

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA
DEPARTAMENTO DE QUIMICA Y MEDIO AMBIENTE
VIÑA DEL MAR – CHILE



VERIFICACIÓN DE ORGANOFOSFORADOS EN PRODUCTOS
HORTOFRUTICULAS

Carla Estela Elena Morales
Melanie Araceli Vera Ibarra

MEMORIA DE TITULACION PARA OPTAR AL TITULO DE GESTIÓN DE
CALIDAD DE ALIMENTOS

Profesor Guía:
Profesor Correferente

María Elisa escobar
Berta Gonzáles

RESUMEN

El uso de plaguicidas es una necesidad en la agricultura moderna. Sin embargo, si no están estrictamente regulados pueden producir graves efectos. La utilización incorrecta de los plaguicidas, debida principalmente a la sobredosificación y la aplicación inadecuada por parte de los agricultores, entre otros factores, puede ocasionar la presencia de residuos de plaguicidas en los productos hortofrutícolas. Esto ocasiona riesgos en la salud humana en este trabajo se hace un estudio bibliográfico de los residuos de plaguicidas principalmente se enfocan en los plaguicidas organofosforados como actúan, qué normas y leyes controlan en Chile que no haya limite muy elevados de estos residuos.

KEYWORD: (Plaguicida, Organofosforado,)

INDICE

INTRODUCCION

SIGLA Y SOMBOLOGIA

CAPITULO 1: POF

1. POF
- 1.1 OBJETIVOS
- 1.1.1 OBJETIVO GENERAL
- 1.1.2 OBJETIVO ESPECIFICO
- 1.2 DEFINICION DE PLAGUICIDA EL DECRETO SUPREMO (D.S). N°88 DE 2004 (13), CONTIENE LA DEFINIFION DE PLAGUICIDA.
- 1.2.1 COMPONENTES DE UN PLAGUICIDA
- 1.2.2 CLASIFICACION DE LOS PLAGUICIDAS
- 1.2.3 USOS DE PLAGUICIDAS
- 1.2.4 NATURALEZA Y ORIGEN DE LOS ORGANOFOSFORADOS
- 1.3 PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS
- 1.3.1 CARACTERISTICAS DE LOS ORGANOFOSFORADOS
- 1.3.1.1 LOS ORGANOFOSFORADOS SE DIVIDEN EN TRES GRUPOS:
- 1.3.2 CONSTITUCION QUIMICA DE LOS ORGANOFOSFORADOS
- 1.3.3 RECONOCER TIPOS DE PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS MAS UTILIZADOS EN PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS
- 1.4 LOS PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS
- 1.5 AUTORIZACION DE PLAGUICIDAS EN CHILE

CAPITULO 2:

2. PELIGROS Y RESIDUOS DE PESTICIDAS SEGÚN LAS NORMAS DICTADAS EN CHILE
- 2.1 PLAGUICIDAS EN LA AGRICULTURA
- 2.1.1 RESIDUOS DE LOS PESTICIDAS
- 2.1.2 COMO UN ORGANOFOSFORADO CONTAMINA EN EL AMBIENTE
- 2.1.3 PELIGROS DE LOS RESIDUOS DE ORGANOFOSFORADOS
- 2.2 LIMITES MAXIMOS DE RESIDUOS (LMR)
- 2.2.1 LIMITES MAXIMOS PARA RESIDUOS EXTRAÑOS (LMRE)
- 2.2.2.1 LIMITES MAXIMOS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS MAS UTILIZADOS EN LOS PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS (MALATION)
- 2.2.2.2 LIMITES MAXIMOS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS MAS UTILIZADOS EN LOS PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS (DIAZINON)
- 2.3 LOS PLAGUICIDAS EN EL CODEX ALIMENTARIUS
- 2.3.1 COMITÉ CODEX DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS
- 2.3.2 DATOS CONCENTRACION DE RESIDUOS
- 2.4 REUNION CONJUNTA FAO/OMS SOBRE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS
- 2.5 DISIPACION Y DEGRADACION DE LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS
- 2.6 EVALUACION DE RIESGOS AL CONSUMIDOR DE LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS PRESENTES EN ALIMENTOS
- 2.6.1 EVALUACION DE EXPOSICION DIETARIA
- 2.7 CARACTERIZACION DEL RIESGO

- 2.7.1 INGESTA DIARIA ADMISIBLE (IDA)
- 2.7.2 DOSIS DE REFERENCIA AGUDA (DRA)
- 2.8 TIPOS DE DETECTORES PARA LA DETERMINACION DE PLAGUICIDAS EN ALIMENTOS
- 2.8.1 ¿COMO SE ACUMULAN LOS RESIDUOS EN LOS ALIMENTOS?
- 2.8.2 EQUIPOS DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA PARA DETERMINAR PLAGUICIDAS EN ALIMENTOS

CAPITULO 3

- 3 BUENAS PRACTICAS PARA MINIMIZAR LOS RIESGOS DE PESTICIDAS
 - 3.1 HIGIENE DE FRUTAS Y VERDURAS PARA REDUCIR LA EXPOSICION A RESIDUOS DE ESTOS PESTICIDAS
 - 3.2 MALAS PRACTICAS EN EL USO DE PLAGUICIDAS AFECTAN LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS
 - 3.3 TECNOLOGIAS Y FACTORES DE PROCESAMIENTO PARA MITIGAR RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN HORTALIZAS FRESCAS EN CHILE
 - 3.3.1 DINAMICA DE LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN HORTALIZAS FRESCAS
 - 3.3.1.2 FACTORES DE PROCESAMIENTO DE HORTALIZAS FRESCAS (FP)
 - 3.3.2 TECNICAS DE PROCESAMIENTO
 - 3.3.2.1 TECNOLOGIAS TERMICAS
 - 3.3.2.2 TECNOLOGIAS NO TERMICAS
 - 3.4 CONTROL DE RESIDUOS
 - 3.5 CUIDADOS EN LA APLICACIÓN
 - 3.5.1 EL USO Y MANEJO DE LOS PLAGUICIDAS
 - 3.6 ¿LAVAR LA FRUTA O VERDURA ES SUFICIENTE PARA ELIMINAR LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS?
 - 3.6.1 CONSEJOS DE PREVENCION EN CASA
 - 3.7 SITUACION DE CHILE EN EL MUNDO
 - 3.7.1 ESTUDIOS DE LOS EFECTOS DE PLAGUICIDAS EN CHILE
 - 3.7.2 LAS NORMAS DE VIGILANCIA Y FISCALIZACION SON UNA PRIORIDAD
 - 3.8 EFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS EN LA SALUD HUMANA
 - 3.8.1 USO SOSTENIBLE DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS
 - 3.8.2 CONOCER LA DOSIS DE PLAGUICIDAS QUE SE NECESITA EN CADA CASO
 - 3.9 EXPOSICION DE LOS PLAGUICIDAS
 - 3.9.1 LOS SINTOMAS DE INTOXICACION POR PLAGUICIDAS
 - 3.9.1.2 PRIMEROS AUXILIOS
 - 3.10 ETIQUETA DE LOS PLAGUICIDAS
 - 3.10.1 PICTOGRAMA DE PLAGUICIDAS
- CONCLUSION

BIBLIOGRAFIA

ANEXO

INDICE FIGURAS

- Figura 1.1. CONSTITUCION QUIMICA DE LOS ORGANOFOSFORADOS
- Figura 1.1.2 FORMULA BASICA DE LOS POF
- Figura 1.1. 3 ENLACES DE LOS ESTERES
- Figura 1.2. ESTRUCTURA QUIMICA DEL MALATHION
- Figura 1.3 ESTRUCTURA QUIMICA DEL DIAZINON
- Figura 1.4. ESTRUCTURA QUIMICA DEL PESTICIDA FENITROTHION
- Figura 2.1 CALCULO DE LA ESTIMACION DE LA EXPOSICION DIETARIA
- Figura 2.1.2 CALCULO DE LA ESTIMACION DE LA EXPOSICION CRONICA
- Figura 2.1.3 CALCULO DE LA ESTIMACION DE LA EXPOSICION AGUDA
- Figura 3.1 PICTOGRAMA DE PLAGUICIDAS

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1.1: CLASIFICACION DE LOS PLAGUICIDAS SEGÚN SU TOXICIDAD
- Tabla 1.2 CLASIFICACION SEGÚN SU VIDA MEDIA
- Tabla 2.1 PROYECTO DEL MINISTERIO DE SALUD LMR PLAGUICIDAS
- Tabla 2.1.1 PROYECTO DEL MINISTERIO DE SALUD LMR PLAGUICIDAS

INDICE DE GRÁFICOS

- Grafica 1.1 FORMULAS BASICAS DE LAS MAS IMPORTANTES FAMILIAS DE POF

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

POF	: Plaguicidas organofosforados
OF	: Organofosforados
TEPP	: Tetraetilpirofosfato
SULFOTEPP	: Tetraetilpirotiofosfato
SAG	: Servicio Agrícola y Ganadero
MINSAL	: Ministerio de Salud de Chile
JMPR	: Reunión Conjunta FAO/OMS sobre residuos de plaguicidas
IAP	: Intoxicación aguda por plaguicida
BPA	: Buenas prácticas agrícolas

B. SIMBOLOGÍA

(mg/Kg): Miligramos por kilogramo

INTRODUCCIÓN

Se denominan insecticidas organofosforados (IOP) aquellas sustancias orgánicas derivadas de la molécula del ácido fosfórico. Forman parte de los insecticidas “de contacto” al absorberse por intermedio de los lípidos del caparazón de los insectos¹.

Los conocimientos acerca de la química del fósforo se remontan a comienzos del siglo XIX, pero las investigaciones que describieron por primera vez los efectos nocivos de los IOP sobre los seres vivos datan de 1932 siendo el alemán Schrader uno de los científicos que más información ha aportado al respecto².

En la actualidad en el mundo se emplean diariamente cantidades enormes de estos plaguicidas con el propósito de combatir diversas plagas asegurando así la productividad del campo y la inversión económica ya que los daños causados por las plagas pueden originar reducción del 40% de la producción. Su uso en Chile se estima que está destinado a un 70 % a la actividad agrícola, un 10% en salud pública y el restante porcentaje en productos domésticos.

El empleo creciente de plaguicidas es debido a que estos son considerados el factor principal de la producción agrícola y de la calidad de la cosecha, sin embargo debido a deficiencias operativas en las prácticas agrícolas tales como la recolección de cosecha antes del intervalo de seguridad después de la última aplicación, aplicaciones adicionales, el empleo de plaguicidas inadecuados o de uso restringidos por su daño a la salud humana y al ambiente trae como consecuencia que los residuos de plaguicidas se acumulen en los alimentos en especial en los hortofrutícolas a niveles que rebasan el límite máximo de residuos permitidos, lo cual es motivo de preocupación.

