

CLORPIRIFÓS

Impactos
en la salud y
el ambiente
en Chile



OCTUBRE 2022

María Elena Rozas

Coordinadora Nacional
Red de Acción en Plaguicidas
de Chile, RAP-Chile
Alianza por una Mejor Calidad de Vida



CLORPIRIFÓS, IMPACTOS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE EN CHILE

María Elena Rozas Flores

IPEN, Red Global por un futuro sin tóxicos

Red de Acción en Plaguicidas de Chile, RAP-Chile

Santiago de Chile, diciembre de 2022

Registro de Propiedad Intelectual: 2023-A-676

Autor foto de la portada: Justin Blau.



IPEN

International Pollutants Elimination Network
Red Internacional de eliminación de contaminantes

IPEN es una red mundial de más de 600 organizaciones no gubernamentales que trabajan en más de 120 países para reducir y eliminar los daños que los productos químicos tóxicos causan a la salud humana y al medio ambiente.

www.ipen.org



RAP-AL

Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina

RAP-AL es una red de organizaciones, instituciones, asociaciones e individuos que se oponen al uso masivo e indiscriminado de plaguicidas, planteando propuestas para reducir y eliminar su uso. Fomenta alternativas viables para el desarrollo de una agricultura, socialmente justa, ecológicamente sustentable y económicamente viable. Asimismo, objeta los cultivos transgénicos porque atentan contra la salud y la diversidad biológica.

<https://rap-al.org/>

Un medioambiente saludable es vital para garantizar una vida sana

RESUMEN EJECUTIVO

El clorpirifós, CPF, es un insecticida organofosforado clorado con características de contaminante orgánico persistente (COP), por tanto, es tóxico en muy bajas concentraciones, se transporta a largas distancias, es persistente y bioacumulable, concentrándose en los tejidos de organismos acuáticos y terrestres en sucesivos niveles de la cadena trófica alimentaria. Debido a sus efectos en la salud humana y el ambiente, la Unión Europea propuso la inclusión del clorpirifós en el Anexo A del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, COP. La Unión Europea, en 2020, no aprobó el clorpirifós para su uso en productos fitosanitarios a raíz de la evaluación de riesgos realizada por los Estados miembros y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, 2019). Por su parte, en 2014, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, EPA, constató riesgos para los trabajadores y posibles riesgos de contaminación del agua potable. Según la Agencia (US-EPA, 2017), la exposición al compuesto también está relacionada con retrasos en el desarrollo mental de los niños.

Estudios epidemiológicos independientes realizados en diferentes partes del mundo señalan que el clorpirifós, contamina el ambiente, causa daños a la salud animal y a la salud humana, especialmente en la etapa perinatal, en la infancia y edad escolar. En la actualidad hay sólidas pruebas científicas que indican que clorpirifós y los plaguicidas organofosforados, OF, dañan el cerebro fetal y producen disfunción cognitiva y conductual a través de múltiples mecanismos, incluida la alteración de la tiroides, cuya hormona es crucial para el desarrollo del cerebro. En la región, se comprobaron efectos dañinos en el desarrollo neurológico y psicomotor de los niños en Chile (Muñoz-Quezada M.T. et al., 2012 a 2020) y en América Latina, (Rozas, M.E., 2021). Estudios en ratas realizados en la Universidad de Buenos Aires, Argentina, evidencian que el CPF altera el equilibrio endocrino actuando como un disruptor endocrino en vivo. Estos hallazgos alertan sobre los efectos nocivos que el CPF ejerce sobre la glándula mamaria, sugiriendo que este compuesto puede actuar como un factor de riesgo para el cáncer de mama (Ventura, C., et al., 2016). Otros estudios, realizados en diferentes partes del mundo, muestran una asociación entre el clorpirifós y el clorpirifós-metilo con autismo (Robert, E., 2007); (Miani, A., et al., 2021) y párkinson en animales de laboratorio (Ali, S. J., et al., 2019).

En Chile, el insecticida clorpirifós se utiliza masivamente en la agricultura, especialmente en hortalizas frescas, y sus residuos se encuentran regularmente en nuestros alimentos. De acuerdo con el último informe del Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, Clorpirifós ocupa en 2019 el segundo lugar de ventas de la serie insecticidas con un volumen total de venta de 605.017,00 kilos / litros, representando un 6,21% de la serie. De acuerdo con los estudios consignados en este informe, clorpirifós ha afectado a habitantes rurales por exposición directa e indirecta y a urbanos por consumo de hortalizas y otros productos contaminados con sus residuos, provocando tanto intoxicaciones agudas como crónicas. Según las notificaciones que realizan los servicios de salud regionales a la Red de Vigilancia de Intoxicaciones Agudas por Plaguicidas, REVEP, del Ministerio de Salud, el clorpirifós forma parte de los 10 plaguicidas (ingredientes activos) que causan el mayor número de intoxicaciones, grupo que representa cada año a más del 50% de los casos notificados de intoxicación, no solo de trabajadores y asalariadas agrícolas sino también de infantes y escolares, incluidos todos los habitantes de comunidades rurales de regiones donde hay agricultura industrial y convencional.

En relación con la intoxicación crónica por clorpirifós, en la región del Maule, trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas mostraron un menor desempeño en comprensión verbal, sensibilidad discriminativa y velocidad de procesamiento y el principal problema de salud fue la intoxicación aguda por exposición a OF, en particular a clorpirifós (Muñoz-Quezada, MT., et al., 2017). En un estudio transversal realizado en el norte, en los valles Elqui y Limarí, Región de Coquimbo, donde hay un alto uso de plaguicidas OF, incluido clorpirifós, se observó que tanto la exposición crónica directa e indirecta a plaguicidas afecta el funcionamiento cognitivo de trabajadores agrícolas y habitantes de zonas rurales agrícolas (Corral, S., et al., 2017).

Respecto a la contaminación de aguas por clorpirifós, investigaciones (Climent, M.J., 2019) evidencian la contaminación difusa o contaminación no puntual por clorpirifós en la cuenca del río Cachapoal. Respecto al riesgo para biota acuática -cocientes de riesgo (RQs)- calculados para los sitios muestreados aguas arriba y aguas abajo del río Cachapoal, se encontró que clorpirifós-etil y tebuconazol son los que constituirían un mayor riesgo para peces y *Daphnia magna* a lo largo del cauce. En el caso de los ríos tributarios que extraen agua del río Cachapoal, el mayor riesgo para *Daphnia m.* se asocia a la presencia de clorpirifós-etil, entre otros 5 plaguicidas. En los canales de riego, el estudio observó que para peces y *Daphnia m.*, el riesgo se asocia a la presencia de clorpirifós-etil, entre otros 4 plaguicidas.

En relación con la contaminación de los suelos, un estudio realizado en el sur del país, en Temuco y Valdivia, constató la contaminación de las abejas y la miel por clorpirifós, debido a que existe una transferencia de este contaminante orgánico, entre suelo, abeja, colmena y miel (Lagos, P., 2021). Además, en otro estudio en suelos, el metabolito del clorpirifós (CPO), mostró tener movilidad a través del suelo aumentando la probabilidad y preocupación sobre un eventual foco de contaminación de las aguas subterráneas (Campos E, N., 2016).

Respecto a la contaminación de los alimentos, el clorpirifós está entre los 6 plaguicidas que aparecen con mayor frecuencia excediendo los Límites Máximos de Residuos y/o uso no autorizado según los informes realizados desde 2018 hasta 2020 por la Red de Información de Alertas Alimentarias (RIAL). Asimismo, la detección de residuos de clorpirifós en hortalizas de hoja ha sido recurrente desde hace décadas de acuerdo con los análisis de residuos de plaguicidas en alimentos de consumo interno realizados desde 2007 (Correa, A., 2007) a un estudio publicado en 2021 (Elgueta, et al., 2021) en hortalizas frescas, donde se pudo constatar que, en todos los escenarios evaluados, revelaron cociente de riesgo para metamidofós y clorpirifós.

Conclusión: El clorpirifós está clasificado como un plaguicida altamente peligroso (PAP) y de acuerdo con lo investigado en este informe, de los 388 principios activos registrados en Chile, clorpirifós ocupa los primeros lugares entre los 10 plaguicidas más dañinos para la salud y el ambiente, y está presente como principal contaminante en todas las matrices investigadas; vegetal, agua, suelo y aire.

El Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, del Ministerio de Agricultura de Chile, el 13 de octubre de 2022 prohibió los principios activos clorpirifós, etil y metil, según Resolución exenta N°5.810, publicada en el Diario Oficial. RAP-Chile recomienda sustituirlo, no por otros plaguicidas altamente tóxicos, sino por insumos biológicos y estrategias, tecnologías y prácticas agroecológicas.

EXECUTIVE SUMMARY

Chlorpyrifos is a chlorinated organophosphate insecticide with the characteristics of a persistent organic pollutant (POP), therefore, it is toxic at very low concentrations, can be transported over long distances, is persistent and bioaccumulative, concentrating in the tissues of aquatic and terrestrial organisms at successive levels of the trophic food chain. Due to its effects on human health and the environment, the European Union proposed the inclusion of chlorpyrifos in Annex A of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). In 2020, the European Union did not approve chlorpyrifos for use in plant protection products following the risk assessment conducted by Member States and the European Food Safety Authority (EFSA, 2019). In 2014, the U.S. Environmental Protection Agency (EPA) found risks to workers and possible risks of contamination of drinking water. According to the Agency (US-EPA, 2017), exposure to the compound is also linked to delays in mental development in children.

Independent epidemiological studies carried out in different parts of the world indicate that chlorpyrifos contaminates the environment, causes harm to animal and human health, especially at the perinatal stage, in childhood and school age. At present, there is strong scientific evidence that chlorpyrifos and organophosphate pesticides (OP) damage the fetal brain and cause cognitive and behavioral dysfunction through multiple mechanisms, including alteration of the thyroid, which is crucial for brain development. In the region, harmful effects on the neurological and psychomotor development of children were proven in Chile (Muñoz-Quezada M.T. et al., 2012 to 2020) and in Latin America, (Rozas, M.E., 2021). Studies in rats carried out by the University of Buenos Aires, Argentina, show that chlorpyrifos alters the endocrine balance acting as an endocrine disruptor in vivo. These findings alert to the harmful effects that chlorpyrifos exerts on the mammary gland, suggesting that this compound may act as a risk factor for breast cancer (Ventura, C., et al., 2016). Other studies conducted in different parts of the world show an association between chlorpyrifos as well as chlorpyrifos-methyl and autism (Robert, E., 2007); (Miani, A., et al., 2021) and Parkinson's disease in laboratory animals (Ali, S. J., et al., 2019).

In Chile, chlorpyrifos is massively used in agriculture, especially in fresh vegetables, and its residues are regularly found in our food. According to the latest report of the Agriculture and Livestock Service (SAG), in 2019, Chlorpyrifos ranked second in insecticide sales with a total amount of 605,017.00 kg/litre, accounting for 6.21%. According to the studies included in this report, chlorpyrifos has affected rural inhabitants through direct and indirect exposure and urban dwellers through consumption of vegetables and other products contaminated with its residues, causing both acute and chronic intoxications.

According to the notifications made by the regional health services to the Ministry of Health's Pesticide Acute Poisoning Surveillance Network (REVEP), chlorpyrifos is one of the 10 pesticides (active ingredients) that cause the greatest number of poisonings, a group that accounts for more than 50% of the reported cases of poisoning each year, not only of agricultural workers but also of children and schoolchildren, including all the inhabitants of rural communities in regions where there is industrial and conventional agriculture.

In relation to chronic chlorpyrifos poisoning, in the Maule region, agricultural workers exposed to pesticides showed lower performance in verbal comprehension, discriminative sensitivity and processing speed, and the main health problem was acute poisoning due to exposure to OP, particularly chlorpyrifos (Muñoz-Quezada, MT., et al., 2017). In a cross-sectional study carried out in the northern Elqui and Limarí valleys, Coquimbo Region, where there is a high use of OP pesticides, including chlorpyrifos, it was observed that both direct and indirect chronic exposure to pesticides affects the cognitive abilities of agricultural workers and inhabitants of rural agricultural areas (Corral, S., et al., 2017).

Regarding water contamination by chlorpyrifos, research (Climent, M.J., 2019) evidence show contamination or non-point contamination by chlorpyrifos in the Cachapoal river basin. Regarding the risk to aquatic biota - risk quotients (RQs) - calculated for the sites sampled upstream and downstream of the Cachapoal River, it was found that chlorpyrifos-ethyl and tebuconazole represent a greater risk to fish and *Daphnia magna* along the riverbed. In the case of the tributary rivers that draw water from the Cachapoal River, the greatest risk to *Daphnia m.* is associated with the presence of chlorpyrifos-ethyl, among five other pesticides. In irrigation canals, the study observed that for fish and *Daphnia. m.*, the risk is associated with the presence of chlorpyrifos-ethyl, among four other pesticides.

In relation to soil contamination, a study carried out in the south of the country, in Temuco and Valdivia, confirmed the contamination of bees and honey by chlorpyrifos. It was found that there is a transfer of this organic pollutant between soil, bees, hive, and honey (Lagos, P., 2021). In addition, in another study in soils, the metabolite of chlorpyrifos showed mobility through the soil increasing the probability and concern about an eventual focus of groundwater contamination (Campos E, N., 2016).

Chlorpyrifos is among the six pesticides that appear most frequently exceeding Maximum Residue Limits and/or unauthorized use in food according to reports developed from 2018 to 2020 by the Food Alert Information Network (RIAL). Similarly, the detection of chlorpyrifos residues in leafy vegetables has been recurrent for decades according to pesticide residue analyses in food for domestic consumption carried out from 2007 (Correa, A., 2007) to a study published in 2021 (Elgueta, et al., 2021). It was found that in all the evaluated scenarios with fresh vegetables, they revealed risk quotient for methamidophos and chlorpyrifos.

Conclusion: Chlorpyrifos is classified as a highly hazardous pesticide (HHP) and according to the research in this report, out of 388 active ingredients registered in Chile, chlorpyrifos is among the first ten most harmful pesticides for health and the environment and is present as the main contaminant in all the matrices investigated: plant, water, soil, and air.

On October 13, 2022, the Agriculture and Livestock Service (SAG) of the Chilean Ministry of Agriculture banned the active ingredients chlorpyrifos, ethyl and methyl, according to exempt Resolution No. 5,810, published in the Official Gazette. Pesticide Action Network Chile recommends replacing it not with other highly toxic pesticides, but with biological inputs and agro-ecological strategies, technologies, and practices.

ABREVIACIONES

Inglés/español	
AChE	Acetilcolinesterasa
BChE	Butyrylcolinesterasa
BEI	Índice de Exposición Biológica
Bt	Bacillus thuringiensis
CPF	Clorpirifós
CP0	Clorpirifós OXON (metabolito)
DEAP y RMAP	Diethylalkylfosfato y methylalkylfosfatos
EDC/DE	Disruptor endocrino
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
HHP/ PAP	Plaguicida Altamente Peligroso
IA	Intoxicación Aguda
IARC	Agencia Internacional de Investigaciones del Cáncer
ILO/OIT	Organización Internacional del Trabajo
IPM/MIP	Manejo Integrado de Plagas
OEL/LEO	Límites de Exposición Ocupacional
OSH/SSO	Seguridad y Salud Ocupacional
OC	Organoclorado
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PAN/ RAP- AT	Red de Acción en Plaguicidas
OP/OF	Organofosforado
POP/ COP	Contaminantes Orgánicos Persistentes
SNC	Sistema Nervioso Central
TCPy	3,5,6-trichloro-2-pyridinol/ Metabolitos de clorpirifós, clorpirifós-metilo, ...
UE	Unión Europea
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
WHO/ OMS	Organización Mundial de la Salud

ÍNDICE

I. Clorpirifós un contaminante orgánico persistente nominado en el Convenio de Estocolmo para su eliminación mundial..... 9

II.- Marco General del Uso de Plaguicidas en Chile..... 14

III.- Clorpirifós: Impactos sociales y ambientales en Chile..... 20

1.- Registro, importación, ventas en Chile..... 20

2.- Principio activo y marcas comerciales registradas en Chile para uso agrícola..... 21

3.- Usos no agrícolas, Instituto de Salud Pública, ISP..... 22

4.- Intoxicaciones agudas por clorpirifós..... 23

5.- Intoxicación crónica por clorpirifós..... 24

6.- Contaminación del aire por clorpirifós.....27

6.- Contaminación de aguas por clorpirifós..... 28

7.- Contaminación de suelos por clorpirifós.....29

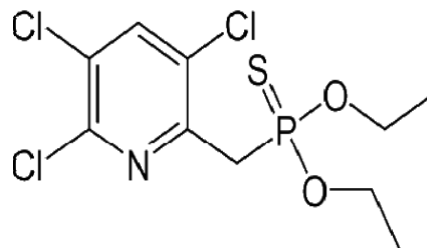
8.- Contaminación de alimentos por clorpirifós..... 31

9.- Alternativas al clorpirifós..... 38

10.- Referencias.....45

I.- EL CLORPIRIFÓS UN CONTAMINANTE ORGÁNICO PERSISTENTE NOMINADO EN EL CONVENIO DE ESTOCOLMO PARA SU ELIMINACIÓN MUNDIAL¹

Clorpirifós, CPF, es un insecticida organofosforado (OF) clorado de amplio espectro, (nombre de la IUPAC: O, O-dietil O-3,5,6-trichloropyridin-2-il fosforotioato) que inhibe la acetilcolinesterasa causando envenenamiento por colapso del sistema nervioso de los insectos, personas y animales. Clorpirifós tiene una amplia variedad de usos en cultivos y también césped, plantas ornamentales, en el hogar y lugares públicos.



