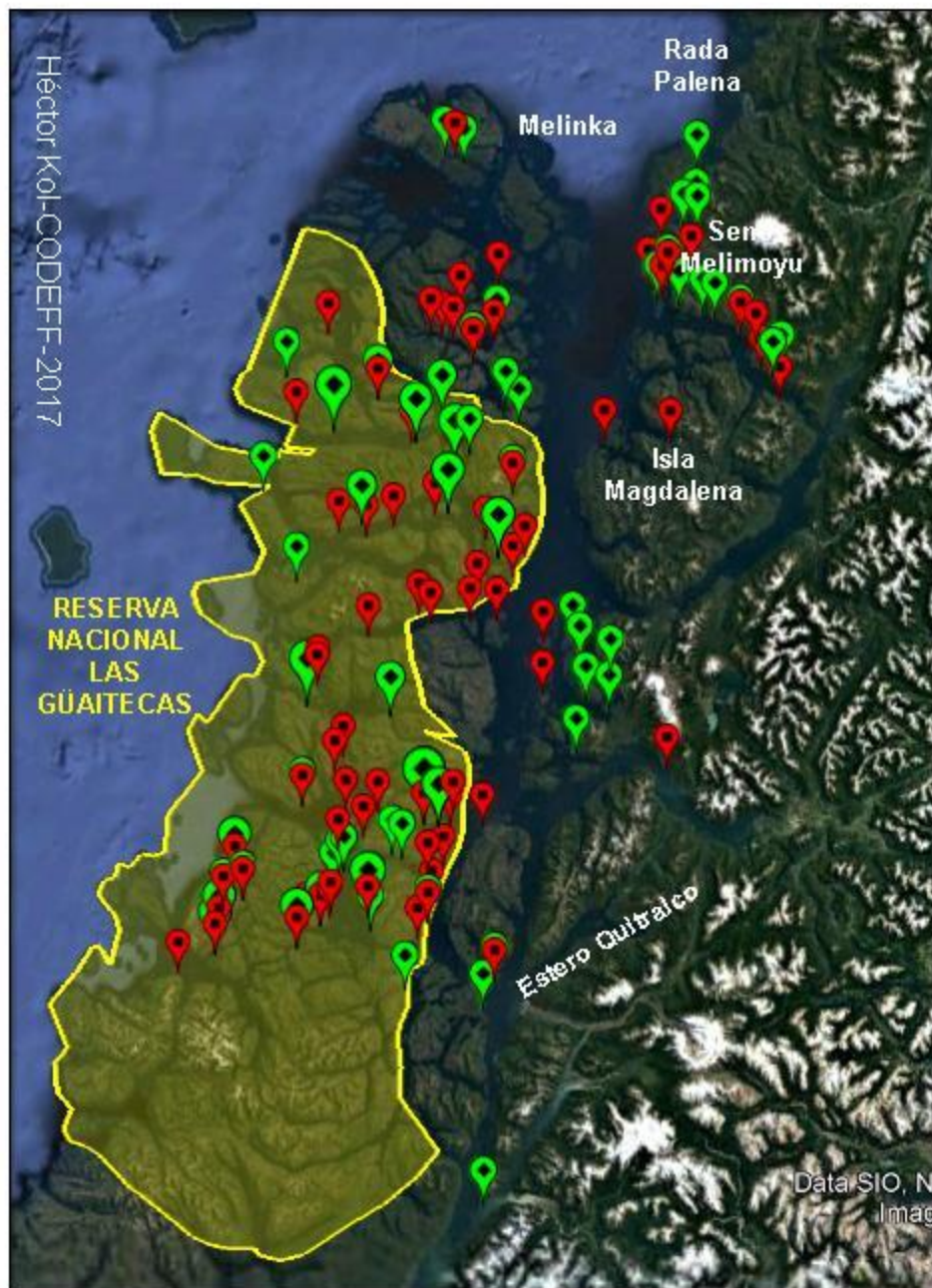
AlphamaX (AMX) y
Deltafav

Peróxido de
Hidrógeno

PARAMOVE 50
PROPEROX
PEROX SEA 50
PEROXSAL 50
HYPROX 500 CX
35% PEROX-AID
PRIMELINE 50%
UNIPEROX



DIAPO 6.- Centros salmoneros que declararon uso de CIPERMETRINA en X y XI Regiones, año 2011. Fuente: SERNAPESCA, Junio de 2012



DIAPO 15.- Centros de engorda de salmónidos que declararon uso de pesticida CIPERMETRINA (en verde) y DELTAMETRINA (en rojo). Región de Aysén. Año 2014.

Fuente: SERNAPESCA a Fundación Pumalín, Ord. 47116, 6 de febrero de 2015.