Es por esto que en este trabajo se identifica y describe el uso correcto de los pesticidas organofosforados en la aplicación a productos hortofrutícolas esto se realiza mediante los límites máximo de residuos permitidos en Chile según el Codex alimentario y según el reglamento sanitario de los alimentos y decreto el 158 del Minsal y los daños que pueden provocar en el ser humano.

CAPITULO 1: POF

1. POF (pesticida organofosforado)

En este capítulo se va a dar a conocer los objetivos generales y específicos, se define los plaguicidas, plaguicidas organofosforados y su estructura química lo cual ayuda a la viabilidad de esta verificación.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Identificar y describir el uso correcto de pesticidas organofosforados en productos hortofrutícolas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Reconocer tipos de pesticidas organofosforados
- Patologías que están relacionados con estos pesticidas
- Identificar límites máximos de pesticidas en los alimentos según el Reglamento sanitario de los alimentos y codex alimentario

1.2 Definición de plaguicida El Decreto Supremo (D.S). N° 88 de 2004 (13), contiene la definición de plaguicida. Textualmente:

“Artículo 2°.- Se considera como pesticida o plaguicida a cualquier sustancia, mezcla de ellas o agente destinado a ser aplicado en el medio ambiente, personas, animales o plantas, con el objeto de prevenir, controlar o combatir organismos capaces de producir daños a personas, animales, plantas, semillas u objetos inanimados. Tienen este carácter productos con aptitudes insecticidas, acaricidas, nematocidas, molusquicidas, rodenticidas, lagomorficidas, avicidas, fungicidas, bactericidas, alguicidas, herbicidas, defoliantes, desecantes, fitoreguladores, coadyuvantes, antitranspirantes, atrayentes, feromonas, repelentes, y demás de esta naturaleza que se empleen en las actividades agrícolas, forestales, sanitarias, domésticas o veterinarias”.

1.2.1 Componentes de un plaguicida.

El componente básico de un plaguicida es la molécula, denominada ‘principio activo’. Se le agrega, por un lado, una sustancia transportadora (puede ser agua, diluyente o un derivado del petróleo). Y, por otro lado, se agrega otra sustancia que refuerza cierta propiedad de la molécula, sustancia que se denomina aditivo. Con estos dos agregados sobre la molécula se obtiene un plaguicida formulado, con nombre comercial, listo a comercializarse en el mercado

1.2.2 Clasificación de los plaguicidas.

De acuerdo a la clasificación basada en su peligrosidad o grado de toxicidad aguda, que se establece según la capacidad del plaguicida de producir un daño agudo a la salud a través de una o múltiples exposiciones, en un periodo de tiempo relativamente corto.

Se dividen en I a 15 (sumamente peligroso), I b (muy peligroso), II (moderadamente peligroso), III (poco peligroso), IV (producto que normalmente no ofrece peligro)

Tabla 1.1: Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad

Clasificación según riesgo de la OMS	Dosis letal 50 aguda (ratas) mg/kg de plaguicida formulado				
	Grado de toxicidad	Vía oral		Vía cutánea	
		Sólidos	Líquidos	Sólidos	Líquidos
I a Sumamente peligroso	5 o menos	20 o menos	10 o menos	40 o menos	
I b Muy peligroso	Más de 5 hasta 50	Más de 20 hasta 200	Más de 10 hasta 100	Más de 40 hasta 400	
II Moderadamente peligroso	Más de 50 hasta 500	Más de 200 hasta 2.000	Más de 10 hasta 1.000	Más de 40 hasta 4.000	
III Poco peligroso	Más de 500 hasta 2.000	Más de 2.000 hasta 3.000	Más de 100 hasta 1.000	Más de 400 hasta 4.000	
IV Productos que normalmente no ofrecen peligro	Más de 2.000	Más de 3.000			

Fuente: Resolución exenta 2.196/2.000 del MINAGRI; SAG7

Tabla 1.2: Clasificación Según su vida media

Persistencia	Vida Media	Ejemplos
No persistencia	Días – 12 semanas	Malatión, diazinón, carbarilo, diametrín
Moderadamente	1 – 18 meses	Paratión, lannate
Persistente	Meses-20 a	DDT, aldrín, dieldrín
Permanentes	Indefinidamente	Der. mercurio, plomo, arsénico

1.2.3 Usos de plaguicidas.

Son de dos tipos:

- a) Los registrados por el Servicio Agrícola y Ganadero, se utilizan en agricultura y sector forestal, también en la agroindustria y en el rubro veterinario; para el tratamiento de alimentos de exportación, se utilizan las cámaras de bromuro de metilo de anhídrido sulfuroso, etc.
- b) Los registrados por el Instituto de Salud Pública, se utilizan en la salud pública. Tratamiento de sarna, pediculosis; Manejo de vectores: Chagas, mosquitos. También están los que se utilizan en el hogar y en lugares públicos.

1.2.4 Naturaleza y origen de los organofosforados

Durante la segunda guerra mundial se desarrollan estos compuestos en Alemania, internados en ellos como armas químicas, estableciéndose fábricas, para producirlos en grande escala debido a sus propiedades nerviosas potenciales, produjeron gases altamente activos el TABUM y el SARIN (KREMLIN, 1990). El primer insecticida de uso práctico se llamó comercialmente BLADAN en Alemania en 1944, mostraba buena efectividad contra pulgones y ácaros pero debido a su alta toxicidad a mamíferos (1,2 [mg/Kg]) y poca estabilidad en el agua conduce a buscar productos más estables y menos tóxicos, de este mismo Tepp al introducirle una molécula de azufre se obtiene el sulfotepp que presenta una DL50 oral de 0,8 [mg/Kg] siendo más favorable que su antecesor y comercializándose como Bladafum, Tepp y Sulfatepp marcan el inicio del empleo de los insecticidas organofosforados, descontinuándose por su alta toxicidad a animales de sangre caliente y ser fácilmente hidrolizados.

Al continuar las investigaciones de productos más estables en 1944 Schrader sintetiza el compuesto N° 605 llamado Parathion Etilico (E-605) este producto es el primer organofosforado que se introduce en todo el mundo iniciándose su producción industrial, poco después se descubre el Ester Metílico del parathion Etilico que es menos toxico a mamíferos a este producto se denomina Paration Metílico, a partir de ligeras modificaciones en la estructura se pueden desarrollar insecticidas menos tóxicos por ejemplo fention, fenitrothion que se descubren en 1958 y 1959 respectivamente (Eto,1976).

A partir del descubrimiento de las propiedades de insecticidas de los Esteres fosfóricos y debido a su baja persistencia en el medio ambiente y alta efectividad los organofosforados son ampliamente utilizados en todo el mundo.

1.3 Plaguicidas organofosforados

Los plaguicidas o insecticidas organofosforados son aquella sustancia orgánica derivadas de la molécula del ácido fosfórico. Forman parte de los insecticidas “de contacto” al absorberse por intermedio de los lípidos del caparazón de los insectos, controlan plagas y están dentro de los plaguicidas más tóxicos, estos compuestos hacen referencia a un grupo de plaguicidas que actúan sobre la enzima acetilcolinesterasa, estos plaguicidas inactivan irreversiblemente la acetilcolinesterasa, esencial para el sistema nervioso en humano, insectos y otros animales.

1.3.1 Características de los organofosforados

Son plaguicida (artrópodos) y antihelmínticos (algunos helmínticos).

Son liposolubles: atraviesan fácilmente las barreras biológicas piel, mucosas, pueden almacenarse en tejido graso lo que puede provocar toxicidad retrasada debido a la liberación tardía. Son volátiles lo que facilita la absorción respiratoria Mediana tensión de vapores: Esto las convierte en partículas muy volátiles, lo que facilita la absorción inhalatoria.

Degradables: Sufren hidrólisis en medios alcalinos tanto en tierra como en líquidos biológicos. Esta condición, permite que se degraden rápidamente en el ambiente y a su vez no puedan ser almacenados por períodos prolongados al

interior del cuerpo de animales no blancos. En otras palabras, no son bioacumulables, por lo que es difícil que se integren en las cadenas tróficas.

Se pueden presentar como polvos, pastas gel o en forma líquida

La estabilidad de los organofosforados depende del pH del medio

Las características principales de los OF son su alta toxicidad, su baja estabilidad química y su nula acumulación en los tejidos, a diferencia de los Organoclorados (OC). Se han registrado desde hace varias décadas, gran cantidad de casos de resistencia de insectos a los OF, debido principalmente al uso excesivo de estos insecticidas. Además, se describe resistencia cruzada con los carbamatos. Esto significa, que la resistencia a los carbamatos trae consigo resistencia a los OF.

1.3.1.1 Los organofosforados se dividen en tres grupos:

- Derivados alifáticos: estructuras de carbono con forma de cadena. Malathion-triclonfon
- Derivados fenólicos: contiene un anillo fenólico
- Derivados heterocíclicos: los anillos están compuestos por átomos diferentes. Diazinón

Propiedades: El poder residual es muy variable para cada compuesto y depende mucho del hospedador sobre el que se aplica y del parásito en cuestión, algunos organofosforados son muy volátiles con apenas unos días de poder residual (por ejemplo el diclorvos), otros, aplicados en ovinos, se depositan en la grasa de la lana y pueden permanecer activos contra los parásitos durante semanas e incluso meses (p.ej. el diazinón contra las gusaneras por califóridos).

Modo de acción inhibiendo ciertas enzimas del sistema nervioso, particularmente la colinesterasa. Se dice que la enzima está fosforada cuando se liga al medio fosforo del insecticida, esta liga es irreversible. Se debe al acumulo de acetilcolina en las uniones o sinapsis neurona-neurona y neurona musculo, causando contracciones rápidas de los músculos voluntarios, finalmente parálisis y muerte.

1.3.2 Constitución química organofosforado:

Los insecticidas fosfóricos pueden considerarse como derivados del ácido fosfórico dependiendo de la sustitución de sus radicales en la fórmula básica de los organofosforados pueden dar origen a nuevos grupos de compuestos en los cuales los sustituyentes tienen gran influencia en las propiedades fisicoquímicas del compuesto y se relacionan además con la capacidad de penetración, distribución, activación y / o degradación del plaguicida, con su sitio de ataque y con su potencia y selectividad.