Clorpirifós es una potente neurotoxina que afecta el desarrollo de los organismos en bajos niveles de exposición y es altamente tóxico para organismos acuáticos. Además de sus efectos neurotóxicos en seres humanos y animales, es un disruptor endocrino, por tanto, puede interferir en el funcionamiento no solo del sistema endocrino sino de otros sistemas y funciones vitales del organismo, como, por ejemplo, en la salud reproductiva, metabólica, cognitiva, cardiovascular y en el desarrollo, desde la etapa prenatal hasta la edad adulta. Una reciente investigación publicada en 2022 descubrió que la exposición a los plaguicidas neurotóxicos aumenta el riesgo de padecer la enfermedad de párkinson a través de las alteraciones gastrointestinales, causar efectos neurotóxicos o exacerbar el daño químico preexistente en el sistema nervioso.²

Clorpirifós tiene características de contaminante orgánico persistente (COP), por tanto, es tóxico en muy bajas concentraciones, persistente y se bioacumula en los organismos, concentrándose en los tejidos de organismos acuáticos y terrestres en sucesivos niveles de la cadena trófica alimentaria. Clorpirifós es un contaminante global que causa diversos efectos negativos en la salud humana, animal y en el ambiente en todo el planeta debido a que se desplaza a grandes distancias a través del aire y el agua, dispersándose por todo el mundo, llegando finalmente a regiones muy distantes de su fuente original.

Mediante mediciones en forma permanente en el Ártico, en hielo, nieve, bruma, aire, agua de mar, sedimentos lacustres, peces y vegetación se ha comprobado científicamente que el clorpirifós se desplaza a larga distancia y excede los criterios para bioacumulación de la Convenio de Estocolmo con la mayor parte de los valores reportados de log Kow³ cumplidos, o bien sobrepasados en 5.0.⁴

¹ <http://chm.pops.int/theconvention/thepops/chemicalsproposedforlisting/tabid/2510/default.aspx>

² Palanisamy, Bharathi N., et al., 2022. Environmental neurotoxic pesticide exposure induces gut inflammation and enteric neuronal degeneration by impairing enteric glial mitochondrial function in pesticide models of Parkinson's disease: Potential relevance to gut-brain axis inflammation in Parkinson's disease pathogenesis. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. Volume 147, June 2022, 106225.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S135727252200070X#sec0010>

³ El Log Kow, es una medida del diferencial de solubilidad de compuestos químicos en dos solventes (coeficiente de reparto octanol/agua).

Clorpirifós está prohibido en 40 países⁵; Canadá⁶, Suiza, Argentina⁷, Egipto, Indonesia, Marruecos, Palestina, Arabia Saudita, Sri Lanka, Tailandia, Turquía, Vietnam, la Unión Europea (27 países) más Gran Bretaña. Recientemente en octubre de 2022 el clorpirifós etilo y metilo se prohibió en Chile para todos sus usos, con un periodo de gracia de 2 años, que vence el 13 de diciembre de 2024.⁸

En Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental, EPA, anunció en agosto del 2021 el fin de todos los usos alimentarios de clorpirifós. Este anuncio se hace luego del fallo emitido en mayo de 2021 por el 9° circuito de Tribunales que pone fin a todos los usos de clorpirifós en la producción de alimentos que no puedan ser demostrados seguros. El 14 de diciembre de 2022, la EPA avisó su intención de cancelar tres productos que contienen el plaguicida clorpirifós y está publicando una noticia sobre la recepción de solicitudes voluntarias presentadas por algunos registrantes de clorpirifós para cancelar 14 registros de clorpirifós.

Efectos negativos en la salud de niñas y niños

El clorpirifós ha sido identificado como uno de los 20 plaguicidas altamente peligrosos (PAPs) más dañinos para infantes. Según datos de una cohorte realizada en Estados Unidos, los niños nacidos en 2010 en ese país perdieron 1,8 millones de puntos de coeficiente intelectual, CI, y 7.500 niños cambiaron su CI al rango de discapacidad psíquica por exposición prenatal a organofosforados.⁹

Al ser un alterador del sistema endocrino el clorpirifós tiene propiedades anti- androgénicas y estrogénicas. Las exposiciones en el útero y a comienzos de la niñez pueden provocar trastornos de comportamiento en la adolescencia y edad adulta. Estudios epidemiológicos en humanos han encontrado retrasos en el desarrollo cognitivo y psicomotor y Coeficiente Intelectual (CI) disminuido. Clorpirifós ha sido detectado en la leche materna, moco cervical, en semen, cordón umbilical y en el meconio de bebés recién nacidos.¹⁰

En la actualidad hay suficientes y sólidas pruebas científicas que indican que los plaguicidas organofosforados y el clorpirifós dañan el cerebro fetal y producen disfunción cognitiva y

⁴ Clorpirifós: Un posible COP a nivel Global, Meriel Watts, PhD. Pesticide Action Network Norteamérica (PANNA), Agosto de 2012

⁵ La agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, EPA, anunció en agosto del 2021 el fin de todos los usos alimentarios de clorpirifós. Este anuncio se hace luego del fallo emitido en mayo de 2021 por el 9° circuito de Tribunales que pone fin a todos los usos de clorpirifós en la producción de alimentos que no puedan ser demostrados seguros.

⁶ Prohibición gradual con usos finales que terminan en diciembre de 2023.

⁷ <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/247780/20210806>

⁸ Ver resolución en: <https://rap-al.org/chile-rap-al-chile-apoya-la-prohibicion-del-clorpirifos-metomilo-y-paraquat-y-demanda-su-sustitucion-mediante-el-fomento-de-estrategias-tecnologias-y-practicas-agroecologicas/>

⁹ When enough data are not enough to enact policy: The failure to ban chlorpyrifos. Leonardo Trasande, December 21, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2003671>

Leonardo Trasande, Facultad de Medicina de la NYU, Departamento de Pediatría. Director de la División de Pediatría Ambiental y Vicepresidente de Investigación, Nueva York, Estados Unidos.

¹⁰ Meriel Watts, PhD, Op. Cit, pág. 4.

conductual a través de múltiples mecanismos, incluida la alteración de la tiroides, cuya hormona es crucial para el desarrollo del cerebro.^{11 12}

Además, el clorpirifós puede causar la inhibición de la colinesterasa en humanos, es decir, puede sobre estimular el sistema nervioso causando náuseas, mareo, confusión y a altas exposiciones, por ejemplo, por derrames importantes, parálisis respiratoria y muerte (USEPA, 2002)¹³, así como una variedad de enfermedades crónicas e impactos, tales como alteraciones endocrinas e impactos en el desarrollo neurológico (Hazarika, et al., 2020; Burke, et al., 2017).^{14 15}

Los resultados de estos estudios prospectivos de cohortes para evaluar la exposición pre y posnatal al clorpirifós en parejas de madres y bebés indican que la exposición al clorpirifós durante el embarazo está relacionada con resultados adversos en el neurodesarrollo infantil tales como alteraciones en la morfología cerebral, retrasos en las funciones cognitivas y motoras, problemas de atención y temblores.¹⁶

¹¹ Bernal J. Thyroid hormone receptors in brain development and function. *Nat Clin Pract Endocrinol Metab.* 2007;3(3):249–59. Epub 2007/02/23. pmid:17315033.

¹² María Elena Rozas, 2021, Revisión de Estudios Epidemiológicos sobre Efectos de los Plaguicidas en Niñas, Niños e Infantes en América Latina. Retos para la Salud Pública. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América latina, RAP-AL.

¹³ Chlorpyrifos Facts EPA 738-F-01-006 February 2002.
https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/fs_PC-059101_1-Feb-02.pdf Chlorpyrifos Preliminary Human Health Assessment for Registration Review
<https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OPP-2008-0850-0025>

¹⁴ Hazarika, Jnyandeep et al., 2022. Disruption of androgen receptor signaling by chlorpyrifos (CPF) and its environmental degradation products: a structural insight. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, Volume 40, 2022 - Issue 13. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07391102.2021.1875885?journalCode=tbsd20>

¹⁵ Burke, Richard, et al., 2017. Developmental neurotoxicity of the organophosphorus insecticide chlorpyrifos: from clinical findings to preclinical models and potential mechanisms. *J Neurochem.* 2017 Aug; 142(Suppl 2): 162–177. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5673499/>

¹⁶ UNEP/POPS/POPRC.17/5.
<http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/Chemicals/tabid/243/Default.aspx>

2.- La Unión Europea propone incluir el clorpirifós en el Convenio de Estocolmo sobre COP

El año 2001 se firmó el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, COP, por 111 países, incluido Chile. En el 2004 entró en vigor y en 2005 el país lo ratificó, convirtiéndose en país Parte.¹⁷

El Consejo de la Unión Europea solicitó en 2021 a la Comisión Europea presentar una propuesta en nombre de la Unión Europea para incluir el clorpirifós (EC 220-864-4, CAS 2921-88-2) en el Anexo A del Convenio de Estocolmo para la eliminación mundial de su uso.^{18 19} La Unión Europea, como país Parte del Convenio, tomó la decisión de presentar la propuesta de inclusión del clorpirifós al Convenio, teniendo presente toda la información científica y los informes de revisión disponibles, así como los criterios de selección establecidos en el anexo D del Convenio.²⁰

En la Unión Europea el clorpirifós no está autorizado como principio activo y no están permitidas su comercialización y utilización en productos fitosanitarios y como biocida.²¹ Además, el clorpirifós no está registrado para ningún otro uso de acuerdo con el Reglamento (CE) n.o 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo.

Aunque el clorpirifós se ha eliminado progresivamente en la UE, aún se sigue exportando, utilizándose y dispersándose en el medio ambiente fuera de la Unión, especialmente en países del sur global, como es el caso de Chile.

Propuesta de la Unión Europea de inclusión del clorpirifós en el anexo A del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.

1. “El clorpirifós, producto perteneciente al grupo de los plaguicidas organofosforados, se usa mucho como insecticida en la agricultura y como biocida contra plagas no agrícolas. En 2008 se autorizó el uso de productos a base de clorpirifós en más de 88 países. En la Unión Europea se eliminó su uso como biocida antes de 2008 mediante la decisión 2007/565/CE de la Comisión (European Union, 2007). En el año 2000, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) adoptó la decisión de eliminar la mayoría de las aplicaciones no agrícolas de la sustancia (US-EPA, 2006). Sin embargo, en otros países sigue utilizándose el clorpirifós como biocida, por ejemplo, para eliminar las termitas en los edificios; es el caso de la India, cuyas autoridades aún recomiendan su uso como termiticida (India, 2020).

2. En 2014, la EPA revisó la evaluación del riesgo del clorpirifós para la salud humana (US-EPA, 2014) y constató riesgos para los trabajadores y posibles riesgos de contaminación del agua potable. Según la

¹⁷ En el anexo A del Convenio de Estocolmo sobre COP se enumeran los productos químicos que deben ser eliminados. El objetivo de prohibir y/o restringir la producción, comercialización, uso e introducción al ambiente de sustancias que reúnen características de contaminantes orgánicos persistentes.

¹⁸ Ver en: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32021D0592&_cldee=c3VzYW5uZS55bW9sa2FAcGFuLWdlcm1hbmkub3Jn&recipientid=lead-9cd2fcd4c0e0e71180fa005056952b31-4af012e1036f443e86dc2acc43da263d&esid=bc08ed82-73a2-eb11-812a-005056b9310e

¹⁹ La Decisión del Consejo se publicó en el Diario Oficial el 13 de abril de 2021.

²⁰ Persistent Organic Pollutants Review Committee. Seventeenth meeting. Geneva, 24–28 January 2022. Technical work: consideration of chemicals proposed for listing in Annexes A, B and/or C to the Convention: chlorpyrifos

²¹ Según Reglamento (CE) n.o 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo y n.o 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo.

Agencia (US-EPA, 2017), la exposición al compuesto también está relacionada con retrasos en el desarrollo mental de los niños.

3. En 2019 se denegó la renovación de la aprobación del clorpirifós para su uso como sustancia activa en productos fitosanitarios en la Unión Europea (European Union, 2020) a raíz de la evaluación de riesgos realizada por los Estados miembros y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, 2019). Según la conclusión de este organismo, no se cumplían los criterios de aprobación aplicables a la salud humana que se establecen en el artículo 4 del Reglamento (CE) N° 1107/2009. La decisión se basó en la incertidumbre sobre la posible genotoxicidad del clorpirifós y sobre su posible toxicidad para el desarrollo neural. Además, el producto está prohibido en Arabia Saudita, Marruecos (ONSSA, 2020), Sri Lanka (PIC Database, 2021), Indonesia (Indonesia, 2019) y Suiza (Suiza, 2019)”²²

En la 18ava reunión del Comité de Revisión de COP (POPRC) realizada a fines de septiembre de 2022 no se pudo llegar a un acuerdo sobre el borrador del perfil de riesgo del clorpirifós debido a la oposición de China e India, los principales fabricantes de clorpirifós. Estos países junto a Sierra Leona, Japón y Egipto objetaron que el transporte a larga distancia pudiese causar efectos adversos en la salud y el ambiente. Por tanto, la decisión de incorporarlo al convenio se aplazó hasta la próxima reunión, que se realizará en 2023.



Foto: Justin Blau. Protesta de niños de la Escuela Gabriela Mistral de Paihuano por aplicaciones con plaguicidas, 2007.

²² Persistent Organic Pollutants Review Committee. Seventeenth meeting. Geneva, 24–28 January 2022. Technical work: consideration of chemicals proposed for listing in Annexes A, B and/or C to the Convention: chlorpyrifos

II.- CHILE: MARCO GENERAL DEL USO DE PLAGUICIDAS

En Chile, en las últimas décadas se ha profundizado el modelo agroexportador de monocultivos extensivos con alto uso de plaguicidas altamente peligrosos, fertilizantes químicos y semillas registradas “mejoradas” de alto costo y rendimiento. A este paquete tecnológico se agregaron los cultivos de semillas transgénicas, principalmente, cultivos Bt (contienen genes de una bacteria del suelo que produce una toxina para controlar algunas plagas de insectos) y cultivos tolerantes a herbicidas, (tienen genes que hacen que los cultivos resistan la aplicación de herbicidas, por ej. glifosato, que ha demostrado ser perjudicial para la biodiversidad y la salud humana y animal).^{23 24}

Los mayores costos sociales de este modelo de agricultura son las muertes y las intoxicaciones agudas y crónicas que afectan especialmente a los niños, niñas y los que están por nacer²⁵. Asimismo, las/os trabajadoras/es agrícolas y la población expuesta a plaguicidas están afectados en su salud, como también los consumidores que, sin saberlo, ingieren alimentos con residuos de agrotóxicos, algunos de ellos cancerígenos, alteradores del sistema endocrino, reproductivo, renal, digestivo, cardiovascular, inmunológico y nervioso.

A los costos en salud pública del modelo agroexportador y de agricultura convencional hay que agregar el deterioro de los bienes naturales comunes por contaminación del ambiente, suelos y aguas superficiales y subterráneas causado por el uso plaguicidas y fertilizantes químicos, con graves consecuencias para las comunidades rurales, agricultores orgánicos y agroecológicos, apicultores y población en general.

Importación y uso de plaguicidas

Como se observa en el cuadro N°1, en el país el uso de plaguicidas ha ido en un aumento sostenido y es alto en comparación con otros países. Por ejemplo, las ventas de plaguicidas en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE, promediaron 0,93 kg. por hectárea en el período 2011-2015, mientras que en Chile fueron de 2,68 kg /ha.²⁶

²³ En marzo de 2015 la Agencia Internacional de Investigaciones del Cáncer, IARC, de la OMS declaró al herbicida glifosato como probable cancerígeno y de causar daño al DNA. Un nuevo estudio de Agosto de 2015, encontró que el glifosato demostró ser tóxico a niveles dentro de los niveles de ingesta diaria permitida establecidos por los reguladores internacionales, (Mesnage, R, Defarge, N, Spirooux de Vendômois, J, Séralini, G.E, Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits, Food and Chemical Toxicology (2015), doi: 10.1016/j.fct.2015.08.012.).

²⁴ Antología toxicológica del glifosato. Ver en: https://www.google.cl/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=https://surcosdigital.com/antologia-toxicologica-del-glifosato-5ta-edicion/&ved=2ahUKEwjuyrLc-p_7AhWRB7kGHZM4DmMQFnoECAEQAg&usg=AOvVaw25ARc-p58-4ErWpEzZsjEW

²⁵ María Elena Rozas, 2021, Revisión de Estudios Epidemiológicos sobre Efectos de los Plaguicidas en Niñas, Niños e Infantes en América Latina. Retos para la Salud Pública. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América latina, RAP-AL.

²⁶ https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2019-2028_agr_outlook-2019-en

A las 77.620 toneladas de plaguicidas importadas en 2021 se agregan más de 30.000 toneladas fabricadas en el país, menos las 17.892 ton. de plaguicidas exportadas, hacen un total aproximado de 89.728 toneladas anuales disponibles para su comercialización y uso.

CUADRO N°1

CHILE: IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE PLAGUICIDAS
AÑOS 2012 A 2021

AÑO	IMPORTACIÓN DE PLAGUICIDAS TONELADAS ANUALES	EXPORTACIÓN PLAGUICIDAS/TONELADAS ANUALES
2012	38.562	17.376
2013	42.850	16.866
2014	41.388	18.656
2015	44.377	19.650
2016	47.467	21.720
2017	51.127	20.532
2018	51.169	20.088
2019	52.770	19.564
2020	74.039	20.968
2021	77.620	17.892

Fuente: Elaboración propia, con datos de ODEPA y Aduanas.

Plaguicidas Altamente Peligrosos registrados en Chile

Entre otros Plaguicidas Altamente Peligrosos, PAPs, registrados en el país y detectados con mayor frecuencia en vigilancias epidemiológicas y estudios académicos realizados en Chile, están: **clorpirifós** reconocido como contaminante orgánico persistente; disruptor endocrino, posible tóxico para la reproducción humana, según el Sistema Global Armonizado, SGA, de la UE o Japón, categorizado como Altamente tóxico para abejas por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, USEPA, entre otros graves efectos tóxicos agudos y crónicos para la salud humana y animal; **glifosato**, probable cancerígeno según la IARC, genotóxico, inmunotóxico, con características de disruptor endocrino²⁷; **diazinon**, Probable cancerígeno en humanos según IARC de la OMS y altamente tóxico para abejas (PAN Internacional); **paraquat**, mortal si se inhala según la clasificación de peligro del SGA, de la UE o Japón e incluido en el Convenio de Rotterdam; **Metomilo**, insecticida del grupo de los carbamatos, clasificado como Altamente Peligroso (Clase 1b) según la OMS y altamente tóxico para las abejas según la Lista de PAN Internacional.²⁸ Estudios realizados en Chile señalan que el metomil es embriotóxico en organismos.

