



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**

CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGÍA

TESIS

**Efecto del glifosato y formulaciones comerciales del rotífero
dulciacuícola *Lecane papuana*: estimación del riesgo
ambiental mediante la distribución de la sensibilidad de
especies.**

PRESENTA

Mónica Saraí de Alba Jiménez

Para obtener el grado de Maestría en Ciencias en el área de Toxicología

INTEGRANTES DEL COMITÉ TUTORAL

Tutor: Dr. Roberto Rico Martínez

Cotutor: Dr. Mario Alberto Arzate Cárdenas

Asesor: Dr. Fernando Martínez Jerónimo

Aguascalientes, Ags, junio del 2021

Autorizaciones

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

DICTAMEN DE LIBERACION ACADEMICA PARA INICIAR LOS TRAMITES DEL EXAMEN DE GRADO

Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 23 de junio, 2021

NOMBRE: MÓNICA SARAÍ DE ALBA JIMÉNEZ **ID** 14698

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS ÁREA BIOTECNOLOGÍA VEGETAL O TOXICOLOGÍA **LGAC (del posgrado):** TOXICOLOGÍA

TIPO DE TRABAJO: (☒) Tesis () Trabajo práctico

TÍTULO: Efecto del glifosato y formulaciones comerciales del rotífero dulciacuícola Lecane papuana: estimación del riesgo ambiental mediante la distribución de la sensibilidad de especies.

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): Ampliar el conocimiento sobre la toxicidad del glifosato para dimensionar mejor el riesgo ambiental en México

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

<u>SI</u>	El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado
<u>SI</u>	La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
<u>SI</u>	Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
<u>SI</u>	Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
<u>SI</u>	Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
<u>SI</u>	El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
<u>SI</u>	Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
<u>SI</u>	Generó transferencia del conocimiento o tecnológica

El egresado cumple con lo siguiente:

<u>SI</u>	Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
<u>SI</u>	Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, predoctoral, etc)
<u>SI</u>	Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
<u>NA</u>	Cuenta con la carta de satisfacción del Usuario
<u>SI</u>	Coincide con el título y objetivo registrado
<u>SI</u>	Tiene congruencia con cuerpos académicos
<u>SI</u>	Tiene el CVU del Conacyt actualizado
<u>NA</u>	Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales (en caso que proceda)

En caso de Tesis por artículos científicos publicados:

<u>NA</u>	Aceptación o Publicación de los artículos según el nivel del programa
<u>NA</u>	El estudiante es el primer autor
<u>NA</u>	El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Básico
<u>NA</u>	En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.
<u>NA</u>	Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
<u>NA</u>	La aceptación o publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

FIRMAS

Elaboró:

* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCION: Dra. En C. Elsa Marcela Ramírez López

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO: Dra. en C. Raquel Guerrero Alba

* En caso de conflicto de intereses, firmará un revisor miembro del NAB de la LGAC correspondiente distinto al tutor o miembro del comité tutorial, asignado por el Decano

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO: Dra. en C. Haydee Martínez Ruvalcaba

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO: M. en C. Jorge Martín Alférez Chávez

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

PRESENTE

Por medio del presente como **Miembros del Comité Tutorial** designado del estudiante **MÓNICA SARAÍ DE ALBA JIMÉNEZ** con ID 14698 quien realizó la tesis titulado: **EFFECTO DEL GLIFOSATO Y FORMULACIONES COMERCIALES DEL ROTÍFERO DULCIACUÍCOLA *Lecane papuana*: ESTIMACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL MEDIANTE LA DISTRIBUCIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE ESPECIES**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia nuestro consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que nos permitimos emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Ponemos lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, le enviamos un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se LumenProferre"
Aguascalientes, Ags., a 16 de junio de 2021.



Dr. Roberto Rico Martínez
Tutor de tesis



Dr. Fernando Martínez Jerónimo
Asesor de tesis



Dr. Mario Alberto Arzate Cárdenas
Co-Tutor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-16
Actualización: 00
Emisión: 17/05/19



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS ÁREA TOXICOLOGÍA

PROYECTO

Efecto del glifosato y formulaciones comerciales en el
metabolismo energético de *Lecane papuana* (Rotífera:
Monogononta)

PRESENTA

Mónica Sarai de Alba Jiménez

Vo. Bo.

COMITÉ TUTORAL

Dr. Roberto Rico Martínez
Cotutor:

Dr. Mario Alberto Arzate Cárdenas
Cotutor:

Dr. Fernando Martínez Jerónimo
Asesor:

Aguascalientes, Ags.

7 de junio, 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS ÁREA TOXICOLOGÍA

PROYECTO

Efecto del glifosato y formulaciones comerciales en el
metabolismo energético de *Lecane papuana* (Rotífera:
Monogononta)

PRESENTA

Mónica Sarai de Alba Jiménez

Vo. Bo.

COMITÉ TUTORAL

Dr. Roberto Rico Martínez
Cotutor:

Dr. Mario Alberto Arzate Cárdenas
Cotutor:

Dr. Fernando Martínez Jerónimo
Asesor:

Aguascalientes, Ags.

29 de noviembre, 2019

Agradecimientos

Quiero agradecer a todos los que hicieron posible realizar este proyecto de tesis. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por los apoyos y becas que me permitieron acceder a los estudios de maestría.

Agradezco también a mi comité tutorial por su instrucción y apoyo, en especial al Dr. Roberto Rico por su dedicación y dirección constante con humanidad y profesionalismo, enriqueciendo mi proceso y mi educación con su experiencia y sabiduría.

Al rector el Dr. Avelar, al decano el Dr. Alférez, jefes de departamento y todos los que forman parte del programa de la maestría, coordinadores, profesores y los que hicieron posible que la 13^a generación de maestría pudiéramos completar el programa con éxito y llevando nuevas y agradables experiencias que enriquecen nuestras vidas profesionales y personales.

Un agradecimiento especial para los Dres. Gustavo Santos y Daniel Robles por su gran apoyo y por todo lo que aprendí por ellos que fue parte crucial para poder llevar a cabo mi proyecto de tesis, además de la motivación y fuerza que me aportó su amistad y comprensión.

Dedicatorias

A mi esposo, mi cómplice y amigo, a mis hijos que son mi motivación principal y la fuerza para continuar y dar lo mejor de mi.

A mi papá que cree en mi, me apoya siempre, que admiro y quiero con el corazón.



Índice general

Índice de tablas.....	3
Índice de figuras.....	4
Acrónimos.....	5
Resumen.....	6
Abstract.....	7
1. Introducción.....	8
a. Glifosato.....	8
b. Evaluación de riesgos ecológicos.....	11
c. Impacto ambiental y estudios de sensibilidad	12
d. Rotíferos y ecotoxicología.....	13
e. Generalidades de <i>Lecane papuana</i>	15
f. Pruebas de toxicidad	16
2. Antecedentes.....	22
3. Justificación.....	20
4. Hipótesis.....	21
5. Objetivos.....	21
6. Metodologías.....	22
a. Cultivo de rotíferos.....	22
b. Pruebas de toxicidad aguda.....	22
c. Pruebas de inhibición de la fecundidad.....	23
d. Inhibición de la eclosión en huevos amícticos.....	23
e. Evaluación de las reservas energéticas de <i>Lecane papuana</i> expuesto a concentraciones subletales de glifosato.....	24
f. Comparación de la sensibilidad de especies y obtención de concentraciones de seguridad para la protección de la biota acuática a través de la “Distribución de la sensibilidad de especies, SSD”.....	25

g. Análisis estadístico.....	26
7. Resultados.....	27
a. Pruebas de toxicidad aguda.....	27
b. Inhibición de la eclosión en huevos amícticos.....	30
c. Evaluación de las reservas energéticas de <i>Lecane papuana</i> expuesto a concentraciones subletales de glifosato.....	33
d. Comparación de la sensibilidad de especies y obtención de concentraciones de seguridad para la protección de la biota acuática a través de la “Distribución de la sensibilidad de especies, SSD”.....	39
8. Discusión.....	43
9. Conclusiones.....	57
Referencias.....	58
Anexos.....	66

Índice de tablas

Tabla 1. Valores de toxicidad de glifosato puro y en fórmula comercial Roundup®	34
Tabla 2. Valores de efecto de inhibición de la eclosión de los huevos amícticos por exposición a glifosato puro y fórmula comercial Roundup®.....	36
Tabla 3. Valores de toxicidad subletal de glifosato puro y en fórmula comercial Roundup®	39
Tabla 4. Valores de toxicidad subletal de glifosato con concentraciones decrecientes de algas	43
Tabla 5. Distribución de Sensibilidad de las Especies de agua dulce. Valores para proteger el 95% de las especies del glifosato.....	46
Tabla 6. Concentración Prevista sin Efecto	46
Tabla 7. Concentraciones Ambientales medidas de glifosato en México.....	58

Índice de figuras

Figura 1. Fotografías de <i>Lecane papuana</i> en pruebas agudas a 24 horas.....	32
Figura 2. Fotografías de huevos amícticos de <i>Lecane papuana</i> en pruebas de inhibición de la eclosión a 24 horas.....	33
Figura 3. Concentración Letal con Glifosato puro.....	33
Figura 4. Concentración Letal con Glifosato en Round up®.....	35
Figura 5. Concentración Efectiva de Glifosato para inhibición de la eclosión de huevos amícticos.....	35
Figura 6. Concentración Efectiva de Glifosato en su presentación comercial Roundup ® para inhibición de la eclosión de huevos amícticos.....	36
Figura 7. Concentración Efectiva de Glifosato en pruebas de exposición crónica.....	37
Figura 8. Concentración Efectiva de Glifosato en su presentación comercial Round up ® para pruebas de exposición crónica.....	38
Figura 9. Concentración Efectiva con Glifosato para pruebas de exposición crónica decreciente de algas con 5x10 ⁵ células/ml.....	40
Figura 10. Concentración Efectiva con Glifosato para pruebas de exposición crónica decreciente de algas con 2.5x10 ⁵ células/ml.....	40
Figura 11. Concentración Efectiva con Glifosato para pruebas de exposición crónica decreciente de algas con 1.25x10 ⁵ células/ml.....	41
Figura 12. Concentración Efectiva con Glifosato para pruebas de exposición crónica decreciente de algas con 5x10 ⁴ células/ml.....	41
Figura 13. Concentración Efectiva con Glifosato para pruebas de exposición crónica decreciente de algas con 2.5x10 ⁴ células/ml.....	42
Figura 14. Distribución de Sensibilidad de las Especies de Invertebrados de agua dulce para el parámetro LOEC de glifosato.....	44
Figura 15. Distribución de Sensibilidad de las Especies de agua dulce para el parámetro LOEC de glifosato.....	45

Figura 16. Distribución de Sensibilidad de las Especies de agua dulce para el parámetro LC50 de glifosato.....45

Acrónimos

AF: Assessment Factor (Factor de evaluación)

AMPA: Ácido Aminometilfosfónico

ANOVA: Análisis de Varianza

ATP: Adenosín de trifosfato

CE₅₀: Concentración de Efecto en el que hay una reducción del 50% en el parámetro a medir

CI₅₀: Concentración Inhibitoria 50

CL₅₀: Concentración Letal n en la que se espera que mueran aproximadamente el 50% de los individuos.

EPA: United States Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos)

EWG: Environmental Working Group, Washington D.C. (Grupo de Trabajo Ambiental)

FDA: Food and Drug Administration (Administración de alimentos y fármacos)

HC5: Hazardous Concentration for 5% of Species (Concentración de Riesgo para el 5% de las especies)

LOEC: Lowest Observed Effect Concentration (Concentración en la que se observa el efecto mínimo)

MEC: Measured Environmental Concentration (Concentración Ambiental Medida)

NOEC: No observed effect concentration (Concentración a la cual no se observa efecto).

OMS: Organización Mundial para la Salud

PNEC: Predicted Non- Effect Concentration (Concentración Prevista sin Efecto)

QSAR: Quantitative Structure-Activity Relationships (Relaciones Cuantitativas Actividad-Estructura)

SSD: Species Sensitivity Distribution (Distribución de la Sensibilidad de las Especies)

Resumen

El glifosato es un herbicida de amplio uso agrícola y doméstico en muchos países, por muchos años se tenía la creencia que su nivel de toxicidad era muy bajo para las personas y otros seres no vegetales.

Para contribuir a la comprensión de la toxicidad del glifosato y una de sus formulaciones comerciales Roundup® en organismos no blanco importantes en las cadenas tróficas de muchos ecosistemas, y en particular los cuerpos de agua dulce de México y Aguascalientes, se presentan concentraciones letales (Glifosato CL_{50} = 91.2mg/l, Roundup® CL_{50} = 45.7mg/l), de inhibición de eclosión de huevos amícticos (Glifosato CE_{50} = 214.5mg/l, Roundup® CE_{50} = 229.5mg/l) y sub-letales (Glifosato CE_{50} = 21.2mg/l, Roundup® CE_{50} = 3.7mg/l), decrecientes de algas (5×10^5 células/ml CE_{50} =45.9mg/l, 2.5×10^5 células/ml CE_{50} =16.4mg/l, 1.25×10^5 células/ml CE_{50} =8.7mg/l, 5×10^4 células/ml CE_{50} =3.3mg/l y 2.5×10^4 células/ml CE_{50} =2.2mg/l) del rotífero *Lecane papuana*, así como su inclusión de esta especie en un estudio de Distribución de Sensibilidad de las Especies (SSD) y Concentración Prevista sin Efecto (PNEC) en comparación las concentraciones medidas en el ambiente (MEC) para dar una posible perspectiva del riesgo ambiental.

Abstract

Glyphosate is an herbicide of wide agricultural and domestic use in too many countries, for a long time it was believed that toxicity level was very low for people and other non-plant beings.

To contribute to the understanding of the toxicity of Glyphosate and its commercial formulation Roundup® in important non-target organisms in the trophic chains of many ecosystems, and in particular the freshwater bodies of Mexico and Aguascalientes, lethal concentrations are presented (Glyphosate LC_{50} = 91.2mg/l, Roundup® LC_{50} = 45.7mg/l), hatching inhibition of amictic eggs (Glyphosate EC_{50} = 214.5mg/l, Roundup® EC_{50} = 229.5mg/l) sublethal (Glyphosate EC_{50} = 21.2mg/l, Roundup® EC_{50} = 3.7mg/l), decreasing algae (5×10^5 cells/ml EC_{50} =45.9mg/l, 2.5×10^5 cells/ml EC_{50} =16.4mg/l, 1.25×10^5 cells/ml EC_{50} =8.7mg/l, 5×10^4 cells/ml EC_{50} =3.3mg/l and 2.5×10^4 cells/ml CE_{50} =2.2mg/l) of the rotifer *Lecane papuana*, as well as its inclusion of this species in a study of Species Sensitivity Distribution (SSD) and Predicted Non-Effect Concentration (PNEC) compared the Measured Environmental Concentration (MEC) to give a possible perspective of environmental risk.

Glifosato

El glifosato (N-(fosfonometil) glicina) es un herbicida de amplio espectro sistémico no selectivo (Munira, et al. 2018) que inhibe la enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintasa que cataliza la síntesis de aminoácidos aromáticos esenciales en las plantas, algunas bacterias y hongos (Sánchez, et al. 2019). El herbicida se administra por dispersores y llega a la planta penetrando las células gracias a los adyuvantes que contienen las fórmulas comerciales, que generan una sinergia para penetrar las membranas plasmáticas y potenciar los efectos tóxicos del glifosato (Silva, et al 2020).

El glifosato es el herbicida más utilizado en todo el mundo, y el segundo para uso doméstico debido a su efectividad y bajo costo, además de la creencia de que no era tóxico para los mamíferos y las dosis que pudieran contener los alimentos no representaban un peligro para la salud (Dabney y Patiño, 2018).

En un principio el glifosato se utilizaba antes de la siembra para eliminar todas las malezas y dejar el campo listo para la siembra. Desde 1997, Monsanto comercializa semillas de trigo, frijol, maíz, avena, soya, canola, algodón, alfalfa y remolacha azucarera transgénicas resistentes al glifosato, por lo que se administra la fórmula comercial del mismo Monsanto llamada Roundup® de una manera indiscriminada, desgraciadamente los productores tomaron la mala decisión de aumentar el número de dosificaciones. Encontrar otro herbicida tan eficaz como el glifosato no ha sido posible, y no hay buenas expectativas para desarrollar otro en el futuro cercano (Green, 2018).

Los productos transgénicos resistentes al glifosato producen proteínas del llanto tóxicas para los insectos y nematodos lo que está agravando la situación ya delicada del decremento de la población de abejas (Seide, 2018). La proteína del llanto es una inclusión paraesporal que provoca un efecto tóxico a una especie que no es blanco, en este caso a las abejas (Crickmore et al. 1998).

Al agregar el glifosato en las plantas transgénicas durante su crecimiento y antes de la cosecha ha provocado que los productos estén cada vez más contaminados con el herbicida. Pruebas realizadas por la Administración de Alimentos y Fármacos de los Estados Unidos de América (FDA por sus siglas en inglés) encontraron cantidades relevantes en leche y huevo (por la alimentación contaminada de vacas y gallinas) y cantidades aún mayores en frutas y verduras, aún en los cultivos orgánicos por contaminación cruzada, aunque en menor proporción (Ren et al. 2018).

Otros estudios realizados por Grupo de Trabajo Ambiental de Estados Unidos de América (EWG, por sus siglas en inglés) encontraron glifosato en los productos provenientes de transgénicos de Monsanto de soya, avena, trigo y maíz, hasta 400 ppm más del máximo permitido que es de 160 ppm, por considerarse una concentración más alta no segura para la salud humana (EWG, 2018).

Recientemente, por la evidencia descubierta, se ha catalogado al glifosato en el grupo 2A- como probable carcinogénico para los humanos, siendo la exposición laboral la más importante, sin embargo, se ha encontrado en las muestras de orina de personas que están expuestas por la alimentación (Nova et al, 2020).

El glifosato es un herbicida sistémico, lo que quiere decir que se absorbe dentro de la planta y se distribuye, por lo que personas y animales terminan consumiendo partes de la planta contaminadas. La vida media del glifosato en el cuerpo humano se calcula entre 5.5 y 9 horas (Connolly, et al. 2017).

Estudios en ratones han mostrado neurotoxicidad, citotoxicidad y toxicidad reproductiva. En ratones embarazadas provocó fallo ovárico, interferencia en la secreción hormonal y estrés oxidativo (Ren, et al. 2018).

En peces se inhibe la acetilcolinesterasa lo que induce estrés oxidativo y genotoxicidad, manifestándose en lesiones en agallas e hígado (Sánchez, et al.2019).

Caenorhabditis elegans expuestos a concentraciones agrícolas relevantes de herbicida que contiene glifosato, mostraron inhibición del

complejo II en las mitocondrias. Los niveles de ATP se redujeron de manera significativa y las concentraciones de peróxido de hidrógeno y especies reactivas de oxígeno aumentaron en los gusanos tratados (Burchfield, et al., 2018).

El glifosato como compuesto puro es menos tóxico que la preparación con coadyuvantes y surfactantes que incrementan la efectividad al aumentar la solubilidad del glifosato. Los niveles de concentración letal media LC_{50} de glifosato puro son menores en bacterias, microalgas y micro-crustáceos que las preparaciones como el Roundup®, y dependiendo de la preparación es su grado de toxicidad (Sánchez, et al. 2019).

Los adyuvantes de la fórmula ayudan al glifosato a penetrar en las células, resultando en bioacumulación, biodisponibilidad y generando interacciones de los receptores (Ren, et al. 2018). Uno de los componentes de la fórmula de una de las formulaciones comerciales conocido como Roundup es la amina de sebo polietoxilada añadida como emulsificante y considerada un ingrediente inerte que resulta ser más tóxico que el glifosato (Hetrick y Blankinship, 2015).

Al ser una molécula anfotérica, por el grupo amino, carboxilato fosfonato, el glifosato está en su forma aniónica en un pH entre 4-8 con una alta afinidad por los iones metálicos Al^{3+} y Fe^{3+} y puede formar complejos con Ca^{2+} , este fenómeno disminuye al aumentar el pH. Compiten con los fosfatos inorgánicos, lo que incrementa su movilidad en el suelo (Okada, et al. 2016).

Una vez que llega al suelo se mineraliza por la actividad microbiana. La enzima oxidorreductasa lo convierte en ácido aminometilfosfónico (AMPA), o puede ser hidrolizado por la enzima sarcosina, sin embargo la mayor parte se retiene en la parte de arriba de las columnas de suelo, y si el suelo es arenoso se incrementa la movilidad del compuesto (Okada, et al. 2016).

El glifosato es soluble en agua por su carácter de zwitterion que lo hace polar e interacciona con las cargas negativas a través de los cationes Ca^{2+} , Al^{3+} y Fe^{2+} , si al ser aplicado no se disuelve, como en el caso de terreno con polvos ligeros permanece biodisponible (Weng, et al. 2019).

Las circunstancias y características del ambiente como temperatura, humedad, pH, condiciones del terreno, vientos, entre otras, influyen en la vida media del glifosato que puede ir desde 7 hasta 315 días, siendo lo más común un rango entre 45 y 60 días (Fabríz-Sodré, et al. 2018).

Los ambientes acuáticos son los últimos receptores del herbicida, lo que provoca un impacto ambiental de gran magnitud, ya que los organismos acuáticos, como especies de peces algas micro y macroscópicas, zooplancton y micro-crustáceos son altamente sensibles. Se alteran además las cadenas tróficas, favoreciendo a las especies menos sensibles a la fórmula como el alga dorada y las cianobacterias que además se benefician con el incremento total de fósforo que aporta el glifosato; provocando mayor daño al ambiente por ser causantes de eutrofización, consumir el oxígeno disponible y otros problemas de salud del cuerpo de agua (Dabney y Patiño, 2018).

El glifosato podría incrementar el transporte de fosfato a la superficie del agua, lo que incrementa el fenómeno de eutrofización (Murina, et al. 2018). La eutrofización provocada por abundancia de fósforo promueve que la degradación del glifosato no sea completa, situación que importante tomar en cuenta cuando se quiere evaluar un riesgo ambiental por emisiones de glifosato (Carles et al. 2019).

En Aguascalientes se utiliza regularmente el glifosato para producir guayaba, sobre todo en el municipio de Calvillo, cerca de los reservorios de agua, quedando expuestos a la contaminación de glifosato, otros pesticidas y fertilizantes, y a su vez otros organismos que no son objetivo también resultan perjudicados (Garza-León, et al. 2017).

Una vez que el glifosato es aplicado en su fórmula comercial, ya sea en campos de cultivo o jardines, puede alcanzar por deriva, escurrimiento de lluvias intensas y alcanzar capas profundas de tierra por macroporos debido al flujo preferencial (Paravani, et al., 2016).

El glifosato en los ríos tiene un tiempo de eliminación media entre 13.8 a 301 días, dependiendo de factores como temperatura, salinidad, organismos

presentes, nivel de pureza o contaminación, estación del año y que tanto se mueve el agua (Carles, et al., 2019).

Estudios recientes muestran que se encuentra más AMPA que glifosato en una relación aproximada del 60% a 40% respectivamente. El glifosato al contener un fósforo en la estructura química de su molécula, aporta este nutriente a microorganismos que habitan en biofilms, contribuyendo a la eutrofización de los cuerpos de agua (Carles, et al., 2019).

La proporción de glifosato y su metabolito AMPA depende también de las condiciones de abundancia o escasez de fósforo ya que se encontró que en aguas eutrofizadas la proporción de AMPA era aún mayor, mientras que en cuerpos de agua oligotróficos la proporción era casi igual y ambos compuestos desaparecen rápidamente (Carles, et al., 2019).

Impacto ambiental y estudios de sensibilidad

El zooplancton es un buen indicador de eutrofización ya que a diferencia de los peces, las condiciones les afectan más rápido y el impacto es más evidente que en el fitoplancton (Perviche-Neves, et al. 2013).

Como aportación a la sociedad, de parte de la ciencia, se busca desarrollar métodos de evaluación para estimar el efecto de los riesgos ecológicos que surgen de la emisión de sustancias hacia los organismos. El modelo SSD (Distribución de la Sensibilidad de las Especies por sus siglas en inglés) extrapola las respuestas hacia un contaminante de ciertas especies sin considerar factores ambientales. En ecotoxicología, las diferentes respuestas adquieren significado por las diferencias biológicas de los organismos expuestos a cierto compuesto a una concentración dada (Aldenberg y Jaworska, 2000).

La SSD, es útil para observar el efecto del contaminante en muchas especies al combinar datos de evaluaciones, y de esta forma obtener una concentración que refleje la afectación a un porcentaje de especies (Van Der Hoeven, 2001).

De esta manera, el análisis de SSD al ser una herramienta cuantitativa, nos aporta pruebas y números reales que, sin especular, ayuden a tomar decisiones para la conservación del ecosistema. El HC5, es el valor obtenido que significa la concentración máxima en la que se espera proteger el 95% de las especies incluidas en el análisis (Traas, et al., 2001).

Evaluación de los riesgos ecológicos

Si se quiere proteger al ecosistema, en la evaluación del riesgo ecológico, es necesario definir la concentración máxima que se puede tolerar que generalmente se obtenga de un número limitado de especies que fueron evaluadas en pruebas toxicológicas de laboratorio con protocolos estandarizados, es la concentración prevista sin efecto (PNEC por sus siglas en inglés) y puede obtenerse a partir de SSD (Jin, et al. 2011).

Una vez obtenido la PNEC como concentración límite a la que es probable que no ocurran efectos adversos, se compara como estrategia para evaluar riesgos ambientales con las concentraciones ambientales medidas (MEC por sus siglas en inglés), de dicha comparación surgen los QSAR o coeficientes de riesgo (Fabriz-Sodré, et al. 2018).

La Relación Cuantitativa de la Actividad- Estructura (QSAR por sus siglas inglés) es una herramienta útil para la predicción de la toxicidad ambiental por medio de la predicción de la actividad biológica. La predicción cuantitativa es aplicada comúnmente para la regulación y asegurar la inocuidad del producto para su comercialización y uso (Dearden, 2002).

Para lograr una predicción, los QSAR incluyen la relación sistemática entre las principales propiedades del químico en cuestión y las actividades observadas biológicas, ecotoxicológicas y farmacológicas, asumiendo que en base a sus parámetros teóricos se describen sus estructuras cuantitativamente por sus propiedades relevantes (Nendza, 1998).

Rotíferos y ecotoxicología

Es útil realizar pruebas de toxicidad en sitios expuestos al contaminante para poder tener un panorama de la magnitud del problema que se enfrenta y

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

sus posibles efectos en el ambiente. Los estudios de toxicidad aguda con rotíferos han resultado ser prácticos por la sensibilidad de los organismos a los tóxicos, el ciclo de vida corto de estos organismos, el tamaño pequeño que facilita su manipulación y disminuye costos, y por la importancia que tienen en las cadenas tróficas de cada ecosistema al ser consumidores primarios y secundarios (Rico-Martínez, et al, 2013).

Los invertebrados acuáticos como los rotíferos se han utilizado ampliamente para realizar modelos de toxicidad, por muchas buenas razones, por ejemplo:

- ✓ Son marcadores sensibles al riesgo asociado al uso y exposición de pesticidas y muchos otros tóxicos.
- ✓ Son organismos muy importantes en la cadena alimenticia.
- ✓ El tiempo de transición que tarda de una generación a la siguiente es muy corto.
- ✓ Al ser pequeños, no se requiere infraestructura costosa, ni mucho espacio o recursos para su cultivo (Rubio-Franchini 2007).

Los rotíferos son especies clave en los ecosistemas acuáticos, viven en la zona litoral de los lagos, reservorios artificiales, estanques de peces, ríos, canales, piscinas y pequeños cuerpos de agua; al alimentarse de detritos filtrados, microalgas y bacterias son consumidores primarios, y al ser también alimento para micro y macro crustáceos, peces y otros organismos acuáticos (Dagne, et al 2008). Son de tamaño pequeño de 0.5 a 2 milímetros y son muy sensibles a la contaminación, debido a que no tienen sistema respiratorio, por lo que toda la superficie de su cuerpo les sirve para respirar, por lo que el oxígeno disuelto en el agua es vital y no sobreviven en sistemas anaerobios (Sládeček, 1983).

Los rotíferos cuentan con una “cora” comúnmente con cilios, además de tener una faringe especializada llamada mastax que sirve como mandíbula. La mayoría de los organismos son hembras amícticas provenientes de huevos diploides partenogenéticos. En otoño se producen machos míclicos para la reproducción sexual, los machos carecen de sistema digestivo, por lo que sólo

sobreviven para fertilizar los huevos que forman quistes para resistir todo el invierno y eclosionar en primavera sólo hembras (Sládeček, 1983).