Los POF son derivados del ácido fosfórico o sus homólogos (fosfórico, tiofosfórico, ditiofosfórico) y pueden considerarse como ésteres de alcoholes con el ácido correspondiente. La fórmula del ácido fosfórico es:

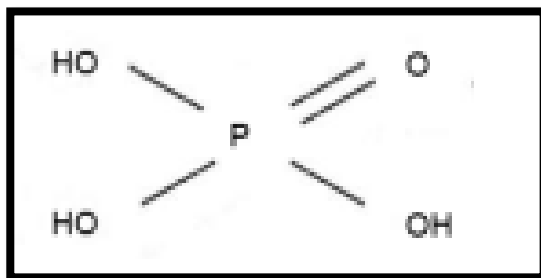


Figura 1.1.

y la fórmula básica de los POF puede considerarse así:

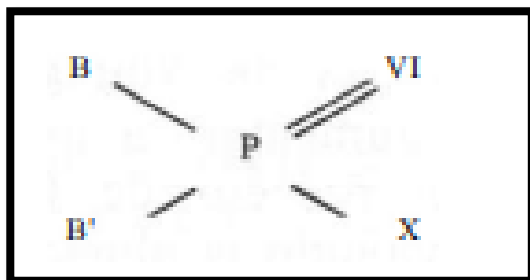
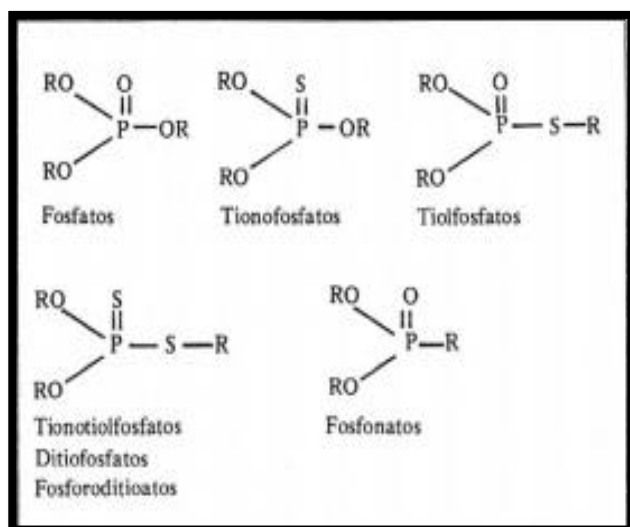


Figura 1.1.2

Donde, B y B' corresponden a radicales alquilo o alcoxi (O-alquil), a residuos aminados, radicales aril o ariloxi (O-arilo) y se denominan grupos básicos; X constituye el grupo ácido, ya que el ácido XH es más fuerte que el que se forma a partir de B o B'. Generalmente es un residuo de ácido orgánico o inorgánico (cianuro, fluoruro, etc.). VI es un átomo del sexto período de la tabla periódica, usualmente O ó S que se une al P por un enlace dador espacial que habitualmente se representa por un enlace doble.



Gráfica 1.1 Fórmulas básicas de las más importantes familias de POF

En la Gráfica 1 puede observarse las fórmulas básicas de las más importantes familias de POF a partir de las diferentes sustituciones que puede sufrir el ácido fosfórico. Una completa revisión de la nomenclatura de los POF puede encontrarse en Melnikov. Las propiedades físico-químicas de estos compuestos varían de acuerdo a su estructura química. En general son poco solubles en agua, escasamente en kerosene, éter de petróleo y solventes parafínicos; disolviéndose fácilmente en alcohol, acetona, benceno, tolueno, xilol y aceite de pino. Su volatilidad es muy variable y se pueden presentar como líquidos o sólidos, en forma de polvos, a partir de los cuales se expenden en emulsiones, polvos mojables o adheridos a cebos o cintas repelentes.

Los plaguicidas organofosforados son ésteres del ácido fosfórico, con los OH esterificados con diferentes radicales orgánicos, según la figura:

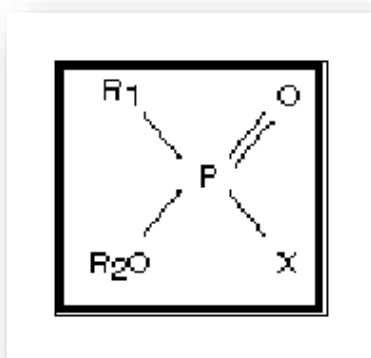


Figura 1.1.3

Con enlace P-O fosfato

Con enlace P-S fosfotiolato

Con enlace P-C fosfonato,
Con enlace P-N fosforamido

Cuando en los ésteres de fosfato, el O es sustituido por S tenemos los compuestos fosfotiolato, cuando existe un enlace P-N son fosforamido y cuando hay un enlace P-C tenemos fosfonatos.

1.3.3 Reconocer tipos de pesticidas organofosforados más utilizados en productos hortofrutícolas

Pesticidas malathion: El malathion es un insecticida sintético de amplio uso en agricultura con actividad por contacto, ingestión e inhalación, es 90% más puro, interfiere la transmisión de los impulsos nerviosos por inhibición de la colinesterasa. Siendo un líquido incoloro que huele a ajo y en forma de calidad técnica (un líquido amarillo-pardo).

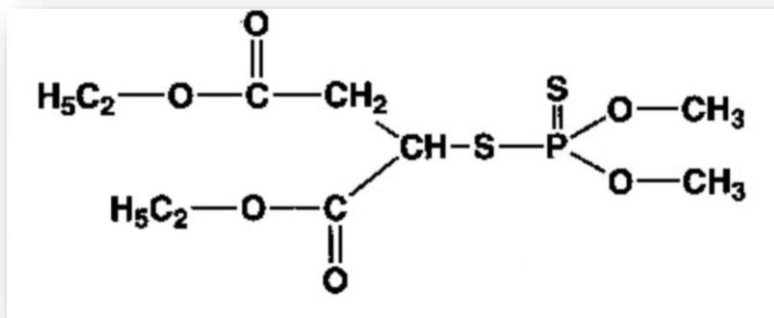


Figura 1.2. Estructura química del malathion

Pesticidas diazinon: Es un insecticida usado para controlar insectos en el suelo, en plantas ornamentales y en cosechas de frutas y hortalizas. También se usa para controlar plagas caseras como moscas, pulgas y cucarachas.

El diazinón es una sustancia química manufacturada y no ocurre en forma natural en el medio ambiente. El producto químico puro es un aceite incoloro prácticamente sin olor.

Las preparaciones que se usan en la agricultura y por exterminadores contienen 85-90% de diazinón y tienen apariencia de líquido de color pálido a pardo oscuro. Las preparaciones de diazinón para uso en casas y jardines contienen 1-5% de diazinón en forma líquida o en forma de gránulos sólidos.

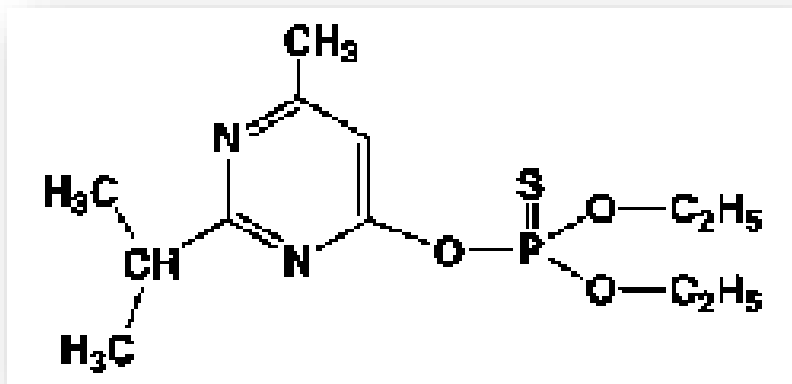


Figura 1.3. Estructura química del diazinon

Pesticidas FenitrotiónEs un insecticida no sistémico inhibidor de la colinesterasa. Las reacciones metabólicas más importantes son la desulfuración de P=S (compuestos tiones) a P=O (compuestos oxones), la escisión del enlace P-O-arilo catalizado por el citocromo P-450 dependiente del sistema de monooxigenasa y la O-desmetilación catalizada por las glutatión S-transferasas.

Entre los principales metabolitos reportados del fenitrotión se encuentran el fenitrooxon, formado por una desulfuración oxidativa.

Líquido de color amarillo a café tiene olor fenólico, su solubilidad en agua es de 38.0 [mg/L] a 25 °C.

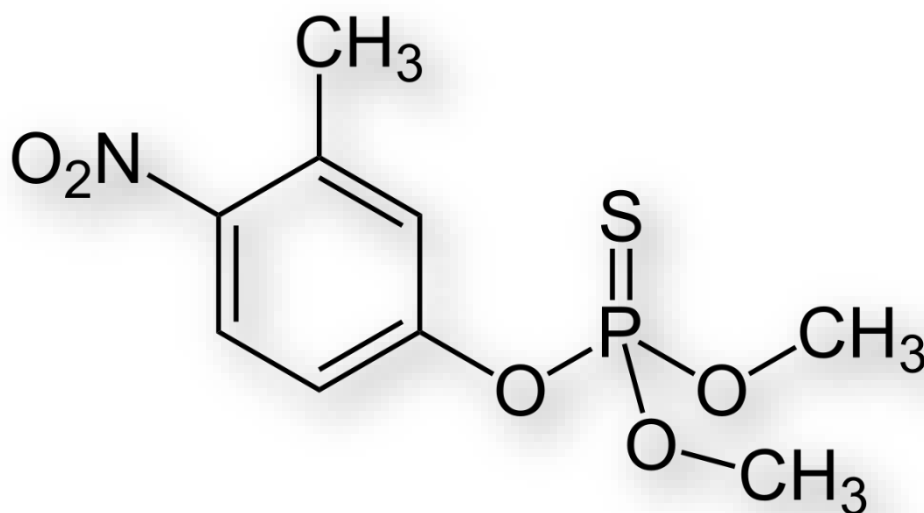


Figura 1.4. Estructura química del Pesticidas fenitrothion

1.4 Los productos hortofrutícolas

Son alimentos básicos en la dieta humana, pero tienen el inconveniente de ser perecederos, bien por causas endógenas (reacciones enzimáticas) o bien por causas exógenas (agentes físico-químicos), por lo que se dispone de ellos durante períodos cortos de tiempo, siendo además en muchos casos el cultivo de carácter estacionario.

1.5 Autorización de plaguicidas en Chile

El SAG, establece las Normas para la Evaluación y Autorización de Plaguicidas. Esta actividad es la base del control de plaguicidas y se desarrolla en forma previa a la comercialización y uso de un producto en el país. Corresponde al proceso por el cual la autoridad evalúa íntegramente que el plaguicida es efectivo para el fin que se destina, y no aporta un riesgo para la salud humana, animal y el medio ambiente. En base a ello, se define si se autoriza el plaguicida, las condiciones para su empleo y la etiqueta con que se comercializará.

**CAPITULO 2: PELIGROS Y RESIDUOS DE PESTICIDAS SEGÚN LAS
NORMAS DICTADAS EN CHILE**

2. Peligros y residuos de pesticidas según las normas dictadas en Chile

En este capítulo se mencionan los plaguicidas en la agricultura, como estos contaminan en el ambiente y sus peligros. Con ayuda de la aplicación de los LMR según el Codex alimentario y sus métodos de detección en Chile nos aporta la verificación de los residuos de pesticidas en los alimentos.