²⁷ Luque E H., Muñoz de Toro M, 2020. Special issue "Health effects of agrochemicals as Endocrine Disruptors". <https://doi.org/10.1016/j.mce.2020.110982>

²⁸ La Lista de PAN Internacional de Plaguicidas Altamente Peligrosos se hizo de acuerdo con los criterios y clasificación de la OMS, EPA de Estados Unidos, Unión Europea y Sistema Global Armonizado (SGA UE y/o Japón).

De acuerdo con el Resumen Ejecutivo del informe “**Situación de los Plaguicidas Altamente Peligrosos en Chile**”²⁹ hay registrados en Chile aproximadamente 1.422 marcas comerciales y 388 principios activos plaguicidas.³⁰ De ellos ³¹, 114 son altamente peligrosos (PAP), por tanto, un 29,3 % de los principios activos registrados en el país son PAP por sus efectos agudos, crónicos y ambientales, incluyendo sus efectos tóxicos para las abejas y los polinizadores.

De 114 PAP registrados, un 44,7 % de ellos tiene efectos cancerígenos (51 principios activos, p.a.). Aunque clorpirifós aún no ha entrado a la lista de plaguicidas que causan cáncer, estudios recientes aportan nueva información relativa a los mecanismos implicados en los efectos tóxicos del CPF que podrían conducir a la enfermedad del cáncer de mama en humanos y cáncer en animales (Moyano P., et al., 2020); (Ventura, C. et al. 2016).

De los 114 PAP registrados, hay 57 p.a. y sus respectivas marcas comerciales que no están aprobados por la Unión Europea (50%). Entre ellos,³² se encuentra el **clorpirifós** que está prohibido en 40 países incluyendo a los 27 países de la Unión Europea y el Reino Unido.³³

Subnotificación y malas prácticas agrícolas

En Chile, en los últimos años hay un promedio de 700 intoxicaciones agudas notificadas al año, sin embargo, subsiste una alta subnotificación.³⁴ Se estima que por cada caso notificado hay 5 sin notificar, por tanto, las intoxicaciones agudas alcanzarían cerca de 3.500 al año.

En relación con las intoxicaciones crónicas, diversos estudios y vigilancias epidemiológicas realizadas en el país han detectado graves problemas de salud, como alteraciones genéticas en temporeras, malformaciones congénitas en hijos/as de temporeras y problemas neurológicos y daños cognitivos en niñas y niños, entre muchos otros daños a la salud asociados al uso de plaguicidas.

En el rubro agrícola, las mujeres asalariadas agrícolas representan la fuerza laboral más importante. Sin embargo, hasta hoy no se ha prestado atención por parte de las autoridades a los impactos de carácter crónico que afectan la salud de las mujeres trabajadoras y sus hijos, derivados de la exposición a plaguicidas.

Ha existido falta de voluntad política de las autoridades de salud, ambiente, agricultura y trabajo, para afrontar el grave problema de salud pública y ambiental causado por la exposición a plaguicidas que afecta principalmente a las mujeres asalariadas agrícolas, a infantes y a los que están por nacer. El Ministerio del Medio Ambiente ha estado ausente a pesar de la evidente

²⁹ María Elena Rozas, Informe Situación de los Plaguicidas Altamente Peligrosos en Chile. IPEN, RAP-AL Chile, 2019. En: Resumen Ejecutivo, 2022. <https://rap-al.org/chile-resumen-ejecutivo-del-informe-situacion-de-los-plaguicidas-altamente-peligrosos/>

³⁰ Informe Contraloría General de la República, 2019.

³¹ Plaguicidas registrados por el SAG entre 2017 -2019.

³² Por ejemplo, paraquat, prohibido en 44 países; benomil en 36 países, carbarilo en 40 países, iprodiona en 30 países, mancozeb en 29 países, permetrina prohibida en 31 países, metidation en 37 países, diazinon prohibido en 36 países, etc.

³³ <https://rap-al.org/chile-resumen-ejecutivo-del-informe-situacion-de-los-plaguicidas-altamente-peligrosos/>

³⁴ <https://rap-al.org/tag/cono-sur-subnotificacion-intoxicaciones-agudas/>

reducción de la biodiversidad en sectores agrícolas y forestales causados por uso de agrotóxicos y que la contaminación que estos causan al agua, aire, suelos, han causado efectos adversos en la salud ambiental y el bienestar de toda la población.

Regulaciones laxas y otras falencias

El aumento en las importaciones y la fabricación nacional de plaguicidas se da en el marco de un organismo regulador y fiscalizador, Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, que no ha cumplido con las exigencias requeridas. Hay un registro de plaguicidas altamente peligrosos, principalmente por su efecto crónico, que están prohibidos en otros países, sin embargo, en Chile están categorizados con etiqueta verde y son de libre venta y acceso; una alta subnotificación de las intoxicaciones agudas por plaguicidas;³⁵ ignorancia, de gran parte usuarios y reguladores, sobre los impactos negativos en la salud humana, animal y ambiental de los plaguicidas. Actualmente, la única normativa en Chile para el control de residuos de plaguicidas se refiere a los alimentos y se adoptó del CODEX Alimentarius Internacional que es una entidad muy permisiva a la hora de fijar los LMR para muchos de los plaguicidas altamente peligrosos. Importantes matrices ambientales como agua para riego o consumo humano, aire, suelo, no están reguladas ni monitoreadas (Ver Climent y otros, 2019).

Auditoría sobre plaguicidas realizada por la Contraloría General de la República

Según el informe de la auditoría realizada por la Contraloría General de la República al Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, existen falencias e incumplimientos en cuanto a la gestión de plaguicidas por parte de esta entidad regulatoria. El informe de Contraloría deja en evidencia las deficiencias que arrastra el SAG respecto a la aprobación de plaguicidas altamente peligrosos. Esta entidad reprocha también a SAG autorizar el uso de plaguicidas con base sólo en los documentos presentados por las empresas productoras de los agrotóxicos; no incorporar criterios sobre impactos en la salud ni el efecto crónico de los agrotóxicos; el no cumplimiento de las obligaciones emanadas del Convenio de Róterdam, del cual Chile es Parte y SAG es la Autoridad Nacional Designada, entre otras irregularidades.³⁶ Además, el único encargado del registro es la autoridad agrícola, con ausencia total de las autoridades de salud y ambiente.

Chile: Importación de plaguicidas con arancel Cero

En Chile todos los productos que se importan quedan afectos a derechos de aduana (6%) y a IVA (19%). La base de estos impuestos es para los derechos de aduana el valor CIF (costo+seguro+flete) y para el IVA el valor CIF más los derechos de aduana. Cuando las importaciones de plaguicidas son originarias de un país con el cual Chile tiene Tratados de Libre Comercio (TLC) y cuentan con el correspondiente certificado de origen emitido por el productor o exportador en el país de origen, pueden beneficiarse de una rebaja arancelaria del 100 % establecida en los TLC, es decir las

³⁵ <https://rap-al.org/alta-subnotificacion-de-intoxicacion-por-plaguicidas-en-cono-sur-especialistas-analizan-la-situacion/>

³⁶ Disponible en: [Riesgos a la salud: Chile autorizó 99 plaguicidas prohibidos en Europa, 40 altamente peligrosos | Especial | BioBioChile](#)

mercancías pagan 0% de D^o Ad-valorem y un 19% de IVA, sobre su valor aduanero.^{37.38} Chile es uno de los países que tiene la mayor red de acuerdos comerciales en todo el mundo.³⁹

Plaguicidas y normas de aguas

No existe una norma oficial de calidad de aguas que considere a los plaguicidas registrados en el país. Tampoco existe información disponible proveniente de los organismos reguladores del Estado, especialmente de la Dirección de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, sobre estudios o monitoreos de residuos de plaguicidas en matrices ambientales tales como agua para riego o consumo humano. Por otra parte, la información científica sobre contaminación de aguas por agrotóxicos es mínima, cerca de cuatro publicaciones al año desde la década del 70.⁴⁰

Si bien la norma NCh 1.333 fija un criterio de calidad del agua de acuerdo con requerimientos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos, según las utilidades - consumo humano, agua para animales, riego, recreación y estética y vida acuática- ésta norma es insuficiente y desactualizada, data de 1978. Además, según señala esta norma, “los plaguicidas no tienen efectos perniciosos en agua para riego”, cuyo fundamento está basado en un documento año 1972.⁴¹

Por otra parte, el Decreto 90,⁴² del año 2000 que regula las descargas de contaminantes a ríos, lagos y mares chilenos, y verifica que las concentraciones no sobrepasen ciertos límites establecidos por la ley, es un decreto que también está desactualizado y las modificaciones propuestas no significan una real mejoría ya que solo proyectan regular 35 parámetros contaminantes químicos.⁴³ Además, los parámetros propuestos resultan insuficientes para proteger los ecosistemas acuáticos,⁴⁴ debido a que excluyen a todos los principios activos plaguicidas (y metabolitos) registrados y en uso, excepto el pentaclorofenol cuya importación, fabricación, venta, distribución y uso están prohibidos desde 2004 por resolución N°78 de SAG.

Asimismo, la norma oficial chilena de calidad del agua potable, Nch 409/1 of. 2005, que establece los requisitos de calidad que debe cumplir el agua potable en todo el territorio nacional, omite y, por tanto, excluye de los monitoreos a los plaguicidas registrados y en uso. A pesar de que muchos

³⁷ ARANCEL AD VALOREM: Arancel que se aplica como porcentaje (tasa) del valor de los bienes importados.

³⁸ OIRS/ Respuesta de la solicitud de María Elena Rozas de RAP-AL al Servicio Nacional de Aduana N° V647155

³⁹ De acuerdo con información otorgada por la Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales (DIRECON) en 2022, el país a firmado 31 acuerdos comerciales.

⁴⁰ Kogan, Marcelo, et al., 2013. Riesgo de contaminación de aguas y suelos debido al uso de plaguicidas en la producción frutal en la Región del Maule. Una mirada a la sustentabilidad. Escuela de Ciencias Agrícolas, Universidad Viña del Mar, SIDAL Limitada. Revista frutícola Nro. 3 | Diciembre 2013. <http://sidal.cl/assets/pdf-10.pdf>

⁴¹ Castagnino, Walter, 1972. Curso sobre Desarrollo de Recursos Hídricos. Criterios de Calidad de Aguas (Preliminar y tentativo). Instituto de Ingenieros de Chile, 1972. https://ciperchile.cl/pdfs/11-2013/norovirus/NCh1333-1978_Mod-1987.pdf.

⁴² <https://vlex.cl/vid/contaminantes-liquidos-continetales-243331074>

⁴³ Metales totales: Aluminio, Arsénico, Cadmio, Mercurio, Molibdeno, Manganeso, Plata, Cobalto, Níquel, Cobre, Cromo, Hierro, Plomo, Selenio y Zinc. Nutrientes: N-(Nitrito+Nitrato), boro. Macroelementos: Cloruro, Sulfato, Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio. Estos análisis se aplican de manera rutinaria, entre otros parámetros químicos, a metales u otros macroelementos, tanto a las muestras de aguas subterráneas como superficiales.

⁴⁴ <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2021/01/30/42868/01/1888846.pdf>

de estos plaguicidas, clasificados como contaminantes de aguas y peligrosos para peces, han sido detectados en estudios académicos realizados en el país. La norma tampoco menciona para su monitoreo los plaguicidas que están clasificados como muy persistentes, en agua, suelos o sedimentos y/o muy tóxicos para organismos acuáticos.⁴⁵ Los 5 plaguicidas incluidos en esta norma que deben ser monitoreados, salvo el caso del 2,4-D, son plaguicidas que desde hace más de tres décadas tienen prohibido su uso, como es el caso del DDT y cerca de 28 años en el caso del pentaclorofenol.

CUADRO N° 2

PLAGUICIDAS EN AGUAS SEGÚN NORMA 409/1 of. 2005

PLAGUICIDA	LÍMITE MÁXIMO $\mu\text{g/L}$	PROHIBIDOS Y NO REGISTRADOS N° Resolución SAG
DDT+DDD+DDE	2	639/1984
2,4-D	30	Registrado
LINDANO	2	2180/1998
METOXICLORO	20	Nunca registrado
PENTAFLOROFENOL	9	78/2004

Elaboración propia con datos de la NCh 409 y de SAG

El informe **“Chile. Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos”** elaborado por Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del Banco Mundial (2011), es claro al señalar que la red de monitoreo de la calidad de aguas y el sistema de información son inadecuados para una correcta caracterización de las aguas (superficiales y subterráneas). El informe destaca que Chile, “aún no ha incluido aspectos relativos a los temas de contaminación difusa, señalándolo como de gran importancia en el marco de una agricultura moderna con un uso intensivo de plaguicidas y fertilizantes.”⁴⁶

Si bien el **“Atlas de Calidad del Agua”**, 2020, publicado por la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas⁴⁷ contiene una sistematización de la información sobre la calidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, “cuyo fin es que sea una herramienta de consulta para la ciudadanía en general y de análisis en la toma de decisiones tanto en el ámbito público como privado”, tampoco aporta información para tener un buen diagnóstico de la calidad de aguas debido a que este instrumento no contiene información sobre la contaminación de las aguas por agroquímicos⁴⁸ a pesar de que en el país hay disponible para su uso cerca de 90 mil toneladas anuales de plaguicidas y 1. 258.757 toneladas de fertilizantes químicos.⁴⁹

⁴⁵ Etofenprox, Isopirazam, lufenirom, pirimicarb, cadusafós, clorantropole, emamectina bezoato y los plaguicidas muy tóxicos para organismos acuáticos, propargueta, quinoxifeno, pendimentalin, entre otros. En: Rozas, M.E, 2019, Informe Situación de los plaguicidas altamente peligrosos en Chile, IPEN.

⁴⁶ <https://snia.mop.gob.cl/sad/CQA5689.pdf>

⁴⁷ snia.dga.cl/transparencia/documentos/aguas_atlas_19022021_dsm.pdf

⁴⁸

<https://dga.mop.gob.cl/noticias/Paginas/DetalledeNoticias.aspx?item=742>

⁴⁹ Información ODEPA, 2021.

III. CLORPIRIFÓS: IMPACTOS SOCIALES Y AMBIENTALES EN CHILE

Clorpirifós es uno de los plaguicidas más vendidos en Chile y de acuerdo con investigaciones académicas realizadas en el país, es uno de los contaminantes presente en todas las matrices: vegetal, aguas, suelos, sedimentos y ambiente. Además, clorpirifós forma parte de los 10 plaguicidas que causan el mayor número de intoxicaciones agudas en el país, según datos de epidemiología del Ministerio de Salud. El uso de clorpirifós no es exclusivo de la agricultura, está también presente en otras actividades laborales, en establecimientos y espacios públicos y hogares, como veremos en este capítulo.

1.- Clorpirifós: registro y volúmenes de venta

En el país hay registradas 12 marcas comerciales del principio activo clorpirifós. Diez de ellas, están clasificadas, según la toxicidad del plaguicida en la categoría II, moderadamente peligroso, con etiqueta amarilla.

La información sobre los volúmenes de venta de plaguicidas en Chile esta agrupada de acuerdo con las distintas series y por distribución regional. La serie 1.000, a la que pertenece clorpirifós, corresponde a aquellos con aptitud insecticida, acaricida, nematocida, rodenticida, lagomorficidas, repelente de aves y fumigantes.

De acuerdo con el último informe del SAG el insecticida clorpirifós ocupa en 2019 el segundo lugar de ventas⁵⁰ con un volumen total de venta de 605.017,00 kilos / litros, representando un 6, 21% de esta serie.⁵¹ En el país, el total de ventas de plaguicidas en 2019 fue de 54.697.125,60 mientras que el volumen total (kilos o litros) perteneciente a la serie 1.000, fue de 9.748.970,02. Clorpirifós tiene 12 marcas comerciales autorizadas en el país. Respecto a las ventas de plaguicidas realizadas entre 2020 y 2021, el SAG aún no ha realizado la compilación de la información de ese periodo. Tampoco existe información sobre ventas de plaguicidas entre 2012 y 2017.⁵²

CUADRO N° 3

Principio activo clorpirifós y marcas comerciales registradas en Chile para uso agrícola

Nombre Comercial	Principio activo	País fabricante	Nombre del fabricante	toxicidad	Forma de acción
1- CHLORPYRIFOS 480 EC	CLORPIRIFÓS	CHINA	PILARQUIM CHILE S.A.	II (Amarillo)	Contacto, ingestión e inhalación
2-TROYA 4 EC	CLORPIRIFÓS	CHILE / ARGENTINA	ANASAC CHILE S.A.	II (Amarillo)	Contacto e ingestión, inhalación

⁵⁰ El primer lugar lo ocupa el aceite parafínico con un volumen total de ventas de 5.177.777.824 representando y 53,11%

⁵¹ Declaración de ventas de plaguicidas de uso agrícola año 2019. División Protección Agrícola y Forestal, SAG. Departamento Regulación y control de Insumos silvoagrícolas. Subdepartamento de Plaguicidas y Fertilizantes.