Los rotíferos aportan mucha información sobre el ecosistema, en altas montañas en un cuerpo de agua se han llegado a encontrar sólo 20 individuos por litro de agua, mientras se reportó en una ocasión 23900 individuos por litro en agua eutrofizada y contaminada (sólo del género *Keratella*), prefieren el pH ácido aunque pueden proliferar en un amplio rango de pH, no son organismos parásitos pero si pueden invadir otros organismos si hay una proliferación excesiva debido a exceso de recursos (Sládeček, 1983).

Los rotíferos de los géneros *Brachionus* y *Lecane* son muy usados en pruebas de toxicidad, se puede medir bioacumulación de los contaminantes que llegan al agua, biodisponibilidad, excreción, la proporción de químico que permanece en los tejidos del organismo en relación a la concentración de exposición definido como bioacumulación, cómo afecta la fertilidad, las dosis letales medias y otros parámetros (Hernández-Ruíz, 2016).

Generalidades de *Lecane papuana*

En Aguascalientes, se puede encontrar la especie de rotífero *Lecane papuana* en cuerpos de agua dulce por ser el clima templado favorable para habitar. Se ha comprobado su sensibilidad al glifosato, y sobre todo en su formulación comercial con adyuvantes (Garza-León, et al. 2017). Se encuentra en las regiones Paleártica, Africana, Oriental, Australiana, Neártica y Neotropical, siendo transportada por las patas de las aves se encuentra en muchos territorios. Son tropicopolitas y ocasionalmente se adecúan a hábitats en regiones templadas (Segers, 1996).

El integumento está compuesto por dos proteínas filamentosas, similares a la queratina, reticuladas por enlaces disulfuro. Las especies en las que se espesan regiones extensas del tegumento se llaman lorigadas. (Nogrady, et al., 1993).

La capacidad de transferencia de carga a través de los enlaces intermoleculares hace de las queratinas unos buenos biomateriales

estructurales, con buenas propiedades mecánicas que proveen al organismo flexibilidad y protección. (Nogrady, et al., 1993).

Pruebas de toxicidad

La toxicidad aguda o letal por glifosato se obtiene al exponer rotíferos recién nacidos de quistes a diferentes concentraciones de glifosato en su forma biodisponible en condiciones controladas (Snell, 1991).

La contaminación producida por los herbicidas como el glifosato tienen un efecto no sólo en la mortalidad y metabolismo de los organismos como los rotíferos que forman parte de la cadena trófica, siendo de suma importancia por ser consumidores primarios y secundarios y alimento para muchas especies que habita el agua dulce, sino que además se ve afectado el crecimiento poblacional y la distribución de este en su hábitat (Rico-Martínez, et al, 2012).

En general los rotíferos tienen mayor crecimiento poblacional cuando las condiciones del agua y la disponibilidad de nutrientes son favorables, siendo efecto contrario cuando el medio es inhóspito, ya que además de que los contaminantes pueden influir en la cantidad del oxígeno y alimentos (microalgas generalmente) necesarios para el desarrollo de estos organismos, además la toxicidad de los xenobióticos pueden afectarlos al grado de que sólo alcanzan a sobrevivir y se vea relegada su capacidad reproductora (Rico-Martínez, et al, 2012).

Las pruebas agudas y crónicas se realizan con la finalidad de analizar los efectos tóxicos de una sustancia o una mezcla de estas. Para poder jerarquizar los efectos de toxicidad es necesario cuantificar por medio de estandarizar las pruebas y aplicar herramientas estadísticas, de aquí surgen los parámetros como NOEC (Concentración de efectos no observados) LOEC (Mínima Concentración de Efectos observados), CL50 (Concentración Letal 50), CE50 (Concentración Efectiva 50), mencionando las más importantes (Martínez-Jerónimo y Rico-Martínez. 2009).

NOEC expresa la máxima concentración de un tóxico a la que estadísticamente no se observan efectos adversos ya sea en los parámetros poblacionales o sobre la mortalidad .LOEC, expresa la mínima concentración que al exponer a los organismos, se comienza a observar el efecto adverso provocado por la sustancia analizada. El rango entre estas dos concentraciones es el margen que nos permite gestionar la concentración que se pudiera permitir en términos de preservar la especie que se analizó en las pruebas (Martínez-Jerónimo y Rico-Martínez. 2009).

Las concentraciones letales están muy estandarizadas y son muy evidentes, pero no son muy útiles para tomar decisiones de protección ya que son muy elevadas y el efecto del tóxico a esta concentración es devastador, esperándose que muera el 50% de la población del organismo en cuestión. Sin embargo, es muy útil como parte del análisis para definir concentraciones para pruebas de concentraciones efectivas, que por lo general miden la inhibición del crecimiento poblacional, y siendo una prueba crónica incluye la sensibilidad del ciclo de vida completo del organismo aportando mayor información sobre la toxicidad y los mecanismos de acción que generan la respuesta tóxica (Hook y Fisher, 2009).

Antecedentes

Se han reportado valores de toxicidad en el rotífero *L. papuana* con glifosato puro de CL₅₀ de 121.99 mg/l (Saucedo-Ríos, 2017) A diferencia de una formulación comercial de glifosato llamada Faena®, a la cual se reportó una toxicidad más elevada con una CL₅₀ de 19.89 mg/l (Garza-León, et al. 2017) debido a que los adyuvantes en la formulación potencian la toxicidad o la generan en adición con el glifosato puro (Albañil-Sánchez, et al., 2019).

Los estudios realizados para medir la toxicidad del glifosato en otros organismos del zooplancton como el de *Daphnia magna*, que es el organismo de prueba más estandarizado en muchos países, no son aplicables al entorno mexicano, ni tampoco de Aguascalientes, ya que la especie no se encuentra en la naturaleza, a diferencia de *L. papuana*. Los valores que se reportan de NOEC es igual a 3.97 para *L. papuana* y 0.45 mg/l para *D. magna* en cuanto a pruebas crónicas que evalúan parámetros poblacionales en el laboratorio, mostrando mayor sensibilidad *D. magna* aunque a diferente tiempo por la diferencia en las duración en los ciclos de vida (Cuhra y Bohn, 2013).

Otro rotífero del género Lecane muy similar a *L. papuana* es *L. quadridentata* con una CL₅₀=150mg/l muy similar a *D. magna* CL₅₀=146mg/l con glifosato puro, mientras que con la fórmula comercial Faena® CL₅₀=6.9mg/l y CL₅₀=4.1mg/l respectivamente; con un muy considerable aumento en la toxicidad por los adyuvantes de la formulación (Domínguez-Cortinas, et al., 2008)

Estudios de eclosión con glifosato con el género Lecane, han arrojado resultados sobre el tiempo de eclosión en términos de LOEC y NOEC, y aunque entre las especies no se encuentra *L. papuana*, los resultados entre especies de este género son similares: *L. inermis* NOEC=0.6mg/l y LOEC=1.4mg/l, *L. closterocerca* NOEC=1.4mg/l y LOEC=2.7mg/l, *L. hamata*

LOEC=0.6mg/l y *L. lunaris* LOEC=0.6mg/l, además sugieren que el glifosato tiene la capacidad de pasar o asociarse a las membranas que recubren al organismo en etapas previas a la eclosión (Gutiérrez et al., 2017).

Con otro rotífero de prueba, *Brachionus calyciflorus*, se evaluó también el efecto adverso en los huevos con glifosato, que en concentraciones mayores de 0.05mg/l no se encontraban quistes ni hembras míticas que los producían, demostrando el impacto dañino al ecosistema de la presencia del glifosato para la supervivencia de esta especie que sin quistes que resistan cambios de estación y diferentes condiciones para generar una próxima generación se vería terriblemente comprometida (Xi y Feng, 2004).

El herbicida glifosato y las preparaciones comerciales que contienen adyuvantes no descritos por los productores son usados comúnmente en todo el mundo y en México para mejorar los rendimientos de los cultivos y ahorrar costos de preparación del terreno, siendo su uso indiscriminado, incluso a nivel doméstico, por la creencia de que su toxicidad no es elevada y que las cantidades encontradas en el ambiente no son para preocuparse. Sin embargo, cada vez hay más evidencia que las cantidades en el ambiente superan lo que se refería y que la toxicidad es más elevada de lo que se refería, alterando la salud de los cuerpos. Por lo que se encuentra la utilidad de realizar estudios de toxicidad con organismos sensibles que se encuentren de manera natural en México como lo es el rotífero *Lecane papuana*.

Se han realizado estudios con cladóceros de la especie *Daphnia magna*, como el organismo de prueba más estandarizado, pero no es un organismo representativo para evaluar el riesgo ambiental en Aguascalientes, México; ya que no se le encuentra en ningún cuerpo de agua del país.

Hipótesis

La exposición del rotífero *L. papuana* a glifosato puro y en preparación comercial, genera un efecto tóxico relevante para evaluar el riesgo ambiental.

Objetivos

Objetivo general: Determinar el efecto del glifosato puro y en una presentación comercial en el rotífero *Lecane papuana* mediante análisis de toxicidad y su correlación con parámetros poblacionales.

Objetivos particulares

- 1) Evaluación de la toxicidad aguda del glifosato y de sus formulaciones comerciales
- 2) Evaluación de los efectos del glifosato y presentaciones comerciales en *L. papuana* ocasionados por la exposición crónica al herbicida.
- 3) Evaluación del efecto del glifosato y sus presentaciones comerciales en la eclosión de huevos amícticos de *L. papuana*
- 4) Cuantificación de las reservas energéticas de *L. papuana* expuestos a concentraciones subletales de glifosato
- 5) Comparación de la sensibilidad de especies y obtención de concentraciones de seguridad para la protección de la biota acuática a través de la “Distribución de la sensibilidad de especies, SSD”.

Cultivo de rotíferos

La especie de rotífero *L. papuana* ha sido cultivada por al menos 5 años en la Universidad Autónoma de Aguascalientes en el Laboratorio de Toxicología Acuática (edificio 60). Los cultivos se mantienen en cámara bioclimática (Revco Scientific) a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, con fotoperiodos de 16:8 horas (luz/oscuridad), y se alimentaron con algas verdes *Nannochloropsis oculata* en medio EPA (medio de solución con carbonato de sodio, sulfato de calcio y de magnesio y sal de cloruro de potasio).

Pruebas de toxicidad aguda

Se depositaron hembras reproductoras partenogenéticas dentro del cultivo, con mantenimiento diario, alimentándose *ad libitum* con las algas entre 4-15 días bajo estas condiciones para que el cultivo crezca y se renueven las generaciones, obteniendo para las pruebas mayor cantidad de huevos partenogenéticos. Se colectaron los huevos partenogenéticos 24 horas antes del inicio de la prueba para tener la certeza de que su nacimiento fue en ese periodo.

Se seleccionaron 10 organismos de prueba por cada réplica. Se comprobó que los organismos seleccionados se encontraban vivos, y se colocaron en un volumen final de prueba de 1000 μL (considerando que la gota en la que se colocan los animales es de aproximadamente 50 μL , la cual representa una porción del medio EPA que se tomó en cuenta para sumar la cantidad apropiada de Medio EPA y su respectiva cantidad de tóxico, en relación a los rotíferos).

Se empleó glifosato y su presentación comercial Roundup®, en concentraciones de 0 (control negativo de Medio EPA) y concentraciones entre 10 mg/L hasta 500 mg/L para encontrar el rango de toxicidad. Cada concentración con 5 réplicas. La exposición se hizo durante 24 horas sin alimento en una cámara bioclimática a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ y con un período de luz-oscuridad de 16:8 horas.

Tras obtener el conteo de los muertos en cada uno de los pozos de cada una de las réplicas, se eligieron 5 concentraciones, y 5 réplicas de cada concentración para hacer el análisis probit con el programa Statistica y a partir de este análisis obtener los valores de letalidad.

Inhibición de la eclosión en huevos amícticos

Se colocaron 10 huevos asexuales en cada poza, realizándose 10 réplicas para cada concentración de organismos expuestos a las mismas concentraciones utilizadas en las pruebas de la CL₅₀. Posteriormente, se contabilizaron los organismos que eclosionaron sean vivos o muertos y también se contabilizan los huevos que no han eclosionado transcurridas 24 horas, después a las 48 horas nuevamente y por último 72 horas acumuladas.

Para obtener un volumen final de prueba de 1000 μ L se consideró que la gota en la que se colocaron los animales es de aproximadamente 50 μ L, la cual representa una porción del medio EPA que se tomó en cuenta para sumar la cantidad apropiada de Medio EPA y su respectiva cantidad de tóxico, en relación a los rotíferos, al igual que en las demás pruebas.

Pruebas de inhibición de la fecundidad

Se depositaron hembras reproductoras partenogenéticas dentro del cultivo, con mantenimiento diario, alimentándose *ad libitum* con las algas entre 4-15 días bajo estas condiciones, del mismo modo que en las pruebas agudas. Se colectaron huevos partenogenéticos 24 horas antes del inicio de la prueba para tener la certeza de que su nacimiento fue en ese periodo.

Se seleccionaron 5 organismos de prueba para cada réplica. Se comprueba que los organismos seleccionados se encontraban vivos, y se coloca en un volumen final de prueba de 2000 μ L (considerando que la gota en la que se colocan los animales es de aproximadamente 50 μ L, la cual representa una porción del medio EPA que se tomó en cuenta para sumar la cantidad apropiada de Medio EPA y su respectiva cantidad de tóxico, en relación a los rotíferos).

El tóxico a empleado es el glifosato y su presentación comercial Roundup® en concentraciones de 0, 1/80, 1/40, 1/20, 1/10 y 1/5 de las concentraciones de la CL₅₀, con concentración de 1 millón de células de microalgas aproximadamente por mililitro de solución, cada tratamiento con 5 réplicas. La prueba se realizó por 96 horas en una cámara bioclimática a 25 ± 2 °C y con un período de luz-obscuridad de 16:8 horas.

Las pruebas crónicas o sub-letales tienen una duración de 96 horas y se llevan a cabo con neonatos y su alimento para que la exposición se dé mientras ocurre un crecimiento poblacional y los organismos llevan a cabo su ciclo de vida.

Para evitar que murieran los rotíferos y el efecto en la reproducción se diera a cabo, las concentraciones de glifosato y Roundup® fueron fraccionadas a 1/80, 1/40, 1/20, 1/10 y 1/5 de la concentración letal obtenida en las pruebas agudas. Se realizaron 5 réplicas por concentración de glifosato y Roundup®.

Cuantificación de las reservas energéticas de *L. papuana* expuestos a concentraciones sub-letales de glifosato

Inhibición de la reproducción de organismos expuestos a glifosato, con concentraciones decrecientes de microalgas (5×10^5 , 2.5×10^5 , 1.25×10^5 , 5×10^4 y 2.5×10^4 células/ml)

Se depositaron hembras reproductoras partenogenéticas dentro del cultivo, con mantenimiento diario, alimentándose *ad libitum* con las algas entre 4-15 días bajo estas condiciones. Se colectaron huevos partenogenéticos 24 horas antes del inicio de la prueba para tener la certeza de que su nacimiento fue en ese periodo.

Se seleccionaron 5 organismos de prueba para cada rúbrica. Se comprobó que los organismos seleccionados se encontraban vivos, y se colocó en un volumen final de prueba de 1000 µL (considerando que la gota en la que

se colocaron los animales era de aproximadamente 50 μ L, la cual representa una porción del medio EPA que se tomó en cuenta para sumar la cantidad apropiada de Medio EPA y su respectiva cantidad de tóxico, en relación a los rotíferos).

El tóxico empleado es el glifosato en concentraciones de 0 para el testigo, 1/5, 1/10, 1/20, 1/40 y 1/80 referente a la concentración de CL_{50} obtenida en las pruebas de toxicidad crónica y organismos expuestos a glifosato, con concentraciones decrecientes de microalgas (5×10^5 , 2.5×10^5 , 1.25×10^5 , 5×10^4 y 2.5×10^4 células/ml), cada tratamiento con 3 réplicas. La prueba se realizó por 96 horas en una cámara bioclimática a 25 ± 2 °C y con un período de luz-obscuridad de 16:8 horas, al término de este período se contabilizaron los organismos vivos de cada réplica.

Comparación de la sensibilidad de especies y obtención de concentraciones de seguridad para la protección de la biota acuática.

Los datos obtenidos en las pruebas de letalidad de CL_{50} , se reunieron a los datos experimentales recopilados de la base de datos de ECOTOX de investigaciones previas con organismos de zooplancton, en el mismo período de tiempo de 24 horas, con temperaturas similares de 20-25°C y con el tóxico de la misma especie y presentación, en este caso Glifosato, en Round up®. Esta información es sometida a un análisis estadístico SSD (Distribución de la Sensibilidad de las Especies) para establecer concentraciones de riesgo para el 5% de las poblaciones y buscar proteger el 95% de las especies, con la ayuda de la plataforma MOSAIC de la universidad de Lyon, Francia.

El primer análisis de SSD se realizó con especies de invertebrados de agua dulce con pruebas de laboratorio de letalidad y con el parámetro LOEC, se encontraron 21 datos de diferentes especies de zooplancton de todo el mundo.

Con la información obtenida se realizó el cálculo PNEC (Predicción de la Concentración No Efectiva) para compararlo con el resultado de la

investigación de los valores en agua obtenidos en cuerpos de agua de México reales (MEC, Concentración Ambiental Medida),

Análisis estadístico: paquete Statistica 10.0, mediante un análisis de varianza (ANOVA), de una vía para saber si existe diferencia estadísticamente significativa entre la media de los diferentes tratamientos (las diferentes concentraciones de exposición) y la media dentro de cada uno de estos. Se obtuvo también un modelo de regresión lineal para determinar la correlación (r^2) entre la variable independiente (la concentración del tóxico) y la variable dependiente (el valor de “r” o tasa instantánea de crecimiento). La regresión simple sirvió para obtener el valor de CE_{50} o Concentración de Efecto en el que hay una reducción del 50% en el parámetro a medir (en este caso “r”). Una Prueba de rango múltiple de Duncan se realizó con la finalidad de determinar los valores de NOEC y LOEC, así también para tener un estimador más preciso de la diferencia entre tratamientos control y experimentales.

Resultados

Se realizaron pruebas agudas con neonatos y huevos partenogenéticos, y crónicas con la concentración habitual de algas y decreciente.

Pruebas agudas a 24 horas de exposición

Al ser expuestos los organismos a mayor concentración; el efecto letal era más pronto, que al terminar de preparar las muestras ya se observaban muertes en el fondo y los organismos morían en el centro del pozo de prueba, mientras que al disminuir la concentración la muerte tardaba más en ocurrir, ya que al terminar la preparación de la muestra no había ningún efecto visible y el organismo muerto se encontraba más disperso en el pozo.

Previo al análisis era evidente la superioridad de toxicidad del glifosato en su presentación comercial Roundup® que a la misma concentración del glifosato puro, ambos en solución, puesto que la investigación de literatura dejaba claro que los adyuvantes en la fórmula tiene su propia toxicidad que hace sinergia con el glifosato.

A continuación, fotografías con microscopio de luz con objetivo 20x de diferentes organismos de *L. papuana* observados durante las pruebas realizadas a concentraciones que evidencian letalidad para comparar con organismos sin intoxicarse.

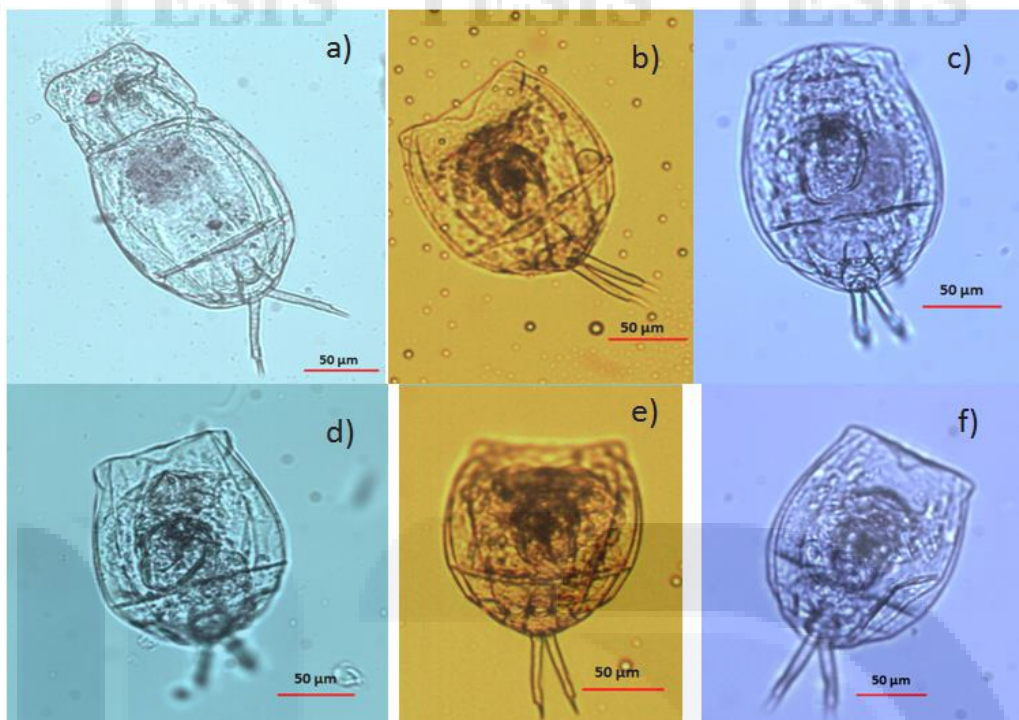


Figura 1. Fotografías de *Lecane papuana* en pruebas agudas a 24 horas:

a) Organismo vivo, b) Glifosato 300mg/L, c) Round up® 300mg/L, d) Organismo muerto, e) Glifosato 500mg/L y f) Round up® 500mg/L

En la primera fotografía del inciso a, se muestra un organismo tomado de los cultivos sin intoxicarse, el inciso d, debajo del a fue tomado del mismo cultivo ya muerto por causas naturales. En el inciso b el organismo fue intoxicado con glifosato puro con una concentración de 300 mg/L 24 horas antes de tomar la fotografía, lo mismo para el inciso e pero con concentración de 500 mg/L. Las mismas concentraciones y condiciones para el inciso c y f pero con glifosato en su fórmula comercial Roundup®.

A simple vista las diferencias evidentes entre los organismos muertos es la ausencia de la corona y órgano ocular si se le compara con el organismo vivo. En cuanto a los organismos muertos no se pueden asegurar las diferencias más que la longitud del muerto control y con el glifosato puro que son más cortos o más largos los expuestos al glifosato en fórmula comercial Roundup®, esta medición no se realizó ni se encontraron diferencias tan evidentes para poder asegurar alguna diferencia estructural entre la muerte natural o por glifosato.

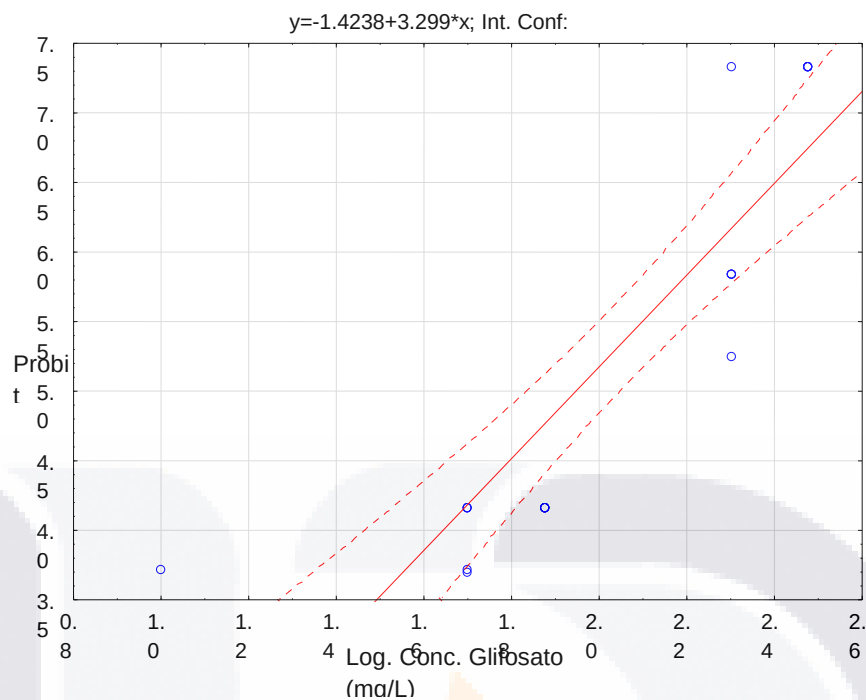


Figura 2. Concentración Letal con Glifosato puro

Representación gráfica de la letalidad del glifosato puro en *Lecane papuana* en 5 concentraciones con 5 réplicas de 10 organismos cada una.

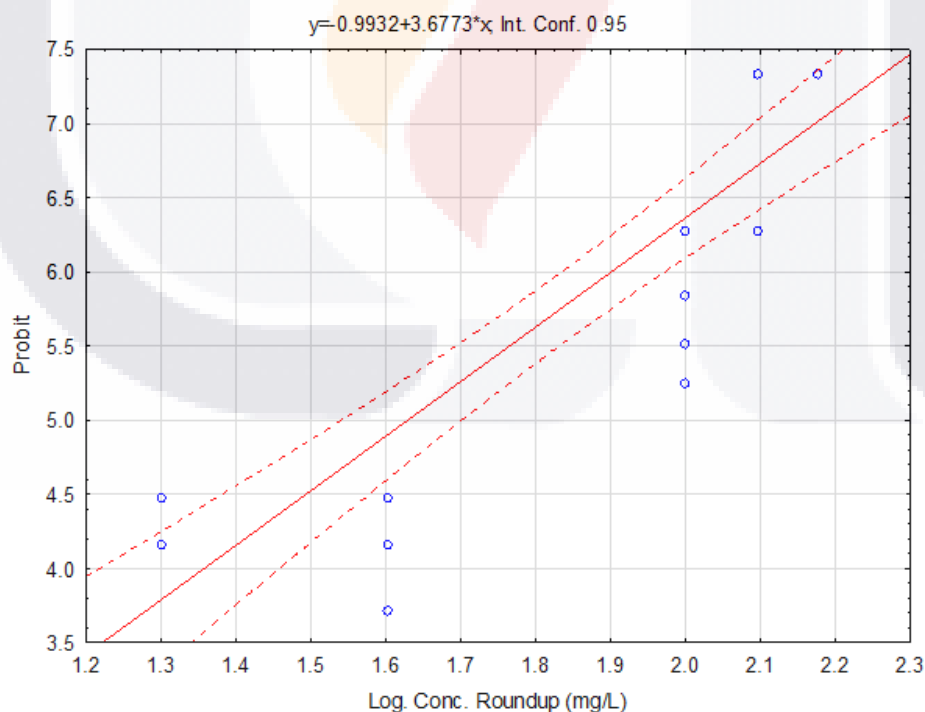


Figura 3. Concentración Letal con Glifosato en Round up®

Representación gráfica de la letalidad del glifosato en su fórmula comercial Round up® en *Lecane papuana* en 5 concentraciones con 5 réplicas de 10 organismos cada una.

La mortalidad es directamente proporcional al aumento en la concentración de glifosato puro y comercial, de esta manera con la concentración más baja de 20mg/l de glifosato y 10mg/l de glifosato en Roundup® reportan una letalidad nula y en la concentración más alta de 300mg/l de glifosato y 150mg/l de glifosato en Roundup®, la mortalidad alcanza su totalidad.

Tabla 1. Valores de toxicidad de glifosato puro y en fórmula comercial Round up®

Tóxico	NOEC	CL ₁₀	LOEC	CL ₅₀	Límites de confianza		r ²
					Inferior	Superior	
Glifosato	10mg/l	45.70mg/l	50mg/l	91.20mg/l	74.131mg/l	112.201mg/l	0.76
Roundup ®	10mg/l	12.59mg/l	20mg/l	45.71mg/l	38.904mg/l	53.703mg/l	0.82

Valores calculados a partir del análisis estadístico donde: CL₅₀ es la concentración a la que se espera que muera el 50% de los organismos con sus respectivo límites de confianza, CL₁₀ concentración a la que por lo general es letal para el 10% de los organismos, NOEC es la concentración máxima sin efecto observado diferente al control, LOEC la concentración mínima a la que se comienza a apreciar el efecto, r² es el coeficiente de determinación para la regresión.