2.1. Plaguicidas en la agricultura

La agricultura es la principal actividad proveedora de alimentos, a través del cultivo de cereales, leguminosas, frutas, hortalizas, así como praderas y cultivos suplementarios para la crianza de animales destinados a la alimentación humana. Las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos provocan importantes pérdidas en el rendimiento, calidad y valor de la producción agrícola antes o después de las cosechas. Desde los inicios de la actividad agrícola, el hombre ha recurrido al uso de diversos métodos de control de las plagas y enfermedades que afectan los cultivos. En un comienzo se utilizaron como plaguicidas compuestos basados en azufre, en metales pesados como arsénico, plomo o mercurio y extractos de vegetales.

Desde mediados del siglo XX, con el desarrollo de la industria petroquímica, se hicieron disponibles en forma masiva insecticidas de síntesis química. Primero fueron compuestos órgano clorados, como el DDT, luego compuestos fosforados, carbamatos, piretroides y otros.

Desde entonces, la industria agroquímica enfrenta el continuo desafío de desarrollar productos que sean efectivos, pero que además tengan atributos tales como baja toxicidad, menor residualidad, selectivos en su acción y de bajo impacto al medio ambiente.

Para dar sustentabilidad a la actividad, los agricultores han debido avanzar en la implementación de programas de manejo integrado de plagas, los que incluyen prácticas tales como el uso racional de plaguicidas, control biológico (uso de enemigos naturales), monitoreo de plagas y el control cultural

2.1.2. Residuos de los pesticidas

Una vez aplicados los plaguicidas sobre los cultivos, éstos ejercen su actividad biológica y comienzan luego a degradarse. La FAO define por “residuo de plaguicida” cualquier sustancia especificada presente en alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales como consecuencia del uso de un plaguicida. El término incluye cualquier derivado de un plaguicida, como productos de conversión, metabolitos y productos de reacción, y las impurezas consideradas de importancia toxicológica

2.1.3. Como un organofosforados contamina el ambiente

Los compuesto organofosforados son sustancias poco persistentes en el ambiente, por lo que sus efectos sobre él se observan fundamentalmente a corto plazo, es el grupo de insecticida más grandes y versátil en uso de la época presente, son efectivos contra los insectos y arácnidos por contacto y gestión o acción fumigante, los esteres organofosforados incluyen excelentes sistémicos tales como el dimetoato, forate, demeton que son absorbido por raíz y follaje destruyen solo los insectos , penetrantes y succionadores y a menudo son útiles en programas modernas de control integrado.

De gran importancia es la interacción plaguicida-suelo-agua por el impacto de esta sustancia en el ambiente, sobre todo en aplicaciones aéreas donde un porcentaje considerable del producto llega al suelo o cuerpos de agua, así también como resultado del lavado ocasionado por las lluvias, o bien, por el arrastre provocado por el viento, sobre todo en los tratamiento al follaje, sin embargo los organofosforado tienen la importante ventaja de que son degradados biológico y químicamente en forma rápida en plantas, animales y en materiales tóxicos .

2.1.4 Peligros de los residuos de organofosforados

Los organofosforados son altamente tóxicos, pero son químicamente poco estables, por lo que su vida media en el organismo no sobrepasa una semana. Por esta razón son ampliamente utilizados en la agricultura, lo que ha generado un control de plagas peligrosas para la salud humana, sin embargo, el desconocimiento en su aplicación por la población y el escaso control que se

realiza de su utilización han provocado una serie de problemas en la salud humana y contaminación ambiental por residuos de organofosforados que se han perpetuado en el tiempo.

La presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos se debe principalmente al uso indiscriminado de éstos en la agricultura; la eliminación de los plaguicidas depende de diversos factores como el crecimiento propio del vegetal, la acción de agentes atmosféricos como el viento y la lluvia, el grado de solubilidad y volatilidad del plaguicida, el tipo de degradación química que sufra y la naturaleza del propio plaguicida (Ortiz et al. 2003). Otro factor importante es el intervalo de seguridad recomendado para cada plaguicida.

2.2. Límites Máximos de Residuos (LMR):

Límites Máximos para Residuos Extraños (LMRE): El Límite Máximo de Residuo (LMR) es la concentración máxima de un residuo de plaguicida (expresada en [mg/Kg]) que se permite o reconoce legalmente como aceptable en o sobre un alimento, producto agrícola o alimento para animales. Si los residuos de plaguicidas sobre un determinado alimento superan cierto umbral, potencialmente podrían causar daños a la salud de las personas. Al respecto, los países dictan normas sobre los LMRs. Así mismo, los LMRs del Codex Alimentarius son una referencia adoptada por muchos países del mundo.

La detección de residuos por sobre los LMRs en un alimento es un indicador de que, probablemente, el plaguicida no ha sido aplicado de acuerdo a las recomendaciones de uso, señaladas en la etiqueta, tales como la dosis, la forma de aplicación y el número de aplicaciones o el periodo de carencia. En tales casos, se considera que, el alimento no cumple la norma vigente y la autoridad puede adoptar medidas tales como el retiro del producto del mercado o, impedir su ingreso al país si se trata de un alimento importado.

2.2.1 Límites Máximos para Residuos Extraños (LMRE):

El LMRE es la concentración máxima de residuo de un plaguicida que ha sido prohibido para uso agrícola, la que puede derivar de la contaminación del medio ambiente, incluida aquella que pudiera deberse a los usos anteriores del plaguicida o de la utilización de estos compuestos en usos distintos a los usos agrícolas.

2.2.2 Norma chilena de Límites Máximos de Residuos de plaguicidas en alimentos

La norma vigente en Chile que fija los LMRs es la Resolución N°892 de 2020, del Ministerio de Salud (MINSAL, 2020). Los LMRs que establece esta resolución, son adoptados principalmente del Codex Alimentarius o, en su defecto, los límites establecidos por la Unión Europea o los establecidos en los Estados Unidos de Norteamérica

2.2.2.1 LÍMITES MÁXIMOS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS MAS UTILIZADOS EN LOS PRODUCTOS HORTOFRUTICULAS. (MALATIÓN)

TABLA 2.1: PROYECTO DEL MINISTERIO DE SALUD LMR PLAGUICIDAS

		MALATIÓN
CÓDIGO CODEX	ALIMENTO	LMR [mg/Kg]
VO 0444	Ajíes frescos (Chili)	0,1
VA 0381	Ajo	8
FB 0020	Arándanos	10
VP 0064	Arvejas Desgranadas (Guisantes sin vaina)	8
VR 0574	Betarraga (Remolacha)	0,5
VA 0385	Cebollas	1
FS 0244	Cerezas	3
FS 0014	Ciruelas	8
FS 0240	Damasco (Albaricoque)	8
FS 0247	Durazno (Melocotón)	8
VS 0621	Espárrago	1
FB 0272	Frambuesas	8
FC 0001	Frutas Cítricas	7
FB 0275	Frutillas (Fresas)	1
FC 0204	Limón	7
FC 0206	Mandarina	7
FP 0226	Manzana	0,5
FC 0004	Naranjas	7

		MALATIÓN
CÓDIGO CODEX	ALIMENTO	LMR [mg/Kg]
FI 0326	Palta (Aguacate)	8
VR 0589	Papas	0,5
FP 0230	Pera	8
VO 0445	Pimientos Dulces (Incluido Pimiento Morrón)	0,1
VO 0051	Pimientos y Ajíes (Chili)	0,1
FC 0005	Pomelos	7
FB 0269	Uvas	5
VR 0577	Zanahoria	0,5

2.2.2.2 Límites máximos de residuos de plaguicidas organofosforados más utilizados en los productos hortofrutícolas (diazinón)

TABLA 2.1.1: PROYECTO DEL MINISTERIO DE SALUD LMR PLAGUICIDAS

		DIAZINÓN
CÓDIGO CODEX	ALIMENTO	LMR [mg/Kg]
FT 0305	Aceituna (Oliva)	0,01
VL 0464	Acelga	0,01
VO 0444	Ajíes frescos (Chili)	0,05
VA 0381	Ajo	0,75
VS 0620	Alcachofa (Alcaucil)	0,01
TN 0660	Almendras	0,05
VR 0574	Betarraga (Remolacha)	0,75
VB 0400	Brócoli	0,5
VA 0385	Cebollas	0,05
FS 0013	Cerezas y Guindas	1
FI 0331	Chirimoya	0,01
FS 0014	Ciruelas	1
FS 0247	Durazno (Melocotón)	0,2
VL 0502	Espinaca	0,5
FB 0272	Frambuesas	0,2
FP 0009	Frutas Pomáceas	0,3

		DIAZINÓN
CÓDIGO CODEX	ALIMENTO	LMR [mg/Kg]
FB 0275	Frutillas (Fresas)	0,1
FI 0341	Kiwi	0,2
FC 0204	Limón	0,01
GC 0645	Maíz (Grano de cereal sin procesar)	0,02
FC 0206	Mandarina	0,01
FP 0226	Manzana	0,3
VC 4199	Melón Calameño (Cantalupo)	0,2
FP 0231	Membrillo	0,3
FB 0264	Moras	0,1
FC 0004	Naranjas	0,01
FI 0326	Palta (Aguacate)	0,01
VR 0589	Papas	0,01
VC 0424	Pepino (De Ensalada)	0,1
FP 0230	Pera	0,3
VO 0445	Pimientos Dulces (Incluido Pimiento Morrón)	0,05
VB 0041	Repollos (Coles)	0,5
VO 0448	Tomate	0,5
GC 0654	Trigo	0,02
VR 0577	Zanahoria	0,5

2.3. Los Plaguicidas en el Codex Alimentarius

La Comisión del Codex Alimentarius, establecida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1963, elabora normas, directrices y códigos de prácticas alimentarias internacionales armonizadas destinadas a proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de los alimentos. Asimismo, promueve la coordinación de todos los trabajos sobre normas alimentarias emprendidos por las organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales.

Chile participa como estado miembro del Codex desde el año 1969.

El Codex Alimentarius (en latín, código de alimentos) es el resultado del trabajo de la Comisión: un compendio de normas alimentarias, directrices y códigos de prácticas adoptadas internacionalmente.