⁵² EL Consejo para la Transparencia rechazó el amparo ROL C1180-20 deducido en contra SAG, respecto a la entrega información sobre venta de plaguicidas de uso agrícola en Chile, compilada por esta entidad del Ministerio de Agricultura en los periodos 2012 a 2019. Ver causales en: <https://jurisprudencia.cpllt.cl/cpllt/decision.php?id=CPLT000034368>

CLORPİRIFÓS IMPACTOS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE EN CHILE

3-POINTER 15 G	CLORPİRIFÓS	INGLATERRA / CHINA	POINT CHILE S.A.	II (Amarillo)	Contacto, ingestión e inhalación
4-CHLORPIRIFOS 50% WP	CLORPİRIFÓS	REINO UNIDO	POINT CHILE S.A.	II (Amarillo)	Contacto e inhalación
5-PYRINEX 25 CS	CLORPİRIFÓS	ISRAEL	MAKHTESHIM AGAN CHILE SpA	III (Azul)	Contacto, ingestión e inhalación
6-MASTER 25 CS	CLORPİRIFÓS	ISRAEL	MAKHTESHIM AGAN CHILE SpA	III (Azul)	Contacto, ingestión e inhalación
7-MASTER 48% EC	CLORPİRIFÓS	ISRAEL / COLOMBIA	MAKHTESHIM AGAN CHILE SpA	II (Amarillo)	CONTACTO, INGESTION E INHALACION
8-CLORPİRIFOS S 48	CLORPİRIFÓS	INDIA / CHILE	SOLCHEM SPA	II (Amarillo)	Contacto, ingestión e inhalación
9-CLORPİRIFOS 480 EC	CLORPİRIFÓS	CHILE	AGROSPEC S.A.	II (Amarillo)	CONTACTO E INGESTIÓN
10-PROTON 50 EC	CLORPİRIFÓS / DIMETOATO	CHILE / ARGENTINA / CHINA / INDIA / INDIA	ANASAC CHILE S.A.	II (Amarillo)	Contacto e ingestión, SISTÉMICO
11-PYRINEX 48 % EC	CLORPİRIFÓS	ISRAEL / COLOMBIA	ADAMA MAKHTESHIM LTD. / ADAMA ANDINA B. V	II (Amarillo)	Contacto, ingestión e inhalación
12-CLORPİRIFOS 48 % CE	CLORPİRIFÓS	REINO UNIDO / CHINA	POINT INTERNATIONAL LTD. / POINT AGRO-CHINA LTD.	II (Amarillo)	Contacto, ingestión e inhalación

Fuente: Elaborado con datos del SAG, 2022.

2.- Usos autorizados del clorpirifós para el uso en cultivos agrícolas por el SAG.⁵³

2.1.- Clorpirifós, marca comercial CHLORPYRIFOS 480 EC, está autorizado para ser usado en almendro, cerezo, ciruelo, durazno, damasco, guindo, kiwi, manzano, nectarino, peral, membrillo, clementinas, limón, naranjo, pomelo, mandarina, uva vinífera, uva de mesa, tomate, maíz, alfalfa, trébol, remolacha, tabaco, maravilla, soya, raps, papa, cebolla, espárragos, trigo y avena, nogal, palto, arándano, frambueso, moras, zarzaparrillas, triticale⁵⁴, ajo, lechuga, coliflor, brócoli, repollo bruselas, repollo, melón, pepino, sandía, zapallo, ají, pimiento, empastada, zanahoria; leguminosas de grano: poroto, lenteja, garbanzo, chícharo, haba.

2.2.- Clorpirifós, marca comercial TROYA 4 EC, está autorizado para ser usado en manzano, peral, duraznero, nectarino, ciruelo, cerezo, almendro, vides, nogal, kiwi, naranjo, limonero, pomelo, clementina, mandarina, lima, palto, olivo, arándano, frambuesa, mora, zarzaparrillas, remolacha, ajo, cebolla, papa, esparrago, frejol, alfalfa, praderas, al suelo en maíz y remolacha, al suelo en arándano, frambuesa, mora, zarzaparrilla

2.3.-Clorpirifós, marca comercial POINTER 15 G, está autorizado para uso remolacha, maravilla, maíz, tabaco, cereales, tomates, hortalizas, mora, frambuesa, arándano, zarzaparrillas.

2.4.- Clorpirifós, marca comercial, CHLORPIRIFOS 50% WP, está autorizado para uso en uva de mesa, manzanas, perales, nogales, kiwis, almendro, cerezos, nectarines, durazneros, ciruelos, mora, frambuesa, arándanos, zarzaparrillas, frutillas, tomates, pimiento, ají, repollo, coliflor, brócoli, bruselas, pepino, zapallo, sandía, melón, lechuga, apio, achicoria, acelga, espinaca, cebolla, espárragos, ajo, porotos, maíz.

⁵³ Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, estableció la prohibición de los principios activos, clorpirifós, etil y metil, paraquat y metomil, según Resolución exenta N°5.810, publicada el 13 de octubre de 2022 en el Diario Oficial. La prohibición entrará en vigor el 13 de diciembre de 2024. Ver nota de prensa en: <https://rap-al.org/chile-rap-al-chile-apoya-la-prohibicion-del-clorpirifos-metomilo-y-paraquat-y-demanda-su-sustitucion-mediante-el-fomento-de-estrategias-tecnologias-y-practicas-agroecologicas/>

⁵⁴ Cereal reforzado que procede del cruzamiento entre trigo y centeno.

2.5.- **Clorpirifós, marca comercial PYRINEX 25 CS**, estas autorizado para uso en manzano, peral, membrillero, ciruelo, duraznero, nectarino, damasco, kiwi, viñas, uva de mesa, remolacha azucarera, cereales: trigo, avena cebada, triticale.

2.6.- **Clorpirifós, marca comercial MASTER 25 CS**, está autorizado para uso en tratamiento de semillas (maíz, poroto, trigo, cebada, avena, cebada, lupino).

2.7.- **Clorpirifós, marca comercial MASTER 48% EC**, está autorizado para uso en manzano, peral, membrillero, duraznero, nectarino, damasco, ciruelo, almendro, nogal, viñas, uva de mesa, limonero, naranjo, clementino, mandarino, pomelo, tángalo, arándano, frambueso, mora, zarzaparrilla, trigo, avena, cebada, raps, maíz, remolacha azucarera, alfalfa, ajo, cebolla, lechuga, zanahoria, coliflor, brócoli, repollo de bruselas, repollo, papa, poroto, ají, pimentón, tomate.

2.8.- **Clorpirifós, marca comercial CLORPIRIFOS S 480**, está autorizado para uso en almendro, cerezo, ciruelo, durazno, damasco, guindo, kiwi, manzano, nectarino, peral, membrillo, clementinas, limón, naranjo, pomelo, mandarino, uva vinífera, uva de mesa, tomate, maíz, alfalfa, trébol, remolacha, tabaco, maravilla, soya, raps, papa, cebolla, espárragos, trigo y avena, nogal, palto, arándano, frambueso, moras, zarzaparrillas, triticale, ajo, lechuga, coliflor, brócoli, repollo bruselas, repollo, melón, pepino, sandía, zapallo, ají, pimienta, empastada, zanahoria; leguminosas de grano: poroto, lenteja, garbanzo, chícharo, haba.

2.9.- **Clorpirifós, marca comercial CLORPIRIFOS 480 EC**, está autorizado su uso en manzanos, peral, almendro, nogal, vides, cerezo, ciruelo, damasco, duraznero, nectarino, clementina, limonero, mandarino, naranjo, pomelo, palto, olivo, arándanos, frambueso, kiwi, ají, ajo, brócoli, cebolla, coliflor, lechuga, papa, pimentón, repollo, tomate, zanahoria, maíz.

2.10.- **Clorpirifós, marca comercial PROTON 50 EC**, está autorizado su uso en vid, manzano, peral, ciruelo, limonero, naranjo, pomelo, mandarino, clementina.

2.11.- **Clorpirifós**, marca comercial PYRINEX 48 % EC, autorizado en manzano, peral, membrillero, duraznero, nectarino, ciruelo, almendro, nogal, viñas, uva de mesa, kiwi, limonero, naranjo, clementino, mandarino, pomelo, tangelo, arándanos, frambueso, mora, zarzaparrillas, trigo, avena, cebada, raps, maíz, remolacha azucarera, alfalfa, ajo, cebolla, lechuga, zanahoria, coliflor, brócoli, repollo brusela, repollo, papa, poroto, ají, pimentón, tomate.

2.12.- **Clorpirifós**, marca comercial **CLORPIRIFOS 48 % CE**, autorizado en maíz, remolacha, maravilla, soya, raps, papa, espárragos, repollo, lechuga, frejoles, cebollas, ajo, praderas (ballica, festuca, pasto ovillo, falaris, avena, alfalfa.

(*) El registro de **Clorpirifós** de la marca comercial **CYREN 50 WP** de Cheminova fue cancelado por el SAG el 10 de septiembre de 2020.

3.-USOS NO AGRÍCOLAS, INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA. ISP

El mandato del ISP es autorizar el registro y mantener la vigilancia de los registros de plaguicidas de uso sanitario y doméstico a nivel nacional como parte de las medidas de prevención y control de vectores de enfermedades transmisibles, por ejemplo, lesiones por picaduras de insectos, mordeduras de arácnidos ponzoñosos, control de plagas, entre otros. Además, su labor es mantener vigilancia de los compuestos activos y clasificación toxicológica de cada plaguicida.

Para uso doméstico el clorpirifós tiene registro vigente desde el 8 de enero de 2013, con la marca comercial **TANAX Green Jardín Todo Insecto EC** Concentrado Emulsionable. Registro (P-651/18) de Productos Químicos TANAX S.A.C.e.I.⁵⁵ TANAX Green Jardín Todo Insecto, está compuesto por cipermetrina 1, 05 g., N° CAS 52315-07-8 y por **Clorpirifós 98% 6,12, g., CAS N° 2921-88-1**. Esta marca comercial es de fabricación nacional y su última renovación fue el 8 de enero de 2018. El **registro vence el 8 de enero de 2023**. Posterior a este registro, entre los años 2019-2021, no existen registros de otras marcas comerciales que contengan el principio activo clorpirifós en el boletín de registro de plaguicidas de uso sanitario y doméstico del ISP.⁵⁶

4.- INTOXICACIONES AGUDAS POR CLORPIRIFÓS

La intoxicación aguda por plaguicidas, IAP, es un efecto adverso que se produce durante un tiempo breve por absorción o administración de una dosis única o repetida, en período de tiempo de aproximadamente 24 horas o menos.

En el año 1992 la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica en Plaguicidas, REVEP, del Ministerio de Salud, inició la vigilancia de intoxicaciones agudas por plaguicidas en Chile. El objetivo fue detectar tempranamente los casos y brotes epidémicos de intoxicación aguda por plaguicidas con el fin de aplicar medidas de prevención y control (Norma técnica N°92, 2007). La modalidad de vigilancia es universal de todos los casos ocurridos en el país y la notificación a la Secretaria Regional Ministerial de Salud de todo caso sospechoso de IAP, es obligatoria e inmediata desde 2004 (DS.88,2004)⁵⁷

Durante todos los años de vigilancia han aparecido IAP por clorpirifós en menores de 15 años, debido a la exposición de menores por el uso de estos tóxicos en sus hogares, en las escuelas o por proximidad a aéreas fumigadas.⁵⁸ Esta situación ha provocado en Chile brotes de importante magnitud, que han afectado tanto a los escolares como a trabajadores de establecimiento escolares, situación que ha causado el cierre del colegio y alarma pública.⁵⁹

Clorpirifós, uno de los principales responsables de las intoxicaciones agudas en Chile.

Producto de la vigilancia de la REVEP, se ha detectado que el plaguicida **clorpirifós**⁶⁰ forma parte de los 10 plaguicidas (ingredientes activos) que representan cada año a más del 50% de los

⁵⁵ <https://registrosanitario.ispch.gob.cl/>

⁵⁶ https://www.ispch.cl/wp-content/uploads/2022/04/BoletinRegistroPlaguicidas_30marzo2022-1.pdf

⁵⁷ REVEP, MINSAL Chile. Reglamento de notificación obligatoria de las intoxicaciones agudas con pesticidas. Decreto N° 88, de 2004 publicado en el diario oficial de 05 de 10 de 2004.

⁵⁸ Fumigación, es un término usado comúnmente en Chile y América Latina para las aspersiones aéreas y terrestres con plaguicidas.

⁵⁹ "Evaluación de resultados del programa de vigilancia de intoxicaciones agudas por plaguicidas de Chile" Tesis para optar al Grado de Magister en Salud Pública CLELIA VALLEBUONA STAGNO, Santiago 2015.

⁶⁰ VIGILANCIA NACIONAL DE INTOXICACIONES AGUDAS POR PLAGUICIDAS – REVEP Departamento de Epidemiología División Planificación Sanitaria Subsecretaría de Salud Pública 23.05.2019. http://epi.minsal.cl/wp-content/uploads/2019/06/2019.05.27_REVEP-2008-A-2018.pdf

casos notificados de intoxicación aguda.⁶¹ Sin embargo, es probable que los casos de envenenamiento por plaguicidas y por clorpirifós sean mayores debido a que por cada caso notificado hay 5 sin notificar, a pesar de que el no cumplimiento de esta obligatoriedad es sancionado. Cabe señalar que dentro de los 10 plaguicidas que causan el mayor número de intoxicaciones hay plaguicidas de origen y/o nombre desconocido. Es común, en el país, que trabajadores y trabajadoras no tengan acceso al nombre del plaguicida que se está aplicando en el predio o el plaguicida ha entrado al territorio por tráfico ilegal, con nombre de fantasía y sin datos del principio activo en su etiqueta; o el plaguicida no se encuentra en el envase original, entre otras irregularidades.

CUADRO N° 4

Intoxicaciones agudas causadas por clorpirifós periodo 2012-2019

CLORPIRIFÓS	INTOXICACIONES	AGUDAS, IAP
AÑO	N° Casos	%
2019	17	3,4
2018	107	17,5
2017	30	4,6
2016	5	1,1
2015	140	24,0
2014	21	2,5
2013	38	7,2
2012	106	12,1

Fuente: Elaboración propia con datos del Departamento de Epidemiología, MINSAL⁶²

De acuerdo con el ingrediente activo del plaguicida, en 2012 y 2015, los primeros lugares lo ocupan clorpirifós y azinfos metil y clorpirifós y cipermetrina respectivamente.

En los años del COVID19, las notificaciones por plaguicidas bajaron considerablemente debido a que tanto el Ministerio de Salud como el Instituto de Salud Pública, estuvieron totalmente abocados a coordinar una respuesta global del sistema ante la situación de emergencia epidemiológica. En este contexto, epidemiología (REVEP) del Ministerio de Salud señaló que “es necesario dar un mayor impulso en la entrega de información a la población y trabajadores sobre los daños a la salud de los plaguicidas y las medidas de prevención. Además, se requiere reforzar el cumplimiento de las normas legales vigentes de prevención laboral y de aplicación de plaguicidas”.^{63 64}

⁶¹ Principales ingredientes activos involucrados en las IAP. Chile, REVEP, años 2012 a 2019. Metamidofós, clorpirifós, glifosato, diazinon, metomil, paraquat, azinfos metil, cipermetrina, alfa cipermetrina, deltametrina, lambdacialotrina, cianamida hidrogenada, brodifacoum, origen desconocido.

⁶² Años 2012 a 2017. Vigilancia Nacional de Intoxicaciones agudas por Plaguicidas, REVEP. Dr. Clelia Vallebuona Stagno, Departamento de Epidemiología. División Planificación Sanitaria. Subsecretaría Salud Pública, Ministerio de Salud.

⁶³ REVEP, 2021.

5.-INTOXICACIONES CRÓNICAS POR CLORPIRIFÓS

La mayoría de las investigaciones da cuenta del uso de un cóctel de plaguicidas en monocultivos agrícolas y forestales. También queda en evidencia que la deriva de plaguicidas altamente peligrosos, producto de la pulverización aérea y terrestre, es frecuente en sectores rurales y ocurre incluso en lugares alejados de la aplicación, como se demostró en las investigaciones epidemiológicas y estudios en niñas/os y escolares que habitan en sectores rurales, cercanos a plantaciones frutícolas y hortícolas. Una revisión de estudios científicos realizados desde 1990 hasta 2020 sobre la exposición a plaguicidas y efectos crónicos en la salud de infantes, niñas y niños de siete países de América Latina, incluido Chile, revela que la exposición a OF y clorpirifós tiene graves efectos en la salud infantil, entre otros, déficits cognitivos y conductuales (hiperactividad) y problemas en el neurodesarrollo.⁶⁵

En Chile, clorpirifós se ha detectado en diversos estudios como uno de los contaminantes principales presente en la orina de niños, principalmente en las investigaciones realizadas sobre exposición a plaguicidas por un equipo de científicos de la Universidad Católica del Maule liderado por la Dra. María Teresa Muñoz Quezada. Estos estudios han tenido como objetivo investigar la relación existente entre la cercanía de escuelas municipales a predios agrícolas que utilizan plaguicidas y la presencia de escolares con discapacidad intelectual.⁶⁶ Los estudios iniciales continuaron posteriormente con un equipo ampliado y multidisciplinario con el objetivo de evaluar la presencia de metabolitos de organofosforados en la orina de escolares rurales y estimar la asociación con el desempeño cognitivo. En el marco de estos estudios también se investigó durante dos años la asociación entre los metabolitos urinarios de organofosforados (OF) y el consumo de frutas y verduras y otras variables de riesgo de exposición en escolares de Talca, Región del Maule.

Desde 2012 los estudios detectaron altas concentraciones urinarias de metabolitos de plaguicidas en escolares rurales y el consumo de frutas y verduras y otras variables de riesgo de exposición en escolares. Estos estudios evidenciaron la presencia de plaguicidas altamente peligrosos en escolares, entre los contaminantes se detectó **clorpirifós**, diethylalkylfosfatos (DEAP) y (DMAP), methylalkylfosfatos, fosmet, fenitrotión⁶⁷. Los factores asociados con la DEAP urinaria incluyeron clorpirifós en el consumo de frutas. Este estudio observacional de diseño longitudinal denominado **“Evaluación de la exposición a plaguicidas órgano-fosforados en escolares de la provincia de**

⁶⁴ Guía Preventiva de Exposición a Plaguicidas, RAP-AL, 2021. La Red de Acción en Plaguicidas, RAP-AL, Cono Sur, publicó la “Guía Preventiva de Exposición a Plaguicidas”, que está disponible para todas las personas afectadas y los servicios e instituciones involucradas en la protección y prevención de la salud de la población

⁶⁵ Rozas, María Elena, 2021, Op. Cit.