El aumento en la mortalidad es directamente proporcional al incremento de la concentración, siendo aproximadamente el doble en la fórmula comercial de Round up® que con el glifosato puro.

Pruebas de inhibición de eclosión de los huevos amícticos

Las pruebas de inhibición de eclosión de los huevos amícticos son pruebas de intoxicación aguda en las que se expuso a 10 huevos amícticos por réplica con las mismas concentraciones utilizadas en la prueba anterior y se revisó después de 24 horas para contabilizar los huevos sin eclosionar. Sucedió en muchas situaciones que los huevos eclosionaban y los individuos no sobrevivían, pero en esta prueba el interés radicaba en que el tóxico inhibiera que el organismo eclosionara, como es natural.

El conteo se realizó a las 48 y 72 horas, pero se reporta sólo a 24 horas debido a que a este tiempo se había completado la eclosión de los organismos testigo en cada una de las réplicas y estos estaban todos vivos, además de observarse el principal efecto del tóxico.

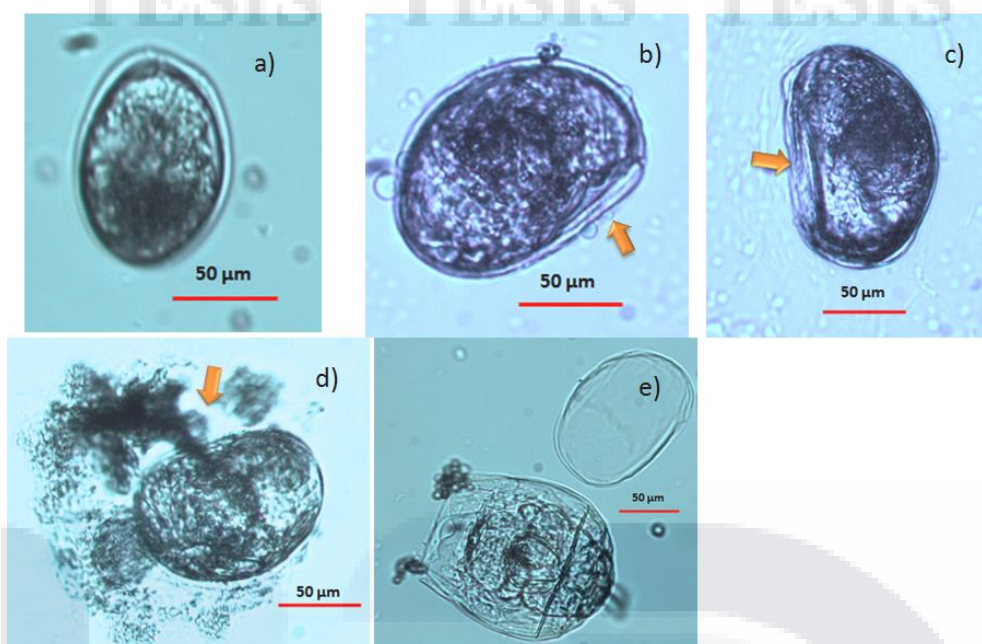


Figura 4. Fotografías de huevos amícticos de *Lecane papuana* en pruebas de inhibición de la eclosión a 24 horas

- a) Huevo amíctico control, b, c y d) Huevos amícticos con Glifosato 500 mg/L con diferentes daños ocasionados por la exposición (flecha naranja) y e) Huevo amíctico eclosionado expuesto a Glifosato 1000 mg/l.

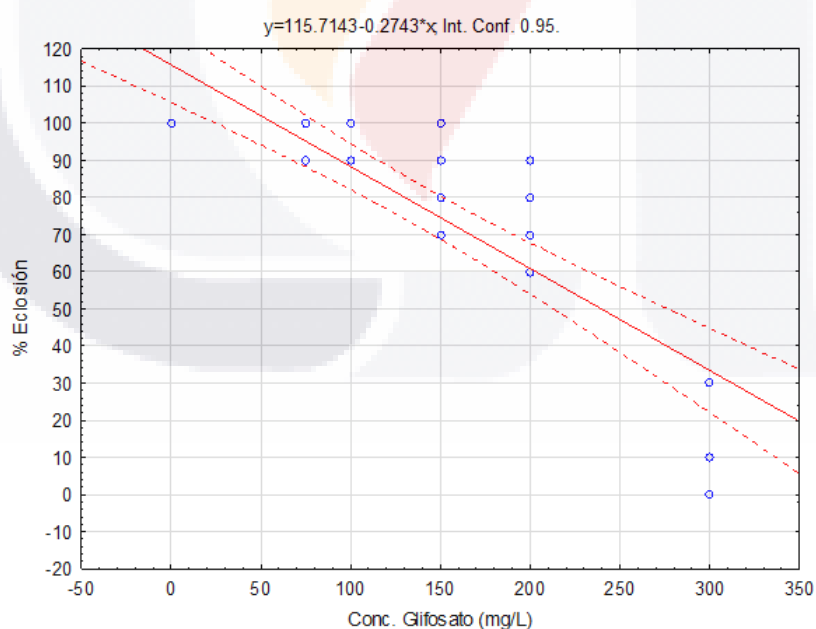


Figura 5. Concentración Efectiva de Glifosato para inhibición de la eclosión de huevos amícticos

Representación gráfica del efecto de inhibición del glifosato puro en la eclosión de *Lecane papuana* en 5 concentraciones con 5 réplicas de 10 organismos cada una.

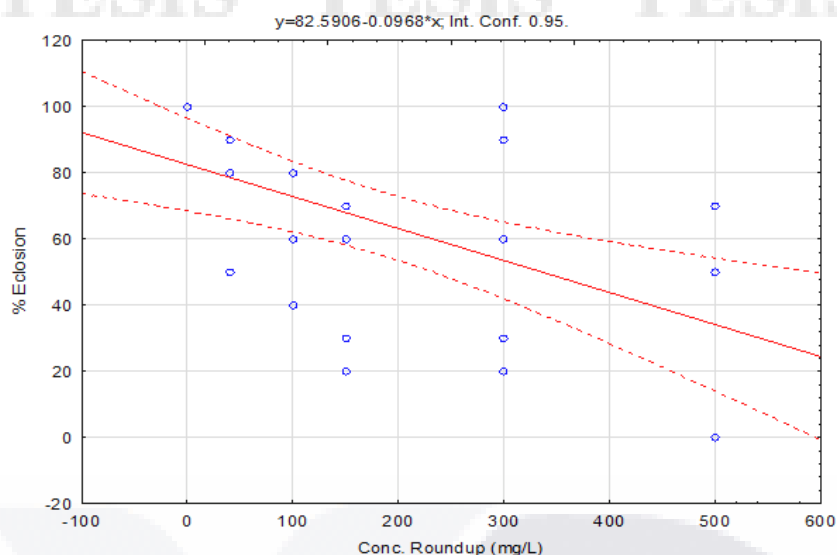


Figura 6. Concentración Efectiva de Glifosato en su presentación comercial Roundup ® para inhibición de la eclosión de huevos amícticos

Representación gráfica del efecto de inhibición del glifosato en su presentación comercial Roundup® puro en la eclosión de *Lecane papuana* en 5 concentraciones con 5 réplicas de 10 organismos cada una.

Tabla 2. Valores de efecto de inhibición de la eclosión de los huevos amícticos por exposición a glifosato puro y fórmula comercial Round up®

Tóxico	CE ₅₀	r ²
Glifosato	214.47mg/L	0.75
Round up ®	229.47mg/L	0.28

Valores calculados a partir del análisis estadístico donde: CE₅₀ es la concentración a la que se espera que el 50% de los organismos no eclosionen de su huevo, y r² es el coeficiente de determinación.

La Concentración Efectiva 50 se evaluó en las pruebas crónicas, que es la concentración en que se espera que el efecto tóxico del glifosato reduzca al 50% el parámetro estimado, que en este caso es la inhibición del crecimiento de la población (Rico-Martínez, et al. 2012), al haber en un inicio 5 neonatos y una concentración de un millón de células de *N. oculata* por mililitro como alimento y a las mismas condiciones de temperatura y luz/oscuridad, después del periodo de 96 horas se observó que en el control había entre 60 y 120 organismos, a veces con huevos, en base al control de cada réplica se compararon la cantidad de organismos con 5 concentraciones de glifosato puro y con la presentación comercial de glifosato Round up®, que se eligieron a partir de fraccionar 1/5, 1/10, 1/20, 1/40 y 1/80 la concentración letal 50 obtenida en las pruebas agudas, de 45.71m/L de glifosato y 91.2mg/L de Roundup®.

Los rotíferos en condiciones favorables se reproducen con un considerable gasto de energía que generaron por la disposición de recursos del medio, logrando alcanzar un crecimiento poblacional máximo, como sucedió en los controles sin glifosato con una tasa intrínseca de crecimiento de 1 (Figura 7 y 8).

El efecto tóxico del glifosato y los componentes de la fórmula provocaron estrés en la población de *L. papuana*, que al tratar de compensar hubo gasto de energía reflejándose en la disminución del crecimiento poblacional; así, a medida que aumenta la concentración de glifosato o de Roundup® disminuye la tasa intrínseca de crecimiento.

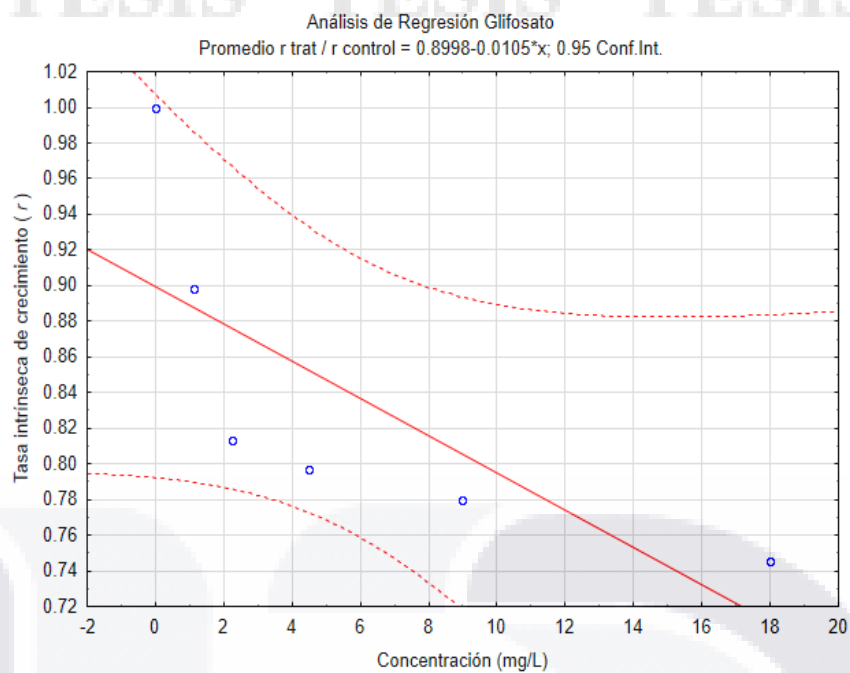


Figura 7. Concentración Efectiva con Glifosato para pruebas de exposición crónica

N= 5, 96 horas de exposición de 10 neonatos de *Lecane papuana*, 1×10^6 células/ml *Nannochloropsis oculata*

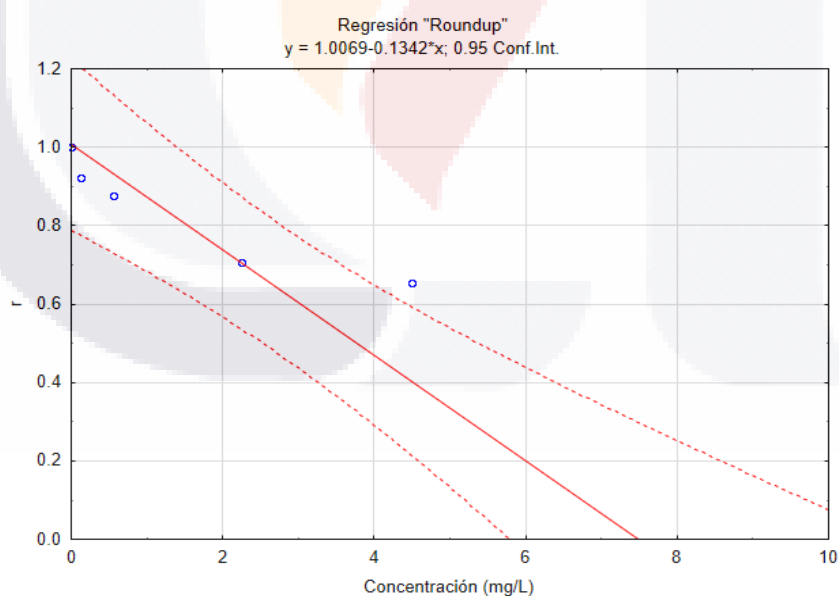


Figura 8. Concentración Efectiva de Glifosato en su presentación comercial Round up ® para pruebas de exposición crónica

N= 5, 96 horas de exposición de 5 neonatos de *Lecane papuana*, 1×10^6 células/ml *Nannochloropsis oculata*

Al igual que en las pruebas crónicas, a mayor concentración de tóxico mayor es la respuesta de inhibición de crecimiento poblacional; más glifosato, menor conteo final de organismos.

Tabla 3. Valores de toxicidad subletal de glifosato puro y en fórmula comercial Roundup®

Tóxico	NOEC	CE ₁₀	LOEC	CE ₅₀	r ²	Límites de confianza	
						inferior	superior
Glifosato	0.562mg/l	0.86mg/l	1.12mg/l	21.18mg/l	0.5	14.89mg/l	27.48mg/l
Round up ®	0.125mg/l	0.51mg/l	0.55 mg/l	3.7mg/l	0.9	2.45mg/l	4.95 mg/l

Valores calculados a partir del análisis estadístico donde: CE₅₀ es la concentración a la que se espera que disminuya el 50% de la tasa intrínseca de crecimiento de los organismos, CE₁₀ concentración a la que disminuye el 10% de la tasa intrínseca de crecimiento de los organismos, NOEC es la concentración sin efecto encontrado, LOEC la concentración mínima a la que se comienza a apreciar el efecto, r² es el coeficiente de determinación.

La repuesta tóxica definida por los parámetros de concentraciones efectivas se puede notar claramente mayor en Roundup® comparándolo con el glifosato puro (tabla 3).

También se realizaron pruebas con concentraciones decrecientes de algas, para comparar el efecto de carencia de alimento en la toxicidad a diferencia del alimento propicio de 1×10^6 células/ml, se les administró una fracción de $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{20}$ y $\frac{1}{40}$ y las mismas concentraciones utilizadas en las pruebas crónicas con alimentación completa, y en esta prueba se analizaron 3 réplicas de cada concentración de glifosato con su respectiva concentración de algas.

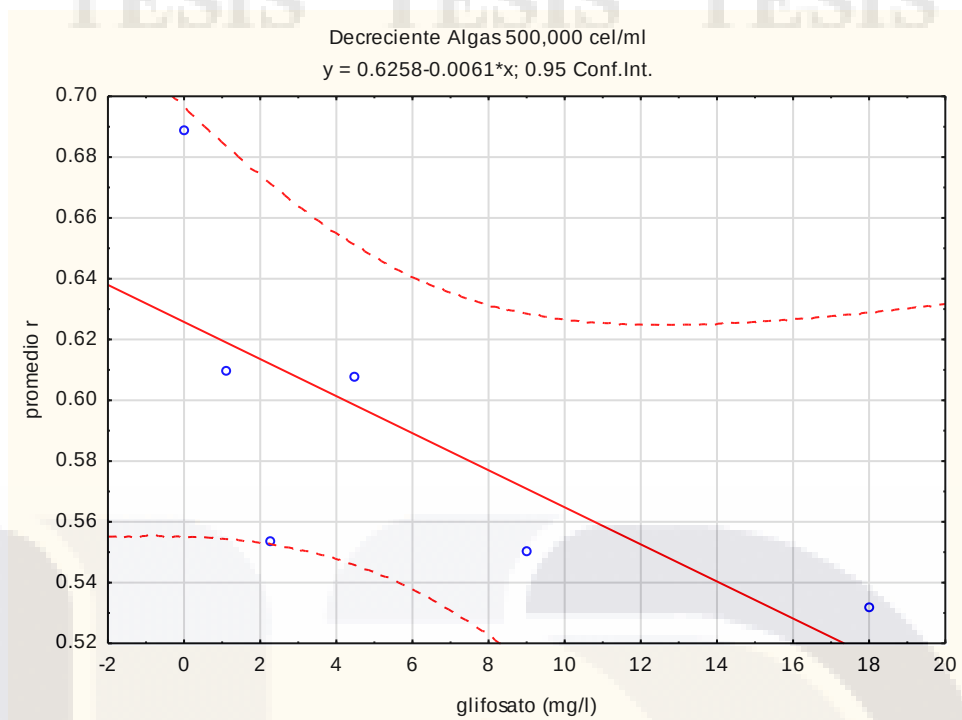


Figura 9. Concentración Efectiva con Glifosato para pruebas de exposición crónica decreciente de algas con 5×10^5 células/ml

N= 3, 96 horas de exposición de 5 neonatos de *Lecane papuana*, 5×10^5 células/ml *Nannochloropsis oculata*

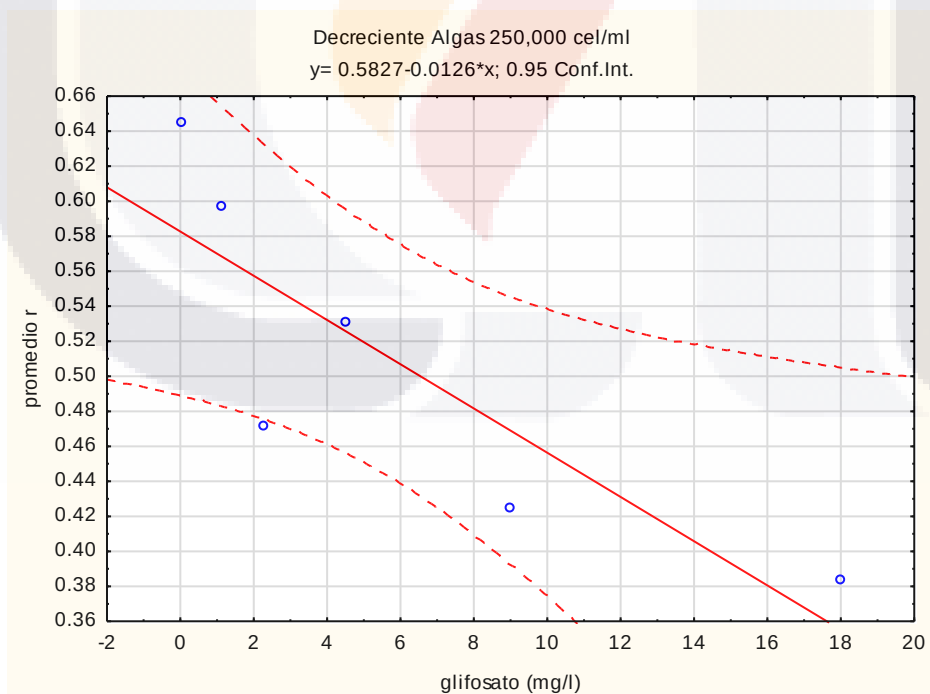


Figura 10. Concentración Efectiva con Glifosato para pruebas de exposición crónica decreciente de algas con 2.5×10^5 células/ml

N= 3, 96 horas de exposición de 5 neonatos de *Lecane papuana*, 2.5×10^5 células/ml *Nannochloropsis oculata*

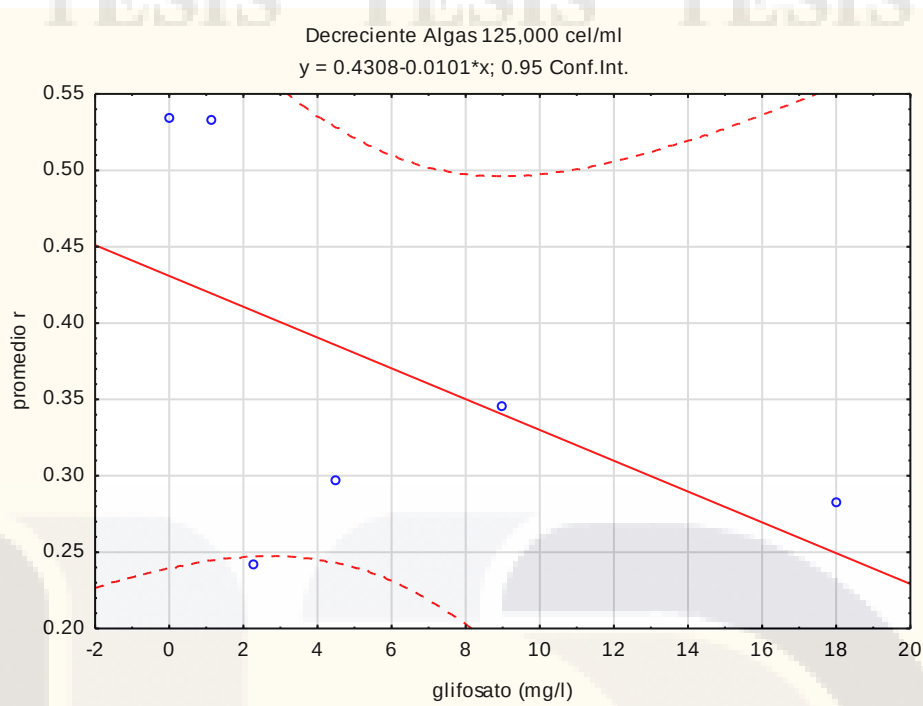


Figura 11. Concentración Efectiva con Glifosato para pruebas de exposición crónica decreciente de algas con 1.25×10^5 células/ml

N= 3, 96 horas de exposición de 5 neonatos de *Lecane papuana*, 1.25×10^5 células/ml *Nannochloropsis oculata*

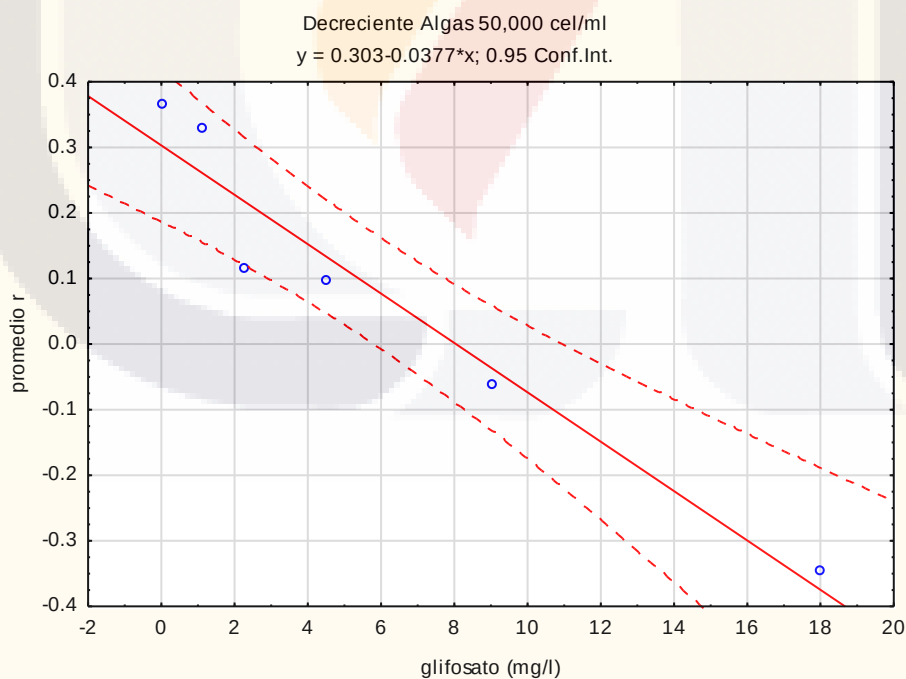


Figura 12. Concentración Efectiva con Glifosato para pruebas de exposición crónica decreciente de algas con 5×10^4 células/ml

N= 3, 96 horas de exposición de 5 neonatos de *Lecane papuana*, 5×10^4 células/ml *Nannochloropsis oculata*

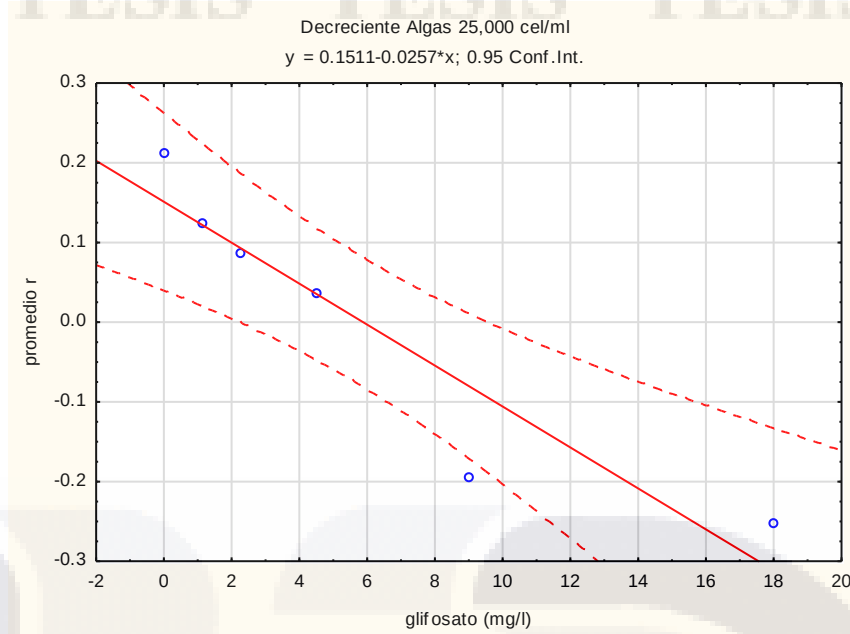


Figura 13. Concentración Efectiva con Glifosato para pruebas de exposición crónica decreciente de algas con 2.5×10^4 células/ml

N= 3, 96 horas de exposición de 5 neonatos de *Lecane papuana*, 2.5×10^4 células/ml *Nannochloropsis oculata*.

A mayor concentración de glifosato a cualquier concentración de microalgas, la respuesta tóxica es también mayor, la inhibición de crecimiento de la población es debida al glifosato y en la fórmula de Roundup® a la sinergia del glifosato con los adyuvantes que contiene.

De la misma manera, pero inversamente proporcional a menor concentración de microalgas mayor es la inhibición del crecimiento poblacional. En conjunto, la disminución de la concentración de alimento y el aumento en la concentración de glifosato inhibe proporcionalmente el crecimiento de la población, a tal punto que a la máxima concentración de glifosato de 18mg/l y la menor de microalgas de 2.5×10^4 células/ml la tasa de crecimiento es negativa, la cantidad final de organismos es menor que la inicial de 5 organismos por réplica (Figura 13).

Tabla 4. Valores de toxicidad subletal de glifosato con concentraciones decrecientes de algas

CONCENTRACIÓN <i>N. oculata</i> (células /ml)	CE ₅₀ Glifosato (mg/l)	r ²
5X10 ⁵	45.92	0.5087
2.5X10 ⁵	16.38	0.7166
1.25X10 ⁵	8.72	0.2783
5X10 ⁴	3.34	0.93558
2.5X10 ⁴	2.23	0.8805

Valores calculados a partir del análisis estadístico donde: CE₅₀ es la concentración a la que se espera que disminuya el 50% de la tasa intrínseca de crecimiento de los organismos, r² es el coeficiente de determinación.

La Concentración Efectiva 50 CE₅₀, es menor a medida que disminuye la concentración de algas, lo que significa que la sensibilidad del rotífero hacia el glifosato es mayor cuando escasea el alimento (Tabla 4).

Comparación de la sensibilidad de especies y obtención de concentraciones de seguridad para la protección de la biota acuática.

La Distribución de la sensibilidad de las especies, SSD, se obtuvo con 3 diferentes criterios de selección de datos. El primero sólo los invertebrados de agua dulce, para evaluar especies similares con pruebas con los parámetros muy parecidos (por ejemplo, a 24 horas, una sola dosis de exposición, etc.). El segundo y el tercero se utilizaron las especies de peces, anfibios, invertebrados y algas para evaluar el PNEC, con más especies de diferentes niveles tróficos, y de esta manera utilizar el AF (Factor de evaluación) de 5. Los criterios de selección que tienen en común es que todas las pruebas son de mortalidad y se llevaron a cabo en laboratorio (para más detalles de los datos ver anexo 5).