Occurrence of antiparasitic pesticides in sediments near salmon farms in the northern Chilean Patagonia



Felipe Tucca ^{a,*}, Heriberto Moya ^a, Karla Pozo ^{b,c,d}, Francesca Borghini ^d, Silvano Focardi ^d, Ricardo Barra ^a

Table 2

Antiparasitic pesticide concentrations detected in sediments (ng g^{-1} , dry weight) along the sampling transect close to the salmon farms (\pm standard error).

Farms	Treatment	Distances (m)	Concentration (ng g^{-1})
S1	DI	0	0.13
		10	0.49 (± 0.1)
		100	0.86 (± 0.2)
	TE	0	60.73 (± 33.9)
		10	3.13 (± 1.1)
		100	2.54 (± 1.7)
	EB	0	8.38
		10	5.29 (± 3.1)
		100	9.97 (± 1.7)
S2	CP	0	76.79 (± 28)
		10	90.01 (± 71)
		100	396.47 (± 254)
S3	CP	0	302.84 (± 140)
		10	29.78
		100	61.28 (± 29)
S4	DE	0-100	<10.4

emamectin benzoate (EB)
diflubenzuron (DI),
teflubenzuron (TE),
cypermethrin (CP)

Límites de detección y cuantificación

Azametifos	HPLC-FLUORESCENCIA	1,40 ppb	2,10ppb
Deltametrina	GC-ECD	0,50 ppb	0,70 ppb
Cipermetrina	GC-ECD	0,50 ppb	0,70 ppb

Table 9. Acute-toxicity rating scales (in ppm) from USFWS (1984).

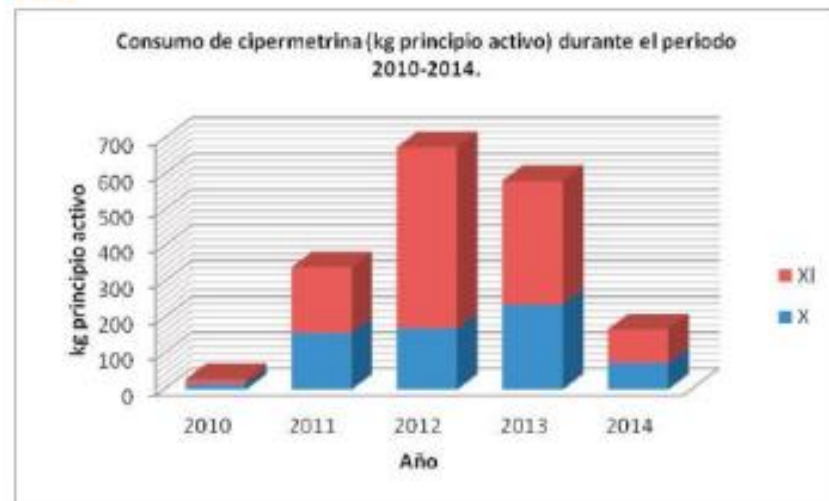
Relative Toxicity	Aquatic EC or LC₅₀ (mg/L)
Super Toxic	< 0.01
Extremely Toxic	0.01–0.1
Highly Toxic	0.1–1
Moderately Toxic	1–10
Slightly Toxic	10–100
Practically Non-toxic	100–1000
Relatively Harmless	> 1000

Figura N° 7. Evolución por regiones del consumo de antiparasitario (por kg. de principio activo) durante los años 2010 - 2014.

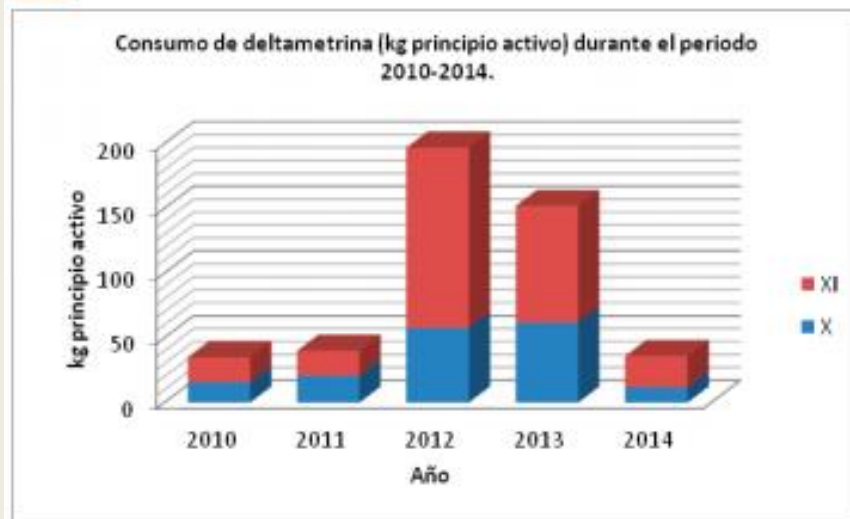
a



b



c



d