⁶⁶ Investigadora principal, Dra. María Teresa Muñoz Quezada, Documento enviado el 2021 al Presidente de la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales, diputado Ricardo Celis A.

https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmID=231560&prmTipo=DOCUMENTO_COMISION

⁶⁷ Muñoz-Quezada, María Teresa, 2012, Indicadores de exposición a plaguicidas organofosforados en escolares de la provincia de Talca, Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/165598>

Talca. Identificación de factores de riesgo asociados”,⁶⁸ evaluó la exposición a plaguicidas OF e identificó los factores de riesgos asociados a las concentraciones de metabolitos OF en orina de escolares de la Provincia de Talca mediante un estudio longitudinal con 190 escolares de 6 a 12 años de escuelas municipales de 4 comunas (Talca, Empedrado, San Clemente y Maule), en dos periodos, uno de alta producción agrícola en el mes de diciembre 2010 (tiempo 1) y otro de baja producción agrícola en mayo 2011 (tiempo 2). El estudio indagó sobre las siguientes variables de riesgo asociadas: residuos OF en vegetales (**clorpirifós**, diazinon, dimetoato, fosmet, azinfos metil), proximidad de la vivienda a predios agrícolas que aplican plaguicidas, uso de plaguicidas en el hogar, ubicación geográfica (urbana o rural), y variables sociodemográficas. Las variables de riesgo identificadas en el modelo estadístico GEE para el metabolito dimetil en ambos tiempos fue: exposición a residuos de **clorpirifós** en frutas consumidas por los niños menores de 9 años de la Comuna de Talca. Entre las conclusiones del estudio se recomienda, “los resultados aquí presentados sugieren la necesidad de una revisión de las políticas para regular la venta, aplicación y presencia de residuos de **clorpirifós** en frutas y verduras en Chile, así como también de otros plaguicidas organofosforados nocivos que se utilizan actualmente”.⁶⁹

En 2018, el equipo de la Universidad Católica del Maule publicó un nuevo estudio llamado “**Efectos de una intervención educativa sobre plaguicidas organofosforados en la percepción de riesgo y niveles de metabolitos de clorpirifós, diazinon y paratión en escolares rurales chilenos**”.⁷⁰ En esta investigación, en modelos de regresión lineal múltiple, los metabolitos de clorpirifós, CPM, en la orina, se asociaron con consumo de frutas en la escuela y la aplicación de plaguicidas organofosforados, OF, en casa. “Paratión y clorpirifós se correlacionaron en orina en ambas mediciones ($p = 0,0004$) sugiriendo que ambos se aplican combinados”.⁷¹

Los resultados de todos los estudios revisados en esta investigación, desde 2012 a 2018, realizados por investigadores de la Universidad de Talca con diferentes metodologías, fueron consistentes en determinar una mayor proporción de estudiantes con discapacidad intelectual en las escuelas rurales de nivel socioeconómico bajo y cercanía a predios agrícolas que utilizan plaguicidas, especialmente organofosforados, entre ellos clorpirifós.

Asimismo, la revisión sistemática, “**Exposición a plaguicidas en Chile y salud poblacional: urgencia para la toma de decisiones**”,⁷² publicada en 2022, liderada por la investigadora Liliana Zuñiga V., recopiló evidencia epidemiológica de varias regiones de Chile sobre la exposición a plaguicidas y sus efectos en la salud poblacional. Los efectos más observados en esta revisión son neurotóxicos

⁶⁸ Muñoz-Quezada, María Teresa, 2012, Evaluación de la exposición a plaguicidas órgano-fosforados en escolares de la provincia de Talca. Identificación de factores de riesgo asociados, <http://bibliodigital.saludpublica.uchile.cl/dspace/handle/123456789/287>

⁶⁹ Muñoz-Quezada, María Teresa, 2012, Op. Cit.

⁷⁰ Muñoz-Quezada, María Teresa et al, 2018, Efectos de una intervención educativa sobre plaguicidas organofosforados en la percepción de riesgo y niveles de metabolitos de clorpirifós, diazinon y paratión en escolares rurales chilenos. En [Muñoz-Quezada M.T, Lucero B., et al., 2018](#)

⁷¹ Paratión, PAR, está prohibido en Chile desde 2000.

⁷² Zuñiga-Venegas, Liliana, 2022, Exposición a plaguicidas en Chile y salud poblacional: urgencia para la toma de decisiones. Gac Sanit vol.35 no.5 Barcelona sep./oct. 2021 Epub 24-Ene-2022

(54%), genotóxicos (31%) y reproductivos (15%). En las conclusiones, se señala, “La evidencia muestra que, en Chile, los niveles de exposición en población general y ocupacional son superiores a los encontrados estudios internacionales”. Agrega, “Resulta prioritario potenciar la investigación sobre daños en salud y restringir legalmente de manera estricta el uso de plaguicidas peligrosos ya prohibidos en países desarrollados por su alto riesgo para la salud de las personas y el medio ambiente”.⁷³ Esta revisión incluye un estudio, realizado en la Región de Coquimbo con un grupo de trabajadores agrícolas, que detectó lo siguiente respecto a clorpirifós:

“durante la época de fumigación, tanto la AChE como la BuChE⁷⁴ se inhiben por encima del límite de tolerancia biológica en un 25% y un 15%, respectivamente. En una muestra de personas de la población general rural, estos valores fueron del 23% para AChE y el 30% para BuChE, lo que indica que la población general igualmente está expuesta de forma aguda a los plaguicidas. En esta población también se estudió la distribución alélica del polimorfismo Q192R (rs662) de la enzima paraoxonasa 1 que hidroliza las formas tóxicas de ciertos OP, con diferencias en la eficiencia catalítica, confiriendo susceptibilidad a los efectos de la exposición a OP38,39. El 60% de la muestra estudiada resultó ser portadora del alelo ineficiente (192Q) para la metabolización de **clorpirifós**, que es el OP más vendido en Chile”.⁷⁵



Foto: Justin Blau. Escolares, padres y profesoras denuncian uso en viñedos de clorpirifós y otros plaguicidas altamente peligrosos frente a la Escuela Gabriela Mistral, Paihuano, región de Coquimbo, 2007.

6.- CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR CLORPIRIFÓS:

El estudio, “**Plaguicidas heredados y de Uso Actual (CUPS) en la Atmósfera de un Área Rural en Chile Central, usando Muestras Pasivas de Aire**”⁷⁶, utilizó discos de espuma de

⁷³ Liliana Zúñiga-Venegas, et al., 2022, Op-Cit. <https://dx.doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.04.020>

⁷⁴ La determinación de las actividades acetilcolinesterasa (AChE) y butirilcolinesterasa, (BuChE) es ampliamente utilizada en estudios de monitoreo biológico.

⁷⁵ Liliana Zúñiga-Venegas, et al., 2022, Op-Cit.

⁷⁶ Climent, M. J. et. al. (2019) Plaguicidas heredados y de Uso Actual (CUPS) en la Atmósfera de un Área Rural en Chile Central, usando Muestras Pasivas de Aire. Legacy and Current-Use Pesticides (CUPS) in the Atmosphere of a Rural Area

poliuretano (PUF) en muestreadores de aire pasivos (PAS) y colectores de deposición seca pasiva (Pas-DD) para evaluar la presencia de contaminantes persistentes en el aire (PAS) y colectores pasivos de deposición seca (Pas-DD). El objetivo fue evaluar la presencia de contaminantes orgánicos persistentes (COP) y plaguicidas de uso corriente (PUC) en Peumo, VI Región, una zona rural de Chile central. Los muestreadores fueron expuestos desde septiembre de 2015 (primavera) hasta marzo de 2016 (verano). Ambos muestreadores (PUF-PAS y Pas-DD) capturaron más de un plaguicida por período de muestreo. El estudio señala que, “El clorpirifós-etilo y el pirimetanil presentaron la concentración en aire más alta con el PUF-PAS (3470,2 pg m⁻³ para el clorpirifós-etilo y 52,8 pg m⁻³ para el pirimetanil). La cantidad depositada de clorpirifós-etil, pirimetanil, penconazol, diazinón y malatión en algunos Pas-DD, fue superior a la cantidad de plaguicidas capturada por el PUF-PAS”.⁷⁷

Según lo detectado en los monitoreos, clorpirifós es uno de los principales plaguicidas presentes en el aire, “De 34 pesticidas estudiados, 11 fueron detectados con PUF-PAS y 9 con Pas-DD. Clorpirifós-etil y pirimetanilo fueron los compuestos más ubicuos y también los que presentaron las concentraciones más elevadas con ambos muestreadores. Esto se explicaría porque el primer compuesto corresponde a uno de los insecticidas más utilizados a nivel regional para controlar plagas en cultivos de hortalizas y frutales”.⁷⁸

7.- CONTAMINACIÓN DE AGUAS:

Estudios académicos han encontrado sistemáticamente diversos plaguicidas en los cuerpos de agua en zonas agrícolas, incluido **clorpirifós**⁷⁹ y altas concentraciones de plaguicidas organoclorados prohibidos desde hace décadas en nuestro país.⁸⁰

En Chile, respecto a la contaminación de plaguicidas en aguas, no hay disponibles estudios realizados por la Dirección de Aguas. Asimismo, la falta de normativas para plaguicidas en cuerpos de aguas deriva en un mal diagnóstico del problema y en ausencia de políticas públicas orientadas a la prevención de riesgos y protección de la salud y el ambiente. Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados por investigadores ha detectado en áreas agrícolas altos niveles de plaguicidas en los cuerpos de agua.

Clorpirifós detectado en río Cachapoal⁸¹

La investigación, publicada en 2019, “**Presencia de Pesticidas en Agua Superficial y Aire de la Cuenca del Río Cachapoal, Chile Central: Evaluación del Riesgo para la Biotá Acuática y Salud**

in Central Chile, using Passive Air Samplers. Manuscrito 3, EULA, Chile. Science of the Total Environment DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.302 Science of the Total Environment 662 (2019) 646–654.

⁷⁷ Climent, M. J. et. al. (2019), Op. Cit.

⁷⁸ Climent, M. J. et. al. (2019), Manuscrito 3, Op. Cit.

⁷⁹ Climent M., M. J., 2019. Presencia de Pesticidas en Agua Superficial y Aire de la Cuenca del Río Cachapoal, Chile Central: Evaluación del Riesgo para la Biotá Acuática y Salud Humana. Universidad de Concepción, Chile.

⁸⁰ Elgueta Sebastian et al, 2019, Pesticide residues in ready-to-eat leafy vegetables from markets of Santiago, Chile, and consumer’s risk. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19393210.2019.1625975?journalCode=tfab20>

⁸¹ Climent M., M.J., 2019, Op. Cit.

Humana⁸², concluye que los resultados del estudio evidencian la contaminación difusa por plaguicidas en la cuenca del río Cachapoal. Respecto al riesgo para la biota acuática-cocientes de riesgo (RQs)- calculados para los sitios muestreados aguas arriba y aguas abajo del río Cachapoal, el estudio encontró que los compuestos **clorpirifós-etil** y tebuconazol son los que constituirían un mayor riesgo para peces y *Daphnia magna* a lo largo del cauce. En el caso de los ríos tributarios que extraen agua del río Cachapoal, según el estudio, el mayor riesgo para peces deriva de la presencia de, “tebuconazol, diuron, kresoxim-metil y terbutilazina; para *D. magna*, el mayor riesgo se asocia a la presencia de diazinon, tebuconazol, diuron, ciprodinilo, **clorpirifós-etil** y terbutilazina, mientras que, para las microalgas, lo constituye la presencia de diuron”. Para los canales de riego el estudio observó que, “tanto para peces como *Daphnia magna*, el riesgo se asocia a la presencia de **clorpirifós-etil**, tebuconazol, ciprodinilo, diuron y terbutilazina, además de simazina y DET solo para peces, y diazinon para *D. magna*”. Entre sus principales recomendaciones, la investigación señala:

“Los resultados de esta investigación evidencian la contaminación difusa por pesticidas en la cuenca del río Cachapoal. Por lo tanto, se recomienda realizar monitoreos permanentes asociados a los períodos de precipitación y aplicación de pesticidas, ya que las intensas lluvias y de corta duración (características de la zona central de Chile), generarían peaks de liberación de pesticidas hacia los cuerpos de agua superficial, aumentando el riesgo para el ecosistema acuático.

En relación con la presencia de pesticidas en el aire, se recomienda realizar un muestreo con frecuencia estacional, analizando tanto el material particulado como la fase gaseosa. Al mismo tiempo, se recomienda complementar esta información con datos epidemiológicos que incluyan todas las vías de ingreso al cuerpo humano (ingesta por alimentos, agua, contacto e inhalación), de manera tal que la población se encuentre expuesta a niveles seguros para su salud, especialmente los bebés, niños y trabajadores del sector agrícola.

Es recomendable que las **normas primarias y secundarias de calidad de aire y agua incluyan a los pesticidas y se establezcan los límites máximos para ellos**, ya que con esta investigación hemos dejado en evidencia su presencia tanto en el sistema acuático como en el aire. 5. Finalmente, se recomienda incorporar un monitoreo continuo de aguas subterráneas, que incluya pozos domésticos o poco profundos, ya que muchos habitantes de la cuenca del río Cachapoal utilizan este sistema de captación de agua para consumo humano y animal”.⁸³

8.- CONTAMINACIÓN DE SUELOS POR CLORPIRIFÓS. MOVILIDAD EN SUELOS

Monitoreo de contaminantes orgánicos en mieles y suelos del sur de Chile. ⁸⁴

El objetivo de este estudio fue determinar contaminantes orgánicos presentes en miel y suelos cercanos a colmenas ubicadas en el sur de Chile. En la introducción del estudio se señala, “Los suelos pueden contener contaminantes orgánicos e inorgánicos dependiendo de las actividades

⁸² Climent M., M. J., 2019, Op. Cit.

⁸³ Climent M, M.J., 2019, Op. Cit.

⁸⁴ Lagos Escalona, Patricio, 2021, Monitoreo de contaminantes orgánicos en mieles y suelos del sur de Chile. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas Departamento de Química Inorgánica y Analítica. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/185121/Monitoreo-de-contaminantes-organicos-en-mieles-y-suelos-del-sur-de-Chile.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

antropogénicas en ellos. Se ha descrito que los contaminantes se pueden transportar a las colmenas a través de la interacción de las abejas con el agua y las plantas en contacto con el suelo, o mediante el transporte de partículas del suelo a las colmenas”. Agrega, “La identificación del origen geográfico de la miel es información que puede ayudar a consumidores y productores a evitar que las abejas estén expuestas a los contaminantes que pueden estar presentes en áreas de alimentación o a seleccionar la miel de áreas con menos riesgo de contaminación”.

El estudio concluye: “Se pudo constatar que existe una transferencia de los contaminantes orgánicos entre suelo, abeja, colmena y miel, como es el caso del pesticida organofosforado **clorpirifós**, de vida media mayor a 60 días, el cual se encontró tanto en los extractos de suelo como miel y además fue detectado en los extractos de suelo por GC- μ ECD. Otro de los contaminantes identificados por DSA-TOF-MS⁸⁵ es el fungicida fenhexamida, de vida media de 1 día en condiciones aerobias el cual sólo fue encontrado en los extractos de miel”.

EVALUACIÓN DE LA MOVILIDAD DE CLORPIRIFÓS A TRAVÉS DEL PERFIL DE SUELO POR EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA DISUELTA PRESENTE EN ENMIENDAS ORGÁNICAS⁸⁶

En este estudio se pretende evaluar la movilidad del compuesto clorpirifós a través del perfil de suelo, determinando la influencia asociada a la materia orgánica disuelta, MOD. Para el desarrollo de esta investigación, en una primera etapa, se optimizaron y compararon las técnicas de extracción en fase sólida (SPE) y microextracción líquido-líquido dispersiva (DLLME) para la separación del clorpirifós desde matriz acuosa, cuantificándolo por medio de un cromatógrafo gaseoso con detector de micro captura electrónica (GC- μ ECD). Se seleccionó la metodología más adecuada para calcular la movilidad del analito en las soluciones eluidas del suelo fortificado y no fortificado del sector de La Farfana, Maipú, Región Metropolitana.

De acuerdo con las conclusiones de esta investigación se pudo evidenciar que, “el metabolito CPO tiene una menor afinidad por el suelo comparado con el clorpirifós, presentando alrededor de un 20% más de movilidad”. Agrega, “Mientras que el clorpirifós, presentó una baja movilidad a través del perfil de suelo, y que la aplicación de la enmienda orgánica basada sobre ácidos húmicos (Humex) no la facilita, a diferencia de lo que ocurre con el metabolito clorpirifós Oxon (CPO), el cual, al ser movilizado a través del perfil de suelo, con y sin adición de enmiendas, aumenta la probabilidad y preocupación sobre un eventual foco de contaminación de las aguas subterráneas”.⁸⁷

⁸⁵ Análisis de muestra directa - tiempo de vuelo - espectrometría de masas.

⁸⁶ Campos E., N., 2016, Evaluación de la movilidad de clorpirifós a través del perfil de suelo por efecto de la materia orgánica disuelta presente en enmiendas orgánicas. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas Departamento de Química Inorgánica y Analítica Laboratorio de Bioquímica y Química de Suelos. Memoria para optar al Título de Químico. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/141626/Evaluacion-de-la-movilidad-de-clorpirifos-a-traves-del-perfil-de%20suelo-por-efecto-de-la-materia-org%C3%A1nica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁸⁷ Campos E., N. Op. Cit.

9.- CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS CON RESIDUOS DE CLORPIRIFÓS

En Chile la única normativa que existe para el control de residuos de plaguicidas está relacionada con alimentos,⁸⁸ y está basada casi en su totalidad en el CODEX Alimentarius Internacional.⁸⁹ Cabe señalar que el Codex tiene una importancia estratégica para las transnacionales agroquímicas debido a que los Límites Máximos de Residuos, LMR,⁹⁰ tienen un impacto directo en las ventas de plaguicidas, por tanto, esta entidad no está libre de lobby y conflictos de interés.⁹¹

Los criterios para establecer los LMR en alimentos las fijan algunos países de acuerdo con su realidad, prácticas agronómicas o práctica agrícola óptima (BPA), dietas o ingesta diaria admisible, exigencias sanitarias, criterios económicos y/o políticos, o según el **nivel de protección que los países quieran dar a la salud de las personas y/o al ambiente**, o teniendo como única orientación las normas del Codex Alimentarius⁹².