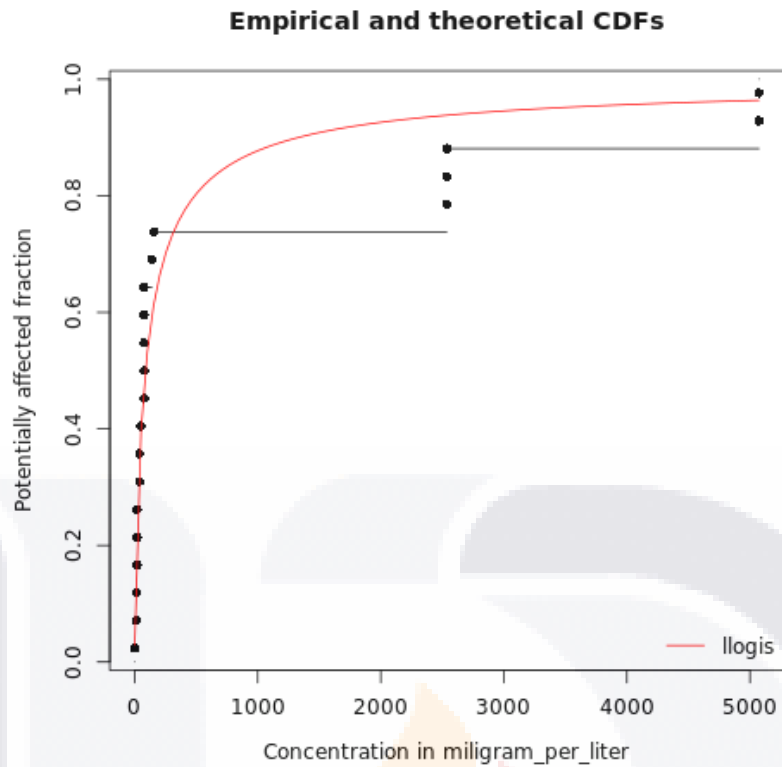


Figura 14. Distribución de Sensibilidad de las Especies de Invertebrados de agua dulce para el parámetro LOEC de glifosato

Gráfica elaborada en la plataforma digital de la Universidad de Lyon, Francia; MOSAIC (<https://mosaic.univ-lyon1.fr/>). Con 21 valores obtenidos de la base de datos de EPA, ECOTOX (<https://cfpub.epa.gov/ecotox.cfm>) de invertebrados de agua dulce, evaluando LOEC de pruebas agudas en laboratorio.

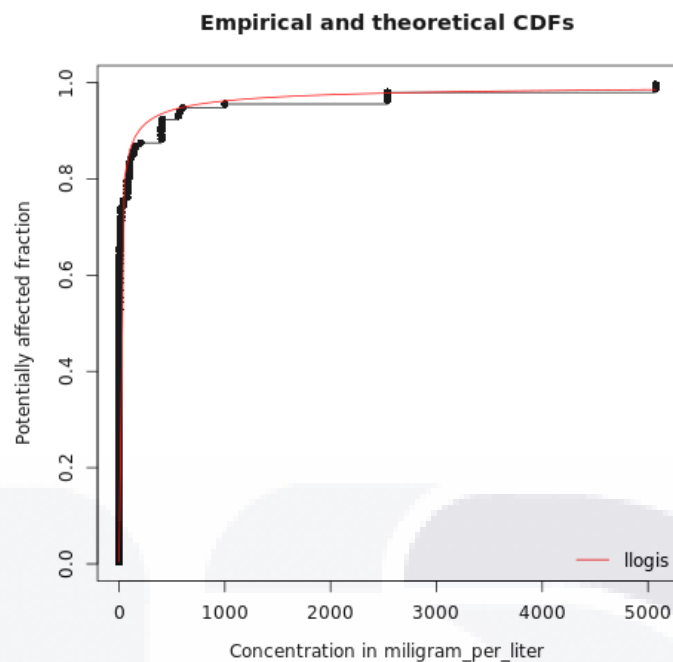


Figura 15. Distribución de Sensibilidad de las Especies de agua dulce para el parámetro LOEC de glifosato

Gráfica elaborada en la plataforma digital de la Universidad de Lyon, Francia; MOSAIC (<https://mosaic.univ-lyon1.fr/>). Con 124 valores obtenidos de la base de datos de EPA, ECOTOX (<https://cfpub.epa.gov/ecotox.cfm>) de peces, anfibios, invertebrados y algas de agua dulce, evaluando LOEC de pruebas agudas en laboratorio.

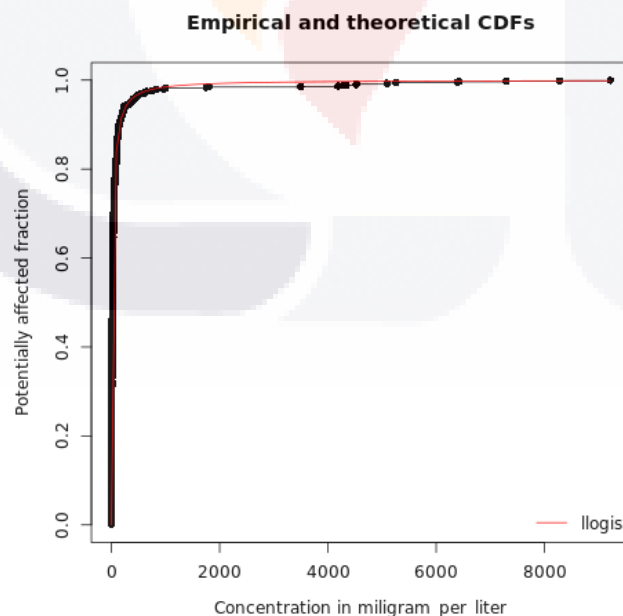


Figura 16. Distribución de Sensibilidad de las Especies de agua dulce para el parámetro LC₅₀ de glifosato

Gráfica elaborada en la plataforma digital de la Universidad de Lyon, Francia; MOSAIC (<https://mosaic.univ-lyon1.fr/>). Con 930 valores obtenidos de la base de datos de EPA, ECOTOX (<https://cfpub.epa.gov/ecotox.cfm>) de peces, anfibios, invertebrados y algas de agua dulce, evaluando LC₅₀ de pruebas agudas en laboratorio.

**Tabla 5. Distribución de Sensibilidad de las Especies de agua dulce.
Valores para proteger el 95% de las especies del glifosato**

Grupo de especies	HC5
Invertebrados Acuáticos (LOEC)	0.046 [0.019; 0.11]
Organismos Acuáticos (LOEC)	2.3 [0.45; 11]
Organismos Acuáticos (LC ₅₀)	1.1 [0.95; 1.4]

Valores calculados a partir del análisis estadístico de la Distribución de Sensibilidad de las especies con el modelo Log logístico por ser el más conservador, donde: HC5 es la concentración de glifosato en mg/l máxima para proteger el 95% de las especies evaluadas.

Tabla 6. Concentración Prevista sin Efecto

Grupo de especies	PNEC
Organismos Acuáticos (LOEC)	0.46
Organismos Acuáticos (LC ₅₀)	0.22

Valores calculados a partir del HC5 y el AF (factor de valoración). Valor previsto sin efecto de glifosato en mg/l.

Pruebas agudas

La primera prueba realizada de toxicidad aguda para determinar los parámetros de toxicidad que causan letalidad en el organismo *Lecane papuana*, del cual no hay referencias en cuanto a esta prueba realizada con Roundup®, mientras que para glifosato puro se encontró la referencia de un estudio para tesis en el que se determinó una CL_{50} de 121.99 mg/l de glifosato (Saucedo-Ríos, 2017), por otro lado en otra fuente se determinó ese mismo parámetro de CL_{50} de 19.89 mg/l de formulación comercial de glifosato Faena (Garza-León, et al., 2017). Al comparar el resultado obtenido de 91.2 mg/l contra 121.99 mg/l siendo el mismo parámetro en la misma especie y con el mismo tóxico se puede observar una diferencia significativa que puede deberse que el glifosato puro empleado fuera una sal diferente o incluso en su forma ácida, ya que al ser un ácido en su fórmula original pero ser su forma salina de isopropilamina la más comúnmente utilizada, aunque también se emplea sal de trimesul o difenilamina (Ramírez-Duarte, et al., 2003), siendo que alguna de estas formas cause mayor sensibilidad en la especie. También podría deberse simplemente a diferentes manejos y variables no identificadas implicados en la realización de la prueba en diferentes tiempos por diferentes personas.

En la comparación de este mismo parámetro con la misma especie pero diferentes formulaciones comerciales como es Faena® reportado por Garza-León y colaboradores en 2017 de 19.89 mg/l contra 45.7 mg/l obtenido en este estudio con Round up® es debido probablemente que aunque sean del mismo fabricante Monsanto®, ambos tienen diferente formulación en aditivos al haber sido formulados para diferentes propósitos, por ejemplo el Faena® fue fabricado para ser utilizado en campos de siembra en México, mientras que Roundup® en esta presentación fue elaborado para uso doméstico y distribución universal.

Al comparar los resultados con pruebas de toxicidad evaluando también la concentración letal (CL_{50}), con otras especies de zooplancton como es *Daphnia magna* que es la especie mayormente utilizada en esta prueba tan estandarizada incluso para normatividad de monitoreo de la calidad del agua

en México con la norma NMX-AA-087-SCFI-2010 (Rico-Martínez, et al., 2001), con glifosato puro es de 146 mg/l en prueba de 48 horas, y en *Lecane quadridentata* de 150 mg/l también a 48 horas (Domínguez-Cortinas et al., 2008), por lo que además de ser mayor la sensibilidad de *L. papuana* de 91.2 mg/l es más representativa para Aguascalientes que *D. magna* que no se encuentra en los cuerpos de agua del estado (Rico-Martínez, et al., 2001).

Siendo el glifosato menos tóxico puro que en su presentación comercial hasta por 70 veces en sistemas acuáticos dependiendo de la especie y la presentación comercial debido a los aditivos de la formulación son añadidos con el propósito de que el glifosato pueda atravesar y adherirse firmemente a la superficie cuticular de las hojas de las plantas objetivo para incrementar su efectividad, entre los que se enlistan emulsificantes, solventes y surfactantes que de por sí, cada uno de manera individual, tiene su propia toxicidad para los organismos, juntos en la formulación crean un efecto de sinergismo, ya que al hacer los aditivos más biodisponible el glifosato por el daño estructural que provocan, el efecto se potencia para causar mucho más daño en el organismo expuesto (Martínez, 2007). En consecuencia, el glifosato fue casi la mitad de concentración para lograr el mismo efecto letal que Roundup®.

Se esperaba que la diferencia entre la toxicidad entre el glifosato puro y la formulación comercial fuera más amplia que de 1:2 aproximadamente como el caso del glifosato puro que era mucho menos tóxico que la formulación comercial Faena® que tiene diferente formulación por estar enfocado a diferente mercado (Garza-León, et al., 2017).

Las pruebas de letalidad arrojan información de la concentración que provoca un efecto adverso fatal para los organismos de prueba, los procesos tóxicos que provocan dicho efecto pueden deberse a diferentes causas.

En el caso del glifosato puro se sabe que al ser muy soluble deteriora la calidad del medio acuoso (Vera, et al., 2012), aumenta la presión osmótica a la que son muy sensibles los organismos *L. papuana* al ser de agua dulce. En otros estudios con otras especies mostró citotoxicidad que podría deberse a los cambios de la permeabilidad de la membrana o en actividades mitocondriales, y se sabe que el glifosato provoca la pérdida de la actividad funcional que lleva

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

a muerte celular (Ramírez-Duarte, et al., 2003). En microalgas se describe el mecanismo de acción principal el estrés oxidativo, debido a que se daña la respuesta antioxidante (Vera, et al. 2012). Además que el glifosato es capaz de bloquear la adhesión celular al imitar los ligandos de la integrina inutilizar otras enzimas al interferir en la configuración de la proteína por su similitud con un aminoácido (Szekacs, et al., 2018). El glifosato induce el endurecimiento de la membrana celular y la aparición de estructuras del citoesqueleto a nivel sub-celular (Heu et al., 2012). El glifosato al ser una molécula de glicina con un grupo metil sulfonilo unido al átomo de nitrógeno, por lo que se cree que podría desplazar la glicina en puntos aleatorios en la síntesis de proteínas (Samsel y Seneff, 2016).

Podría ser que estos mecanismos, sean los causantes del efecto tóxico en *L. papuana* que provocó la letalidad en los organismos, pero no se puede asegurar, debido a que no está descrito aún el mecanismo de acción tóxica en esta especie, ni en ninguna de su género u otro rotífero, se sabe que el género *Lecane* es menos sensible que otros organismos como algunos copépodos, por ejemplo *Calanoid nauplii*. En la naturaleza el *Lecane* spp se ve beneficiado por el glifosato, debido a que causa un incremento en la abundancia del bacterioplancton, picocianobacterias planctónicas y la concentración de clorofila en la columna de agua, debido a que estos organismos pueden degradar el glifosato; al cabo de unas semanas hay desplazamiento de especies, en el caso de *Calanoid nauplii* por *Lecane* spp se debe no al oportunismo, sino que el copépodo es más sensible a la toxicidad del glifosato (Vera, et al., 2012).

Los copépodos son crustáceos pequeños que carecen de caparazón, lo que los podría hacer más sensibles. A diferencia de los *Lecane* que al ser rotíferos poseen un integumento de proteínas tipo queratina de 39,000 y 47,000 daltons con enlaces entrecruzados con bisulfuro que forma su lorica que cubre todo el cuerpo a excepción de la corona que sobresale y el pie (debido a que requieren mucha flexibilidad para su funcionalidad), lo que proporciona al organismo protección externa (Nogrady, 1993).

La forma en que pudiera acceder el glifosato al sistema del organismo para ejercer su toxicidad sería más probable por la filtración de medio líquido, ya que al ser una prueba aguda en la que el organismo neonato no se le provee de alimento y es sólo por 24 horas, la exposición se da al “beber” y respirar del líquido para subsistir, de esta manera el glifosato disuelto en el medio ingresa al organismo (Nogrady, 1993).

El sistema digestivo por el que atraviesa el líquido es quizá más protegido que la misma loriga, ya que además de estar revestido por las mismas proteínas tipo queratina, la estructura también contiene quitina que es aún menos susceptible al efecto del glifosato por ser un polisacárido bastante estable y fuerte (Nogrady, 1993). Sin embargo se realiza un intercambio de sustancias para que el organismo pueda disponer de las sales, gases e hidratación para sus necesidades orgánicas, no se sabe en este nivel que cantidad de glifosato podría acceder para estar biodisponible y ejercer toxicidad. En seres humanos una dosis oral entre el 62% y 69% es eliminado en heces sin absorción y entre 14% y el 29% de lo que se absorbe es excretado por la orina sin haber sido metabolizado (OMS, 1994). Definitivamente no se puede comparar la biodisponibilidad en seres humanos, pero si fuera el caso en que los rotíferos tampoco absorben la sal, se podría decir que la baja toxicidad que se le atribuye al glifosato es debida a esta situación (Ramírez-Duarte, et al., 2003).

En lo rotíferos existe un órgano de desintoxicación protonefroide de 2 túbulos paralelos con células flamígeras que crean un flujo lento con los fluidos de excreción que se drenan dentro de una vejiga urinaria que se vacía por contracciones hacia la cloaca, además que tienen un pseudocolon que desecha los residuos digestivos, sin embargo no se sabe cómo es que estos sistemas del organismo discriminan las sustancias que absorben y las que excretan, además que nunca se ha medido la cantidad de glifosato absorbido por el rotífero (Nogrady, 1993).

Podría ser que los aditivos de la formulación comercial favorecieran la entrada del glifosato a las células por inserción directa de las membranas, además que en líneas celulares se observó que con concentraciones

superiores a 100 µg/l había una desintegración total de las células y en concentraciones menores la muerte era probablemente necrótica con Roundup®, mientras que con glifosato puro con una concentración de 400 µg/l las células no se disuelven pero se perdía la actividad funcional (Martínez, 2007).

En este caso, en el que los resultados obtenidos de CL₅₀ de 91.2 mg/l para glifosato y 45.7 mg/l en la formulación comercial, en que la toxicidad del glifosato se ve sólo duplicada en comparación con su formulación comercial podría deberse a que al ser la presentación doméstica tenga aditivos menos agresivos que la versión agrícola en la que se ve casi diez veces más tóxico que el glifosato puro. Y por otro lado podría ser que este rotífero en particular no sea tan susceptible a los aditivos utilizados en la formulación como otros organismos más sensibles como anfibios y peces que tienen estructuras anatómicas más expuestas y vulnerables (Ramírez-Duarte, et al. 2003).

Pruebas de inhibición de eclosión de huevos amícticos

La prueba de inhibición de la eclosión de huevos amícticos se realizó como parámetro de toxicidad en el que el tóxico causó un efecto en el desarrollo del organismo retrasando o incluso impidiendo su eclosión (Rico-Martínez, et al., 2013) las gráficas para encontrar los valores de la concentración efectiva a la que se espera que el 50% de los huevos amícticos no eclosionen debido al efecto tóxico del glifosato puro y en su presentación comercial se incluyen en la figura 5 y 6, así como también se incluyeron fotografías al azar de algunos ejemplos de huevos afectados por el tóxico en la figura 4.

Los valores calculados para la inhibición de la eclosión son 214.47mg/L con glifosato puro y 229.47mg/L para Round up®, mucho más altos que en la toxicidad aguda en los neonatos (45.7mg/l y 91.2mg/l respectivamente), además de que el efecto es ligeramente menor en la presentación comercial contrario a la expectativa de que los organismos en desarrollo fueran más sensibles al tóxico y que el efecto fuera mayor en la presentación comercial debido a la toxicidad agregada y sinérgica de los aditivos de la formulación, como sucedió en otras pruebas citadas y las realizadas en este trabajo.

Lo más probable es que un organismo en desarrollo sea más vulnerable que uno que está con su desarrollo completo, pero si tomamos en cuenta la variable de que el huevo está formado por la misma estructura que protege al individuo tras la eclosión, la protección que provee esta estructura es casi duplicada, además de que los rotíferos rodean sus huevos con moco que secretan y ancla al huevo al sustrato que generalmente son algas que además son una fuente de alimento después de la eclosión, y aunque esta sustancia es enjuagada con medio para la prueba, a no haber otro compuesto involucrado para retirar la sustancia, sólo se pierde el moco menos adherido, por lo que el huevo es todavía más revestido, aislando al organismo en desarrollo del medio intoxicado. Otra situación a considerar es el hecho que, a diferencia de los neonatos que realizan filtración del medio que recorren en búsqueda de alimento, los huevos no realizan un intercambio activo de fluidos, por lo que hace más difícil que ocurra la intoxicación (Nogrady, 1993).

En otros estudios con huevos y glifosato en otras especies como en la tortuga de orejas rojas las disminuciones en el porcentaje de eclosión fue mínima de un 80-100% en el control al 73% con una concentración en el medio muy alta de 11,206 ppm (Sparling, 2009), y el caso de los embriones de pez cebra en los que la sensibilidad fue mucho más alta con LD₅₀ de 66.04 µg/ml con glifosato puro, siendo que además se encontró que esta dosis mataba al embrión, no sólo retrasando su eclosión (Gaur y Bhargava, 2019). La muerte del embrión es otra situación que puede explicar los resultados, ya que no se contabilizaron los organismos muertos, sino sólo huevos vivos o muertos sin comprobar su estado.

En los embriones de pez cebra expuestos al glifosato en formulación comercial puede afectar la señalización de calcio y también la señalización de óxido nítrico, que pudiera ser otra razón del efecto tóxico que provocó la sensibilidad en los organismos de prueba (Gaur y Bhargava, 2019).

En los huevos amicticos de *L. papuana* podría ocurrir lo mismo que los neonatos, y que la alteración en la presión osmótica a altas concentraciones de este compuesto sea responsable del efecto tóxico. La eclosión en los rotíferos es alterada por la concentración de sales en el medio, siendo que al haber

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

poca sal se acelera el proceso y al haber mayor concentración de sal de medios salinos o hipersalinos se retrasa (Hagiwara, et al. 1989). En el caso del Roundup®, los aditivos al contener detergentes y emulsificantes con la capacidad de reducir la tensión superficial, así como eliminar iones calcio y magnesio, disminuyendo la dureza del agua del medio, incluso acelerando el proceso (Linke, 2009).

Sin embargo el efecto tóxico podría no deberse enteramente a esta situación ya que como se puede observar en la figura 2, hay daño estructural de los huevos amícticos a altas concentraciones de glifosato puro, mientras que en el caso de la formulación comercial sólo se encontraban organismos muertos que nos pudiera llevar a la sospecha que con los aditivos propios de la fórmula como los detergentes que son añadidos que tiene la capacidad de desnaturalizar proteínas (Linke, 2009), el huevo se disolviera antes de una eclosión natural dejando al organismo expuesto y provocando la muerte en secuencia.

Pruebas crónicas

Las pruebas crónicas son menos estandarizadas que las pruebas agudas debido a que es más difícil medir el efecto del tóxico, ya que en este caso no se evalúa por organismos vivos o muertos, y en la mayoría de los casos, no se sabe si el tóxico alteró las condiciones fisicoquímicas del medio, o si los organismos al ingerir el tóxico les afectó el comportamiento, influyó en la cantidad de alimento ingerido, disminuyó su potencial de reproducción, si se los anuló por completo a parte de la población, si acortó su esperanza de vida o si afectó el porcentaje de eclosión de los huevos porque sólo se mide el crecimiento de la población pero no se hacen más estudios para profundizar sobre las razones que influyeron en dicho efecto (Rico-Martínez, et al., 2012). Empero, la evaluación de las concentraciones efectivas es muy importante para entender mejor la toxicidad del glifosato, ya que se considera el impacto a un mayor plazo y menor concentración en el ecosistema, que podría ser el más relevante, sobre todo si no se toman medidas para evitar consecuencias irreversibles (Jaramillo-Juárez, et al., 2009).

La sensibilidad es mayor en las pruebas crónicas porque al ser por más tiempo, y con concentraciones que no matan a los organismos, y al haber tiempo para completar el tiempo del ciclo de vida y haber otra generación, los organismos fueron expuestos desde la madre, siendo un huevo amíctico, en su etapa juvenil y siendo adulto. En cada etapa le afectará diferente, como ya se notó en las pruebas agudas siendo neonato, o en las pruebas de inhibición de eclosión de huevos amícticos en su etapa de desarrollo más temprana. Además involucra que cada alimento que consume podría estar ingiriendo una dosis del tóxico que puede afectar en su apetito, en su crecimiento, en su reproducción, incluso a un nivel enzimático (Rico-Martínez, et al., 2012).

Y ya que la ingestión no es el único motivo de intoxicación por glifosato, como se mencionó anteriormente; las características fisicoquímicas podrían alterar la osmorregulación, debido a su alta solubilidad en agua, su alta afinidad para unirse a iones metálicos y otros efectos desconocidos que pudiera tener la molécula, y en el caso de la formulación comercial Roundup® de los efectos de los aditivos que no están descritos por el fabricante, ni se han evaluado por separado (Jaramillo-Juárez, et al., 2009).

Al igual que en las pruebas agudas (véase tabla 3), los valores de toxicidad son de concentraciones menores con Round up® $CE_{50} = 3.7\text{mg/l}$, ya que sus aditivos son tóxicos de por sí, y son los que se deben tomar más en cuenta para evaluar riesgos ecológicos, ya que las emisiones son de productos comerciales y no de sustancias solas, en este caso el glifosato. Se podría decir que el efecto tóxico que llevó a la letalidad en las primeras pruebas a los organismos, es la que ahora mermó su descendencia y población total, aunque se requieren muchas pruebas de otra naturaleza para comprobarlo y poder definir este proceso tóxico, debido a su comportamiento parecido en las pruebas en los que claramente se nota la diferencia entre los controles y las concentraciones que conforme aumenta la concentración, menor es el conteo de individuos al terminar la prueba.

En el caso del glifosato puro el efecto de inhibición del crecimiento de la población podría deberse a que el glifosato favorece un poco la eutrofización, pudiendo ser un suministro de fósforo para favorecer el crecimiento de las

microalgas que se adicionan al medio para alimento de los rotíferos en el tiempo que dura la prueba (Deng, et al., 2015), en otros estudios revelan que *Nannochloropsis* era sensible al Round up® al afectar la vía del ácido shikímico (Kumar, et al., 2014), aunque en los valores encontrados sólo está un valor de concentración efectiva a 40 días de LOEC=5mg/L y NOEC=1mg/L, y este efecto no es en concentración de células, sino sobre su valor nutricional lipídico, ya que el crecimiento era incluso mayor pero de menor calidad, este estudio es con glifosato puro (Deng, et al., 2015). En las observaciones finales de la prueba se notó que la tonalidad del pocito de medio con los rotíferos, el tóxico y las microalgas era más verde que al iniciar la prueba, no se realizó un conteo final de las células de *N. oculata*, pero era evidente, sobre todo, al compararlo con la tonalidad de los que tenían Roundup® y los controles.

Siendo la filtración el proceso principal para la adquisición de energía de los rotíferos, en la dinámica poblacional es de suma importancia la disponibilidad del alimento, la concentración del oxígeno disuelto y la calidad y cantidad de sedimento por ser un organismo de hábitos bentónicos. Debido a esto hay una concentración límite de alimento, que al ser superada, la tasa de filtración se vuelve función negativa y la tasa de ingestión puede disminuir, permanecer o incluso en algunos casos aumentar un poco, dependiendo también de la especie de rotífero (Moreira, et al., 2015). Si la concentración de algas proliferó más que los rotíferos, es probable que esto causara inhibición en la reproducción por la sedimentación de algas en el fondo del pocito de prueba y modificación en los esquemas nutricionales.

Por su alto valor nutricional y por ser fáciles de cultivar, *N. oculata* algas marinas y de agua dulce, son comúnmente utilizadas como alimento para los rotíferos (Rojo-Cerberos, et al., 2016), la cantidad 1×10^6 células/ml que es suministrada al inicio de la prueba está en proporción a los rotíferos y es calculada evaluando factores poblacionales para lograr optimizar la tasa instantánea de crecimiento y lograr mayores densidades de población, y que sea suficiente para que se alimenten todos los organismos durante 96 horas que dura la exposición de la prueba, y así fue para los controles y las concentraciones de tóxico en las pruebas realizadas (Prieto y Espitia, 2001).

Por otra parte, los intervalos de ingestión dependen de la concentración del alimento que es el recurso limitante, siendo el crecimiento de la población la variable dependiente que combina supervivencia, fecundidad, tiempo de desarrollo y reproducción. Además de la cantidad de alimento, el rotífero también es influenciado por la temperatura, la salinidad y la cantidad y calidad del alimento. La cantidad de alimento cambia patrones reproductivos y altera la expectativa de vida (Cabrera, 2008).

En estudios anteriores, el intervalo de ingestión de *N. oculata* decreció al incrementarse la concentración, se cree que podría ser provocada por el desgaste de la actividad de filtración, por lo que concentraciones superiores de alimento pueden perjudicar el desarrollo de la población de la muestra (Jasso, 1996).

El crecimiento de las algas durante la prueba crónica en las réplicas de glifosato y la posible disminución de la calidad del contenido lipídico de estas (Deng, et al., 2015), afectó el crecimiento poblacional en esta prueba probablemente en mayor proporción que la toxicidad del glifosato, incluso, podría ser que el glifosato no causa impacto tóxico directo sobre los rotíferos, ya que el valor de CE50= 21.18mg/l es muy elevado y podría deberse a efectos indirectos del glifosato alterando otras condiciones sobretodo nutricionales y calidad del hábitat más que la toxicidad en los organismos por ingestión de este.

La composición de cada pocito en las pruebas cónicas de 2 especies de seres vivos *L. papuana* y su alimento *N. oculata* proporciona al sistema resiliencia para mantener la homeostasia y soportar la introducción de un material exógeno (Alvarado-Flores, et al., 2016). Los rotíferos mostraron en las pruebas de toxicidad aguda tener resistencia al glifosato como se propuso anteriormente, por la pobre biodisponibilidad, baja sensibilidad por este tóxico, o alguna otra razón. Un factor de importancia a considerar para poder explicar la resiliencia mostrada hacia el glifosato podría ser que las microalgas disminuyen el nivel de tóxico en la solución acuosa por los procesos de acumulación, absorción y metabolización (Mustafa, et al., 2021).