2.3.1 Comité Codex de Residuos de Plaguicidas (CCPR)

El Comité Codex de Residuos de Plaguicidas fue establecido en 1966 por la Comisión del Codex Alimentarius con el siguiente mandato:

- A) Establecer los límites máximos de residuos de plaguicidas en productos alimentarios específicos o en grupos de alimentos.
- B) Establecer los límites máximos de residuos de plaguicidas en ciertos productos de piensos para animales, que se importan y exportan, en los casos en que esté justificado por razones de protección de la salud humana.
- C) Elaborar las listas de prioridades de plaguicidas para su evaluación por el Comité conjunto de la FAO/ OMS sobre Residuos de Plaguicidas, (JMPR).
- D) Considerar métodos para la toma de muestras y análisis para determinación de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos para animales.
- E) Considerar otros asuntos relacionados con la seguridad de los alimentos y los piensos para animales que contienen residuos de plaguicidas.
- F) Establecer los límites máximos de contaminantes industriales y del medio ambiente que presentan productos químicos u otras analogías con los plaguicidas, en productos alimentarios específicos o grupos de alimentos.

Las normas del Codex son la referencia para el comercio internacional de productos alimenticios, de modo que los consumidores de todo el mundo tengan la seguridad de que los alimentos que ingieren cumplen los criterios convenidos de inocuidad y calidad, con independencia de su lugar de fabricación. El Codex ha establecido normas para más de 100 plaguicidas distintos.

2.3.2 Datos de concentración de residuos:

El dato de concentración de residuos de plaguicidas en alimentos utilizados en evaluaciones de exposición dietaria, a menudo provienen de programas de monitoreo. Estos programas, se realizan principalmente en productos primarios y los datos se obtienen de muestras compuestas recolectadas de acuerdo con el protocolo del Codex Alimentarius. Los datos de monitoreo representan los residuos reales que se pueden esperar en los alimentos comercializados. Para fines de la evaluación de exposición dietaria es preferible la recolección de

muestras al azar ya que se espera que sean representativas de los alimentos disponibles en el comercio. Los plaguicidas y los alimentos incluidos en el programa, el número de muestras analizadas y el origen de las muestras varía entre países y regiones, y se definen en función de diferentes factores, incluidos los costos, datos históricos de monitoreo y la importancia de cada producto en la dieta nacional

2.4 Reunión conjunta FAO/OMS sobre residuos de plaguicidas (JMPR)

Aunque oficialmente no forman parte de la estructura de la Comisión del Codex Alimentarius, las reuniones conjuntas FAO/OMS sobre residuos de plaguicidas (JMPR) proporcionan un asesoramiento científico de expertos independiente a la Comisión y sus Comités especializados.

La JMPR es establecida en 1963 con motivo de la decisión de que la Comisión del Codex Alimentarius recomienda límites máximos de residuos (LMR) de plaguicidas y contaminantes ambientales en determinados productos alimenticios, incluidos métodos de muestreo y análisis, para garantizar la inocuidad de los alimentos que contienen residuos. La cooperación entre la JMPR y el CCPR es muy estrecha. El CCPR indica las sustancias que han de evaluarse prioritariamente. Tras la evaluación de la JMPR, el CCPR examina los LMR recomendados y si los considera aceptables los remite a la Comisión para que los apruebe como LMR del Codex.

La FAO y la OMS instan a los gobiernos y a la Comisión del Codex Alimentarius a que utilicen la evaluación de riesgos para decidir las normas apropiadas que han de aplicarse para normar los LMR.

Los LMR del Codex, que se destinan principalmente para ser aplicados a productos que circulan en el comercio internacional, se obtienen basándose en estimaciones hechas por la JMPR, después de:

- A. La evaluación toxicológica del plaguicida y su residuo.
- B. El examen de datos de residuos obtenidos en ensayos y usos supervisados, en particular usos que se ajustan a las buenas prácticas agrícolas nacionales. En el examen se incluyen datos de ensayos supervisados realizados a la concentración de uso más elevada recomendada, autorizada o registrada en el país. Para tener en cuenta las variaciones introducidas en los requisitos nacionales

de control de plagas, en los LMR del Codex se consideran los niveles más elevados observados en tales ensayos supervisados, que se estima representan las prácticas efectivas de control de plagas.

El examen de las diversas estimaciones y determinaciones, tanto de ámbito nacional como internacional, de los niveles de ingestión de residuos a través de la alimentación, teniendo en cuenta las IDA, debería indicar que los alimentos que se ajustan a los LMR del Codex son inocuos para el consumo humano.

Se entiende por buenas prácticas agrícolas (BPA) todo uso inocuo autorizado a nivel nacional, en las condiciones existentes, de los plaguicidas necesarios para un control eficaz y fiable de las plagas. Comprende una gama de niveles de aplicación de plaguicidas hasta la concentración de uso autorizado más elevada, de forma que quede la concentración mínima posible del residuo.

2.5. Disipación y degradación de los residuos de plaguicidas

A partir del momento de la aplicación de un plaguicida, la concentración ([mg/Kg]) de los residuos presentes en el cultivo tratado comienzan a disminuir. La degradación química del plaguicida y sus metabolitos debido a procesos de hidrólisis y fotólisis entre otros, así como la disipación o dilución de la concentración de los residuos debida al crecimiento del cultivo, constituyen las principales causas de la disminución de la concentración de residuos de plaguicidas en el cultivo tratado.

La magnitud de los residuos de plaguicidas en un alimento va a variar según la naturaleza de la molécula del compuesto, tipo, cantidad de materia alimentaria y factores ambientales.

Las características de la planta tratada influyen notablemente en la evolución de los residuos sobre la misma. Dentro de éstas, se puede mencionar la relación superficie/volumen, el tamaño, la forma, la estructura física de su epidermis (rugosidad, pilosidad, etc.), como su composición química (recubrimiento céreo, etc.).

En el caso de frutas y vegetales, la mayoría de los residuos de plaguicidas son retenidos en la superficie de la piel. Es así como, en el caso de las hortalizas de hoja concentran sus residuos de plaguicidas en las hojas externas más que en las

internas. Esto se debe a que la mayoría de los pesticidas aplicados a los cultivos se limitan a las superficies exteriores y se mantienen con reducido movimiento o penetración de la cutícula, por lo tanto, son susceptibles de ser retirados a través de procesamientos tales como el lavado, pelado y operaciones de recorte.

Procesos domésticos tales como la cocción, lavado o remoción de la piel, así como también procesos tales como tratamientos térmicos, fermentación y congelado pueden reducir significativamente la exposición a los residuos de pesticidas

2.6. Evaluación de Riesgos al consumidor de los residuos de plaguicidas presentes en alimentos

Cuando el nivel de residuos detectado en un alimento es mayor que el LMR establecido, no se puede descartar un potencial riesgo, crónico o agudo, a la salud de los consumidores. El riesgo potencial debe ser evaluado, caso a caso, a través de un proceso de evaluación de riesgo que considera la estimación de la ingesta potencial de la población a los residuos de plaguicidas presentes en los alimentos (estimación de exposición dietaria), y su posterior caracterización mediante una comparación con los valores de referencia basados en la salud, Ingesta Diaria Admisible (IDA) y Dosis de Referencia Aguda (DRA)

2.6.1 Evaluación de exposición dietaria

La evaluación de exposición dietaria es un proceso que permite estimar la exposición potencial de una población a químicos a través de la dieta (ingesta de alimentos). Puede cubrir el consumo de una población general o enfocarse en grupos vulnerables.

La exposición dietaria se estima multiplicando el consumo de alimentos por la concentración de los residuos presentes en los alimentos y se ajusta por el peso corporal (Figura 1).

$$\text{Exposición dietaria} = \frac{\sum (\text{Concentración de residuos} \times \text{Consumo de alimentos})}{\text{Peso corporal}}$$

Figura 2.1 Cálculo de la estimación de la exposición dietaria

Las estimaciones pueden referirse a exposición a largo plazo (crónica) o a corto plazo (aguda). La exposición crónica corresponde a la ingesta diaria esperada a un químico en uno o más alimentos por toda la vida o un largo tiempo. Considera el consumo promedio diario de uno o más alimentos, la concentración promedio del residuo del plaguicida en cada alimento y se ajusta por el peso corporal de la población en estudio (Figura 2).

$$\text{Exposición Crónica} = \sum_1^n \left(\frac{\text{Consumo promedio diario de alimentos (g/día)} \times \text{Promedio de la concentración de residuos en el alimento (mg/kg)}}{\text{Peso corporal}} \right)$$

Figura 2.1.2 Cálculo de la estimación la exposición crónica

La exposición aguda corresponde a la ingesta esperada a un químico en un alimento por un corto periodo de tiempo. En su cálculo se considera el tamaño de la mayor porción de consumo de un alimento, la más alta concentración de residuos de un plaguicida en el alimento y se ajusta por el peso corporal de la población en estudio (Figura 3). Cada alimento es evaluado individualmente ya que se considera poco probable que una misma persona consuma la porción más alta de más de un alimento o que cada alimento contenga el residuo más alto de un plaguicida

$$\text{Exposición Aguda} = \frac{\text{Porción mayor de consumo de alimentos (g/día)} \times \text{Concentración más alta de residuos en el alimento (mg/kg)}}{\text{Peso corporal}}$$

Figura 2.1.3 Cálculo de la estimación de la exposición aguda

2.7. Caracterización del riesgo

La caracterización del riesgo puede definirse como la determinación cualitativa y, siempre que sea posible, cuantitativa, de la probabilidad de aparición de efectos adversos conocidos y potenciales de un agente en un organismo, sistema o (sub) población dada, bajo condiciones definidas de exposición. En este paso, la exposición estimada es comparada con los valores de referencia basados en la salud, IDA y/o DRA

Todos los plaguicidas registrados tienen establecida una IDA y aquellos que tienen una toxicidad aguda relevante, también una DRA.

2.7.1. Ingesta Diaria Admisible (IDA)

La IDA corresponde a la cantidad de un químico que puede ser ingerido diariamente durante toda la vida sin representar un riesgo apreciable para la salud de los consumidores. Se expresa en miligramos del producto químico por kilogramo de peso corporal.

2.7.2 Dosis de Referencia Aguda (DRA)

La DRA corresponde a la estimación de la cantidad de una sustancia en los alimentos o el agua potable, que puede ingerirse en un período de 24 horas o menos, sin un riesgo apreciable para la salud del consumidor. Se expresa en miligramos de la sustancia química por kilogramo de peso corporal.

Cuando se determina que la exposición dietaria a un químico es inferior o igual a sus valores de referencia toxicológicos (IDA/DRA), la probabilidad de que esta sustancia presente un riesgo para la salud del consumidor es baja, sin embargo, cuando la exposición dietética a una sustancia dada excede sus valores de referencia toxicológicos, no se pueden excluir posibles efectos negativos para la salud.

2.8. Tipos de detectores para la determinación de plaguicidas en alimentos

Los residuos de plaguicidas representan la cantidad de sustancias activas que se pueden encontrar en los alimentos, las que, en general, tienden a ser cantidades muy pequeñas, lo que exige el uso de equipamientos de laboratorio cada vez más sofisticados. Asimismo, la evolución en las normativas chilenas que regulan los residuos de plaguicidas ha impulsado cada vez más el uso de ciertos cromatógrafos por sobre otros, equipamientos de laboratorio que recurren a la cromatografía para separar componentes en mezclas complejas.