Además de los factores antes mencionados, no es posible garantizar que los LMR de la Comisión del Codex Alimentarius (CAC) sean seguros debido a que no consideran la gran complejidad del contexto en el que se produce la exposición a plaguicidas, el proceso salud-enfermedad y sus determinantes sociales, la exposición múltiple a plaguicidas y el hecho que niños consumen desde los 6 meses más frutas y verduras por kg. de peso corporal que los adultos, entre otros factores.⁹³

⁸⁸ La norma técnica N° 209 fija límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y deja sin efecto la Resolución N° 33 exenta, de 2010, del Ministerio de Salud.

⁸⁹ Se revisó y utilizó como primera referencia para la adopción de LMR de plaguicidas en alimentos, las recomendaciones emanadas de las reuniones N° 43 a 49 del Comité del Codex Alimentarius sobre Residuos de Plaguicidas, realizadas entre los años 2011 y 2017 y aprobadas por la Comisión del Codex Alimentarius en los períodos de sesiones 34° al 40° respectivamente. Se estableció la siguiente secuencia de criterios priorizados: 1° Codex; 2° Unión Europea; 3° Estados Unidos de Norteamérica.

⁹⁰ El LMR es la máxima concentración de un residuo (expresado en mg/kg o ppm) que es **legalmente permitido** o considerado como aceptable en, o sobre un alimento, un producto agrícola o parte comestible de animales según lo establece una autoridad regulatoria nacional o regional, por ejemplo, la Unión Europea, o el Codex Alimentarius.⁹⁰

⁹¹ La Agencia Internacional de Investigaciones del Cáncer, IARC, en 2015, clasificó al glifosato como probable cancerígeno en humanos. Sin embargo, el panel de ONU sobre residuos de plaguicidas que en 2016 dictaminó que el glifosato probablemente no era cancerígeno para los humanos estuvo envuelto en disputas sobre posibles conflictos de intereses debido a que el Instituto Internacional de Ciencias de la Vida (ILSI) Europa codirigido por el presidente de la reunión conjunta de la ONU sobre residuos de plaguicidas (JMPR) recibió una importante donación de Monsanto y del grupo industrial agroquímico Croplife International, según documentos obtenidos por la campaña del Derecho a Saber de EE. UU. El profesor Alan Boobis, quien presidió la reunión conjunta FAO/OMS de la ONU sobre el glifosato, también trabaja como vicepresidente de ILSI Europa. El copresidente de las sesiones del JMPR fue el profesor Angelo Moretto, miembro de ILSI, y también de su grupo directivo Risk21, que también copreside Boobis. Fuente: <https://www.theguardian.com/environment/2016/may/17/unwho-panel-in-conflict-of-interest-row-over-glyphosates-cancer-risk>

⁹² María Elena Rozas, (2016) Criterios para fijar el límite máximo de residuos. El veneno está en la mesa. RAP-Chile. El Codex Alimentarius o “Código alimentario” fue establecido por la FAO y la Organización Mundial de la Salud en 1963 para elaborar normas alimentarias internacionales armonizadas. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-home/es/>

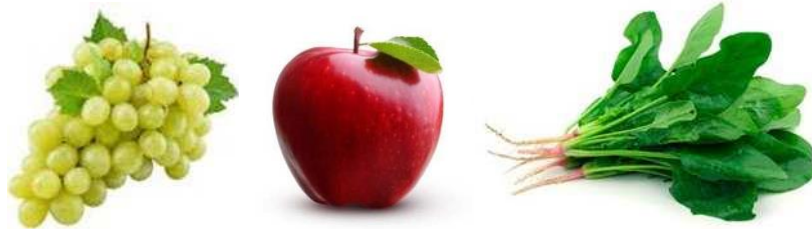
⁹³ La persona de referencia para los LMR del Codex es una persona con un peso corporal de 55 kg o 60 kg.

Residuos de clorpirifós en alimentos de la dieta de los bebés e infantiles

En Chile no se aplica el límite más riguroso para aquellos alimentos que conforman la dieta bebés e infantiles.⁹⁴ Los límites máximos de residuos de clorpirifós en alimentos que son importantes en la dieta de los bebés, como son las frutas y verduras, son muy permisivos o laxos (ver cuadro N°5), y desde luego no garantizan una alimentación saludable, sobre todo, si estos alimentos además con frecuencia están contaminados con otros tres o cuatro plaguicidas que interactúan entre sí y tienen un modo diferente de acción en el organismo; algunos de ellos, pueden ser cancerígenos, alteradores de los sistemas endocrino, inmunológico, nervioso, cardiovascular, reproductivo, etc.

En investigaciones realizadas en el país, desde hace décadas, el plaguicida clorpirifós aparece en forma recurrente como contaminante, principalmente en acelga, espinaca, papa, manzana, lechuga, tomate, apio y uva de mesa, alimentos de uso común en la dieta de niños y bebés. En manzanas, en general, los resultados de los análisis de residuos de plaguicidas son inquietantes. En el primer programa de Residuos de Plaguicidas en Vegetales realizado en 2006 por el Servicio Agrícola y Ganadero, entre los analitos detectados con mayor frecuencia en 12 vegetales, clorpirifós etil está en espinaca, manzana, durazno y uva de mesa.⁹⁵

En otro análisis de residuos de plaguicidas en vegetales, realizado en 2012 en manzanas se detectó que en el 88 % de las muestras analizadas tenían al menos un residuo de clorpirifós y en el 55% de las muestras se detectan entre 3 a 5 plaguicidas, clasificados como altamente peligrosos, incluido clorpirifós.⁹⁶



⁹⁴ En 2016, RAP-Chile, como miembro de la Comisión de Actualización de la norma de Límites Máximos de Residuos, LMR, abogó para que se aplicará el límite más riguroso para aquellos alimentos que conforman la dieta guaguas e infantiles. Sin embargo, prevaleció el criterio de utilizar el CODEX.

⁹⁵ Correa Briones, A., Ing. Agr. Programa de Monitoreo de Residuos de Plaguicidas en Vegetales. 2007. División de Protección Agrícola. Subdepartamento de Plaguicidas y Fertilizantes.

⁹⁶ Editores Quiroz, C.; Zolezzi. M.; Sepúlveda Paulina; Correa A. 2013 Estrategias de manejo fitosanitario para reducir el uso de plaguicidas. Boletín INIA N° 268.

El artículo de prensa titulado, “**Alta presencia de pesticidas, un punto negro en envíos a la UE**”, basado en un monitoreo publicado en 2010, indica que, “Mientras en 2009-2010, de 1.808 muestras, el 72,1% evidenció residuos de pesticidas, en la última temporada la cifra se empinó a 83,9% de un total de 2.322 muestras analizadas. Los pesticidas más usados que sobrepasaron el LMR fueron el carbarilo, **clorpirifós** y dodin”.⁹⁷ Asimismo, en 2018, el reporte de la Red de Alertas Alimentarias, RIAL, reveló que, del total de notificaciones en hortalizas frescas, los plaguicidas que aparecen con mayor frecuencia son metamidofós (40%) y clorpirifós-etil (12%). Respecto a las espinacas, un estudio, publicado en 2020, concluyó que para **clorpirifós**, la mayor contribución a la ingesta total fue a través del consumo de espinacas.⁹⁸

CUADRO N° 5

LMR DE CLOPIRIFÓS EN ALGUNAS FRUTAS Y VERDURAS SEGÚN NORMA TÉCNICA N° 209

CLOPIRIFÓS	LMR (mg/kg)
ALIMENTO	LÍMITE MÁXIMO DE RESIDUOS CHILE / Norma 209 /28/11/2020
Frutas cítricas (incluye limón, mandarinas, naranja, pomelo)	1
Frutas pomáceas (incluye manzana, pera, níspero, membrillo)	1
Apio	0,05
Acelga	0,05
Frutilla	0,3
Uva de mesa	0.5
Cereza	1
Ciruela	0.5
Durazno	0,5
Papa	2
Zanahoria	0,1
Pimiento morrón	2
Lechuga (española, francesa, milanesa, escarola)	1
Brócoli	2
Espinaca	0.05
Repollo	1

Fuente: Norma técnica, 28 de noviembre de 2020

⁹⁷ Fuente: Martina Salvo, Revista del campo. El Mercurio, Lunes 31 de Octubre de 2011, Alta presencia de pesticidas, un punto negro en envíos a la UE.

⁹⁸ Agencia Chilena para la Calidad e Inocuidad Alimentaria, ACHIPIA Elaborado por: Eduardo Aylwin H. Ing. Agr. Colaboradores: Natalia Martínez Mv, Ms y Gustavo Sotomayor D. Mv. Ms (c). Área Análisis de Riesgo Santiago, Chile. 2020.

ESTUDIOS SOBRE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN ALIMENTOS

ANÁLISIS DE RESIDUOS DE MULTIPLAGUICIDAS Y EVALUACIÓN DE RIESGO DIETÉTICO EN TOMATES FRESCOS (*LYCOPERSICUM ESCULENTUM*) DE SUPERMERCADOS LOCALES DE LA REGIÓN METROPOLITANA, CHILE. ⁹⁹

Según lo señalado en el artículo publicado en *Toxics*, en 2021, que fue realizado en supermercados locales de la región Metropolitana, en los últimos años las autoridades oficiales en Chile han reportado transgresiones en los límites máximos de residuos de plaguicidas en hortalizas frescas, no obstante, “no hay información oficial sobre trazabilidad, niveles de pesticidas y riesgos potenciales para la salud”. Por tanto, señalan los autores, el objetivo de este estudio fue, “analizar los residuos de plaguicidas y sus correspondientes evaluaciones de riesgo dietético en tomates de supermercados de la Región Metropolitana”. La evaluación del riesgo dietético la realizaron comparando datos chilenos con referencias internacionales y los resultados mostraron los más altos índices de peligrosidad crónica en el escenario chileno para todos los grupos de edad y género. El estudio detectó que, “Todos los escenarios evaluados revelaron la mayor ingesta diaria estimada y cociente de riesgo para **metamidofós y clorpirifós**. De acuerdo con esta investigación, ambos principios activos utilizados eran inhibidores de la acetilcolinesterasa y eran neurotóxicos bajo evaluación de riesgo crónico. Por tanto, concluyen, “La evidencia obtenida reveló que el **metamidofós, el metomilo y el clorpirifós** deben restringirse para su uso en la agricultura chilena.”

100

RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN HORTALIZAS DE HOJA, LISTA PARA CONSUMO DE MERCADOS DE SANTIAGO DE CHILE Y RIESGO DEL CONSUMIDOR ¹⁰¹

El objetivo de este estudio fue analizar la presencia de residuos de plaguicidas en vegetales de hoja listos para el consumo con el fin de evaluar diferentes modelos para la evaluación de riesgos para la salud. Los modelos consideraron datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y del Ministerio de Salud de Chile (MINSAL). Los autores señalan que, “Según los últimos reportes oficiales en Chile sobre residuos de plaguicidas en vegetales, existe una preocupación nacional acerca de los niveles de algunos plaguicidas como **metamidofós, clorpirifós** o **lambda-cihalotrina**”.

La mitad de las 53 muestras de verduras de hoja listas para comer obtenidas de diferentes mercados en Santiago de Chile contenía residuos de plaguicidas. Los plaguicidas detectados con más frecuencia fueron carbendazima, **clorpirifós**, ciflutrina y lambda-cihalotrina y **metamidofós**.

Desde el punto de vista de la inocuidad de los alimentos, “las muestras investigadas sugieren la presencia de un mayor riesgo para la salud de los consumidores cuando se comparan con los datos

⁹⁹ Elgueta, S.; Valenzuela, M.; Fuentes, M.; Ulloa, P.; Ramos, C.; Correa, A.; Molinett, S. Analysis of Multi-Pesticide Residues and Dietary Risk Assessment in Fresh Tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) from Local Supermarkets of the Metropolitan Region, Chile. *Toxics* 2021, 9, 249. <https://doi.org/10.3390/toxics9100249>

¹⁰⁰ Elgueta, S., et al. (2019), Op. Cit.

¹⁰¹ Elgueta, S., et al. (2019) Pesticide residues in ready-to-eat leafy vegetables from markets of Santiago, Chile, and consumer's risk, *Food Additives & Contaminants: Part B*, 12:4, 259-267, DOI: [10.1080/19393210.2019.1625975](https://doi.org/10.1080/19393210.2019.1625975)

oficiales del MINSAL¹⁰², lo que requiere la debida atención”. (Ver cuadro N°4 sobre intoxicaciones agudas por clorpirifós)

EVALUACIÓN DEL RIESGO A LA SALUD DE LA INGESTA DIETARIA DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS PRESENTES EN MUESTRAS DE LECHUGAS Y ESPINACAS OBTENIDAS EN MERCADOS MAYORISTAS DE LA REGIÓN METROPOLITANA.¹⁰³

El Área de Análisis de Riesgos de la Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria, ACHIPIA, encargó en noviembre de 2018, un muestreo y análisis para 126 muestras de lechugas y 100 muestras de espinacas adquiridas en dos puntos de venta de la Región Metropolitana. Las muestras, previo a ser analizadas a fin de determinar los plaguicidas y las concentraciones de residuos presentes, fueron sometidas a tratamientos de lavado y/o cocción. Con los resultados del muestreo, entre otros análisis, “se realizaron análisis cualitativos y cuantitativos respecto de los plaguicidas detectados, número de muestras con detecciones, así como la situación de cumplimiento con las normas nacionales de LMRs y de autorización de uso de plaguicidas”. Además, se realizó una evaluación de riesgos al consumidor que consideró estimaciones de exposición dietaria y caracterización del riesgo.

Los resultados de la evaluación de exposición dietaria de largo plazo de los plaguicidas detectados, expresados como porcentaje de la IDA¹⁰⁴, “indican que la ingesta dietaria, de 17 diferentes plaguicidas detectados en este estudio, a través del consumo de lechugas y espinacas sometidas a tratamientos de lavado y/o cocción, están en un rango de 0,001% y 1,13% de la IDA”. Los plaguicidas cuya estimación de ingesta ($\mu\text{g}/\text{pc}/\text{día}$) alcanzaron los mayores porcentajes de la IDA fueron: metamidofós (1,13%), clorotalonil (0,21%) y **clorpirifós** (0,1%). Para clorpirifós, la mayor contribución a la ingesta total fue a través del consumo de espinacas.

PROGRAMA DE MONITOREO DE RESÍDUOS DE PLAGUICIDAS EN VEGETALES. 2007. DIVISIÓN DE PROTECCIÓN AGRÍCOLA. SUBDEPARTAMENTO DE PLAGUICIDAS Y FERTILIZANTES. SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO, SAG.

Durante el año 2006 se llevó a cabo en Chile el primer Programa de Monitoreo de Residuos de Plaguicidas en Vegetales diseñado y ejecutado por el Subdepartamento de Plaguicidas y fertilizantes del Servicio Agrícola y Ganadero con el objetivo de detectar especies vegetales con potencial de riesgo respecto a la presencia de residuos de plaguicidas. En las 374 muestras analizadas, los analitos más detectados son metamidofós (63), azinfos metil (55), **clorpirifós etil (54)**, e iprodiona (44).

¹⁰² Según datos de epidemiología, REVEP, del Ministerio de Salud, Clorpirifós es uno de los diez plaguicidas que causan el mayor número de casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas en Chile.

¹⁰³ Agencia Chilena para la Calidad e Inocuidad Alimentaria, ACHIPIA, Op. Cit. Elaborado por: Eduardo Aylwin H. Ing. Agr. Colaboradores: Natalia Martínez, y Gustavo Sotomayor D. Área Análisis de Riesgo Santiago, Chile. 2020.

¹⁰⁴ IDA (Ingesta diaria admisible).

Entre los analitos detectados con mayor frecuencia en las especies vegetales muestreadas (12) está clorpirifós etil en espinaca (4), manzana, (12), uva de mesa (7), durazno (15).¹⁰⁵

REPORTES DE LA RED DE INFORMACIÓN Y ALERTAS ALIMENTARIAS, RIAL, AÑOS 2018-2019-2020

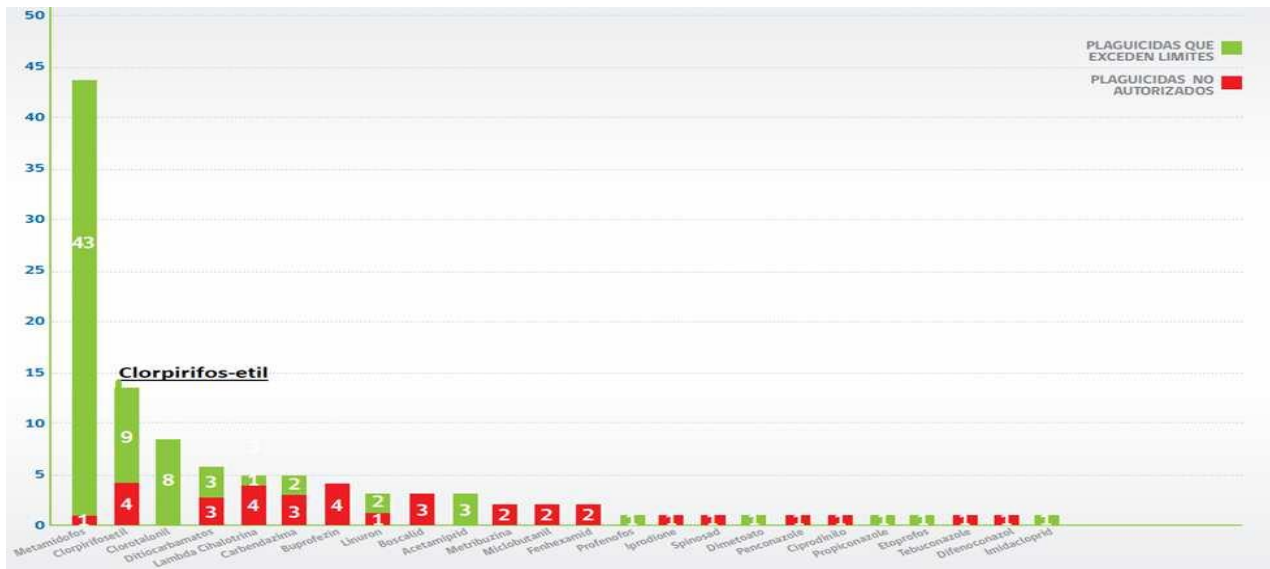
La Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria, ACHIPIA, y la RIAL han informado desde 2016 - cuando se comienza a registrar en la RIAL las notificaciones, correspondientes al Programa de Monitoreo de Residuos de Plaguicidas del SAG y MINSAL, de transgresiones en los límites máximos de residuos de plaguicidas en hortalizas frescas y uso no autorizado en los cultivos.