Pruebas crónicas decrecientes de concentración de algas

En las pruebas crónicas con concentraciones decrecientes de algas el amortiguamiento que tiene en la toxicidad la cantidad en abundancia de algas, al disminuir la densidad de algas se influyó en la tasa de alimentación, alterando la historia de vida de los rotíferos aumentando la vulnerabilidad hacia el glifosato (Cabrera, 2008).

Sin una concentración adecuada, el tiempo de duplicación se prolonga y baja el nivel de producción debido a las deficiencias alimenticias, entre más carencia de alimento, menor es el conteo final de organismos al término de la prueba (Prieto y Espitia, 2001). De esta manera los controles de las pruebas iban de más de 100 individuos en algunas réplicas al final de la prueba con concentraciones de algas de 1×10^6 células/ml, a sólo alrededor de 10 individuos al final de la prueba con concentraciones de 2.5×10^4 células/ml.

Además de que les afectara la falta de alimento, el glifosato les afectaba más entre menos alimento tenían, cómo se puede notar en la tendencia a disminuir la concentración efectiva CE_{50} en la tabla 4, la única excepción es la concentración de 5×10^5 células/ml que es $CE_{50} = 45.91 \text{ mg/l}$ mucho más alta que la $CE_{50} = 21.18 \text{ mg/l}$ de la concentración estandarizada para la prueba de 1×10^6 células/ml, podría deberse a que como se mencionó antes, el glifosato favoreció el crecimiento de las algas, por lo que al ser suficientes y crecer más afectaron la reproducción de los rotíferos, mientras que al ser la mitad de la concentración, el glifosato también contribuyó la proliferación de las algas llevándolas a una concentración óptima para el crecimiento poblacional de los rotíferos. Así en sitios eutrofizados, hay más AMPA, debido a que la disponibilidad de fósforo disminuye la degradación del glifosato por inhibición enzimática en el metabolismo de los microorganismos implicados en el proceso, mientras que en sitios oligotróficos, tanto el glifosato como el AMPA desaparecen con más rapidez (Carles, et al. 2019).

En las concentraciones menores de algas, el sistema disminuía su capacidad de amortiguamiento del tóxico, así las algas eran consumidas por los rotíferos y estos estaban expuestos al glifosato en solución, y al pasar de

las horas con un déficit alimenticio que los debilitaba dejándoles más sensibles a los efectos tóxicos del glifosato (Mustafa, et al. 2021).

Distribución de la Sensibilidad de las Especies

Para el objetivo final, se evaluó la información obtenida en las pruebas realizadas para integrarla en los conocimientos que se tienen sobre el glifosato en cuanto a toxicidad y la relevancia que tiene este grupo de conocimientos en el ecosistema de agua dulce mexicano.

Las herramientas de ecotoxicología que se emplearon sirven para evaluar de manera cuantitativa el riesgo ecológico. La Distribución de Sensibilidad de las especies (SSD) nos permite hacer una comparación entre diferentes especies de agua dulce y de la toxicidad del glifosato para evaluar a nivel de ecotoxicología ampliando el panorama (Henao-Muñoz, et al. 2015).

El resultado del análisis de SSD arrojó un HC5= 0.046 mg/l. Se utilizaron 21 datos incluyendo las especies que aunque no se encuentren en México pueden reflejar la realidad del riesgo, ya que las especies mexicanas no están estandarizadas y no se evalúan a menudo, y al ser estas especies todas de invertebrados de agua dulce comparten similitudes, además que un valor HC5 obtenido con menos de 20 datos se considera impreciso e inaceptable (Traas, et al., 2001).

El SSD no es considerado un análisis completo, se puede tomar como indicador, siendo parte de un análisis completo del riesgo ecológico (Traas, et al., 2001). Así continuamos al siguiente nivel de evaluación que es la Concentración Prevista sin Efecto (PNEC), que requiere ampliar el análisis de la SSD con más especies para considerar organismos que representen diferentes niveles trófico acuáticos, por lo que se incluyen las especies de peces, anfibios, algas que tiene datos de toxicidad con glifosato, para sumarlos a los datos de invertebrados (Fabriz-Sodré, et al. 2018).

Se dividieron los datos de letalidad en 2 parámetros: LOEC y LC₅₀, el primero por ser el de mayor sensibilidad y el que se consideró para prevenir en mayor medida el riesgo de daño al ecosistema, el segundo para ampliar la comparación en cantidad de especies y datos, ya que la base de

datos aporta una mayor cantidad de información en este parámetro (tablas 5 y 6).

Para calcular la PNEC se requiere de un factor de evaluación (FA) a los datos de toxicidad más sensible, o en este caso a los valores resultantes del análisis SSD, entre más datos sean incluidos menor será la incertidumbre (Park y Kim, 2020).

El PNEC fue desarrollado para predecir el peor escenario, y el AF para evitar que ese escenario se vuelva realidad, así que el AF disminuye como consecuencia de considerar más información y dependiendo de la calidad de dicha información (Fabriz-Sodré, et al. 2018).

El AF=5 se elige justificando en este caso:

- ✓ La relación se hace con el análisis de SSD de diferentes niveles tróficos.
- ✓ Los datos son de estudios de toxicidad aguda y no crónica.
- ✓ Hay una gran diversidad de datos de muchas especies, pero no gran representatividad de especies mexicanas, ya que no están estandarizadas para estudios internacionales y no se encuentra mucha información de estas.
- ✓ Diferentes fuentes de datos obtenidos con diferencias en las estadísticas y diferencias en la metodología y condiciones experimentales.
- ✓ Los datos son obtenidos en estudios de laboratorio y no en campo ni mesocosmos.

Por lo tanto se elige el AF de 5 por ser el más conservador (Park y Kim, 2020).

Los valores de PNEC (tabla 6), nos dan una perspectiva de las concentraciones que si se alcanzan pondrían en riesgo el equilibrio del cualquier ecosistema de agua dulce del planeta, y es contradictorio que para evitar un efecto mínimo del LOEC de letalidad sea de 0.46 mg/l, mientras que para la LC₅₀ sea de 0.22 mg/l, ya que esperar mortalidad del 50% de una población es un efecto muy perjudicial, esta diferencia tan controversial se debe a la cantidad de información que se tiene de cada parámetro, para CL₅₀ se obtuvieron 933 datos (640 de peces, 287 de

anfibios, 4 de rotíferos y 2 de protozoarios) y para LOEC 127 datos (42 de peces, 63 de anfibios, 5 de rotíferos y 16 de protozoarios), incluyendo los datos obtenidos en este estudio; Al haber tal diferencia de cantidad de información hace de menor calidad al del parámetro LOEC, y que además se evaluaron las especies más sensibles que si hubiera reportes de LOEC para todas ellas el PNEC sería mucho más bajo dando una perspectiva más realista, por lo que evaluar un riesgo ecológico es muy relativo a la cantidad de información disponible (Traas, et al., 2001).

El siguiente paso en la evaluación del riesgo ambiental en agua dulce por el glifosato es aplicar la estrategia descrita en la literatura es comparar la PNEC con las concentraciones medidas en el ambiente MEC en sitios analizados en México. Las mediciones que se incluyen (tabla 7) ninguna está cerca de los 2 valores de PNEC, ya que en conversión para LOEC el PNEC= 460 µg/l y para CL50 el PNEC=220 µg/l, mientras que la medición mayor se encontró en Puebla en agua superficial de 4.36 µg/l (Fabriz-Sodré, et al. 2018).

Tabla 7. Concentraciones Ambientales medidas de glifosato en México

LUGAR	PROMEDIO (µg/l)	CONC. MÁXIMA MEDIDA (µg/l)	REFERENCIA
Sinaloa	4	4.2	Arellano-Aguilar y Rendón Von Osten, et al. 2016
Ríos	4	4.2	
Dren	3.9	4.2	
Yucatán	2.275	2.9	Rendón Von Osten, et al. 2016
Agua embotellada	1.31	1.41	Rendón Von Osten y Dzul-Caamal, 2017
	0.5	0.65	
Quintana Roo	0.8	0.9	Arellano-Aguilar y Rendón Von Osten, et al. 2016
Tulum	0.829	1	
Campeche	2.44	2.8	Arellano-Aguilar y Rendón Von Osten, et al. 2016
Puebla			Reynoso, et al. 2020
Superficial	1.678	4.36	
Subterránea	0.821	3.17	

Valores medidos en diferentes lugares de México de glifosato en µg/l.

Conclusiones

Es de suma importancia conocer más sobre el efecto de las sustancias que se descargan en el ambiente, ya que nos hacen más conscientes del riesgo que se corre al hacer uso del glifosato para beneficio de los cultivos, buscando un equilibrio para obtener el beneficio sin perjudicar demasiado e irreversiblemente el ambiente.

Al determinar el efecto del glifosato puro y en una presentación comercial Roundup® en el rotífero *Lecane papuana* mediante análisis de toxicidad y su correlación con parámetros poblacionales se obtuvieron valores de letalidad y subletalidad.

Se obtuvieron concentraciones de seguridad para la protección de la biota acuática a través de la “Distribución de la sensibilidad de especies, SSD” con valores diferentes para el parámetro LOEC de invertebrados que para LOEC y CL₅₀ para peces, anfibios, rotíferos y algas, haciendo uso de la información disponible de estos parámetros, y a partir de los valores de HC5, se calcularon los valores de PNEC siendo menor el valor obtenido a partir de CL₅₀ que LOEC por tener mayor información de organismos más sensibles, con lo que se muestra que el valor es más confiable entre más información se tenga y se consideren más especies con mayor sensibilidad para que sea más realista la evaluación.

Las pruebas agudas aportan valiosa información en una especie que forma parte de los ecosistemas mexicanos, empero la información que se obtiene de las pruebas crónicas es más significativa para comprender mejor el posible daño que se enfrenta. Los organismos mostraron mayor sensibilidad con la formulación comercial en ambas pruebas, y además la cantidad de alimento mostró ser un factor de suma importancia en los procesos tóxicos.

Al evaluar los riesgos ambientales con las herramientas ecotoxiológicas, se hace evidente la importancia de obtener más información toxicológica, sobre todo en organismos presentes en ecosistemas mexicanos para evaluar de forma más realista y con mayor aplicación para legislar la emisión y control del glifosato

Referencias

- Aldenberg, T. and Jaworska, J. (2000). Uncertainty of the hazardous concentration and fraction affected for normal species sensitivity distributions. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 46, 1-18.
- Alvarado-Flores J., Rico-Martínez. (2016). Bioconcentration of Lead and x-ray Microanalysis with SEM in the Freshwater Rotifer *Lecane quadridentata* (Rotifera: Monogononta). *Polish Journal of Environmental Studies* 26, 6, 2869-2872.
- Arellano Aguilar, O., & Rendón von Osten, J. (2016). La huella de los plaguicidas en México| Greenpeace México.
- Burchfield, S. L., Bailey, D. C., Todt, C. E., Denney, R. D., Negga, R., & Fitsanakis, V. A. (2019). Acute exposure to a glyphosate-containing herbicide formulation inhibits Complex II and increases hydrogen peroxide in the model organism *Caenorhabditis elegans*. *Environmental toxicology and pharmacology*, 66, 36-42.
- Cabrera F., María I. (2008). Tasa de crecimiento poblacional del rotífero *Brachionus rotundiformis* (Rotifera: Brachionidae) en un quimioestado de dos cámaras. *Revista de Biología Tropical*, 56(3) ,1149-1157. [Fecha de Consulta 17 de Noviembre de 2020]. ISSN: 0034-7744.
- Carles, L., Gardon, H., Joseph, L., Sanchís, J., Farré, M., & Artigas, J. (2019). Meta-analysis of glyphosate contamination in surface waters and dissipation by biofilms. *Environment international*, 124, 284-293.
- Connolly A, Jones K, Galea KS et al. (2017) Exposure assessment using human biomonitoring for glyphosate and fluroxypyr users in amenity horticulture. *Int J Hyg Environ Health*; 220: 1064–73.
- Crickmore, N., Zeigler, D. R., Feitelson, J., Schnepf, E. S. C. H. E. R. I. C. H. I. A., Van Rie, J., Lereclus, D., ... & Dean, D. H. (1998). Revision of the nomenclature for the *Bacillus thuringiensis* pesticidal crystal proteins. *Microbiology and molecular biology reviews*, 62(3), 807-813..
- Cuhra, M., Traavik, T., & Bøhn, T. (2013). Clone-and age-dependent toxicity of a glyphosate commercial formulation and its active ingredient in *Daphnia magna*. *Ecotoxicology*, 22(2), 251-262.
- Dabney, B. L., & Patiño, R. (2018). Low-dose stimulation of growth of the harmful alga, *Prymnesium parvum*, by glyphosate and glyphosate-based herbicides. *Harmful algae*, 80, 130-139..

- Dagne, A., Herzig, A., Jersabek, C. D., & Tadesse, Z. (2008). Abundance, species composition and spatial distribution of planktonic rotifers and crustaceans in Lake Ziway (Rift Valley, Ethiopia). *International Review of Hydrobiology*, 93(2), 210-226.
- Dearden, J. C. (2002). Prediction of environmental toxicity and fate using quantitative structure-activity relationships (QSARs). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 13(6), 754-762.
- Deng, L., Senseman, S. A., Gentry, T. J., Zuberer, D. A., Camargo, E. R., Weiss, T. L., & Devarenne, T. P. (2015). Effect of selected herbicides on growth and lipid content of *Nannochloris oculata*. *Journal of Aquatic Plant Management*, 53(January), 28-35.
- Dominguez-Cortinas, G., J.M. Saavedra, G.E. Santos-Medrano, and R. Rico-Martinez. (2008). Analysis of the Toxicity of Glyphosate and Faena Using the Freshwater Invertebrates *Daphnia magna* and *Lecane quadridentata*. *Toxicol. Environ. Chem.* 90(2): 377-384
- EWG, 2018. Resumen para el desayuno, parte 2: en nuevas pruebas, se muestra un herbicida en todos los cereales para niños. <https://www.ewg.org/release/roundup-breakfast-part-2-new-tests-weed-killer-found-all-kids-cereals-sampled> .
- Fabriz Sodré, Fernando, & Mendonça Dutra, Priscila (2018). Pharmaceuticals and personal care products as emerging micropollutants in Brazilian surface waters: a preliminary snapshot on environmental contamination and risks. *Eclética Química*, 43() ,22-34. ISSN: 0100-4670.
- Garza-Leon, C.V., M.A. Arzate-Cardenas, and R. Rico-Martinez. 2017. Toxicity Evaluation of Cypermethrin, Glyphosate, and Malathion, on Two Indigenous Zooplanktonic Species. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24:18123-18134
- Gaur, H., & Bhargava, A. (2019). Glyphosate induces toxicity and modulates calcium and NO signaling in zebrafish embryos. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 513(4), 1070–1075.
- Green, J. M. (2018). The rise and future of glyphosate and glyphosate-resistant crops. *Pest management science*, 74(5), 1035-1039.
- Gutierrez, M.F. Battauz, Y. Caisso, B. (2017). Disruption of the hatching dynamics of zooplankton egg banks due to glyphosate application. *Chemosphere*, Volume 171, Pages 644-653, ISSN 0045-6535.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Hagiwara, A., Lee, C. S., Miyamoto, G., & Hino, A. (1989). Resting egg formation and hatching of the S-type rotifer *Brachionus plicatilis* at varying salinities. *Marine Biology*, 103(3), 327-332.
 - Henao Muñoz, Liliana Marcela, & Montes Rojas, Claudia Marsela, & Bernal Bautista, Manuel Hernando (2015). Acute toxicity and sublethal effects of the mixture glyphosate (Roundup® Active) and Cosmo-Flux® 411F to anuran embryos and tadpoles of four Colombian species. *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 223-233. ISSN: 0034-7744.
 - Hernández-Flores, S., Santos-Medrano, G.E., Rubio-Franchini, I. et al. Evaluation of bioconcentration and toxicity of five metals in the freshwater rotifer *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1832. *Environ Sci Pollut Res* 27, 14058–14069 (2020).
 - Hetrick J, Blankinship A. (2015). Registration Review Preliminary Ecological Risk Assessment for Glyphosate and Its Salts. Washington, D.C.: US Environmental Protection Agency, Office of Chemical Safety and Pollution Prevention Report No.: EPA-HQ-OPP-2009-0361-0077 [regulations.gov/document/EPA-HQ-OPP-2009-0361-0077](https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OPP-2009-0361-0077).
 - Heu, C., Berquand, A., Elie-Caille, C., & Nicod, L. (2012). Glyphosate-induced stiffening of HaCaT keratinocytes, a Peak Force Tapping study on living cells. *Journal of structural biology*, 178(1), 1-7.
 - Hook, SE y Fisher, NS. (2001). Sublethal effects of silver in zooplankton: Importance of exposure pathways and implications for toxicity testing. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20: 568-574.
 - Jaramillo Juárez F, Rodríguez Vázquez ML, Meléndez Camargo ME, Aldana Madrid ML. (2009). Toxicología de los Plaguicidas. En: *Toxicología Ambiental*. 1a Ed. Jaramillo Juárez F, Rincón Sánchez ER, Rico Martínez R, editores. UAA-U de G., p. 287-322
 - Jasso, R. R. (1996). Efecto nutricional de tres microalgas y una Cianobacteria en el cultivo del Rotífero *Brachionus plicatilis* Müller: 1786. *Ciencias Marinas*, 22(3), 313-328.
 - Jin, X., Zha, J., Xu, Y., Wang, Z., & Kumaran, S. S. (2011). Derivation of aquatic predicted no-effect concentration (PNEC) for 2, 4-dichlorophenol: comparing native species data with non-native species data. *Chemosphere*, 84(10), 1506-1511.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Kumar, K. S., Dahms, H. U., Lee, J. S., Kim, H. C., Lee, W. C., & Shin, K. H. (2014). Algal photosynthetic responses to toxic metals and herbicides assessed by chlorophyll a fluorescence. *Ecotoxicology and environmental safety*, 104, 51-71.
 - Linke, D. (2009). Detergents: an overview. *Methods in enzymology*, 463, 603-617.
 - Martínez, Adriano, & Reyes, Ismael, & Reyes, Niradiz (2007). Citotoxicidad del glifosato en células mononucleares de sangre periférica humana. *Biomédica*, 27(4) ,594-604. ISSN: 0120-4157. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=843/84327414>
 - Martínez-Jerónimo F. y R. Rico-Martínez. (2009). “Capítulo 7: Ecotoxicología acuática”. En: *Toxicología Ambiental* (Jaramillo J., F., Rincón SAR, y R. Rico M., coordinadores). Universidad Autónoma de Aguascalientes y Universidad de Guadalajara. Aguascalientes, México: 173-202. ISBN 978-607-7745-26-6.
 - Mensah, Paul K., Palmer C.G., Odume O.N. (2015). *Ecotoxicology of Glyphosate and Glyphosate-Based Herbicides — Toxicity to Wildlife and Humans. Toxicity and Hazard of Agrochemicals*. Ch. 4
 - Moreira, R. A., da Silva Mansano, A., Rocha, O., & Daam, M. A. (2016). The use of rotifers as test species in the aquatic effect assessment of pesticides in the tropics. *Hydrobiologia*, 773(1), 1-9.
 - Munira S, Farenhorst A, Akinremi W (2018) Phosphate and glyphosate sorption in soils following long-term phosphate applications. *Geoderma* 313:146–153.
 - Mustafa, S., Bhatti, H. N., Maqbool, M., & Iqbal, M. (2021). Microalgae biosorption, bioaccumulation and biodegradation efficiency for the remediation of wastewater and carbon dioxide mitigation: Prospects, challenges and opportunities. *Journal of Water Process Engineering*. 41, 102009.
 - Nendza, M. (2012). *Structure—Activity Relationships in Environmental Sciences* (Vol. 6). Springer Science & Business Media.
 - Nogrady, T., 1993, *Rotifera: biology, ecology and sistematics*. The Hauge. SPB Academic Publishing, 1: 142.

- Nova, P., Calheiros, C., Silva, M. (2020). Glyphosate in Portuguese Adults – A Pilot Study, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, Volume 80, 103462, ISSN 1382-6689,
- Okada E., Costa J.L., Bedmar F. (2016). Adsorption and mobility of glyphosate in different soils under no-till and conventional tillage. *Geoderma*, 263, pp. 78-85
- Paravani, E. V., Sasal, M. C., Sione, S. M., Gabioud, E. A., Oszust, J. D., Wilson, M. G., ... & Repetti, M. R. (2016). Determinación de la concentración de glifosato en agua mediante la técnica de inmunoabsorción ligada a enzimas (ELISA). *Revista internacional de contaminación ambiental*, 32(4), 399-406.
- Park, J., & Kim, S. D. (2020). Derivation of Predicted No Effect Concentrations (PNECs) for Heavy Metals in Freshwater Organisms in Korea Using Species Sensitivity Distributions (SSDs). *Minerals*, 10(8), 697.
- Pérez-Legaspi, I.A., Rico-Martínez, R. (2001). Acute toxicity tests on three species of the genus *Lecane* (Rotifera: Monogononta). *Hydrobiologia* 446, 375–381
- Perbiche-Neves, G., Fileto, C., Laço-Portinho, J., Troguer, A., & Serafim-Júnior, M. (2013). Relations among planktonic rotifers, cyclopoid copepods, and water quality in two Brazilian reservoirs. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(1), 138-149.
- Prieto, Martha, & Espitia, Gustavo (2001). Proporción Óptima de alimento en el mantenimiento de la cepa del rotífero *Brachionus patulus* (Müller) 1786, bajo condiciones de laboratorio. *Revista MVZ Córdoba*, 6(1), 37-42. ISSN: 0122-0268.
- Ramírez Duarte, W. F., & Rondon Barragán, I. S., & Eslava Mocha, P. R. (2003). Efectos del glifosato (GP) con énfasis en organismos acuáticos (revisión de literatura). *Orinoquia*, 7(1-2), 70-100. ISSN: 0121-3709.
- Ren, X., Li, R., Liu, J., Huang, K., Wu, S., Li, Y., & Li, C. (2018). Effects of glyphosate on the ovarian function of pregnant mice, the secretion of hormones and the sex ratio of their fetuses. *Environmental Pollution*, 243, 833-841.
- Rendón-von Osten, J., & Dzul-Caamal, R. (2017). Glyphosate residues in groundwater, drinking water and urine of subsistence farmers from

intensive agriculture localities: a survey in Hopelchén, Campeche, Mexico. *International journal of environmental research and public health*, 14(6), 595.

- Reynoso, E. C., Peña, R. D., Reyes, D., Chavarin-Pineda, Y., Palchetti, I., & Torres, E. (2020). Determination of Glyphosate in Water from a Rural Locality in México and Its Implications for the Population Based on Water Consumption and Use Habits. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), 7102.
- Rico-Martinez R., Pérez-Legaspi I., Arias-Almeida J.C., Santos-Medrano (2012). G.E. *Encyclopedia of Aquatic Ecotoxicology*, Chapter: Rotifers in Ecotoxicology, Publisher: Springer Netherlands, Editors: Jean-François Férard, Christian Blaise. 973.
- Rico-Martínez, R., Snell, T. W., & Shearer, T. L. (2013). Synergistic toxicity of Macondo crude oil and dispersant Corexit 9500A® to the *Brachionus plicatilis* species complex (Rotifera). *Environmental Pollution*, 173, 5-10.
- Rico-Martínez R., Velázquez-Rojas C.A., Pérez-Legaspi I.A., Santos-Medrano G.E. (2001) The Use of Aquatic Invertebrate Toxicity Tests and Invertebrate Enzyme Biomarkers to Assess Toxicity in the States of Aguascalientes and Jalisco, Mexico. In: Butterworth F.M., Gunatilaka A., Gonshebbatt M.E. (eds) *Biomonitoring and Biomarkers as Indicators of Environmental Change 2. Environmental Science Research*, vol 56. Springer, Boston, MA
- Ríos-Saucedo, S. (2017). Relación entre la distancia filogenética y la sensibilidad a tóxicos de cepas selectas del género *Lecane* (Rotifera Monogononta) en el estado de Aguascalientes. Tesis de doctorado en ciencias biológicas. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Rubio-Franchini, I., Mejía-Saavedra, J., Rico-Martínez, R., (2008). Determination of lead in samples of zooplankton, water, and sediments in a Mexican Reservoir: Evidence for lead biomagnification in lower/intermediate trophic levels? *Environ. Toxicol.* 23(4), 459-465
- Samsel, A., & Seneff, S. (2016). Glyphosate pathways to modern diseases V: amino acid analogue of glycine in diverse proteins. *J Biol Phys Chem*, 16(6), 9-46.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Sánchez, J. A. A., da Costa Klosterhoff, M., Romano, L. A., & Martins, C. D. M. G. (2019). Histological evaluation of vital organs of the livebearer *Jenynsia multidentata* (Jenyns, 1842) exposed to glyphosate: A comparative analysis of Roundup® formulations. *Chemosphere*, 217, 914-924.
 - Segers, H. (1996). The biogeography of littoral Lecane Rotifera. *Hydrobiologia* 323: 169–197
 - Seide, V. E., Bernardes, R. C., Pereira, E. J. G., & Lima, M. A. P. (2018). Glyphosate is lethal and Cry toxins alter the development of the stingless bee *Melipona quadrifasciata*. *Environmental Pollution*, 243, 1854-1860.
 - Rojo-Cebreros, A. H., Morales-Plascencia, M. E., Ibarra-Castro, L., Martínez-Brown, J. M., & Medina-Jasso, M. A. (2016). Floculación de *Nannochloropsis* sp. inducida por hidróxido de sodio: eficiencia de floculación, efecto sobre la viabilidad microalgal y su uso como alimento para rotíferos. *Latin american journal of aquatic research*, 44(4), 662-670.
 - Silva, Laís C.M., Daam, Michiel A., Gusmao, Felipe. (2020). Acclimation alters glyphosate temperature-dependent toxicity: Implications for risk assessment under climate change, *Journal of Hazardous Materials*, Volume 385, 121512, ISSN 0304-3894,
 - Sládeček, V. (1983). Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia*, 100(1), 169-201.
 - Snell, T. W., & Serra, M. (1998). Dynamics of natural rotifer populations. *Hydrobiologia*, 368(1), 29-35.
 - Sparling, D. W., & Fellers, G. M. (2009). Toxicity of two insecticides to California, USA, anurans and its relevance to declining amphibian populations. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 28(8), 1696-1703.
 - Szekacs, I., Farkas, E., Gemes, B. L., Takacs, E., Szekacs, A., & Horvath, R. (2018). Integrin targeting of glyphosate and its cell adhesion modulation effects on osteoblastic MC3T3-E1 cells revealed by label-free optical biosensing. *Scientific reports*, 8(1), 1-13.
 - Traas, T.P., Suter II, G.W., & Posthuma, L. (Eds.). (2001). *Species Sensitivity Distributions in Ecotoxicology* (1st ed.). CRC Press.

- Van der Hoeven, N. (2001). Estimating the 5-percentile of the species sensitivity distributions without any assumptions about the distribution. *Ecotoxicology*, 10(1), 25-34.
- Vera, M. S., Di Fiori, E., Lagomarsino, L., Sinistro, R., Escaray, R., Iummato, M. M., ... & Pizarro, H. (2012). Direct and indirect effects of the glyphosate formulation Glifosato Atanor® on freshwater microbial communities. *Ecotoxicology*, 21(7), 1805-1816.
- Weng Z, Rose MT, Tavakkoli E, van Zwieten L, Styles G, Bennett W, Lombi E (2019) Assessing plant-available glyphosate in contrasting soils by diffusive gradient in thin-films technique (DGT). *Sci Total Environ* 646:735–744
- Xi, Y. L., & Feng, L. K. (2004). Effects of Thiophanate-Methyl and Glyphosate on Asexual and Sexual Reproduction in the Rotifer *Brachionus calyciflorus* Pallas. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology*, 73(4). <https://doi.org/10.1007/s00128-004-0475-0>
- Yin, X. W., & Niu, C. J. (2008). Effect of pH on survival, reproduction, egg viability and growth rate of five closely related rotifer species. *Aquatic Ecology*, 42(4), 607-616.