Se distinguen básicamente dos tipos de cromatógrafos, cuyo uso depende de qué sustancia es la que se quiere analizar: cromatografía de gases

(GC) y cromatografía líquida (LC o HPLC). Estos últimos son los más útiles actualmente para determinar residuos y cumplir con la normativa chilena.

2.8.1 ¿Cómo se acumulan los residuos en los alimentos?

Los residuos son pequeñas cantidades de plaguicidas, incluidos sus metabolitos y los productos resultantes de su degradación, que permanecen y se acumulan en los alimentos recolectados o almacenados, de forma que al ser ingeridos por el ser humano en grandes cantidades pueden afectar a su salud.

El 95,9% de los alimentos no contienen residuos de plaguicidas o se presentan en cantidades muy bajas que son seguras para los consumidores (Informe de residuos de plaguicidas 2017, EFSA 2019). La Comisión Europea ha establecido los Límites Máximos de Residuos (LMRs) que son los máximos niveles de residuos de plaguicidas permitidos legalmente en los alimentos o piensos. Los alimentos que cumplen los LMRs se consideran toxicológicamente aceptables.

2.8.1.2. ¿En qué alimentos se acumulan principalmente?

Existe una mayor probabilidad de detectar residuos de plaguicidas en frutas y verduras frescas. Entre estos grupos, existe una diversidad de alimentos con más presencia de residuos: fresas, uvas, melocotones, albaricoques, nectarinas, lechugas, tomates, berenjenas, espinacas y acelgas.

En los cereales también se encuentran presentes residuos de plaguicidas, pero el secado y tostado reduce considerablemente su contenido en grano.

2.8.2. Equipos de cromatografía líquida para determinar plaguicidas en alimentos

Los equipos de cromatografía líquida emplean un principio físico a través del cual pueden separar los distintos componentes de una solución mediante adsorción (esto es, proceso por el cual el líquido retiene otros compuestos en su superficie, en oposición a la absorción). Esto es posible gracias a la espectrometría de masas (que no debe confundirse con espectroscopia, la que más bien se dedica a estudiar dentro del espectro la radiación de ciertos cuerpos).

En Chile, los equipos que utilizan la técnica LC-MS/MS (espectrometría de masas en tándem), con un detector mucho más sensible, son los más apropiados para la detección de plaguicidas en alimentos, gracias a sus altísimos niveles de precisión, facilitando la correcta regulación de alimentos y vegetales sin plaguicidas.

CROMTEK, líder en la distribución de equipamiento analítico a lo largo de Chile, cuenta con diversos equipos de cromatografía líquida para la determinación de plaguicidas en alimentos, desde HPLC, con un detector simple, hasta equipos LC-MS/MS, permitiendo cumplir en forma rápida y robusta de acuerdo a las necesidades de control y vigilancia en el país, y garantizando el mínimo de riesgos para la salud alimentaria de la población.

La OMS tiene dos objetivos en relación con estos productos:

- Hacer que se prohíban los plaguicidas más tóxicos para el ser humano y los que permanecen durante más tiempo en el medio ambiente;
- Proteger la salud pública mediante el establecimiento de límites máximos de residuos de los plaguicidas en los alimentos y el agua.

¿Quién está expuesto a riesgo?

Las personas que corren más riesgo son las que están directamente expuestas a los plaguicidas, como los trabajadores agrícolas que aplican estos productos y las personas que se encuentran en zonas próximas en el momento en que se propagan o poco después.

La población general que no se encuentra en la zona donde se utilizan los plaguicidas también está expuesta a estos productos, si bien a cantidades muy inferiores, porque pueden estar presentes de forma residual en los alimentos y el agua que ingieren.

Los alimentos que se venden o donan (como los de la ayuda alimentaria) deben cumplir con los reglamentos sobre plaguicidas, sobre todo con los límites máximos de residuos. Las personas que cultivan para el autoconsumo deben seguir las instrucciones de uso de los plaguicidas y protegerse con guantes y máscaras siempre que sea necesario.

Los consumidores pueden reducir la ingesta de residuos de plaguicidas pelando o lavando las frutas y hortalizas, lo cual reduce también otras fuentes de peligro, como las bacterias patógenas

Respuesta de la OMS

La OMS, en colaboración con la FAO, se encarga de evaluar los riesgos de los plaguicidas para el ser humano —ya sea por exposición directa o a través de los residuos presentes en los alimentos— y de recomendar medidas de protección adecuadas.

El órgano responsable de la evaluación de los residuos de plaguicidas en los alimentos es el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), un grupo internacional e independiente de expertos científicos. En las evaluaciones se tienen en cuenta todos los datos presentados para solicitar el registro de plaguicidas en todos los países, así como todos los estudios científicos publicados en revistas arbitradas. Tras evaluar el nivel de riesgo, el JECFA establece límites para la ingesta sin riesgos de residuos de plaguicidas en los alimentos de modo que una persona pueda ingerirlos en el transcurso de su vida sin que su salud se vea perjudicada.

**CAPITULO 3: BUENAS PRACTICAS PARA MINIMIZAR LOS
RIESGOS DE LOS PESTICIDAS**

3. Buenas prácticas para minimizar los riesgos de los pesticidas

Este último capítulo habla sobre como disminuir los residuos de pesticidas en los alimentos que consumimos día a día con métodos domésticos, además se identifica su señalética de prevención para su uso y manejo correcto del pesticida.

3.1. Higiene de frutas y verduras para reducir la exposición a residuos de estos pesticidas

El uso de pesticidas provoca que sustancias químicas que los componen se adhieran a las frutas y verduras que se consumen en nuestro hogar. Lavarlas con agua, que es probablemente lo que hace la mayoría, puede no ser suficiente para su completa eliminación ya que la mayoría de los pesticidas están diseñados para resistir el agua de la lluvia o del riego en los cultivos.

Lavar: hay que hacerlo en pequeños puñados para que el agua llegue bien a todos, especialmente si se trata de verduras. Además, también se puede optar por quitar la piel y cáscaras y comer solo el interior

Secar después de lavar: Un simple gesto que puede contribuir a eliminar la presencia de sustancias tóxicas en nuestras verduras y frutas es frotarlas con un trapo después de lavarlas con agua.

Cepillo de dientes: Además de secar con un trapo, los expertos también recomiendan utilizar un cepillo de dientes para una mayor eliminación de sustancias tóxicas.

3.2 Malas prácticas en el uso de plaguicidas afectan la inocuidad de los alimentos

La aplicación de malas prácticas agrícolas afecta la seguridad de los productos que se comercializan tanto en los mercados internos como externos. Según la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA, por sus siglas en inglés), las principales causas del rechazo de las exportaciones de América Latina a Estados Unidos se deben a la presencia de residuos de plaguicidas, las

condiciones higiénicas y la detección de patógenos. En el mercado asiático, en tanto, el 51% corresponde al factor plaguicidas.

Con la finalidad de capacitar y promover Buenas Prácticas Agrícolas, se desarrolla el webinar “Inocuidad Alimentaria y Uso de Plaguicidas”, organizado por el Centro de Inocuidad Alimentaria, dependiente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca, y que fue apoyado por el Gobierno Regional del Maule y la Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria (ACHIPIA).

La actividad online contó con la participación de más de 120 asistentes, entre ellos productores, agricultores, profesionales y técnicos del rubro, quienes se capacitaron en torno a inocuidad alimentaria y residuos de plaguicidas en alimentos, y riesgos para el consumidor.

La directora del Centro de Inocuidad Alimentaria, Ana Karina Peralta indicó “los plaguicidas son una de las principales causas de rechazo de nuestros productos en los mercados extranjeros por el riesgo que implican para la salud pública”.

Agregó que, frente a esta realidad, es necesario aumentar la vigilancia de residuos agroquímicos en frutas y hortalizas, con la finalidad de tener un sector hortofrutícola con bajo riesgo para los consumidores, y acorde a las exigencias de los mercados tanto nacionales como internacionales.

La profesional explicó que existen malas prácticas en el uso de agroquímicos por diversos factores, tales como: errores en la aplicación del producto, selección inadecuada del equipo de aplicación, fallas en el cálculo del volumen, mala calidad del agua, pH inadecuado, boquillas de los equipos desgastadas, entre otros. A lo anterior se suma que los agricultores no están sensibilizados de los peligros tanto para la salud de los aplicadores como para los consumidores.

El ingeniero agrónomo, Eduardo Aylwin, asesor de evaluación de riesgos en ACHIPIA, señaló que la detección de residuos de plaguicidas por sobre la norma LMR (concentración permitida), implica el no cumplimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas. El experto precisó que puede ser causa del uso de plaguicidas en cultivos no autorizados, dosis mayores a las recomendadas o período de carencia no respetado, siendo clave el correcto uso y lectura de las instrucciones

de los plaguicidas para resguardar la salud de los consumidores, de los aplicadores y del medio ambiente.

3.3 Tecnologías y factores de procesamiento para mitigar residuos de plaguicidas en hortalizas frescas en Chile

Sin lugar a duda, la ingesta de alimentos saludables e inocuos es un aspecto de gran relevancia para la población en Chile. El país ha proyectado duplicar la matriz exportadora de alimentos de origen vegetal al año 2025, en base a la producción de alimentos funcionales y libres de contaminantes. En el cultivo convencional de hortalizas, los plaguicidas se usan como parte del manejo productivo para aumentar el rendimiento, o en la etapa de post-cosecha para asegurar una óptima producción y reducir el impacto de plagas y enfermedades.

3.3.1 Dinámica de los residuos de plaguicidas en hortalizas frescas

Las hortalizas cosechadas en el campo, generalmente, son lavadas con agua potable para remover contaminantes químicos y biológicos. Sin embargo, existen residuos de plaguicidas que solo tienen solubilidad en grasas, lo que determina su permanencia a nivel de superficie o de manera sistemática en las hortalizas. Dentro de las condiciones relevantes, respecto a la dinámica de estos residuos, está su momento de aplicación en tratamientos de pre o post-cosecha. La transferencia y transformación de plaguicidas durante la aplicación de procesos oxidantes en el procesamiento, depende de propiedades físico-químicas de los plaguicidas (Valor de Kow, solubilidad y pKa) y las características físico-químicas de los sanitizantes como la temperatura, el pH y la polaridad. Los plaguicidas pueden ser degradados en diferentes procesos: fotólisis, hidrólisis, óxido-reducción, metabolismo (plantas, animales y microorganismos), temperatura y pH.