El año 2018 se registraron en la RIAL, de la Agencia de Inocuidad y Calidad Alimentaria, ACHIPIA, del Ministerio de Agricultura, un total de 172 notificaciones de eventos o alertas alimentarias en Chile. En cuanto al tipo de peligro, el 89% (154/172) correspondió a peligros químicos (plaguicidas).

El reporte reveló que, del total de notificaciones en hortalizas frescas, los plaguicidas que aparecen con mayor frecuencia son metamidofós (40%), **Clorpirifós-etil (12%)**, Clorotalonil (7%) y ditiocarbamatos (5%).

CUADRO N° 6

Notificaciones sub rubro hortalizas frescas por plaguicida y tipo de incumplimiento. Año 2018.



Fuente: Cuadro de notificaciones 2018 elaborado por la Red de Información de Alertas Alimentarias, RIAL, Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria (ACHIPIA)

En el año 2019, el reporte del RIAL del rubro Frutas y hortalizas frescas acumuló la mayor cantidad de notificaciones (166) en Chile. Todas correspondieron a peligros químicos relacionados con la presencia de residuos de plaguicidas que exceden los límites permitidos, o, a plaguicidas no autorizados.

¹⁰⁵ Ing. Agr. Arturo Correa B. Programa de Monitoreo de Residuos de Plaguicidas en Vegetales. 2007. Op. Cit.

De un total de 36 diferentes plaguicidas, los plaguicidas que aparecen con mayor frecuencia son metamidofós, (35%), seguido de ditiocarbamato (6%), **clorpirifós** (4%), miclobutanil, metomilo y tebuconazol con un 3% de las notificaciones respectivamente. El clorpirifós aparece excediendo los límites en acelgas (2) y apio (2).

En el año 2020, la RIAL reportó que el rubro Frutas y hortalizas frescas fue el que acumuló la mayor cantidad de notificaciones en Chile, y todas correspondieron residuos de plaguicidas. De un total de 27 diferentes plaguicidas involucrados en las notificaciones del año 2020, los plaguicidas que aparecen con mayor frecuencia, en hortalizas frescas son **clorpirifós** (12%), fluopiram (10%) carbendazima (10%), seguido de metamidofós, boscalid y pendimetalin con un 6% respectivamente.



Foto: Tractor fumigando. Permiso Alamy a M. E. Rozas

10.- ALTERNATIVAS AL CLOPPIRIFÓS

Los cultivos hortícolas y los frutales, entre ellos, cítricos, manzanos, paltos, son atacados por diferentes plagas presentes en Chile, entre ellas, la escama de San José, conchuela café, chanchito blanco, oídio, trips, polilla de la manzana, burrito, escama blanca, escama rapax, escama roja de los cítricos, katyenido de los cítricos, mosquita blanca, pulgones, larvas minadoras, polilla del tomate, polilla de la papa, pilme de la papa, gusanos cortadores, capachito de los frutales, chanchito blanco de la vid, etc. En este informe, se recogen experiencias y diferentes estrategias y técnicas para el manejo de plagas en esos cultivos que no incluyen el uso de clorpirifós.

AGROLIMPIO PENCAHUE. PRODUCCIÓN DE VERDURAS AGROECOLÓGICAS

Parcela demostrativa de agricultura agroecológica.

En San Vicente de Tagua Tagua, Región de Libertador General Bernardo O'Higgins, en el predio AgroLimpio ubicado en el sector de Pencahue, don Delfín Toro cultiva una variedad de hortalizas de excelente calidad realizando manejo de plagas para obtener productos sanos y libres de plaguicidas.

Delfín Toro Peña, don "Pimpe" es un agricultor que lleva 40 años dedicado a la actividad agrícola y desde hace casi dos décadas está comprometido con la agricultura sustentable y la producción de hortalizas y frutas libres de plaguicidas y fertilizantes químicos. No solo cultiva una variedad de hortalizas sino también comparte sus conocimientos y experiencias con vecinos, agricultores, estudiantes e interesados en visitar su predio de 3 mil 700 metros cuadrados. Delfín es guardador de semillas y organiza la producción de alimentos acorde con las necesidades de las comunidades locales.



Foto: AgroLimpio. Delfín Toro.



Fuente: AgroLimpio, Penciahue, San Vicente de Tagua-Tagua, Libertador General Bernardo O'Higgins

Desde hace años su huerto se ha transformado en una unidad demostrativa y de capacitación en agricultura agroecológica. En el predio agroecológico de Delfín Toro, las visitas y clases prácticas las realizan distintas entidades.¹⁰⁶

PUBLICACIONES Y ARTÍCULOS ACADÉMICOS SOBRE MANEJO DE PLAGAS EN HORTALIZAS Y FRUTAS

**Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias,
Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Quilamapu
Serie Documental: N° Publicación: 232¹⁰⁷**

El boletín corresponde a una de las iniciativas de difusión comprendidas en el **Programa Territorial Orgánico (PTO)**, iniciativa orientada a promover y potenciar la agricultura orgánica en las Regiones del Maule y del Biobío. El boletín contó con el financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y de las entidades participantes del Programa: Agroindustrial Surfrut Ltda., Instituto de Investigaciones Agropecuaria (INIA), Universidad Católica del Maule, Universidad de Talca, Bioinsumos Nativa, Agroecología Ltda., BCS-Chile, y las asociaciones gremiales de agricultores orgánicos; Biobío Orgánico y Orgánicos del Centro Sur. Según se señala en su introducción, “Este

¹⁰⁶ Agrolimpio, Penciahue # 069, San Vicente de Tagua Tagua / +56983284134 / delfin_maderas@hotmail.es
agrolimpio.penciahue | [SanVicente](#) | [Facebook](#)

¹⁰⁷ Vásquez P., Carolina; Céspedes L., et. al. Producción Hortofrutícola Orgánica. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 232.

boletín pretende reunir y difundir la información recopilada durante la ejecución del PTO, desde su inicio en diciembre del 2007 hasta el 2011, y también incorporar toda la información relevante con el fin de entregar un documento completo y actualizado para apoyar el desarrollo de la agricultura orgánica”. En la publicación N° 232 de la serie documental de encuentra el capítulo, “**Manejo orgánico de cultivos hortícolas**”.¹⁰⁸ En este artículo se destaca que la producción hortícola cobra gran importancia ya que permite mantener las malezas controladas, mejora la calidad del suelo con la continua incorporación de abono orgánico, aporta residuos para ser utilizados en la elaboración de compost y, en particular, la producción de especies anuales asegura un ingreso en el corto plazo. Ver en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7459>

Manejo agronómico de manzanos orgánicos¹⁰⁹

Según se señala en este artículo, las plagas y enfermedades que obligatoriamente requieren control en manzano son la polilla de la manzana (*Cydia pomonella*) y la sarna del manzano (*Venturia inaequalis*). Sin embargo, señalan los autores, “la zona centro sur de Chile, y particularmente las Regiones del Maule y Biobío, cuentan con numerosas ventajas para la producción de manzanos orgánicos cuando son cultivados en suelos adecuados, con una correcta gestión del sistema frutícola y desde una perspectiva holística (Pino, 2010)”. Sobre cómo se debe abordar el control de plagas, señalan, “La producción orgánica basa el manejo de plagas y enfermedades en los principios de manejo ecológico, prevención, observación e intervención si es que fuese necesario. El manejo ecológico dice relación con favorecer los equilibrios naturales que mantengan una plaga o agente patógeno ausente de un cultivo o que su presencia no alcance daño económico, manteniendo enemigos naturales (incorporados o espontáneos), utilizando plantas trampas de plagas y/u hospederas de enemigos naturales (Gliessman, 2002)”. Ver en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7459/NR38264.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

Control integrado de escama de San José¹¹⁰

El autor de este artículo señala, “la plaga es muy bien controlada por enemigos naturales nativos, pero el uso indiscriminado de pesticidas impide su sobrevivencia”. Respecto a la escama de San José, agrega, “En Chile, es un insecto importante que ha ocasionado graves daños al sector frutícola desde 1930; fue declarada plaga de control obligatorio el año 1933 dado a la magnitud de su dispersión y a la densidad del ataque. Actualmente los frutales afectados económicamente con su presencia son manzano, peral, durazno, nectarin, ciruelo y cerezo”.

Los perjuicios provocados por el insecto pueden ser de dos tipos: directos e indirectos, respecto a estos últimos, señala el autor, “se refiere principalmente a los rechazos por los países importadores de fruta con manchas o con cuerpos, vivos o muertos, de escama. Otro tipo de daño indirecto

¹⁰⁸ Vásquez P., Carolina; Céspedes L., et. al. Producción Hortofrutícola Orgánica. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 232.

¹⁰⁹ Pino, Carlos y Diaz, Belén. Manejo agronómico de manzanos orgánicos. producción hortofrutícola orgánica. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7459/NR38264.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

¹¹⁰ Vargas M., René, Ing. Agrónomo M.S. Control integrado de escama de San José. IPA La Platina N° 44, 1987. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/30982/NR05664.pdf?sequence=1>

resulta de aspersiones química inadecuadas e innecesarias que elevan los costos de producción. aumentan los residuos tóxicos y alteran el equilibrio ecológico de otros artrópodos. Causando el resurgimiento de otras plagas. Ver en:

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/30982/NR05664.pdf?sequence=1>

Manual de producción agroecológica. Por un Chile inclusivo.¹¹¹

En la introducción del manual, los autores advierten que, “El paquete tecnológico de la agricultura industrial continúa degradando los suelos, contaminando el ambiente y los alimentos y ha creado fuertes niveles de desigualdad social. Este paquete tecnológico ha caído en una espiral difícil de solucionar y hoy es generalizado el reconocer que este sistema productivo es insustentable. Cuesta creer que la solución venga del mismo sistema que creó el problema. Se requiere un cambio de paradigma. Ante esto, en muchas áreas del mundo se ha ido generando desde hace unos 30 años una propuesta de desarrollo agrícola basado en la Agroecología”.

Según señalan sus autores, “En esta Cuarta Edición, tenemos el valioso aporte en el Capítulo Fruticultura Agroecológica del Ing. Agr. M. Agr. Carlos Pino Torres. Por parte del equipo CET se contó con el apoyo, en los Capítulos Principios Agroecológicos y Producción Forrajera, del Médico Veterinario Carlos Venegas Valdebenito, Doctor en Ganadería Orgánica, Director Centro de Educación y Tecnología CET Chiloé, y de Fernando Fuentes Villagra, especialista en apicultura orgánica, CET Bio-Bío, en el Capítulo de Apicultura Orgánica. Ver en:

<https://www.indap.gob.cl/sites/default/files/2022-02/n%C2%BA8-manual-de-produccio%CC%81n-agroecologica.pdf>

Producción de Manzanas Libres de Insecticidas, Utilizando el Nuevo Concepto para Chile de Manejo de Plagas en Área Extensa ¹¹²

La producción de manzanas en Chile se caracteriza por tener un alto uso de plaguicidas para controlar plagas como la polilla de la manzana (*Cydia pomonella*), ácaros y pulgón lanífero. El objetivo general de este proyecto fue incrementar valor agregado en la producción de manzanas, eliminando el uso de insecticidas neurotóxicos, para el control de la polilla de la manzana, utilizando el nuevo concepto de área extensa. Los objetivos específicos fueron, entre otros, “Incrementar la presencia de agentes de control de la polilla de la manzana; reducir la población de la polilla de la manzana a niveles cercanos a cero en los huertos comerciales de manzanos, en las áreas extensas integrantes del proyecto; evaluar los métodos de control de la polilla de la manzana en las áreas extensas de Chillán; desarrollar un modelo georeferenciado de área extensa que permita ser aplicado en otras regiones del país; difundir la tecnología entre productores”. Ver en:

<https://opia.fia.cl/601/w3-article-1749.html>

¹¹¹ Manual de Producción Agroecológica. INDAP, Chile. <https://www.indap.gob.cl/sites/default/files/2022-02/n%C2%BA8-manual-de-produccio%CC%81n-agroecologica.pdf>

¹¹² Gerding P., Marcos, et al. Producción de manzanas libres de insecticidas utilizando el nuevo concepto para Chile de manejo de plagas en área extensa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Quilamapu. Región del Ñuble, Chile, 2002. Biblioteca Digital Fundación para la Innovación Agraria. <https://opia.fia.cl/601/w3-article-1749.html>

Manejo de plagas en paltos y cítricos. Manejo integrado de Plagas, MIP.¹¹³

El entomólogo Dr. Renato Ripa vinculado durante décadas al INIA La Cruz y experto en control biológico explica que, “un programa MIP debe costar -a lo más- igual a un programa tradicional y que las claves del éxito están en capacitar, monitorear y en tomar decisiones racionales”. Agrega, “Apuntamos a utilizar todas las herramientas en apoyo del agricultor. Si el agricultor tiene una orientación orgánica buscamos la tecnología orgánica de producción. Si el enfoque del agricultor es tradicional le proponemos todas las herramientas del MIP. Para implementarlo capacitamos a los trabajadores del predio para que reconozcan las plagas en sus diferentes estados y a sus enemigos naturales”.¹¹⁴

Los investigadores definen al MIP como “una estrategia económicamente viable en la que se combinan varios métodos de control para reducir las poblaciones de las plagas a niveles tolerables, disminuyendo el uso de plaguicidas para minimizar los efectos adversos a la salud de las personas y al ambiente”. Según señalan, “La implementación del MIP exige reconocer las plagas y enemigos naturales, entender su biología y comportamiento, desarrollar técnicas de monitoreo e incorporar el concepto de umbral de daño económico en las decisiones de manejo”.

Asociado a lo anterior, en el documento se definen ciertos objetivos del MIP, entre los que destacan:

1. “Minimizar el daño de las plagas en la producción, mejorando su calidad.
2. Disminuir el uso de plaguicidas y su impacto negativo sobre la salud de las personas y el ambiente.
3. Contribuir a la sustentabilidad de la producción.
4. Mantener la rentabilidad del cultivo. El manejo integrado de plagas se basa en el conocimiento del agroecosistema que se compone de las interrelaciones que ocurren entre plantas, plagas, enemigos naturales y ambiente.”¹¹⁵

Respecto al control químico, entre otras consideraciones, señalan que solo es una opción más, advirtiendo que muchos de los plaguicidas, producto de nuevos análisis, están siendo prohibidos, “Esto implica que productos con registro actual pueden cancelarse, obligando a los productores a buscar y adoptar nuevas alternativas de control”. Señalan, además, “El uso de productos químicos ha llevado al desarrollo de resistencia como una consecuencia natural de los procesos evolutivos relacionados con la selección natural de las especies”. En Chile, hay casos de resistencia, entre ellos están, “la polilla del tomate *T. absoluta*, gusanos cortadores, *Spodoptera* spp, polilla de la col, *Plutella xylostella*, moscas de la cebolla, *Delia antiqua* y *Delia platyura*, arañita carmín *Tetranychus*

¹¹³ Ripa, R., y Larral, P., Editores. 2011. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Colección Libros Inia - Nº 23, 397 páginas. <https://frutales.files.wordpress.com/2011/01/cit-16-manejo-de-plagas-en-paltos-y-cc3adtricos.pdf>

¹¹⁴ <https://www.redagricola.com/cl/apuntamos-utilizar-todas-las-herramientas-apoyo-del-agricultor/>

¹¹⁵ Ripa, Renato, Larral, P., Manejo de plagas en paltos y cítricos. Op. Cit, pág. 41.

cinnabarinus y trips de California *Frankliniella occidentalis*".¹¹⁶ Ver en:
<https://frutales.files.wordpress.com/2011/01/cit-16-manejo-de-plagas-en-paltos-y-cc3adtricos.pdf>

Control biológico de la polilla del tomate (*tuta absoluta*) mediante integración de organismos entomopatógenos.¹¹⁷

Este proyecto se desarrolla en el país debido a que, según señalan los autores, uno de los factores que causa las mayores pérdidas de producción en tomate es el ataque de plagas, dentro de las cuales se destaca la polilla del tomate, *Tuta absoluta*, que está presente desde la I a la X Región de Chile, incluyendo las islas de Pascua y Juan Fernández. El objetivo de este proyecto está en disminuir el uso de plaguicidas químicos en el control de *Tuta absoluta* mediante la selección, formulación y dosificación de un biopesticida. Entre otros objetivos específicos del proyecto están, "Evaluar la efectividad de *Bacillus thuringiensis* y hongos entomopatógenos en condiciones de terreno y su complementariedad con los insectos benéficos *Trichogramma* sp., *Encarsia formosa*, *Bombus terrestris* y *Apis mellifer*; transferir el conocimiento adquirido a los agricultores, asesores de cultivos de tomate, ingenieros agrónomos y estudiantes de Agronomía". Ver en:

<https://opia.fia.cl/601/w3-article-1722.html>

Principales plagas y enfermedades en lechuga, tomate y cebolla¹¹⁸

El INIA a través del Centro Regional La Platina ubicado en la Región Metropolitana en conjunto con el Fondo de Innovación Agraria (FIA), el Gobierno Regional de la Región Metropolitana y la Asociación de Municipalidades Rurales (AMUR) desarrolló el proyecto "Implementación de un sistema de gestión de la innovación en torno del manejo integrado de plagas y enfermedades más prevalentes en los rubros más relevantes en la RM". El Manual apunta a que a través, "de un diagnóstico certero, los extensionistas en forma conjunta con el agricultor puedan elaborar un programa de control integral de las enfermedades y plagas de mayor prevalencia en los cultivos de cebolla, lechuga y tomate". Más información en:

http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/146443/Manualdecampoprincipalesplagasyenfermedadestomatelechugacebolla_BolINIA388.pdf?sequence=1&isAllowed=y

¹¹⁶ Vargas, R., Olivares, N., et al. Manejo Integrado de Resistencia (MIR) y selectividad de plaguicidas, en Manejo de plagas en paltos y cítricos, OP. Cit., pág. 80.