Páginas web

United States Environmental Protection Agency. Ecotoxicology Knowledgebase (ECOTOX). <https://cfpub.epa.gov/ecotox/search.cfm>

Université de Lyon, France. Modeling and Statistical tools for Ecotoxicology (MOSAIC). <https://mosaic.univ-lyon1.fr/>

Anexos

Anexo no. 1: Pruebas agudas

Concentración (mg/l)	Concentración log	Probit
0		
0		
0		
0		
0		
20	1.30103	4.16
20	1.30103	4.16
20	1.30103	4.16
20	1.30103	4.48
20	1.30103	4.48
40	1.60205999	4.48
40	1.60205999	4.48
40	1.60205999	4.48
40	1.60205999	4.16
40	1.60205999	3.72
100	2	5.52
100	2	5.25
100	2	6.28
100	2	5.84
100	2	6.28
125	2.09691001	6.28
125	2.09691001	7.33
125	2.09691001	7.33
125	2.09691001	7.33
150	2.17609126	7.33
150	2.17609126	7.33
150	2.17609126	7.33
150	2.17609126	7.33
150	2.17609126	7.33
150	2.17609126	7.33

Anexo no. 2: Pruebas de inhibición de la eclosión

Round mg/l	%eclosion
0	100
0	100
0	100
0	100
0	100
40	90
40	90
40	80
40	90
40	50
100	80
100	60
100	80
100	40
100	60
150	70
150	60
150	30
150	20
150	60
300	60
300	20
300	90
300	100
300	30
500	70
500	70
500	0
500	0
500	50

Anexo no.3: Pruebas crónicas

Concentración Glifosato (mg/L)	No. Animales al final de la prueba	r
0	105	0.60890449
0	85	0.56664267
0	91	0.58028432
0	98	0.59510591
0	100	0.59914645
1.125	77	0.5468735
1.125	57	0.48672267
1.125	55	0.47957905
1.125	78	0.54945418
1.125	95	0.5888878
2.25	64	0.50988903
2.25	61	0.50028719
2.25	58	0.49020102
2.25	51	0.46447754
2.25	49	0.45647648
4.5	53	0.4721708
4.5	57	0.48672267
4.5	55	0.47957905
4.5	57	0.48672267
4.5	52	0.46836116
9	46	0.4438407
9	57	0.48672267
9	54	0.47590923
9	44	0.43495034
9	51	0.46447754
18	45	0.43944492
18	40	0.41588831
18	53	0.4721708
18	49	0.45647648
18	42	0.42564634

Concentración Roundup® (mg/l)	No. Individuos al final de la prueba	r
0	85	0.56664267
0	90	0.57807435
0	90	0.57807435
0	113	0.62358998
0	100	0.59914645
1	68	0.52201396
1	70	0.52781147
1	74	0.53892544
1	63	0.50673936
1	90	0.57807435
2	60	0.49698133
2	40	0.41588831
2	43	0.43035244
2	27	0.33727979
2	57	0.48672267
3	37	0.400296
3	32	0.3712596
3	27	0.33727979
3	31	0.36490986
3	32	0.3712596
4	24	0.31372318
4	31	0.36490986
4	20	0.27725887
4	12	0.17509375
4	14	0.20592388
5	2	-
5	6	0.18325815
5	6	0.03646431
5	0	0
5	0	0
5	0	0

Anexo no.4: Pruebas crónicas con concentraciones decrecientes de algas

Concentración Glifosato (mg/l)	Promedio r /concentración de algas <i>N. oculata</i>				
	5X10 ⁵ células/ml	2.5X10 ⁵ células/ml	1.25X10 ⁵ células/ml	5X10 ⁴ células/ml	2.5X10 ⁴ células/ml
0	0.68864972	0.64560658	0.53374149	0.36730787	0.21245376
1.125	0.60970127	0.59783446	0.53325949	0.32997247	0.12496859
2.25	0.55354491	0.47169085	0.24152833	0.11618854	0.08580162
4.5	0.60782854	0.53072456	0.29654525	0.09692923	0.03576514
9	0.55040991	0.42496041	0.34573606	-0.0611641	-0.19528392
18	0.53173336	0.3844282	0.28242707	-0.34459721	-0.25304619

Anexo no.5: Datos de mortalidad por toxicidad de Glifosato obtenidos en ECOTOX de EPA para obtener valores de HC5

Valores de CL₅₀

Especie	Clase	Presentación	Concentración Glifosato (mg/l)	Ref
<i>Salmo trutta</i>	Peces	Formulación	5.4	1
<i>Lepomis macrochirus</i>	Peces	Ingrediente Activo	4.5	2
<i>Lepomis macrochirus</i>	Peces	Ingrediente Activo	4.4	2
<i>Ictalurus punctatus</i>	Peces	Ingrediente Activo	5.5	2
<i>Ictalurus punctatus</i>	Peces	Ingrediente Activo	4.9	2
<i>Carassius auratus</i>	Peces	Ingrediente Activo	NR	3
<i>Carassius auratus</i>	Peces	Ingrediente Activo	4183.62	3
<i>Carassius auratus</i>	Peces	Ingrediente Activo	9217	3
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Peces	Ingrediente Activo	4290.8	3
<i>Poecilia reticulata</i>	Peces	Ingrediente Activo	180	4
<i>Clarias gariepinus</i>	Peces	Formulación	0.53	5
<i>Clarias gariepinus</i>	Peces	Formulación	0.53	6
<i>Xenopus laevis</i>	Anfibios	Formulación	5257	7
<i>Xenopus laevis</i>	Anfibios	Formulación	2.75	7
<i>Xenopus laevis</i>	Anfibios	Formulación	466	7
<i>Xenopus laevis</i>	Anfibios	Formulación	0.89	7
<i>Xenopus laevis</i>	Anfibios	Formulación	134.6	7
<i>Xenopus laevis</i>	Anfibios	Formulación	1.05	7
<i>Xenopus laevis</i>	Anfibios	Formulación	455	7
<i>Xenopus laevis</i>	Anfibios	Formulación	58.1	7
<i>Xenopus laevis</i>	Anfibios	Formulación	207	7
<i>Leptodactylus latrans</i>	Anfibios	Ingrediente Activo	9.61	8

Leptodactylus latrans	Anfibios	Ingrediente Activo	8.67	8
Leptodactylus latrans	Anfibios	Ingrediente Activo	5.7	8
Leptodactylus latrans	Anfibios	Ingrediente Activo	7.13	8
Leptodactylus latrans	Anfibios	Ingrediente Activo	4.17	8
Leptodactylus latrans	Anfibios	Ingrediente Activo	3.28	8
Leptodactylus latrans	Anfibios	Ingrediente Activo	3.86	8
Leptodactylus latrans	Anfibios	Ingrediente Activo	3.26	8
Leptodactylus latrans	Anfibios	Ingrediente Activo	6.76	8
Engystomops pustulosus	Anfibios	Ingrediente Activo	2.787	9
Centrolene prosoblepon	Anfibios	Ingrediente Activo	2.414	9
Rhinella sp.	Anfibios	Ingrediente Activo	1.5	9
Scinax ruber	Anfibios	Ingrediente Activo	1.642	9
Rhinella granulosa	Anfibios	Ingrediente Activo	2.348	9
Hypsiboas crepitans	Anfibios	Ingrediente Activo	2.064	9
Dendropsophus microcephalus	Anfibios	Ingrediente Activo	1.2	9
Rhinella marina	Anfibios	Ingrediente Activo	2.733	9
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	127	10
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	121.5	10
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	110.8	10
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	116	10
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	10.6	10
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	11.6	10
Crinia insignifera	Anfibios	Ingrediente Activo	88.7	10
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	12.7	10
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	7.66	10
Crinia insignifera	Anfibios	Ingrediente Activo	51.8	10
Morone saxatilis	Peces	Formulación	61.5	11
Morone saxatilis	Peces	Formulación	50	11
Morone saxatilis	Peces	Formulación	23.5	11
Morone saxatilis	Peces	Formulación	131	11
Morone saxatilis	Peces	Formulación	3.54	11
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	24.78	12
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	603	13
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	750	13
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	750	13
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	19.4	14
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	72.8	14
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Formulación	42.5	14
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Formulación	42	14
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Formulación	41.6	14
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Formulación	41.4	14
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Formulación	56	14

Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Formulación	55.6	14
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Formulación	53	14
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Formulación	55.5	14
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Ingrediente Activo	100	15
Poecilia reticulata	Peces	Formulación	15.14	16
Poecilia reticulata	Peces	Formulación	15	16
Poecilia reticulata	Peces	Formulación	10.08	16
Poecilia reticulata	Peces	Formulación	10.25	16
Poecilia reticulata	Peces	Formulación	14.37	16
Poecilia reticulata	Peces	Formulación	9.76	16
Poecilia reticulata	Peces	Formulación	15.81	16
Poecilia reticulata	Peces	Formulación	9	16
Physalaemus cuvieri	Anfibios	Ingrediente Activo	2.13	17
Physalaemus cuvieri	Anfibios	Ingrediente Activo	115	18
Boana pardalis	Anfibios	Ingrediente Activo	106	18
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	76.5	19
Hydra vulgaris	Invertebrados	Ingrediente Activo	18.2	20
Hydra vulgaris	Invertebrados	Ingrediente Activo	21.8	20
Spea bombifrons	Anfibios	Ingrediente Activo	2.03	21
Spea bombifrons	Anfibios	Ingrediente Activo	1.85	21
Spea multiplicata	Anfibios	Ingrediente Activo	2.3	21
Spea multiplicata	Anfibios	Ingrediente Activo	2.11	21
Lecane quadridentata	Invertebrados	Formulación	150	22
Lecane quadridentata	Invertebrados	Ingrediente Activo	13.1	22
Pimelodidae	Peces	Formulación	13.57	23
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	5.4	23
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	1.1	23
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	0.58	24
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	0.71	24
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	0.085	24
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	0.99	24
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	0.7	24
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	4	24
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	4.94	24
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	8	24
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	8.26	24
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Formulación	5.3	25
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Formulación	3.5	25
Lithobates clamitans ssp.	Anfibios	Formulación	4.1	25

clamitans				
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Formulación	1.4	25
Bufo americanus	Anfibios	Formulación	2.9	25
Lithobates pipiens	Anfibios	Formulación	15.1	25
Bufo americanus	Anfibios	Formulación	6.4	25
Lithobates pipiens	Anfibios	Formulación	7.5	25
Bufo americanus	Anfibios	Formulación	4.8	25
Lithobates pipiens	Anfibios	Formulación	1.8	25
Lithobates pipiens	Anfibios	Formulación	1.1	25
Bufo americanus	Anfibios	Formulación	1.7	25
Xenopus laevis	Anfibios	Formulación	0.88	25
Xenopus laevis	Anfibios	Formulación	15.6	25
Xenopus laevis	Anfibios	Formulación	2.1	25
Xenopus laevis	Anfibios	Formulación	7.9	25
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	1.5	25
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	11.8	25
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	645.2	25
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	13.9	25
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	6.9	25
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	1.4	25
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	6419	25
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	3.9	25
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	3	25
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	6.9	25
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	604.3	25
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	4341.6	25
Oreochromis niloticus	Peces	Ingrediente Activo	11.3	26
Oreochromis niloticus	Peces	Ingrediente Activo	11.3	26
Oreochromis niloticus	Peces	Ingrediente Activo	11.3	26
Oreochromis niloticus	Peces	Ingrediente Activo	11.59	26
Physalaemus centralis	Anfibios	Formulación	19.7	27
Rhinella marina	Anfibios	Formulación	32	27
Huso huso	Peces	Formulación	26.92	28
Huso huso	Peces	Formulación	67.19	28
Huso huso	Peces	Formulación	41.3	28
Huso huso	Peces	Formulación	8.31	28
Huso huso	Peces	Formulación	19.83	28
Huso huso	Peces	Formulación	74.42	28
Acipenser stellatus	Peces	Formulación	61.15	28
Acipenser stellatus	Peces	Formulación	24.72	28
Acipenser stellatus	Peces	Formulación	39.7	28
Acipenser stellatus	Peces	Formulación	69.72	28

Acipenser stellatus	Peces	Formulación	12.98	28
Acipenser stellatus	Peces	Formulación	46.17	28
Acipenser persicus	Peces	Formulación	61.34	28
Acipenser persicus	Peces	Formulación	10.59	28
Acipenser persicus	Peces	Formulación	77.21	28
Acipenser persicus	Peces	Formulación	44.82	28
Acipenser persicus	Peces	Formulación	34.18	28
Acipenser persicus	Peces	Formulación	26.05	28
Acipenser persicus	Peces	Ingrediente Activo	70	29
Acipenser persicus	Peces	Ingrediente Activo	100	29
Acipenser persicus	Peces	Ingrediente Activo	40	29
Acipenser persicus	Peces	Ingrediente Activo	85	29
Acipenser persicus	Peces	Ingrediente Activo	40	29
Acipenser persicus	Peces	Ingrediente Activo	20	29
Huso huso	Peces	Ingrediente Activo	30	29
Huso huso	Peces	Ingrediente Activo	60	29
Huso huso	Peces	Ingrediente Activo	15	29
Huso huso	Peces	Ingrediente Activo	45	29
Huso huso	Peces	Ingrediente Activo	75	29
Huso huso	Peces	Ingrediente Activo	20	29
Acipenser stellatus	Peces	Ingrediente Activo	35	29
Acipenser stellatus	Peces	Ingrediente Activo	20	29
Acipenser stellatus	Peces	Ingrediente Activo	95	29
Acipenser stellatus	Peces	Ingrediente Activo	80	29
Acipenser stellatus	Peces	Ingrediente Activo	65	29
Acipenser stellatus	Peces	Ingrediente Activo	55	29
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	5.6	30
Ictalurus punctatus	Peces	Formulación	13	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	2.4	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	9.6	30
Ictalurus punctatus	Peces	Formulación	4.3	30
Pimephales promelas	Peces	Formulación	2.3	30
Pimephales promelas	Peces	Formulación	2.4	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	3.9	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	4	30
Ictalurus punctatus	Peces	Formulación	3.7	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	6.2	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	4	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	7.6	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	6.6	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	4.2	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	4.3	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	6	30

Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	8	30
Ictalurus punctatus	Peces	Formulación	13	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	4.3	30
Ictalurus punctatus	Peces	Formulación	4.3	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	2.4	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	6.4	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	5	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	7	30
Ictalurus punctatus	Peces	Formulación	3.3	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	1.8	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	2.4	30
Ictalurus punctatus	Peces	Formulación	43	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	4	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	6.4	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	7.5	30
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	5	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	14	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	2.4	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	7.6	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	2.2	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	14	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	1.3	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	7.4	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	1.4	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	3.4	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	2.4	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	9	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	14	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	7.5	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	14	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	7.5	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	8.3	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	19	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	11	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	14	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	1.6	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	14	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	46	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	14	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	7.6	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	2.4	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	1.4	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	7.6	30

Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	8.3	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	7.6	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	2.4	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	16	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	2.4	30
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	8.2	31
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	12	31
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	15	31
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	9	31
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	4.22	32
Anaxyrus fowleri	Anfibios	Ingrediente Activo	4.21	32
Lithobates sphenoccephalus ssp. sphenoccephalus	Anfibios	Ingrediente Activo	2.05	32
Hyla chrysoscelis	Anfibios	Ingrediente Activo	2.5	32
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	1.8	32
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	2.77	32
Lithobates sphenoccephalus ssp. sphenoccephalus	Anfibios	Ingrediente Activo	1.33	32
Hyla chrysoscelis	Anfibios	Ingrediente Activo	3.26	32
Anaxyrus fowleri	Anfibios	Ingrediente Activo	1.96	32
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	2.77	32
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	2.27	32
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	1.97	32
Hyla chrysoscelis	Anfibios	Ingrediente Activo	4.37	33
Lithobates sphenoccephalus ssp. sphenoccephalus	Anfibios	Ingrediente Activo	5.13	33
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	8.26	33
Anaxyrus fowleri	Anfibios	Ingrediente Activo	5.84	33
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	4.83	33
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	6.09	33
Lithobates sphenoccephalus ssp. sphenoccephalus	Anfibios	Ingrediente Activo	3.57	33
Hyla chrysoscelis	Anfibios	Ingrediente Activo	3.75	33
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	4.56	33
Anaxyrus fowleri	Anfibios	Ingrediente Activo	3.54	33
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	2.94	33
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	3.08	33
Lecane papuana	Invertebrados	Formulación	19.89	34
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	21.6	35
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	23.38	35
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	22.195	35

Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	24.275	35
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	25.12	35
Agalychnis callidryas	Anfibios	Formulación	6.403	36
Piaractus mesopotamicus	Peces	Formulación	22.36	37
Salmo trutta	Peces	Formulación	4.5	38
Pseudepidalea viridis	Anfibios	Ingrediente Activo	25.7	39
Pseudepidalea viridis	Anfibios	Ingrediente Activo	35.9	39
Pseudepidalea viridis	Anfibios	Ingrediente Activo	28.8	39
Pelophylax ridibundus	Anfibios	Ingrediente Activo	32.9	39
Pelophylax ridibundus	Anfibios	Ingrediente Activo	36.7	39
Pelophylax ridibundus	Anfibios	Ingrediente Activo	30	39
Pelophylax ridibundus	Anfibios	Ingrediente Activo	27.4	39
Pseudepidalea viridis	Anfibios	Ingrediente Activo	26.7	39
Pseudepidalea viridis	Anfibios	Ingrediente Activo	34.6	39
Pseudepidalea viridis	Anfibios	Ingrediente Activo	30.9	39
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	17.6	39
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	22	39
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	15.3	39
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	33.6	39
Pelophylax ridibundus	Anfibios	Ingrediente Activo	23.1	40
Pelophylax ridibundus	Anfibios	Ingrediente Activo	22.6	40
Pelophylax ridibundus	Anfibios	Ingrediente Activo	18.3	40
Pelophylax ridibundus	Anfibios	Ingrediente Activo	21.5	40
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	20.4	40
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	16.3	40
Pimephales promelas	Peces	Formulación	127	41
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	54.8	42
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	17.9	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	17.9	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	8.9	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	9	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	2.2	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	2.3	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	17.9	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	17.9	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	7.1	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	8	43

clamitans				
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	2	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	2	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	17.9	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	17.9	43
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	8	43
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	8	43
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	2.9	43
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	3.7	43
Bufo americanus	Anfibios	Ingrediente Activo	4	43
Bufo americanus	Anfibios	Ingrediente Activo	4.2	43
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	6.5	43
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	8	43
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	5.6	43
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	5.1	43
Bufo americanus	Anfibios	Ingrediente Activo	8	43
Bufo americanus	Anfibios	Ingrediente Activo	8	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	17.9	43
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	17.9	43
Jenynsia multidentata	Peces	Formulación	19.02	44
Polypedates cruciger	Anfibios	Formulación	14.99	44
Oreochromis niloticus	Peces	Formulación	16.9	44
Oreochromis niloticus	Peces	Formulación	17.1	44
Oreochromis niloticus	Peces	Formulación	17.5	44
Oreochromis niloticus	Peces	Formulación	16.8	44
Oreochromis niloticus	Peces	Formulación	36.8	44
Oreochromis niloticus	Peces	Formulación	44.4	44
Oreochromis niloticus	Peces	Formulación	40	44
Oreochromis niloticus	Peces	Formulación	46.9	44
Rana luteiventris	Anfibios	Ingrediente Activo	1.65	45
Rana luteiventris	Anfibios	Ingrediente Activo	1.08	45
Rana luteiventris	Anfibios	Ingrediente Activo	0.98	45
Ambystoma macrodactylum	Anfibios	Ingrediente Activo	1.55	45
Ambystoma macrodactylum	Anfibios	Ingrediente Activo	1.85	45
Ambystoma gracile	Anfibios	Ingrediente Activo	1.83	45
Ambystoma gracile	Anfibios	Ingrediente Activo	1.73	45
Pseudacris regilla	Anfibios	Ingrediente Activo	0.43	45
Pseudacris regilla	Anfibios	Ingrediente Activo	0.3	45
Pseudacris regilla	Anfibios	Ingrediente Activo	0.32	45

Rana cascadae	Anfibios	Ingrediente Activo	2.11	45
Rana cascadae	Anfibios	Ingrediente Activo	1.4	45
Rana cascadae	Anfibios	Ingrediente Activo	1.33	45
Anaxyrus boreas	Anfibios	Ingrediente Activo	2.66	45
Anaxyrus boreas	Anfibios	Ingrediente Activo	2.08	45
Anaxyrus boreas	Anfibios	Ingrediente Activo	1.95	45
Clarias gariepinus	Peces	Ingrediente Activo	162.92	46
Clarias gariepinus	Peces	Ingrediente Activo	52.61	46
Clarias gariepinus	Peces	Ingrediente Activo	61.95	46
Clarias gariepinus	Peces	Ingrediente Activo	103.88	46
Rhamdia quelen	Peces	Ingrediente Activo	7.3	47
Scinax nasicus	Anfibios	Ingrediente Activo	NR	48
Scinax nasicus	Anfibios	Ingrediente Activo	3.13	48
Scinax nasicus	Anfibios	Ingrediente Activo	5.27	48
Scinax nasicus	Anfibios	Ingrediente Activo	NR	48
Scinax nasicus	Anfibios	Ingrediente Activo	4	48
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	104.33	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	38.76	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	77.52	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	77.52	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	73.77	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	77.52	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	96.87	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	73.77	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	3.26	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	2.42	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	5.62	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	2.42	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	47.25	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	49.65	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	38.76	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	84.06	49
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	13.2	50
Scinax nasicus	Anfibios	Formulación	3.62	50
Scinax nasicus	Anfibios	Formulación	2.64	50
Scinax nasicus	Anfibios	Formulación	4.78	50
Scinax nasicus	Anfibios	Formulación	3.23	50
Prochilodus lineatus	Peces	Formulación	NR	51
Prochilodus lineatus	Peces	Formulación	20	51
Prochilodus lineatus	Peces	Formulación	NR	51
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	8.53	52
Danio rerio	Peces	Formulación	27.05	53
Piaractus mesopotamicus	Peces	Formulación	8.92	54

Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	115	55
Cyprinus carpio	Peces	Formulación	12.8	55
Pseudorasbora parva	Peces	Formulación	404	56
Alburnus alburnus	Peces	Formulación	16	57
Oreochromis niloticus	Peces	Ingrediente Activo	2.3	58
Oreochromis niloticus	Peces	Ingrediente Activo	2.3	58
Oreochromis niloticus	Peces	Ingrediente Activo	2.3	58
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	3.1	58
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	3.1	58
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	3.4	58
Cyprinus carpio	Peces	Formulación	520.77	59
Cyprinus carpio	Peces	Formulación	520.77	60
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	88.6	61
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	81.2	61
Heleioporus eyrei	Anfibios	Ingrediente Activo	427	61
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	343	61
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	343	61
Crinia insignifera	Anfibios	Ingrediente Activo	466	61
Crinia insignifera	Anfibios	Ingrediente Activo	466	61
Heleioporus eyrei	Anfibios	Ingrediente Activo	373	61
Heleioporus eyrei	Anfibios	Ingrediente Activo	373	61
Crinia insignifera	Anfibios	Ingrediente Activo	494	61
Heleioporus eyrei	Anfibios	Ingrediente Activo	427	61
Crinia insignifera	Anfibios	Ingrediente Activo	494	61
Limnodynastes dorsalis	Anfibios	Ingrediente Activo	400	61
Limnodynastes dorsalis	Anfibios	Ingrediente Activo	400	61
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	2.9	61
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	3.1	61
Limnodynastes dorsalis	Anfibios	Ingrediente Activo	4.6	61
Limnodynastes dorsalis	Anfibios	Ingrediente Activo	3	61
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	333	61
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	328	61
Heleioporus eyrei	Anfibios	Ingrediente Activo	8.6	61
Heleioporus eyrei	Anfibios	Ingrediente Activo	6.3	61
Limnodynastes dorsalis	Anfibios	Ingrediente Activo	400	61
Limnodynastes dorsalis	Anfibios	Ingrediente Activo	400	61
Crinia insignifera	Anfibios	Ingrediente Activo	5.1	61
Crinia insignifera	Anfibios	Ingrediente Activo	3.6	61
Heleioporus eyrei	Anfibios	Ingrediente Activo	16.1	61
Limnodynastes dorsalis	Anfibios	Ingrediente Activo	12	61
Litoria moorei	Anfibios	Ingrediente Activo	10.4	61
Crinia insignifera	Anfibios	Ingrediente Activo	9	61
Limnodynastes dorsalis	Anfibios	Ingrediente Activo	14.7	61

Heleioporus eyrei	Anfibios	Ingrediente Activo	16.6	61
Crinia insignifera	Anfibios	Ingrediente Activo	13.1	61
Ictalurus punctatus	Peces	Ingrediente Activo	130	62
Ictalurus punctatus	Peces	Ingrediente Activo	4.3	62
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	4.3	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	140	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	4.3	62
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	97	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	6	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	4	62
Ictalurus punctatus	Peces	Ingrediente Activo	4.4	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	5.6	62
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	2.9	62
Ictalurus punctatus	Peces	Ingrediente Activo	4.4	62
Ictalurus punctatus	Peces	Ingrediente Activo	130	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	5.5	62
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	97	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	1.8	62
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	4.1	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	2.4	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	4.3	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	9.6	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	5	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	6.8	62
Ictalurus punctatus	Peces	Ingrediente Activo	43	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	4	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	3.9	62
Ictalurus punctatus	Peces	Ingrediente Activo	4.3	62
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	2.4	62
Ictalurus punctatus	Peces	Ingrediente Activo	13	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	7	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	6.4	62
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	7	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	240	62
Ictalurus punctatus	Peces	Ingrediente Activo	3.3	62
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	4.8	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	4.2	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	2.4	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	8	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	135	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	6.2	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	7.5	62
Ictalurus punctatus	Peces	Ingrediente Activo	13	62

Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	150	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	6.6	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	2.4	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	4	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	230	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	7.6	62
Ictalurus punctatus	Peces	Ingrediente Activo	3.7	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	220	62
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	5.6	62
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	2.3	62
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	6.4	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	12	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	2.4	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	8.3	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	14	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	1.4	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	7.4	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	2.4	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	1.4	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	140	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	11	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	1.3	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	130	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	5.2	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	240	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	7.6	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	14	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	240	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	9	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	14	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	14	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	7.6	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	7.5	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	14	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	8.3	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	19	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	2.4	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	7.6	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	14	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	1.6	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	7.5	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	7.6	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	240	62

Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	130	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	3.4	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	14	62
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	7.6	62
Oreochromis mossambicus	Peces	Ingrediente Activo	3.253	63
Rana dalmatina	Anfibios	Ingrediente Activo	3.54	64
Bufo bufo	Anfibios	Ingrediente Activo	4.46	64
Bufo bufo	Anfibios	Ingrediente Activo	4.41	64
Rana dalmatina	Anfibios	Ingrediente Activo	7.35	64
Rana dalmatina	Anfibios	Ingrediente Activo	4	64
Bufo bufo	Anfibios	Ingrediente Activo	4.25	64
Rana dalmatina	Anfibios	Ingrediente Activo	6.5	64
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	140	65
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	22	65
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	20	65
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	120	65
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	200	65
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	290	65
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	15	65
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	130	65
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	210	65
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	22	65
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	26	65
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	100	66
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	27	66
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	75	66
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	10.42	67
Spirostomum ambiguum	Invertebrados	Formulación	40.7	68
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	645	69
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	620	69
Channa punctata	Peces	Formulación	33.991	70
Channa punctata	Peces	Formulación	32.54	70
Channa punctata	Peces	Formulación	37.33	70
Channa punctata	Peces	Formulación	40.788	70
Clarias gariepinus	Peces	Formulación	170	71
Clarias gariepinus	Peces	Formulación	99	71
Clarias gariepinus	Peces	Formulación	95	71
Clarias gariepinus	Peces	Formulación	85	71
Goodea atripinnis	Peces	Formulación	38.95	72
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	53.75	73
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	9.3	74
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	7296.8	74