3.3.1.1 Procesamiento de hortalizas frescas

Una de las estrategias para mitigar esta problemática, es el procesamiento que implica la transformación de una hortaliza fresca en un producto procesado. Existe mucha información referente a tratamientos que pueden eliminar residuos superficiales, como, por ejemplo, compuestos polares que en general pueden remover residuos de plaguicidas de diversa naturaleza. Entre estos se incluyen el lavado, blanqueamiento, corte, pelado y secado. Sin embargo, algunos procesos utilizan calor, lo que pueden generar subproductos o metabolitos más tóxicos que los plaguicidas parentales, acumulándose durante el procesamiento y generando un riesgo en la salud de las personas. La retención de residuos de plaguicidas en hortalizas se encuentra principalmente en la superficie o cáscara de las hortalizas. La industria ha utilizado por años el lavado con agua o jabón con soluciones de sal y algunos químicos como el hipoclorito de sodio (NaClO), el dióxido de cloro (ClO_2), peróxido de hidrógeno (H_2O_2), ácido acético (CH_3COOH), como efectivos sanitizantes para asegurar la inocuidad de los productos de origen vegetal. Sin embargo, promisorias tecnologías han demostrado una alta eficiencia para diferentes clases de residuos de plaguicidas.

3.3.1.2 Factores de procesamiento de hortalizas frescas (FP)

Los factores de procesamiento se calculan mediante una relación, entre las concentraciones de plaguicida en la hortaliza procesada y la concentración de plaguicida en la hortaliza cruda. Son condicionados por el rendimiento del procesamiento, se pueden usar para estimar el nivel de exposición de plaguicidas en el punto de consumo después del procesamiento, indicando los cambios en los niveles de concentración de los residuos durante el procesamiento, que es único para cada combinación de plaguicida/hortaliza/procesamiento/LMR de cada país. Para determinar el comportamiento de los residuos, los factores de procesamiento son relevantes para determinar la relación de la disipación o concentración en el producto.

Los FP son herramientas valiosas, tanto para concluir si las hortalizas procesadas se han producido de acuerdo con los LMRs de cada país, como para refinar las evaluaciones de exposición dietética y toxicidad del plaguicida. Los factores de procesamiento permiten un cálculo más realista de la ingesta de las sustancias

activas y sus metabolitos. El índice identifica una reducción de plaguicida (FP por debajo de 1) o concentración del plaguicida (FP por encima de 1).

Sin embargo, no hay información específica para cada plaguicida en particular, técnica de procesamiento y tipo de hortaliza, dependiendo de la información que cada país genere para modificar las normativas y fiscalizaciones. En Chile, no hay evidencias científicas de PF para plaguicidas detectados en hortalizas y su cumplimiento respecto a los LMRs y su evaluación de riesgo.

3.3.2 Técnicas de procesamiento

Las diferentes técnicas usadas para transformar hortalizas crudas a procesadas pueden generar un aumento o disminución de los residuos de plaguicidas, dependiendo del tiempo e intensidad del procesamiento. El secado o deshidratación reduce los niveles por evaporación, degradación y co-distilación.

El puré o néctar de hortalizas puede ser realizado con temperaturas entre 85-90°C y estilización. La molienda de granos también permite la reducción de residuos en la transformación de harinas. En la extracción de aceites, existe una gran variabilidad dependiendo de las características de los plaguicidas solubles en agua/aceite. En el horneado y fermentación también puede disminuir la presencia de residuos durante el almacenamiento. No obstante, la conserva de hortalizas, incluyendo lavado, remoción de cascaras y almacenamiento en frío pueden reducir hasta un 100% de residuos.

3.3.2.1 Tecnologías térmicas

Los tratamientos con calor han sido utilizados para la preparación y preservación de hortalizas, utilizando la pasteurización, hervor, fritura y cocción, dependiendo del objetivo de procesamiento y el tipo de hortaliza. La reducción de los residuos de plaguicidas durante la aplicación de calor se logra a través de evaporación, codestilación, degradación termal dependiendo de la naturaleza química de los residuos de plaguicidas tales como DDT, diazinón, malation, clorpirifós, chlorothalonil, dimetoato, metamidofós, metomilo.

3.3.2.2 Tecnologías no térmicas

Las tecnologías no térmicas son todas aquellas que no aplican calor como vector dentro de su uso y no generan rompimiento ni pérdida de moléculas útiles como pigmentos o nutrientes que están presentes en los alimentos. En los últimos años las tecnologías no térmicas como el ozono, procesamiento con alta presión, el ultrasonido, y luz ultravioleta UV-C (200-280nm), agua con pulsos eléctricos, fluidos supercríticos, radiación gamma, plasma no térmico y microondas han sido utilizadas en la ciencia de los alimentos para reducir los efectos de plaguicidas que son acoplados a matrices alimenticias.

La utilización de estas tecnologías involucra la exposición de las hortalizas a oxidantes químicos y especies reactivas, para la remoción de un alto número de plaguicidas de diferentes estructuras químicas y reacciones de acoplamiento a las especies vegetales. Diferentes tecnologías han logrado realizar reducciones selectivas, a través de la oxidación de grupos de plaguicidas, que suelen ser muy contrastantes desde el punto de vista químico (solubilidad, lipofilicidad), incluyendo un grupo importante de organofosforados (insecticidas y fungicidas).

3.4 Control de residuos

Se debe establecer un plan de muestreo para el control de residuos y verificar, mediante análisis en laboratorios oficiales o acreditados por las autoridades nacionales competentes, que los residuos no excedan los límites máximos permitidos por la normativa nacional (RTCR 424-2008. Reglamento Técnico de Límites Máximos de Residuos (LMR) de Plaguicidas en Vegetales).

Los productores deben monitorear constantemente el comportamiento de los LMR, utilizar solamente plaguicidas autorizados para el cultivo que se tenga, mantener un archivo con los resultados de los análisis de residuos y referenciar las acciones implementadas para corregir las anomalías que se hayan presentado.

Para evitar residuos de plaguicidas en las cosechas, se recomienda respetar los periodos de carencia (tiempo transcurrido entre la última aplicación y la cosecha), usar la boquilla adecuada, calibrar los equipos de aplicación, seguir las indicaciones del panfleto y etiqueta, y usar el producto indicado y autorizado para el cultivo.

3.5 Cuidados en la aplicación

Antes de preparar un plaguicida, hay que asegurarse de que el agua que se va a utilizar tiene el grado de acidez o pH adecuado, pues esto garantiza la eficacia del producto. En los terrenos donde se han aplicado plaguicidas, debe colocarse un letrero de advertencia con las palabras "PELIGRO NO INGRESE, ÁREA APLICADA CON PLAGUICIDA". Este rótulo debe permanecer hasta que se cumpla el periodo de reingreso; es decir, el tiempo que se recomienda para acercarse a la zona tratada, sin que los efectos del plaguicida sean dañinos para la salud.

Las personas que aplican plaguicidas deben bañarse y cambiarse de ropa después de terminar su trabajo. Además, deben lavarse con agua y jabón las manos, los brazos y la cara antes de comer, de fumar, de orinar o usar el servicio sanitario.

Las etiquetas y panfletos de todos los productos de banda roja y aquellos declarados de uso restringido, deben llevar la leyenda VENTA BAJO RECETA PROFESIONAL. Esto significa que solo podrán venderse al usuario bajo receta firmada por un profesional en Ciencias Agrícolas e incorporado al Colegio de Ingenieros Agrónomos.

La jornada de trabajo no debe exceder las 4 horas. Se debe realizar la aplicación por la mañana o en la tarde, en horas frescas y dando la espalda al viento. No aplicar si el viento es fuerte o hay amenaza de lluvia, ni en las horas comprendidas entre las 10 de la mañana y las 2 de la tarde. Así se establece en el Decreto N° 33507-MTSS Reglamento de Salud Ocupacional en el Manejo y Uso de Agroquímicos, del 8 de enero del 2007.

La aplicación de estas sustancias debe realizarse lejos de zonas pobladas, de criaderos de peces, de lagos, lagunas y ríos. Durante la aplicación de plaguicidas, nunca se debe comer, beber o fumar.

Si durante la aplicación se atasca la boquilla de la bomba, se debe limpiar con agua, y usar el tallo de alguna planta o una cuerda de nylon.

Es necesario respetar los periodos de reingreso al área tratada, así como el intervalo entre la última aplicación y la cosecha, según indicación de la etiqueta del producto

Al finalizar la jornada, se debe lavar y guardar el equipo de aplicación en una bodega y bajo llave.

Se deben utilizar guantes para lavar la ropa y el equipo de protección personal, al final de cada jornada. No debe mezclarse con la ropa de uso diario.

Es recomendable llevar siempre un depósito con agua limpia para atender cualquier emergencia que se presente.

El agricultor DEBE registrar en una bitácora, todos los detalles de la aplicación (fecha, plaguicida utilizado, dosis, plaga a controlar, etc.), lo que le servirá como trazabilidad de las actividades realizadas en el cultivo.

3.5.1 El uso y manejo de los plaguicidas

1. Participe en capacitaciones para conocer todas las medidas que se deben seguir a la hora de aplicar plaguicidas.
2. Con la ayuda de un técnico, identifique la plaga a controlar para así utilizar el plaguicida correcto, en el momento oportuno y con la dosis adecuada.
3. Siempre lea y esté seguro de comprender la información contenida en la etiqueta y el panfleto.
4. A la hora de transportar y almacenar plaguicidas, siga las recomendaciones que los fabricantes y el distribuidor recomienden.
5. Mantenga excelente higiene personal a la hora de aplicar plaguicidas.
6. Use la boquilla adecuada, calibre y mantenga en perfectas condiciones el equipo de aplicación.
7. Use el equipo de protección personal adecuado para cada actividad.
8. Use solo productos recomendados y autorizados para el cultivo que se tenga.
9. Mediante análisis, controle los residuos de plaguicidas presentes en los cultivos que produzca.
10. Use una bitácora para registrar cada una de las actividades que realiza cuando aplica plaguicidas, esto le ayudará a la trazabilidad.

3.6. ¿Lavar la fruta o verdura es suficiente para eliminar los residuos de plaguicidas?

El lavado sirve para eliminar, en una parte, esos residuos de sustancias tóxicas no deseadas. Pero, puesto que no se puede saber exactamente la cantidad de

pesticidas o residuos que pueden ser eliminados con este lavado, se recomiendan estos consejos que se han seleccionado sobre este tema. Recordar que un buen lavado también sirve para eliminar la suciedad que a veces traen las frutas y verduras. De esta manera, siempre es bueno lavar las frutas y verduras, aunque sean de nuestro jardín o huerto.