¹¹⁷ López L., Eduardo, Coordinador principal, Ejecutor, Xilema SPA, 2001, INIA Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI Quilamapu, VIII Región como institución asociada. <https://opia.fia.cl/601/w3-article-1722.html>

¹¹⁸ Godoy, P.; Zolezzi, M.; Sepúlveda, P.; et al. 2018. Principales plagas y enfermedades en lechuga, tomate y cebolla. Boletín INIA N° 388, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Platina, La Pintana, Chile. 58 p.

http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/6443/Manualdecampoprincipalesplagasyenfermedades_tomatelechugacebolla_BolINIA388.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Alternativas ecológicas para el control de trips (thysanoptera: thripidae) en rosas (rosa hybrida l.) para corte.¹¹⁹

En sitios especializados en jardinería, recomiendan para atacar el trips de los rosales, rociar, apenas aparezcan los síntomas, con productos que contengan alguna de las siguientes materias activas: **Clorpirifós**, metiocarb, malatión, metil-pirimifós, dimetoato, diazinon, etc.”¹²⁰

Esta investigación, se realizó en la localidad de Huape, comuna de Chillán, VIII Región, Chile y tiene como objetivo buscar una alternativa ecológica para controlar trips con métodos físicos que no afecten la calidad de las flores ni su tiempo de desarrollo. Los investigadores señalan que, “El cultivo del rosal está limitado por una serie de problemas fitosanitarios, entre los que se destacan plagas como los trips que dañan principalmente las flores, causando daño en los pétalos que se visualizan como manchas decoloradas y bordes deformados, reduciendo la calidad de la flor (Ferrer y Salvador, 1986; UC IPM, 2001)”. Agregan, “Ante la gravedad del ataque de esta plaga se recurre al uso irracional de insecticidas, sin embargo, a pesar de la aplicación de altas dosis, los niveles de control son moderados, debido fundamentalmente a que los trips se localizan en lugares poco accesibles de la flor y a posibles niveles de resistencia, por la pérdida de efectividad biológica de los insecticidas (Rodríguez et al., 1998)”. Concluyen que es imprescindible incorporar al cultivo de flores chilenas, prácticas y procesos de producción amigables con el ambiente, “Del análisis de los resultados obtenidos y bajo las condiciones en las cuales fue realizada la investigación se puede concluir que: Con el protector floral Trips Out@ se obtuvo una rosa de mejor calidad, ya que controló trips y disminuyó el porcentaje de botones florales dañados, además no afectaría el ambiente”. Ver en: <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v35n2/art27.pdf>

Hacia alternativas al clorpirifós más seguras y sostenibles: un plan de acción para California¹²¹

El documento “Hacia alternativas al clorpirifós más seguras y más sostenibles: un plan de acción para California” del grupo de trabajo para alternativas al clorpirifós, publicado en mayo de 2020, da cuenta de las iniciativas y propuestas del grupo de trabajo que se formó a raíz que la Agencia de Protección del Medio Ambiente de California (CAL EPA) anunció, en mayo del 2019, que el Departamento de Reglamentación de Plaguicidas estaba adoptando medidas para prohibir el uso del insecticida clorpirifós en California para proteger la salud pública, los trabajadores y el medio ambiente. El documento de 152 páginas está orientado a ofrecer una hoja de ruta, crear

¹¹⁹ Urra, L., Figueroa, I., Wilckens, R. y Silva, G. Alternativas ecológicas para el control de trips (thysanoptera: thripidae) en rosas (rosa hybrida l.) para corte. Ecological alternatives to thrips control (Thysanoptera:Thripidae) ON CUT ROSES (Rosa hybrida L.) Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Agro Sur 35 (2): 57-59 2007. <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v35n2/art27.pdf>

¹²⁰ https://articulos.infojardin.com/rosales/Plagas_y_enfermedades/Fichas_de_Plagas/Trips.htm

¹²¹ Grupo de trabajo para alternativas al clorpirifós, 2020. Hacia alternativas al clorpirifós más seguras y sostenibles: un plan de acción para california https://www.cdpr.ca.gov/docs/chlorpyrifos/pdf/spanish/chlorpyrifos_action_plan_sp.pdf

capacidades técnicas, recomendaciones e identificar alternativas seguras y sostenibles actualmente disponibles al clorpirifós que podrían utilizarse inmediatamente o utilizarse a corto plazo (de uno a tres años. Para lograr este objetivo, el grupo se basó en datos disponibles públicamente para ensamblar una lista completa de alternativas disponibles actualmente. Este trabajo se presenta en cinco cuadros e incluidos en los apéndices de este documento. Ver en:

https://www.cdpr.ca.gov/docs/chlorpyrifos/pdf/spanish/chlorpyrifos_action_plan_sp.

REFERENCIAS

Ali, S.J., Ellur, G., Patel, K. *et al.* La exposición al clorpirifós induce síntomas parkinsonianos y pérdida ósea asociada en ratones albinos suizos adultos. Chlorpyrifos Exposure Induces Parkinsonian Symptoms and Associated Bone Loss in Adult Swiss Albino Mice. *Neurotox Res* 36, 700–711 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12640-019-00092-0>

ACHIPIA. 2021. Evaluación del riesgo a la salud de la ingesta dietaria de residuos de plaguicidas presentes en muestras de lechugas y espinacas obtenidas en mercados mayoristas de la Región Metropolitana. Santiago de Chile.

Atlas de Calidad del Agua, Dirección General de Aguas (DGA), Ministerio de Obras Públicas, 2020.

Bernal J., 2007. Receptores de hormonas tiroideas en el desarrollo y la función del cerebro. Thyroid hormone receptors in brain development and function. *Nat Clin Pract Endocrinol Metab.* 2007;3(3):249–59. Epub 2007/02/23. pmid:17315033.

Burke, Richard, et al., 2017. Developmental neurotoxicity of the organophosphorus insecticide chlorpyrifos: from clinical findings to preclinical models and potential mechanisms. *J Neurochem.* 2017 Aug; 142(Suppl 2): 162–177. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5673499/>

Campos, E., Nicole, 2016. Evaluación de la Movilidad del clorpirifós a través del perfil de suelo por efecto de la materia orgánica disuelta presente en enmiendas orgánicas. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Departamento de Química Inorgánica y Analítica Laboratorio de Bioquímica y Química de Suelos.

Castagnino, Walter, 1972. Curso sobre Desarrollo de Recursos Hídricos. Criterios de Calidad de Aguas (Preliminar y tentativo). Instituto de Ingenieros de Chile. https://ciperchile.cl/pdfs/11-2013/norovirus/NCh1333-1978_Mod-1987.pdf.

Céspedes, M. Cecilia, 2005. Agricultura orgánica: principios prácticas de producción. Boletín INIA Nº 131. Instituto de Investigación Agropecuarias INIA, Chillán, Chile.

Chile. Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos, elaborado por Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del Banco Mundial (2011).

Climent M., María José, 2019. Presencia de Pesticidas en Agua Superficial y Aire de la Cuenca del Río Cachapoal, Chile Central: Evaluación del Riesgo para la Biota Acuática y Salud Humana. Universidad de Concepción, Chile.

Corral, Sebastián, et al., 2017. Cognitive impairment in agricultural workers and nearby residents exposed to pesticides in the Coquimbo Region of Chile. *Neurotoxicology and Teratology*, ScienceDirect, Elsevier, 2017.

Elgueta, Sebastián y Correa, Arturo, 2019. Validación de la metodología de evaluación de riesgo dietario como mecanismo científico para fortalecer la inocuidad agroalimentaria en Chile: modelos en hortalizas de hoja. Laboratorio de residuos de plaguicidas y medio ambiente, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional La Platina, Santiago. *Redagrícola*, julio 2019. Artículo (inia.cl)

Elgueta, Sebastian, et al., 2019 Pesticide residues in ready-to-eat leafy vegetables from markets of Santiago, Chile, and consumer's risk. 2019.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19393210.2019.1625975?journalCode=tfab20>

Elgueta, S. et al., 2021. Analysis of Multi-Pesticide Residues and Dietary Risk Assessment in Fresh Tomatoes (*Lycopersicum esculentum*) from Local Supermarkets of the Metropolitan Region, Chile. *Toxics* 2021, 9, 249. <https://doi.org/10.3390/toxics9100249>

Godoy, P., Zolezzi, M.; Sepúlveda, P., et al., 2018. Principales plagas y enfermedades en lechuga, tomate y cebolla. Boletín INIA N° 388, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Platina, La Pintana, Chile. 58 p.

http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/146443/Manualdecampoprincipalesplagasyenfermedadestomatelechugacebolla_BollINIA388.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Grillo P., Angela., et al., 2018. Exposure to organophosphate pesticides and peripheral polyneuropathy in workers from Maule Region, Chile. *Rev Esp Salud Publica*.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29553128/>

Guía Preventiva de Exposición a Plaguicidas, RAP-AL, 2021.

Grupo de trabajo para alternativas al clorpirifós, 2020. Hacia alternativas al clorpirifós más seguras y sostenibles: un plan de acción para California

https://www.cdpr.ca.gov/docs/chlorpyrifos/pdf/spanish/chlorpyrifos_action_plan_sp.

Hazarika, Jnyandeep et al., 2022. Disruption of androgen receptor signaling by chlorpyrifos (CPF) and its environmental degradation products: a structural insight. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, Volume 40, 2022 - Issue 13.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07391102.2021.1875885?journalCode=tbsd20>

Highly Hazardous Pesticide Series, State of Chlorpyrifos, Fipronil, Atrazine, and Paraquat Dichloride in India, February 2022, A. D. Dileep Kumar MSc., PGDPRM (UCT, South Africa), Editor: Dr. Meriel Watts, Director, Science and Policy, PAN Asia Pacific.

Holzer, G., et al., 2017. Fish larval recruitment to reefs is a thyroid hormone-mediated metamorphosis sensitive to the pesticide chlorpyrifos. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29083300/>

Informe Contraloría General de la República de Chile sobre Plaguicidas, 2019.

Kogan, Marcelo, et al., 2013. Riesgo de contaminación de aguas y suelos debido al uso de plaguicidas en la producción frutal en la Región del Maule. Una mirada a la sustentabilidad. Escuela de Ciencias Agrícolas, Universidad Viña del Mar, SIDAL Limitada. Revista frutícola Nro. 3 | Diciembre 2013. <http://sidal.cl/assets/pdf-10.pdf>

Lagos Escalona, Patricio, 2021, Monitoreo de contaminantes orgánicos en mieles y suelos del sur de Chile. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas Departamento de Química Inorgánica y Analítica.

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/185121/Monitoreo-de-contaminantes-organicos-en-mieles-y-suelos-del-sur-de-Chile.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López L., Eduardo, Coordinador principal, Ejecutor, Xilema SPA, 2001. INIA Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI Quilamapu, VIII Región como institución asociada.

<https://opia.fia.cl/601/w3-article-1722.html>

Luque E H., et al., 2020. Special issue "Health effects of agrochemicals as Endocrine Disruptors", 2020". <https://doi.org/10.1016/j.mce.2020.110982>

Infante L., Agustín, San Martín F., K., 2016. Manual de producción agroecológica, Centro de Educación y Tecnología www.corporacioncet.cl Abril 2016.

<https://www.indap.gob.cl/sites/default/files/2022-02/n%C2%BA8-manual-de-produccion-agroecologica.pdf>

Miani, Alessandro, et al., 2021. Autism Spectrum Disorder and Prenatal or Early Life Exposure to Pesticides: A Short Review. *Int J Environ Res Public Health*.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34682738>

Moyano, Paula, Garcia, Ximena et al. 2020. Chlorpyrifos-induced cell proliferation in human breast cancer cell lines differentially mediated by estrogen and aryl hydrocarbon receptors and KIAA1363 enzyme after 24 h and 14 days Exposure. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126426>

Mnif, Wissem, et al., 2011. Effect of Endocrine Disruptor Pesticides: A Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2011, 8(6), 2265-2303; <https://doi.org/10.3390/ijerph8062265>

Muñoz-Quezada, M.T., 2012. Indicadores de exposición a plaguicidas organofosforados en escolares de la provincia de Talca, Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/165598>

Muñoz- Quezada M.T., et al., 2016. Plaguicidas organofosforados y efecto neuropsicológico y motor en la Región del Maule, Chile. <https://www.scielo.org/article/gs/2016.v30n3/227-231/>

Muñoz-Quezada MT, Lucero B, et al., 2017. Exposure to organophosphate (OP) pesticides and health conditions in agricultural and non-agricultural workers from Maule. Chile. *Int J Environ Health Res.* 2017;27:82-93.

Pino, Carlos y Diaz, Belén. Manejo agronómico de manzanos orgánicos. producción hortofrutícola orgánica. *Producción hortofrutícola Orgánica.*
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7459/NR38264.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

Pino, Carlos, 2010. Fruticultura orgánica y su potencial para la Región del Maule. 105 p. En Céspedes, C (ed.) *CORFO, Agroecología y Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.*

Ripa, Renato y Larral P., Editores, 2011. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Colección Libros Inia - Nº 23, 397 páginas. <https://frutales.files.wordpress.com/2011/01/cit-16-manejo-de-plagas-en-paltos-y-cc3adtricos.pdf>

Robert E. et al., 2007. Maternal residence near agricultural pesticide applications and autism spectrum disorders among children in the California Central Valley. *Environ Health Perspect*
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17938740/>

Rozas, María Elena, 2019. Informe sobre la Situación de los Plaguicidas Altamente Peligrosos (PAPs) en Chile. IPEN, RAP-AL. <https://ipen.org/site/country-situation-reports-highly-hazardous-pesticides-latin-america>

Rozas, María Elena, 2021. Revisión de Estudios Epidemiológicos sobre Efectos de los Plaguicidas en Niñas, Niños e Infantes en América Latina. Retos para la Salud Pública. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina, RAP-AL. <https://reduas.com.ar/revision-de-estudios-epidemiologicos-sobre-efectos-de-los-plaguicidas/> <https://rap-al.org/revision-de-estudios-epidemiologicos-sobre-efectos-de-los-plaguicidas-en-ninas-ninos-e-infantes-en-america-latina-retos-para-la-salud-publica/>

Trasande, Leonardo, 2017. When enough data are not enough to enact policy: The failure to ban chlorpyrifos, December 21, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2003671>

Urra, L., Figueroa, I., Wilckens, R. y Silva, G. Alternativas ecológicas para el control de trips (thysanoptera: thripidae) en rosas (rosa hybrida l.) para corte. Ecological alternatives to thrips control (Thysanoptera: Thripidae) ON CUT ROSES (Rosa hybrida L.) Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, *Agro Sur* 35 (2): 57-59 2007.
<http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v35n2/art27.pdf>

Vargas M., René, Ing. Agrónomo M.S., 1987. Control integrado de escama de San José. *IPA La Platina* Nº 44, 1987.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/30982/NR05664.pdf?sequence=1>

Vargas, R., Olivares, N., et al. Manejo Integrado de Resistencia (MIR) y selectividad de plaguicidas, en Manejo de plagas en paltos y cítricos,

Vásquez P., C., Céspedes L., et al. Producción Hortofrutícola Orgánica. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 232.

Ventura, Clara, et al., 2016. Pesticide chlorpyrifos acts as an endocrine disruptor in adult rats causing changes in mammary gland and hormonal balance; Pergamon-Elsevier Science Ltd; Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology; 156; 2-2016; 1-9, <http://hdl.handle.net/11336/23044>

Watts, Meriel PhD., 2012. Clorpirifós: Un posible COP a nivel Global. Pesticide Action Network Norteamérica (PANNA)

Zúñiga-Venegas, Liliana, et al., 2022. Exposición a plaguicidas en Chile y salud poblacional: urgencia para la toma de decisiones. Gac Sanit vol.35 no.5 Barcelona sep./oct. 2021 Epub 24-Ene-2022

María Elena Rozas

Chilena, periodista de la Universidad de Chile, especializada en periodismo científico y en plaguicidas y sus impactos en la salud y el ambiente. Entre 2002 y 2005 fue coordinadora regional de la Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina, RAP-AL. Actualmente está a cargo de la oficina regional de Administración y Comunicaciones de RAP-AL. Desde 1995 coordina la Red de Acción en Plaguicidas de Chile y de la Alianza por una Mejor Calidad de Vida.

Ex presidenta del Directorio de Greenpeace Chile entre 2006 y 2011. Actualmente forma parte del Comité Directivo de IPEN, la Red Global por un Futuro Libre de Tóxicos compuesta por más de 600 grupos de interés público en más de 120 países.

Es autora del libro, “Plaguicidas en Chile: la guerra química y sus víctimas”. (1995), del Informe “Situación de los Plaguicidas Altamente Peligrosos en Chile”, (2019), de la “Revisión de Estudios Epidemiológicos sobre Efectos de los Plaguicidas en Niñas, Niños e Infantes de América Latina. Retos para la salud pública” (2021), entre otros documentos e informes sobre impactos negativos de los plaguicidas en la salud y el ambiente.

En el marco de la Participación Ciudadana ha participado desde 1997 a nivel nacional e internacional en el seguimiento de los convenios ambientales de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, COP, de Rotterdam sobre Consentimiento Fundamentado Previo aplicable a ciertos plaguicidas y químicos peligrosos objeto de Comercio Internacional, PIC, y en las reuniones del Enfoque Estratégico para la Gestión de Sustancias Químicas a Nivel Internacional, SAICM. Entre 2002 y 2008 formó parte de manera institucional en Grupo Nacional Coordinador para la elaboración y la actualización del Perfil Nacional de Sustancias Químicas.

Entre 1999 y 2008 coordina los “Diálogos ONGs /Gobiernos sobre Convenios de Estocolmo (COP), Rotterdam (PIC), SAICM y problemáticas locales relacionadas con el registro y uso de plaguicidas en el Cono Sur”, realizados en Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Chile.

Pertenece a la Comisión de Actualización de Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas en Alimentos conformada por el grupo de trabajo interministerial público -privado liderado por el Departamentos de Alimentos y Nutrición del Ministerio de Salud de Chile.