Dicentrarchus labrax	Peces	Ingrediente Activo	529	75
Piaractus brachipomus	Peces	Formulación	97.47	76
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	2.17	77
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	2.17	77
Hyla versicolor	Anfibios	Ingrediente Activo	1.35	77
Hyla versicolor	Anfibios	Ingrediente Activo	1.35	77
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	2.46	77
Bufo americanus	Anfibios	Ingrediente Activo	2.52	77
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	2.46	77
Bufo americanus	Anfibios	Ingrediente Activo	2.52	77
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	0.55	77
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	1.32	77
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	2.07	77
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	2.07	77
Anaxyrus boreas	Anfibios	Ingrediente Activo	2	78
Notophthalmus viridescens	Anfibios	Ingrediente Activo	2.7	78
Pseudacris crucifer	Anfibios	Ingrediente Activo	0.8	78
Ambystoma gracile	Anfibios	Ingrediente Activo	2.8	78
Ambystoma laterale	Anfibios	Ingrediente Activo	3.2	78
Hyla versicolor	Anfibios	Ingrediente Activo	1.7	78
Ambystoma maculatum	Anfibios	Ingrediente Activo	2.8	78
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	1.4	78
Rana cascadae	Anfibios	Ingrediente Activo	1.7	78
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	1.5	78
Bufo americanus	Anfibios	Ingrediente Activo	1.6	78
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	1.9	78
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	0.8	78
Gambusia yucatana	Peces	Formulación	17.79	79
Tetrahymena pyriformis	Invertebrados	Formulación	1750	80
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	10.17	81
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	27.39	81
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	17.5	81
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	10.8	81
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	48.13	81
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	27.98	81
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	27.13	81
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	27.64	81
Hoplobatrachus rugulosus	Anfibios	Formulación	25.21	82
Hoplobatrachus rugulosus	Anfibios	Formulación	24.66	82
Hoplobatrachus rugulosus	Anfibios	Formulación	24.16	82

Hoplobatrachus rugulosus	Anfibios	Formulación	23.63	82
Clarias gariepinus	Peces	Formulación	0.0072	83
Oncorhynchus kisutch	Peces	Formulación	42	84
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	25.5	84
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	28	84
Oncorhynchus nerka	Peces	Formulación	28.8	84
Oncorhynchus nerka	Peces	Formulación	27.7	84
Oncorhynchus nerka	Peces	Formulación	26.7	84
Piaractus mesopotamicus	Peces	Ingrediente Activo	3.74	85
Phalloceros caudimaculatus	Peces	Formulación	975	85
Physalaemus albonotatus	Anfibios	Formulación	5.38	86
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	89.44	87
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	82.08	87
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	85.96	87
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	78.18	87
Gambusia affinis	Peces	Formulación	6.2	88
Cyprinus carpio	Peces	Formulación	13	88
Cyprinus carpio	Peces	Formulación	11	88
Lepidocephalichthys thermalis	Peces	Ingrediente Activo	1.814	89
Lepidocephalichthys thermalis	Peces	Ingrediente Activo	4.91	89
Lepidocephalichthys thermalis	Peces	Ingrediente Activo	6.845	89
Lepidocephalichthys thermalis	Peces	Ingrediente Activo	3.083	89
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	5.5	90
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	7.33	90
Ctenopharyngodon idella	Peces	Ingrediente Activo	15	91
Ctenopharyngodon idella	Peces	Ingrediente Activo	24	91
Ctenopharyngodon idella	Peces	Ingrediente Activo	26	91
Pimephales promelas	Peces	Formulación	67.9	92
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	183.7	92
Lepomis macrochirus	Peces	Ingrediente Activo	45	92
Cyprinodon variegatus	Peces	Ingrediente Activo	240	92
Cyprinodon variegatus	Peces	Formulación	180.2	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	824	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	134	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	77.6	92
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	7.3	92
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	5.8	92
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	134	92
Ictalurus punctatus	Peces	Formulación	16	92
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	230	92

Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	830.8	92
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	1000	92
Pimephales promelas	Peces	Formulación	9.4	92
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	84.9	92
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	120	92
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	14	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	1000	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	86	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	5.4	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	240	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	120	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	8.2	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	11	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	150	92
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	297	92
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	3500	92
Cyprinodon variegatus	Peces	Formulación	320	92
Lepomis macrochirus	Peces	Formulación	4.9	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	5.7	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	603	92
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	1800	92
Oryzias latipes	Peces	Ingrediente Activo	160	93
Oryzias latipes	Peces	Formulación	76.8	93
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Ingrediente Activo	16.15	94
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Ingrediente Activo	16.7	94
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Ingrediente Activo	15.68	94
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Ingrediente Activo	16.07	94
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Ingrediente Activo	98.5	94
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Ingrediente Activo	91.73	94
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Ingrediente Activo	93.73	94
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Ingrediente Activo	91.73	94
Anaxyrus boreas	Anfibios	Ingrediente Activo	6392	95
Anaxyrus boreas	Anfibios	Ingrediente Activo	8279	95
Anaxyrus boreas	Anfibios	Ingrediente Activo	5092	95
Anaxyrus boreas	Anfibios	Ingrediente Activo	4524	95
Anaxyrus boreas	Anfibios	Ingrediente Activo	4524	95
Anaxyrus boreas	Anfibios	Ingrediente Activo	5092	95
Discoglossus pictus	Anfibios	Ingrediente Activo	128.2	96
Discoglossus pictus	Anfibios	Ingrediente Activo	18.29	96
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	7.04	96
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	25.82	96
Rana temporaria	Anfibios	Ingrediente Activo	11.1	97
Rana temporaria	Anfibios	Ingrediente Activo	10.4	97

Rana temporaria	Anfibios	Ingrediente Activo	12.2	97
Rana temporaria	Anfibios	Ingrediente Activo	39.5	97
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	94	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	26	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	94	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	380	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	190	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	63	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	102	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	190	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	14	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	23	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	102	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	94	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	23	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	14	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	94	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	102	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	34	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	14	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	102	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	245	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	102	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	55	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	22	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	210	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	128	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	19	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	182	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	117	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	55	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	205	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	22	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	37	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	36	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	27	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	220	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	132	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	220	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	36	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	30	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	174	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	211	98

Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	121	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	112	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	115	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	27	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	211	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	30	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	153	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	102	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	122	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	109	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	108	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	108	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	27	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	111	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	44	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	157	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	24	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	108	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	30	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	107	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	26	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	107	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	93	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	108	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	115	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	103	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	99	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	220	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	220	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	32	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	220	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	197	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	11	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	22	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	10	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	22	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	11	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	21	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	108	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	99	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	10	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	112	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	157	98

Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	13	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	24	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	26	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	148	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	16	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	101	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	22	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	10	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	178	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	202	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	101	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	25	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	19	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	46	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	14	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	46	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	35	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	48	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	35	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	30	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	31	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	54	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	77	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	34	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	88	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	34	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	48	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	46	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	20	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	24	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	24	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	17	98

Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	24	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	68	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	24	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	52	98
Oncorhynchus gorbuscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	13	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	84	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	13	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	27	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	57	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	22	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	35	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	22	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	41	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	34	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	13	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	27	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	32	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	30	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	62	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	56	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	27	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	51	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	52	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	27	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	55	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	30	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	27	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	25	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	35	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	27	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	38	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	51	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	25	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	23	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	47	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	59	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	25	98

Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	28	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	45	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	35	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	54	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	51	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	62	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	42	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	14	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	55	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	45	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	44	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	25	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	32	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	79	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	51	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	70	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	57	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	19	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	28	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	73	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	55	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	67	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	27	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	30	98
Oncorhynchus tshawytscha	Peces	Ingrediente Activo	62	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	32	98
Oncorhynchus kisutch	Peces	Ingrediente Activo	35	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	19	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	31	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	18	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	20	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	20	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	31	98

Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	15	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	18	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	62	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	20	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	21	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	19	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	31	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	29	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	48	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	18	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	35	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	88	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	15	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	21	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	42	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	14	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	33	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	48	98
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	42	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	25	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	11	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	27	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	20	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	15	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	20	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	36	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	31	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	18	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	55	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	62	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	58	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	19	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	23	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	58	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	23	98

Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	24	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	17	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	47	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	25	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	11	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	25	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	58	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	36	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	18	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	23	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	25	98
Oncorhynchus keta	Peces	Ingrediente Activo	12	99
Brachionus calyciflorus	Invertebrados	Ingrediente Activo	28	100
Euphlyctis cyanophlyctis	Anfibios	Ingrediente Activo	1.91	101
Euphlyctis cyanophlyctis	Anfibios	Ingrediente Activo	3.39	101
Euphlyctis cyanophlyctis	Anfibios	Ingrediente Activo	3.76	102
Euphlyctis cyanophlyctis	Anfibios	Ingrediente Activo	2.12	102

Referencias

Ref.	Autor	Título	Fuente	Año
1	Aanes,K.J.	Some Pesticides Used in Norwegian Agriculture and Their Environmental Effects on Common Inhabitants in Freshwater Ecosystems. Tolerance Limits - Acute and Chronic Effects	In: A.Helweg (Ed.), Pesticides in the Aquatic Environment, Appearance and Effects, Nov.12-14, 1991, Tunc Landboskole, Denmark:108-131	1992
2	Abdelghani,A.A., P.B. Tchounwou, A.C. Anderson, H. Sujono, L.R. Heyer, and A. Monkiedje	Toxicity Evaluation of Single and Chemical Mixtures of Roundup, Garlon-3A, 2,4-D, and Syndets Surfactant to Channel Catfish (<i>Ictalurus punctatus</i>), Bluegill Sunfish (<i>Lepomis microchirus</i>), and Crawfish (<i>Procambarus</i> spp.)	Environ. Toxicol. Water Qual.12(3): 237-243	1997
3	Anton,F.A., E. Laborda, and M. De Ariz	Acute Toxicity of the Herbicide Glyphosate to Fish	Chemosphere28(4): 745-753	1994
4	Antunes,A.M., T.L. Rocha, F.S. Pires, M.A. De Freitas, V.R.M.C. Leite, S. Arana, P.C. Moreira, and S.M.T. Saboia-Morais	Gender-Specific Histopathological Response in Guppies <i>Poecilia reticulata</i> Exposed to Glyphosate or Its Metabolite Aminomethylphosphonic Acid	J. Appl. Toxicol.37:1098-1107	2017
5	Ayanda,O.I., J. Oniye Sonnie, and	Behavioural and Some Physiological Assessment of Glyphosate and Paraquat	Pak. J. Zool.49(1): 183-190	2017

	J. Auta	Toxicity to Juveniles of African Catfish, <i>Clarias gariepinus</i>		
6	Ayanda,O.I., S.J. Oniye, J. Auta, and V.O. Ajibola	Acute Toxicity of Glyphosate and Paraquat to the African Catfish (<i>Clarias gariepinus</i> , Teugels 1986) Using some Biochemical Indicators	Trop. Zool.28(4): 152-162	2015
7	Babalola,O.O., and J.H. Van Wyk	Comparative Early Life Stage Toxicity of the African Clawed Frog, <i>Xenopus laevis</i> Following Exposure to Selected Herbicide Formulations Applied to Eradicate Alien Plants in South Africa	Arch. Environ. Contam. Toxicol.75(1): 8-16	2018
8	Bach,N.C., G.S. Natale, G.M. Somoza, and A.E. Ronco	Effect on the Growth and Development and Induction of Abnormalities by a Glyphosate Commercial Formulation and Its Active Ingredient During Two Developmental Stages of the South-American Creole Frog, <i>Leptodactylus latra</i>	Environ. Sci. Pollut. Res.23:23959-23971	2016
9	Bernal,M.H., K.R. Solomon, and G. Carrasquilla	Toxicity of Formulated Glyphosate (Glyphos) and Cosmo-Flux to Larval Colombian Frogs 1. Laboratory Acute Toxicity	J. Toxicol. Environ. Health Part A72(15): 961-965	2009
10	Bidwell,J.R., and J.R. Gorrie	Acute Toxicity of a Herbicide to Selected Frog Species	Final Rep., Dep.of Environ.Prot., Technical Series 79, Perth, Western Australia:9 p.	1995
11	Bills,T.D., L.L. Marking, and G.E. Howe	Sensitivity of Juvenile Striped Bass to Chemicals Used in Aquaculture	Resour.Publ.192, Fish Wildl.Serv., U.S.D.I., Washington, DC:11 p.	1993
12	Bonfanti,P., M. Saibene, R. Bacchetta, P. Mantecca, and A. Colombo	A Glyphosate Micro-Emulsion Formulation Displays Teratogenicity in <i>Xenopus laevis</i>	Aquat. Toxicol.195:103-113	2018
13	Bowman,J.H.	Acute Toxicity of SC-0224 4LC-E to Rainbow Trout (<i>Salmo gairdneri</i>)	Final Report 35638. ABC Laboratories, Missouri, Stauffer Chemical Company:6 p.	1987
14	Brodeur,J.C., M.B. Poliserpi, M.F. D'Andrea, and M. Sanchez	Synergy Between Glyphosate- and Cypermethrin-Based Pesticides During Acute Exposures in Tadpoles of the Common South American Toad <i>Rhinella arenarum</i>	Chemosphere112:70-76	2014
15	Carriquiriborde,P., J. Diaz, H. Mugni, C. Bonetto, and A.E. Ronco	Impact of Cypermethrin on Stream Fish Populations Under Field-Use in Biotech-Soybean Production	Chemosphere68(4): 613-621	2007
16	Chandrasekera,W. U., and N.P.	The Lethal Impacts of Roundup (Glyphosate) on the Fingerlings of	Asian Fish. Sci.24(4): 367-378	2011

	Weeratura	Guppy, <i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859		
17	Costa,R.N., and F. Nomura	Measuring the Impacts of Roundup Original on Fluctuating Asymmetry and Mortality in a Neotropical Tadpole	Hydrobiologia765:85-96	2016
18	Daam,M.A., M.F. Moutinho, E.L.G. Espindola, and L. Schiesari	Lethal Toxicity of the Herbicides Acetochlor, Ametryn, Glyphosate and Metribuzin to Tropical Frog Larvae	Ecotoxicology28(6): 707-715	2019
19	De Brito Rodrigues,L., G. Goncalves Costa, E. Lundgren Tha, L.R. Da Silva, R. De Oliveira, D. Morais Leme, M.M. Cestari	Impact of the Glyphosate-Based Commercial Herbicide, Its Components and Its Metabolite AMPA on Non-Target Aquatic Organisms	Mutat. Res., Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.:8 p.	2019
20	Demetrio,P.M., G.D.B. Rossini, C.A. Bonetto, and A.E. Ronco	Effects of Pesticide Formulations and Active Ingredients on the Coelenterate <i>Hydra attenuata</i> (Pallas, 1766)	Bull. Environ. Contam. Toxicol.88(1): 15-19	2012
21	Dinehart,S.K., L.M. Smith, S.T. McMurry, P.N. Smith, T.A. Anderson, and D.A. Haukos	Acute and Chronic Toxicity of Roundup Weathermax and Ignite 280 SL to Larval <i>Spea multiplicata</i> and <i>S. bombifrons</i> from the Southern High Plains, USA	Environ. Pollut.158(8): 2610-2617	2010
22	Dominguez-Cortinas,G., J.M. Saavedra, G.E. Santos-Medrano, and R. Rico-Martinez	Analysis of the Toxicity of Glyphosate and Faena Using the Freshwater Invertebrates <i>Daphnia magna</i> and <i>Lecane quadridentata</i>	Toxicol. Environ. Chem.90(2): 377-384	2008
23	Dos Santos Teixeira,J.M., V. Da Silva Lima, F.R. De Moura, P. Da Costa Marisco, A.P. Sinhorin, and V.D.G. Sinhorin	Acute Toxicity and Effects of Roundup Original on Pintado Da Amazonia	Environ. Sci. Pollut. Res. Int.25:25383-25389	2018
24	Edge,C., M. Gahl, D. Thompson, C. Hao, and J. Houlahan	Variation in Amphibian Response to Two Formulations of Glyphosate-Based Herbicides	Environ. Toxicol. Chem.33(11): 2628-2632	2014
25	Edginton,A.N., P.M. Sheridan, G.R. Stephenson, D.G. Thompson, and H.J. Boermans	Comparative Effects of pH and Vision Herbicide on Two Life Stages of Four Anuran Amphibian Species	Environ. Toxicol. Chem.23(4): 815-822	2004
26	Fai,P.B.A., M. Mbida, J.M. Demefack, and C.	Potential of the Microbial Assay for Risk Assessment (MARA) for Assessing Ecotoxicological Effects of Herbicides to	Ecotoxicology24(9): 1915-1922	2015

	Yamssi	Non-Target Organisms		
27	Figueiredo,J., and D. De Jesus Rodrigues	Effects of Four Types of Pesticides on Survival, Time and Size to Metamorphosis of Two Species of Tadpoles (Rhinella and Physalaemus Centralis) from the Southern Amazon, Brazil	Herpetol. J.24(1): 7-15	2014
28	Filizadeh,Y., and H. Rajabi Islami	Toxicity Determination of Three Sturgeon Species Exposed to Glyphosate	Iran. J. Fish. Sci.10(3): 383-392	2011
29	Filizadeh,Y., and K. Zolfinejad	Toxicity Determination on Three Sturgeon Species Exposed to the Glyphosate	In: Y.Filizadeh,K.Zolfinejad, A.A.M.del Re, E.Capri, G.Fragoulis and M.Trevisan (Eds.), Environmental Fate and Ecological Effects, La Goliardica Parvese S.R.L.Parvia, Italy:683-687	2007
30	Folmar,L.C., H.O. Sanders, and A.M. Julin	Toxicity of the Herbicide Glyphosate and Several of Its Formulations to Fish and Aquatic Invertebrates	Arch. Environ. Contam. Toxicol.8(3): 269-278	1979
31	Forbis,A., P. Boudreau, and M. Schofield	Dynamic 96-Hour Acute Toxicity of Roundup (AB-82-34) to Rainbow Trout (Salmo gairdneri)	Analytical Bio-Chemistry Lab.Inc., Columbia, MO:10 p.	1982
32	Fuentes,L., L.J. Moore, J.H.,Jr. Rodgers, W.W. Bowerman, G.K. Yarrow, and W.Y. Chao	Comparative Toxicity of Two Glyphosate Formulations (Original Formulation of Roundup and Roundup Weathermax) to Six North American Larval Anurans	Environ. Toxicol. Chem.30(12): 2756-2761	2011
33	Fuentes,L., L.J. Moore, J.H.,Jr. Rodgers, W.W. Bowerman, G.K. Yarrow, and W.Y. Chao	Role of Sediments in Modifying the Toxicity of Two Roundup Formulations to Six Species of Larval Anurans	Environ. Toxicol. Chem.33(11): 2616-2620	2014
34	Garza-Leon,C.V., M.A. Arzate-Cardenas, and R. Rico-Martinez	Toxicity Evaluation of Cypermethrin, Glyphosate, and Malathion, on Two Indigenous Zooplanktonic Species	Environ. Sci. Pollut. Res.24:18123-18134	2017
35	Gholami-Seyedkolaei,S.J., A. Mirvaghefi, H. Farahmand, A.A. Kosari, S.J. Gholami-Seyedkolaei, and S.J. Gholami-Seyedkol	Optimization of Recovery Patterns in Common Carp Exposed to Roundup Using Response Surface Methodology: Evaluation of Neurotoxicity and Genotoxicity Effects and Biochemical Parameters	Ecotoxicol. Environ. Saf.98:152-161	2013

36	Ghose,S.L., M.A. Donnelly, J. Kerby, and S.M. Whitfield	Acute Toxicity Tests and meta-Analysis Identify Gaps in Tropical Ecotoxicology for Amphibians	Environ. Toxicol. Chem.33(9): 2114-2119	2014
37	Giaquinto,P.C., M.B. De Sa, V.S. Sugihara, B.B. Goncalves, H.C. Delicio, and A. Barki	Effects of Glyphosate-Based Herbicide Sub-Lethal Concentrations on Fish Feeding Behavior	Bull. Environ. Contam. Toxicol.98(4): 460-464	2017
38	Grande,M., S. Andersen, and D. Berge	Effects of Pesticides on Fish Experimental and Field Studies	Norw. J. Agric. Sci.Suppl.13:195-209	1994
39	Gungordu,A.	Comparative Toxicity of Methidathion and Glyphosate on Early Life Stages of Three Amphibian Species: Pelophylax ridibundus, Pseudepidalea viridis, and Xenopus laevis	Aquat. Toxicol.140/141:220-228	2013
40	Gungordu,A., M. Uckun, and E. Yologlu	Integrated Assessment of Biochemical Markers in Premetamorphic Tadpoles of Three Amphibian Species Exposed to Glyphosate- and Methidathion-Based Pesticides in Single and Combination Forms	Chemosphere144:202 4-2035	2016
41	Henry,C.J.	Effects of Rodeo Herbicide on Aquatic Invertebrates and Fathead Minnows	M.S.Thesis, South Dakota State University, Brookings, SD:63 p.	1992
42	Hildebrand,L.D., D.S. Sullivan, and T.P. Sullivan	Experimental Studies of Rainbow Trout Populations Exposed to Field Applications of Roundup Herbicide	Arch. Environ. Contam. Toxicol.11(1): 93-98	1982
43	Howe,C.M., M. Berrill, B.D. Pauli, C.C. Helbing, K. Werry, and N. Veldhoen	Toxicity of Glyphosate-Based Pesticides to Four North American Frog Species	Environ. Toxicol. Chem.23(8): 1928-1938	2004
44	Hued,A.C., S. Oberhofer, and M.D.L. Bistoni	Exposure to a Commercial Glyphosate Formulation (Roundup) Alters Normal Gill and Liver Histology and Affects Male Sexual Activity of Jenynsia multidentata (Anablepidae, Cyprinodontiformes)	Arch. Environ. Contam. Toxicol.62(1): 107-117	2012
45	King,J.J., and R.S. Wagner	Toxic Effects of the Herbicide Roundup Registered Regular on Pacific Northwestern Amphibians	Northwest. Nat.91(3): 318-324	2010
46	Kingsley,K.C.	Acute Toxicity of Copper Hydroxide and Glyphosate Mixture in Clarias gariepinus: Interaction and Prediction Using Mixture Assessment Models	Environ. Health Toxicol.34(1): 8 p.	2019
47	Kreutz,L.C., L.J.G. Barcellos, T.O. Silva, D. Anziliero, D. Martins, M.	Acute Toxicity Test of Agricultural Pesticides on Silver Catfish (Rhamdia quelen) Fingerlings	Ciencia Rural38(4): 1050-1055	2008

	Lorenson, A. Marteninghe, and L.B. Da Silva			
48	Lajmanovich,R., E. Lorenzatti, M.I. Maitre, S. Enrique, and P. Peltzer	Comparative Acute Toxicity of the Commercial Herbicides Glyphosate to Neotropical Tadpoles <i>Scinax nasicus</i> (Anura: Hylidae)	Fresenius Environ. Bull.12(4): 364-367	2003
49	Lajmanovich,R.C., A.M. Attademo, P.M. Peltzer, C.M. Junges, and M.C. Cabagna	Toxicity of Four Herbicide Formulations with Glyphosate on <i>Rhinella arenarum</i> (Anura: Bufonidae) Tadpoles: B- Esterases and Glutathione S-Transferase Inhibitors	Arch. Environ. Contam. Toxicol.60(4): 681-689	2011
50	Lajmanovich,R.C., C.M. Junges, A.M. Attademo, P.M. Peltzer, M.C. Cabagna- Zenklusen, and A. Basso	Individual and Mixture Toxicity of Commercial Formulations Containing Glyphosate, Metsulfuron-Methyl, Bispyribac-Sodium, and Picloram on <i>Rhinella arenarum</i> Tadpoles	Water Air Soil Pollut.224(3): 1-13	2013
51	Langiano V.C., and C.B.R. Martinez	Toxicity and Effects of a Glyphosate- Based Herbicide on the Neotropical Fish <i>Prochilodus lineatus</i>	Comp. Biochem. Physiol. C Comp. Pharmacol. Toxicol.147(2): 222- 231	2008
52	Lanzarin,G.A.B., L.M. Felix, D. Santos, C.A.S. Venancio, and S.M. Monteiro	Dose-Dependent Effects of a Glyphosate Commercial Formulation - Roundup UltraMax - on the Early Zebrafish Embryogenesis	Chemosphere223:514- 522	2019
53	Lee,H.C., P.N. Lu, H.L. Huang, C. Chu, H.P. Li, and H.J. Tsai	Zebrafish Transgenic Line huORFZ is an Effective Living Bioindicator for Detecting Environmental Toxicants	PLoS One9(3): 12 p.	2014
54	Leveroni,F.A., J.D. Caffetti, and M.C. Pastori	Genotoxic Response of Blood, Gill and Liver Cells of <i>Piaractus mesopotamicus</i> After an Acute Exposure to a Glyphosate-Based Herbicide	Caryologia70(1): 21-28	2017
55	Li,G.C., and C.Y. Chen	Study on the Acute Toxicities of Commonly Used Pesticides to Two Kinds of Fish	KO Hsueh Fa Chan Yueh Kan9(2): 146-152	1981
56	Li,S.N., and R.K. Kole	Response of Gill ATPase and Liver Esterase of <i>Pseudorasbora parva</i> to a Two Month Exposure to Glyphosate and Metsulfuron Methyl	Toxicol. Environ. Chem.86(4): 239-245	2004
57	Linden,E., B.E. Bengtsson, O. Svanberg, and G. Sundstrom	The Acute Toxicity of 78 Chemicals and Pesticide Formulations Against Two Brackish Water Organisms, the Bleak (<i>Alburnus alburnus</i>) and the Harpacticoid <i>Nitocra spinipes</i>	Chemosphere8(11/12) : 843-851	1979
58	Liong,P.C., W.P. Hamzah, and V.	Toxicity of Some Pesticides Towards Freshwater Fishes	Fish.Bull.Dep.Fish.(Mal ays.) No.57:13 p.	1988

	Murugan			
59	Ma,J., and X. Li	Alteration in the Cytokine Levels and Histopathological Damage in Common Carp Induced by Glyphosate	Chemosphere128:293-298	2015
60	Ma,J., Y. Feng, W. Xie, L. Yang, and X. Li	Immune Response in Common Carp (Cyprinus carpio L.) Following Glyphosate-Exposure	Toxin Rev.34(4): 184-189	2015
61	Mann,R.M., and J.R. Bidwell	The Toxicity of Glyphosate and Several Glyphosate Formulations to Four Species of Southwestern Australian Frogs	Arch. Environ. Contam. Toxicol.36(2): 193-199	1999
62	Mayer,F.L.,Jr., and M.R. Ellersieck	Manual of Acute Toxicity: Interpretation and Data Base for 410 Chemicals and 66 Species of Freshwater Animals	USDI Fish and Wildlife Service, Publication No.160, Washington, DC:505 p.	1986
63	Mensah,P.K., C.G. Palmer, and W.J. Muller	Derivation of South African Water Quality Guidelines for Roundup Using Species Sensitivity Distribution	Ecotoxicol. Environ. Saf.96:24-31	2013
64	Miko,Z., J. Ujszegi, Z. Gal, and A. Hettyey	Standardize or Diversify Experimental Conditions in Ecotoxicology? A Case Study on Herbicide Toxicity to Larvae of Two Anuran Amphibians	Arch. Environ. Contam. Toxicol.73(4): 562-569	2017
65	Mitchell,D.G., P.M. Chapman, and T.J. Long	Acute Toxicity of Roundup and Rodeo Herbicides to Rainbow Trout, Chinook, and Coho Salmon	Bull. Environ. Contam. Toxicol.39:1028-1035	1987
66	Morgan,J.D., G.A. Vigers, A.P. Farrell, D.M. Janz, and J.F. Manville	Acute Avoidance Reactions and Behavioral Responses of Juvenile Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss) to Garlon 4, Garlon 3A, And Vision Herbicides	Environ. Toxicol. Chem.10(1): 73-79	1991
67	Morgan,M.J., and J.W. Kiceniuk	Response of Rainbow Trout to a Two Month Exposure to Vision, a Glyphosate Herbicide	Bull. Environ. Contam. Toxicol.48(5): 772-780	1992
68	Nalecz-Jawecki,G., E. Kucharczyk, and J. Sawicki	The Sensitivity of Protozoan Spirostomum ambiguum to Selected Pesticides	Fresenius Environ. Bull.11(2): 98-101	2002
69	Neskovic,N.K., V. Poleksic, I. Elezovic, V. Karan, and M. Budimir	Biochemical and Histopathological Effects of Glyphosate on Carp, Cyprinus carpio L	Bull. Environ. Contam. Toxicol.56(2): 295-302	1996
70	Nwani,C.D., N.S. Nagpure, R. Kumar, B. Kushwaha, P. Kumar, and W.S. Lakra	Lethal Concentration and Toxicity Stress of Carbosulfan, Glyphosate and Atrazine to Freshwater Air Breathing Fish Channa punctatus (Bloch)	Int. Aquat. Res.2(2): 105-111	2010
71	Oloruntuyi,O.O., O. Mulero, and B. Odukale	The Effect of Two Pesticides on Clarias gariepinus	In: Proceedings of the 10th Annual Conference of the Fisheries Society of Nigeria (FISON),	1993

			Abeokuta:173-177	
72	Ortiz-Ordóñez, E., E. Uria-Galicia, R.A. Ruiz-Picos, A.G.S. Duran, Y.H. Trejo, J.E. Seden-Díaz, and E. López-López	Effect of Yerbimat Herbicide on Lipid Peroxidation, Catalase Activity, and Histological Damage in Gills and Liver of the Freshwater Fish <i>Goodea atripinnis</i>	Arch. Environ. Contam. Toxicol. 61(3): 443-452	2011
73	Pereira, A.G., M.L. Jaramillo, A.P. Remor, A. Latini, C.E. Davico, M.L. Da Silva, Y.M.R. Muller, D. Ammar, and E.M. Naza	Low-Concentration Exposure to Glyphosate-Based Herbicide Modulates the Complexes of the Mitochondrial Respiratory Chain and Induces Mitochondrial Hyperpolarization in the <i>Danio rerio</i> Brain	Chemosphere 209:353-362	2018
74	Perkins, P.J., H.J. Boermans, and G.R. Stephenson	Toxicity of Glyphosate and Triclopyr Using the Frog Embryo Teratogenesis Assay - <i>Xenopus</i>	Environ. Toxicol. Chem. 19(4): 940-945	2000
75	Prevot D'Alvise, N., S. Richard, S. Coupe, R. Bunet, and J.P. Grillasca	Acute Toxicity of a Commercial Glyphosate Formulation on European Sea Bass Juveniles (<i>Dicentrarchus labrax</i> L.): Gene Expressions of Heme Oxygenase-1 (ho-1), Acetylcholinesterase (AChE) and Aromatases (CYP19A and CYP19B)	Cell. Mol. Biol. (Noisy-Le-Grand) 59:1906-1917	2013
76	Ramírez-Duarte, W.F., I.S. Rondon-Barragan, and P.R. Eslava-Mocha	Acute Toxicity and Histopathological Alterations of Roundup Herbicide on "Cachama Blanca" (<i>Piaractus brachipomus</i>)	Pesqui. Vet. Bras. 28(11): 547-554	2008
77	Relyea, R.A.	The Lethal Impacts of Roundup and Predatory Stress on Six Species of North American Tadpoles	Arch. Environ. Contam. Toxicol. 48(3): 351-357	2005
78	Relyea, R.A., and D.K. Jones	The Toxicity of Roundup Original Max to 13 Species of Larval Amphibians	Environ. Toxicol. Chem. 28(9): 2004-2008	2009
79	Rendon-von Osten, J., A. Ortiz-Arana, L. Guilhermino, and A.M.V.M. Soares	In Vivo Evaluation of Three Biomarkers in the Mosquitofish (<i>Gambusia yucatana</i>) Exposed to Pesticides	Chemosphere 58(5): 627-636	2005
80	Roberts, R.O., and S.G. Berk	Effect of Copper, Herbicides, and a Mixed Effluent of Chemoattraction of <i>Tetrahymena pyriformis</i>	Environ. Toxicol. Water Qual. 8(1): 73-85	1993
81	Rodrigues, L.D., R. De Oliveira, F.R. Abe, L.B. Brito, D.S. Moura, M.C. Valadares, C.K. Grisolia, D.P. De Oliveira, and	Ecotoxicological Assessment of Glyphosate-Based Herbicides: Effects on Different Organisms	Environ. Toxicol. Chem. 36(7): 1755-1763	2017
82	Ruamthum, W., S.	Effect of Glyphosate-Based Herbicide on	Commun. Agric. Appl.	2011

	Visetson, J.R. Milne, and V. Bullangpoti	Acetylcholinesterase Activity in Tadpoles, <i>Hoplobatrachus rugulosus</i>	Biol. Sci.76(4): 923- 930	
83	Sani,A., and M.K. Idris	Acute Toxicity of Herbicide (Glyphosate) in <i>Clarias gariepinus</i> Juveniles	Toxicol. Rep.3:513-515	2016
84	Servizi,J.A., R.W. Gordon, and D.W. Martens	Acute Toxicity of Garlon 4 and Roundup Herbicides to Salmon, <i>Daphnia</i> , and Trout	Bull. Environ. Contam. Toxicol.39(1): 15-22	1987
85	Shiogiri,N.S., S.P. Carraschi, P. Cubo, B.L. Schiavetti, C.D. Cruz, and R.A. Pitelli	Ecotoxicity of Glyphosate and Aterbane BR Surfactant on <i>Guaru</i> (<i>Phalloceros</i> <i>caudimaculatus</i>)	Acta Sci. Biol. Sci.32(3): 285-289	2010
86	Simioni,F., D.F.N. Da Silva, and T. Mott	Toxicity of Glyphosate on <i>Physalaemus</i> <i>albonotatus</i> (Steindachner, 1864) from Western Brazil	Ecotoxicol. Environ. Contam.8(1): 55-58	2013
87	Soloneski,S., C. Ruiz de Arcaute, and M.L. Larramendy	Genotoxic Effect of a Binary Mixture of Dicamba- and Glyphosate-Based Commercial Herbicide Formulations on <i>Rhinella arenarum</i> (Hensel, 1867) (Anura, Bufonidae) Late-Stage Larvae	Environ. Sci. Pollut. Res. Int.23:17811- 17821	2016
88	Sun,F.	Evaluating Acute Toxicity of Pesticides to Aquatic Organisms: Carp, Mosquito Fish and Daphnids	Zhiwu Baohu Xuehui Huikan (Plant Prot. Bull. (Taichung))29(4): 385-396	1987
89	Tapkir,S.D., S.S. Kharat, P. Kumkar, and S.M. Gosavi	Impact, Recovery and Carryover Effect of Roundup on Predator Recognition in Common Spiny Loach, <i>Lepidocephalichthys thermalis</i>	Ecotoxicology28(2): 189-200	2019
90	Tatum,V.L., D.L. Borton, W.R. Streblow, J. Louch, and J.P. Shepard	Acute Toxicity of Commonly Used Forestry Herbicide Mixtures to <i>Ceriodaphnia dubia</i> and <i>Pimephales</i> <i>promelas</i>	Environ. Toxicol.27(12): 671- 684	2012
91	Tooby,T.E., J. Lucey, and B. Stott	The Tolerance of Grass Carp, <i>Ctenopharyngodon idella</i> Val., to Aquatic Herbicides	J. Fish Biol.16(5): 591- 597	1980
92	U.S. Environmental Protection Agency	Pesticide Ecotoxicity Database (Formerly: Environmental Effects Database (EEDB))	Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C.:	1992
93	Uchida,M., S. Takumi, K. Tachikawa, R. Yamauchi, Y. Goto, H. Matsusaki, H. Nakamura, Y. Kagami, T. Kusano, and K. Arizo	Toxicity Evaluation of Glyphosate Agrochemical Components Using Japanese Medaka (<i>Oryzias latipes</i>) and DNA Microarray Gene Expression Analysis	J. Toxicol. Sci.37(2): 245-254	2012
94	Vera-Candioti,J., S. Soloneski, and M.L. Larramendy	Evaluation of the Genotoxic and Cytotoxic Effects of Glyphosate-Based Herbicides in the Ten Spotted Live-	Ecotoxicol. Environ. Saf.89(0): 166-173	2013

		Bearer Fish <i>Cnesterodon decemmaculatus</i> (Jenyns, 1842)		
95	Vincent,K., and C. Davidson	The Toxicity of Glyphosate Alone and Glyphosate-Surfactant Mixtures to Western Toad (<i>Anaxyrus boreas</i>) Tadpoles	Environ. Toxicol. Chem.34(12): 2791-2795	2015
96	Wagner,N., H. Muller, and B. Viertel	Effects of a Commonly Used Glyphosate-Based Herbicide Formulation on Early Developmental Stages of Two Anuran Species	Environ. Sci. Pollut. Res. Int.24:1495-1508	2017
97	Wagner,N., M. Veith, S. Lotters, and B. Viertel	Population and Life-Stage-Specific Effects of Two Herbicide Formulations on the Aquatic Development of European Common Frogs (<i>Rana temporaria</i>)	Environ. Toxicol. Chem.36(1): 190-200	2017
98	Wan,W.T., R.G. Watts, and D.J. Moul	Effects of Different Dilution Water Types on the Acute Toxicity to Juvenile Pacific Salmonids and Rainbow Trout of Glyphosate and Its Formulated Products	Bull. Environ. Contam. Toxicol.43(3): 378-385	1989
99	Wan,W.T., R.G. Watts, and D.J. Moul	Effects of Different Dilution Water Types on the Acute Toxicity to Juvenile Pacific Salmonids and Rainbow Trout of Glyphosate and Its Formulated Products	Bull. Environ. Contam. Toxicol.43(3): 378-385	1989
100	Xi,Y.L., and L.K. Feng	Effects of Thiophanate-Methyl and Glyphosate on Asexual and Sexual Reproduction in the Rotifer <i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas	Bull. Environ. Contam. Toxicol.73(4): 644-651	2004
101	Yadav,S.S., S. Giri, U. Singha, F. Boro, and A. Giri	Toxic and Genotoxic Effects of Roundup on Tadpoles of the Indian Skittering Frog (<i>Euflectis cyanophlyctis</i>) in the Presence and Absence of Predator Stress	Aquat. Toxicol.132/133(0): 1-8	2013
102	Yadav,S.S., S. Giri, U. Singha, F. Boro, and A. Giri	Toxic and Genotoxic Effects of Roundup on Tadpoles of the Indian Skittering Frog (<i>Euflectis cyanophlyctis</i>) in the Presence and Absence of Predator Stress	Aquat. Toxicol.132/133(0): 1-8	2013

Valores de CL₅₀

Especie	Clase	Presentación	Concentración Glifosato (mg/l)	Ref
Cyprinus carpio	Peces	Formulación	0.08	1
Cyprinus carpio	Peces	Formulación	0.001	1
Cyprinus carpio	Peces	Formulación	0.01	1
Cyprinus carpio	Peces	Formulación	0.01	1
Cyprinus carpio	Peces	Formulación	0.8	1
Oncorhynchus mykiss	Peces	Formulación	560	2
Physalaemus cuvieri	Anfibios	Ingrediente Activo	6	3
Pimephales promelas	Peces	Ingrediente Activo	134	4
Salvelinus namaycush	Peces	Ingrediente Activo	408	4
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	400	4
Boana pardalis	Anfibios	Ingrediente Activo	97	5
Physalaemus cuvieri	Anfibios	Ingrediente Activo	112	5
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	100	6
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	100	6
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	100	6
Lecane quadridentata	Invertebrados	Ingrediente Activo	13	7
Lecane quadridentata	Invertebrados	Formulación	140	7
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	6.9	8
Ichthyophthirius multifiliis	Invertebrados	Ingrediente Activo	5072.22	9
Ichthyophthirius multifiliis	Invertebrados	Ingrediente Activo	2536.11	9
Ichthyophthirius multifiliis	Invertebrados	Ingrediente Activo	2536.11	9
Ichthyophthirius multifiliis	Invertebrados	Ingrediente Activo	2536.11	9
Ichthyophthirius multifiliis	Invertebrados	Ingrediente Activo	5072.22	9
Ichthyophthirius multifiliis	Invertebrados	Formulación	77.5829 34	9
Ichthyophthirius multifiliis	Invertebrados	Formulación	77.5829 34	9
Ichthyophthirius multifiliis	Invertebrados	Formulación	38.7914 67	9
Ichthyophthirius multifiliis	Invertebrados	Formulación	38.7914 67	9
Ichthyophthirius multifiliis	Invertebrados	Formulación	77.5829 34	9
Ichthyophthirius multifiliis	Invertebrados	Formulación	20.5366 59	9
Ichthyophthirius multifiliis	Invertebrados	Formulación	1.14092 55	9
Ichthyophthirius multifiliis	Invertebrados	Formulación	20.5366 59	9
Tetrahymena thermophila	Invertebrados	Formulación	157.447 719	9

Tetrahymena thermophila	Invertebrados	Formulación	77.5829 34	9
Tetrahymena thermophila	Invertebrados	Formulación	77.5829 34	9
Physalaemus centralis	Anfibios	Formulación	4.92	10
Rhinella marina	Anfibios	Formulación	16	10
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	0.005	11
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	0.005	11
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	0.005	11
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	5	11
Oncorhynchus mykiss	Peces	Ingrediente Activo	9.9	12
Anaxyrus fowleri	Anfibios	Ingrediente Activo	3.95	12
Anaxyrus fowleri	Anfibios	Ingrediente Activo	1.56	12
Hyla chrysoscelis	Anfibios	Ingrediente Activo	2.1	12
Hyla chrysoscelis	Anfibios	Ingrediente Activo	2.87	12
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	3.68	12
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	2.37	12
Lithobates sphenoccephalus ssp. sphenoccephalus	Anfibios	Ingrediente Activo	1.81	12
Lithobates sphenoccephalus ssp. sphenoccephalus	Anfibios	Ingrediente Activo	0.98	12
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	1.32	12
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	1.68	12
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	2.52	12
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	1.37	12
Anaxyrus fowleri	Anfibios	Ingrediente Activo	5.2	13
Anaxyrus fowleri	Anfibios	Ingrediente Activo	2.78	13
Hyla chrysoscelis	Anfibios	Ingrediente Activo	2.85	13
Hyla chrysoscelis	Anfibios	Ingrediente Activo	2.8	13
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	7.03	13
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	3.98	13
Lithobates sphenoccephalus ssp. sphenoccephalus	Anfibios	Ingrediente Activo	4.55	13
Lithobates sphenoccephalus ssp. sphenoccephalus	Anfibios	Ingrediente Activo	3.95	13
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	3.86	13
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	2.6	13
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	4.9	13
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	3	13
Lecane papuana	Invertebrados	Formulación	15	14
Astyanax lacustris	Peces	Ingrediente Activo	0.3	15
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	0.6	16

Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	0.6	16
Polypedates cruciger	Anfibios	Formulación	0.75	17
Polypedates cruciger	Anfibios	Formulación	1	17
Polypedates cruciger	Anfibios	Formulación	1	17
Galaxias anomalus	Peces	Ingrediente Activo	0.36	18
Rhamdia quelen	Peces	Ingrediente Activo	NR	19
Acris blanchardi	Anfibios	Ingrediente Activo	2.5	20
Rhinella arenarum	Anfibios	Ingrediente Activo	20	21
Scinax nasicus	Anfibios	Formulación	3.07	21
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	8.5	22
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	8.5	22
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	8.5	22
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	8.5	22
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	15	22
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	8.5	22
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	0.1	23
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	0.1	24
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	0.1	24
Cyprinus carpio	Peces	Ingrediente Activo	0.5	24
Bufo bufo	Anfibios	Ingrediente Activo	4	25
Bufo bufo	Anfibios	Ingrediente Activo	4	25
Bufo bufo	Anfibios	Ingrediente Activo	4	25
Lithobates catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	2.1	26
Hyla versicolor	Anfibios	Ingrediente Activo	5	27
Hyla versicolor	Anfibios	Ingrediente Activo	5	27
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	5	27
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	5	27
Bufo americanus	Anfibios	Ingrediente Activo	5	27
Bufo americanus	Anfibios	Ingrediente Activo	5	27
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	5	27
Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	5	27
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	1	27
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	1	27
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	5	27
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	5	27
Anaxyrus boreas	Anfibios	Ingrediente Activo	2.11	28
Hyla versicolor	Anfibios	Ingrediente Activo	2.11	28
Lithobates clamitans ssp. clamitans	Anfibios	Ingrediente Activo	1.12	28
Pseudacris crucifer	Anfibios	Ingrediente Activo	1.12	28
Rana cascadae	Anfibios	Ingrediente Activo	2.11	28
Bufo americanus	Anfibios	Ingrediente Activo	2.11	28

Lithobates pipiens	Anfibios	Ingrediente Activo	2.11	28
Lithobates sylvaticus	Anfibios	Ingrediente Activo	2.11	28
Rana catesbeiana	Anfibios	Ingrediente Activo	1.12	28
Physalaemus albonotatus	Anfibios	Formulación	2.69	29
Physalaemus albonotatus	Anfibios	Formulación	1.345	29
Physalaemus albonotatus	Anfibios	Formulación	2.69	29
Oryzias latipes	Peces	Formulación	0.5	30
Danio rerio	Peces	Formulación	100	31
Danio rerio	Peces	Formulación	1	31
Cyprinus carpio	Peces	Formulación	410	32
Cyprinus carpio	Peces	Formulación	205	32
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	13.9	33
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	100	33
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	12.8	33
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	1000	33
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Ingrediente Activo	0.1	34
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Ingrediente Activo	0.1	34
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Ingrediente Activo	0.1	34
Cnesterodon decemmaculatus	Peces	Ingrediente Activo	0.1	34
Discoglossus pictus	Anfibios	Ingrediente Activo	180	35
Discoglossus pictus	Anfibios	Ingrediente Activo	37	35
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	9	35
Xenopus laevis	Anfibios	Ingrediente Activo	32	35
Rana temporaria	Anfibios	Ingrediente Activo	11	35
Rana temporaria	Anfibios	Ingrediente Activo	34	35
Rana temporaria	Anfibios	Ingrediente Activo	13	35
Rana temporaria	Anfibios	Ingrediente Activo	12	35
Rana temporaria	Anfibios	Ingrediente Activo	35	35
Pseudacris triseriata	Anfibios	Ingrediente Activo	572	36
Odontesthes humensis	Peces	Ingrediente Activo	NR	37
Odontesthes humensis	Peces	Ingrediente Activo	NR	37
Odontesthes humensis	Peces	Ingrediente Activo	NR	37
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	400	38
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	600	38
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	400	38
Danio rerio	Peces	Ingrediente Activo	400	38

Referencias

Ref	Autor	Título	Fuente	Año
1	Barbukho,O.V., and A.O. Zhydenko	Effect of Herbicide "Roundup" on Viability of the Carp Eggs and Possibility of Profylaxis of Its Toxic Impact by Probiotic Preparations BPS-44	Hydrobiol. J.47(5): 72-76	2011
2	Bowman,J.H.	Acute Toxicity of SC-0224 4LC-E to Rainbow Trout (Salmo gairdneri)	Final Report 35638. ABC Laboratories, Missouri, Stauffer Chemcial Company:6 p.	1987
3	Costa,R.N., and F. Nomura	Measuring the Impacts of Roundup Original on Fluctuating Asymmetry and Mortality in a Neotropical Tadpole	Hydrobiologia765:85-96	2016
4	Currie,Z., R.S. Prosser, J.L. Rodriguez-Gil, K. Mahon, D. Poirier, and K.R. Solomon	Toxicity of Cuspide 480SL Spray Mixture Formulation of Glyphosate to Aquatic Organisms	Environ. Toxicol. Chem.34(5): 1178-1184	2015
5	Daam,M.A., M.F. Moutinho, E.L.G. Espindola, and L. Schiesari	Lethal Toxicity of the Herbicides Acetochlor, Ametryn, Glyphosate and Metribuzin to Tropical Frog Larvae	Ecotoxicology28(6): 707-715	2019
6	De Brito Rodrigues,L., G. Goncalves Costa, E. Lundgren Tha, L.R. Da Silva, R. De Oliveira, D. Morais Leme, M.M. Cestari	Impact of the Glyphosate-Based Commercial Herbicide, Its Components and Its Metabolite AMPA on Non-Target Aquatic Organisms	Mutat. Res., Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.:8 p.	2019
7	Dominguez-Cortinas,G., J.M. Saavedra, G.E. Santos-Medrano, and R. Rico-Martinez	Analysis of the Toxicity of Glyphosate and Faena Using the Freshwater Invertebrates Daphnia magna and Lecane quadridentata	Toxicol. Environ. Chem.90(2): 377-384	2008
8	Drottar,K., and H. Krueger	MON 77360: A 96-Hour Static Acute Toxicity Test with the Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss)	Project 139A-207, Wildlife International Ltd., Easton, MD:13 p.	2000
9	Everett,K.D.E., and H.W. Dickerson	Ichthyophthirius multifiliis and Tetrahymena thermophila Tolerate Glyphosate but not a Commercial Herbicidal Formulation	Bull. Environ. Contam. Toxicol.70(4): 731-738	2003
10	Figueiredo,J., and D. De Jesus Rodrigues	Effects of Four Types of Pesticides on Survival, Time and Size to Metamorphosis of Two Species of Tadpoles	Herpetol. J.24(1): 7-15	2014

		(<i>Rhinella</i> and <i>Physalaemus Centralis</i>) from the Southern Amazon, Brazil		
11	Fiorino,E., P. Sehonova, L. Plhalova, J. Blahova, Z. Svobodova, and C. Faggio	Effects of Glyphosate on Early Life Stages: Comparison Between <i>Cyprinus carpio</i> and <i>Danio rerio</i>	Environ. Sci. Pollut. Res.25:8542-8549	2018
12	Fuentes,L., L.J. Moore, J.H.,Jr. Rodgers, W.W. Bowerman, G.K. Yarrow, and W.Y. Chao	Comparative Toxicity of Two Glyphosate Formulations (Original Formulation of Roundup and Roundup Weathermax) to Six North American Larval Anurans	Environ. Toxicol. Chem.30(12): 2756-2761	2011
13	Fuentes,L., L.J. Moore, J.H.,Jr. Rodgers, W.W. Bowerman, G.K. Yarrow, and W.Y. Chao	Role of Sediments in Modifying the Toxicity of Two Roundup Formulations to Six Species of Larval Anurans	Environ. Toxicol. Chem.33(11): 2616-2620	2014
14	Garza-Leon,C.V., M.A. Arzate-Cardenas, and R. Rico-Martinez	Toxicity Evaluation of Cypermethrin, Glyphosate, and Malathion, on Two Indigenous Zooplanktonic Species	Environ. Sci. Pollut. Res.24:18123-18134	2017
15	Goncalves,B.B., N.F. Nascimento, M.P. Santos, R.M. Bertolini, G.S. Yasui, and P.C. Giaquinto	Low Concentrations of Glyphosate-Based Herbicide Cause Complete Loss of Sperm Motility of Yellowtail Tetra Fish <i>Astyanax lacustris</i>	J. Fish Biol.92:1218-1224	2018
16	Howe,C.M., M. Berrill, B.D. Pauli, C.C. Helbing, K. Werry, and N. Veldhoen	Toxicity of Glyphosate-Based Pesticides to Four North American Frog Species	Environ. Toxicol. Chem.23(8): 1928-1938	2004
17	Jayawardena,U.A., R.S. Rajakaruna, A.N. Navaratne, and P.H. Amerasinghe	Toxicity of Agrochemicals to Common Hourglass Tree Frog (<i>Polypedates cruciger</i>) in Acute and Chronic Exposure	Int. J. Agric. Biol.12(5): 641-648	2010
18	Kelly,D.W., R. Poulin, D.M. Tompkins, and C.R. Townsend	Synergistic Effects of Glyphosate Formulation and Parasite Infection on Fish Malformations and Survival	J. Appl. Ecol.47(2): 498-504	2010
19	Koakoski,G., R.M. Quevedo, D. Ferreira, T.A. Oliveira, J.G.S. Da Rosa, M.S. De Abreu, D. Gusso, A. Marqueze, L.C. Kreut	Agrichemicals Chronically Inhibit the Cortisol Response to Stress in Fish	Chemosphere112:85-91	2014
20	Krynak,K.L., D.J. Burke, and M.F. Benard	Rodeo Herbicide Negatively Affects Blanchard's Cricket Frogs (<i>Acris blanchardi</i>)	J. Herpetol.51(3): 402-410	2017

		Survival and Alters the Skin-Associated Bacterial Community		
21	Lajmanovich,R.C., C.M. Junges, A.M. Attademo, P.M. Peltzer, M.C. Cabagna-Zenklusen, and A. Basso	Individual and Mixture Toxicity of Commercial Formulations Containing Glyphosate, Metsulfuron-Methyl, Bispyribac-Sodium, and Picloram on <i>Rhinella arenarum</i> Tadpoles	Water Air Soil Pollut.224(3): 1-13	2013
22	Lanzarin,G.A.B., L.M. Felix, D. Santos, C.A.S. Venancio, and S.M. Monteiro	Dose-Dependent Effects of a Glyphosate Commercial Formulation - Roundup UltraMax - on the Early Zebrafish Embryogenesis	Chemosphere223:514-522	2019
23	Lugowska,K.	The Effects of Roundup on Gametes and Early Development of Common Carp (<i>Cyprinus carpio</i> L)	Fish Physiol. Biochem.44:1109-1117	2018
24	Lugowska,K.	The Effects of Roundup on Gametes and Early Development of Common Carp (<i>Cyprinus carpio</i> L)	Fish Physiol. Biochem.44:1109-1117	2018
25	Miko,Z., J. Ujszegi, and A. Hettyey	Age-Dependent Changes in Sensitivity to a Pesticide in Tadpoles of the Common Toad (<i>Bufo bufo</i>)	Aquat. Toxicol.187:48-54	2017
26	Paetow,L.J., J.D. McLaughlin, B.D. Pauli, and D.J. Marcogliese	Mortality of American Bullfrog Tadpoles <i>Lithobates catesbeianus</i> Infected by <i>Gyrodactylus jennylae</i> and Experimentally Exposed to <i>Batrachochytrium dendrobatidis</i>	J. Aquat. Anim. Health25(1): 15-26	2013
27	Relyea,R.A.	The Lethal Impacts of Roundup and Predatory Stress on Six Species of North American Tadpoles	Arch. Environ. Contam. Toxicol.48(3): 351-357	2005
28	Relyea,R.A., and D.K. Jones	The Toxicity of Roundup Original Max to 13 Species of Larval Amphibians	Environ. Toxicol. Chem.28(9): 2004-2008	2009
29	Simioni,F., D.F.N. Da Silva, and T. Mott	Toxicity of Glyphosate on <i>Physalaemus albonotatus</i> (Steindachner, 1864) from Western Brazil	Ecotoxicol. Environ. Contam.8(1): 55-58	2013
30	Smith,C.M., M.K.M. Vera, and R.K. Bhandari	Developmental and Epigenetic Effects of Roundup and Glyphosate Exposure on Japanese Medaka (<i>Oryzias latipes</i>)	Aquat. Toxicol.210:215-226	2019
31	Sulukan,E., M.	An Approach to Clarify the	Chemosphere180:77-85	2017

	Kokturk, H. Ceylan, S. Beydemir, M. Isik, M. Atamanalp, and S.B. Ceyhun	Effect Mechanism of Glyphosate on Body Malformations During Embryonic Development of Zebrafish (<i>Danio rerio</i>)		
32	Szarek, J., A. Siwicki, A. Andrzejewska, E. Terech-Majewska, and T. Banaszkiewicz	Effects of the Herbicide Roundup on the Ultrastructural Pattern of Hepatocytes in Carp (<i>Cyprinus carpio</i>)	Mar. Environ. Res.50(1-5): 263-266	2000
33	Uren Webster, T.M., L.V. Laing, H. Florance, and E.M. Santos	Effects of Glyphosate and Its Formulation, Roundup, on Reproduction in Zebrafish (<i>Danio rerio</i>)	Environ. Sci. Technol.48(2): 1271-1279	2014
34	Vera-Candioti, J., S. Soloneski, and M.L. Larramendy	Evaluation of the Genotoxic and Cytotoxic Effects of Glyphosate-Based Herbicides in the Ten Spotted Live-Bearer Fish <i>Cnesterodon decemmaculatus</i> (Jenyns, 1842)	Ecotoxicol. Environ. Saf.89(0): 166-173	2013
35	Wagner, N., H. Muller, and B. Viertel	Effects of a Commonly Used Glyphosate-Based Herbicide Formulation on Early Developmental Stages of Two Anuran Species	Environ. Sci. Pollut. Res. Int.24:1495-1508	2017
36	Williams, B.K., and R.D. Semlitsch	Larval Responses of Three Midwestern Anurans to Chronic, Low-Dose Exposures of Four Herbicides	Arch. Environ. Contam. Toxicol.58(3): 819-827	2010
37	Zebal, Y.D., P.G. Costa, B.D. Knopp, L.R. Lansini, B. Zafalon-Silva, A. Bianchini, and R.B. Robaldo	Effects of a Glyphosate-Based Herbicide in <i>Pejerrey Odontesthes humensis</i> Embryonic Development	Chemosphere185:860-867	2017
38	Zhang, S., J. Xu, X. Kuang, S. Li, X. Li, D. Chen, X. Zhao, and X. Feng	Biological Impacts of Glyphosate on Morphology, Embryo Biomechanics and Larval Behavior in Zebrafish (<i>Danio rerio</i>)	Chemosphere181:270-280	2017