1. Agua

Según sugiere el Centro de Ciencia y Medioambiente (Cseindia), el primer paso para eliminar los residuos de plaguicidas en frutas y verduras es lavarlas con agua. Un simple lavado con agua fría elimina hasta el 75 – 80% de los plaguicidas presentes en cáscaras o piel. Un lavado con agua ligeramente salada ayuda a eliminar la mayor parte de los residuos normalmente presentes en la piel de los alimentos. Cseindia aconseja lavar dos o tres veces las uvas, manzanas, ciruelas, duraznos, peras y tomates. Las ensaladas deben lavarse a fondo: hoja por hoja. La inmersión en agua hirviendo y la exposición al vapor son también un buen método para eliminar los pesticidas de los alimentos.

2. Quitar la piel

Incluso habiendo lavado la fruta o verdura, se debe quitar la piel de las frutas o verduras de origen desconocido antes de comerlas. Atención a la cáscara de frutas cítricas en la preparación de recetas que las lleven como ingrediente. A veces, algunos cítricos tienen cáscaras no comestibles por las sustancias que llevan para mejorar su conservación. Coma sólo la cáscara de las frutas y verduras orgánicas de origen conocido. De igual manera, siempre hay que lavarlas bien antes de comerlas para eliminar los residuos de suciedad y polvo.

3. Bicarbonato de sodio

El bicarbonato de sodio es un gran aliado para eliminar residuos en las frutas y verduras. Para las de mayor dimensión, como berenjenas, pimientos, manzanas y peras, se puede utilizar una crema de limpieza a base de bicarbonato, hecha con 1 cucharadita de bicarbonato de sodio y la misma medida de agua. Para las frutas

y verduras más pequeñas como las fresas y los arándanos, sólo se aconseja sumergirlas en un recipiente con agua y bicarbonato de sodio, 1 cucharada por cada litro de agua. Dejar en remojo durante 15 minutos. Enjuagar bien y secar si es necesario.

4. Vinagre

El sitio Everyday Roots sugiere lavar las frutas y verduras con agua y vinagre. En un tazón, verter vinagre, 1 parte por 2 de agua. Sumergir las frutas y verduras en esta mezcla durante 15-30 minutos. Enjuagar con agua fría.

5. Bicarbonato con limón

El Blog Daily Mom sugiere la receta de una solución desinfectante al estilo “hazlo tú mismo” para el lavado de frutas y verduras. Para prepararlo en casa se necesita:

- 1 cucharada sopera de zumo de limón.
- 2 cucharadas soperas de bicarbonato de sodio, 1 taza de agua (aprox. 250 [mL]).

Mezcla los ingredientes en un tazón y revuelve hasta que el bicarbonato se disuelva completamente. Vierta la solución en un atomizador y rocíe sobre los alimentos. Deja reposar durante 5-10 minutos y si es necesario cepilla para quitar los residuos más difíciles. Luego enjuague normalmente.

6. Priorizar alimentos ecológicos

Los alimentos ecológicos tienen unas restricciones mucho más severas que el resto en cuanto al uso de pesticidas y otros químicos como fertilizantes. Eso hace que sean considerados más seguros, aunque no existen todavía suficientes estudios que prueben una diferencia sustancial en los riesgos para la salud de unos y otros.

7. Controlar los proveedores de alimentos

Es importante llevar a cabo en restauración un plan de trazabilidad para controlar la procedencia de los alimentos, ya que, a pesar de los controles de importación de alimentos en cada país de la Unión Europea, el margen de error puede dar entrada a productos provenientes de países donde no existen controles de pesticidas en alimentos tan severos.

8. Contar con asesoría de inocuidad alimentaria

Para prevenir riesgos en cuanto a los pesticidas presentes en los alimentos, la empresa alimentaria debe contar con la asesoría de expertos que puedan supervisar si sus prácticas tanto en manipulación de alimentos como en elección y control de proveedores, etc. son correctas

3.6.1 Consejos de prevención en casa

Debido a que los pesticidas se acumulan principalmente en el exterior de las frutas y verduras, se aconseja seguir una serie de recomendaciones en el hogar que podría eliminar entre un 30-70% de los residuos de pesticidas. Aparte de la buena limpieza de las frutas y verduras, el cocinado de los alimentos elimina en gran parte los pesticidas.

Verduras:

- Desechar las hojas externas de las verduras
- Lavar las verduras antes de cocinarlas
- Consejo importante en el caso de niños, embarazadas o lactantes: Desechar el caldo de cocción de las verduras, porque puede llevar disueltos restos de pesticidas.
- Lavar las verduras frotándolas o cepillándolas con agua corriente, caliente y jabonosa durante al menos un minuto, antes de comerlas crudas.

Frutas:

- Lavar las frutas antes de cocinarlas
- Lavar las frutas frotándolas o cepillándolas con agua corriente, caliente y jabonosa durante al menos un minuto, antes de comerlas crudas
- Pelar la fruta ocasionalmente. Puede reducir los residuos de pesticidas, pero también reduce el aporte de fibra y nutrientes.

3.7 Situación de Chile en el mundo

En un mundo en el que los consumidores son cada vez más exigentes para obtener productos saludables e inocuos, además de un aumento de la información toxicológica sobre plaguicidas y de las posibilidades científicas en cuanto a las mediciones de los residuos y otros factores socioeconómicos, nos encontramos ante un escenario de normas cada vez más restrictivas en continua actualización y modernización. Entre los principales desafíos de Chile para ser potencia agroalimentaria mundial están en mantener un marco normativo y armonizado con la normativa internacional en plaguicidas.

Se debe conseguir una disminución sostenida en la detección de residuos de plaguicidas en alimentos que exceden los límites tanto para exportación como para consumo nacional, aumentando la seguridad alimentaria y eliminando los rechazos para los productos de exportación. Las principales prioridades son:

1. La actualización y modernización constante del marco normativo integrado armonizado respecto a referencias internacionales en aspectos de autorización, uso, manejo y límites máximos de residuos de plaguicidas.
2. La ausencia de LMR para determinadas combinaciones de plaguicida/ alimento.
3. Conseguir un mayor control en las actividades y trazabilidad de las muestras para disminuir las muestras que no cumplen los LMR.

4. Conseguir un mayor control en las muestras importadas.
5. La implementación total de las BPA en pequeños agricultores y en la agricultura para el mercado chileno.
6. Mejorar la capacidad analítica para residuos de plaguicidas en el país.
7. Disponer de programas de capacitación y difusión de estudios y temas relativos al uso y manejo de plaguicidas en la agricultura y su alcance en alimentos.

3.7.1 Estudios de los efectos de plaguicidas en Chile

En Chile existen pocos estudios que demuestren la presencia y los efectos de la exposición de los plaguicidas en la población. Dentro de estos estudios, Muñoz-Quezada et al (2014) demostraron la presencia de residuos de plaguicidas dentro de la ingesta de vegetales en escolares de la provincia de Talca.

Los plaguicidas encontrados más frecuentes fueron el organofosforado: clorpirifos y los fungicidas: difenilamina (prohibido en UE), tiabendazol y pirimetanil. A pesar de la presencia detectada, las concentraciones de los plaguicidas estaban dentro de los límites legales establecidas en Chile. Otro estudio de Muñoz-Quezada et al. (2017) señala que los trabajadores agrícolas de la Región del Maule se encuentran expuestos a diversos plaguicidas y muchos de ellos sin protección. Por último, Grillo et al. (2018) en su estudio concluyen que existe una asociación positiva entre la exposición laboral crónica de organofosforados y la polineuropatía periférica.

Respecto al riesgo en la salud reproductiva, se ha demostrado que los plaguicidas podrían generar daño citogenética, efectos negativos neuropsicológicos y motores. Los trabajos de Contreras-Levicoy et al (2005) y Venegas et al (2007) indican que las trabajadoras agrícolas presentan mayor riesgo de aborto espontaneo, daño citogenética, problemas de fertilidad, entre otros. Por otro lado, Muñoz Quezada et al (2016) demostraron que los/las trabajadores/as agrícolas

expuestos/as a plaguicidas organofosforados, presentan un menor rendimiento cognitivo en las pruebas neuropsicológicas y motor, siendo la comprensión verbal y la sensibilidad discriminativa las áreas más afectadas.

3.7.2 Las normas de vigilancia y fiscalización son una prioridad

Las normas de vigilancia y fiscalización son una prioridad para las autoridades nacionales. Para proporcionar información sobre la seguridad química de los alimentos, se necesita mejorar los programas de monitoreo periódico para identificar el uso inadecuado de plaguicidas en la agricultura, considerando aspectos para los consumidores, como sus posibles exposiciones, riesgos para la salud asociados y el proceso de mitigación. Las decisiones sobre el nivel de residuos en hortalizas son parte del proceso de evaluación y aprobación de plaguicidas para su comercialización en Chile.

INIA apoya científicamente la toma de decisión por parte de las autoridades chilenas, para el fortalecimiento de la vigilancia de la inocuidad de hortalizas de consumo nacional, con el objetivo de implementar políticas y regulaciones apropiadas para reducir los posibles impactos en la salud humana.

3.8 Efectos de los plaguicidas en la salud humana

Los plaguicidas presentan serios riesgos para la salud derivados de la exposición de los usuarios. Las actividades que causan preocupación son: mezcla y aplicación de plaguicidas, consumo de alimento con residuos e ingerir agua con presencia de residuos. Estas actividades han provocado una serie de intoxicaciones accidentales, e incluso el uso rutinario de plaguicidas que pueden generar riesgos para la salud de las personas, tanto a corto como a largo plazo. Se ha estimado que 25 millones de trabajadores agrícolas en el mundo experimentan envenenamientos involuntarios de pesticidas cada año.

(CITUC) recibió un total de 22.951 casos de envenenamiento por plaguicidas. Del total de los casos 16.066 corresponden al uso de plaguicidas domésticos y 6.885 a plaguicidas agrícolas. Respecto a la exposición, el 73,8% fueron por vía oral y 16% por inhalación. En el caso de los plaguicidas agrícolas, las principales causas de exposición son laborales (12,1%), suicidio (12,1%) y accidental

(7,4%), mientras que en los plaguicidas de uso domésticos la prevalencia de la exposición se debe a causas accidentales (43,8%)

En el último informe entregado por el departamento de epidemiología del Ministerio de Salud (MINSAL) para el periodo comprendido entre enero-septiembre 2018 la IAP fueron de 363 casos. Del total de los casos, la toxicidad tipo III (Poco peligroso) y IV (Normalmente no ofrece peligro) concentró el 65,8% de las intoxicaciones. Los principales grupos químicos involucrados en IAP del total de los casos son: Piretroide (35 %), organofosforados (28,1%) y carbonatos (4.1%).

3.8.1 Uso sostenible de productos fitosanitarios

Los productores pueden reducir el riesgo derivado del uso de productos fitosanitarios en los cultivos, tanto para la salud de las personas como para el medio ambiente mediante las siguientes prácticas, unas buenas prácticas agrícolas los plaguicidas son recomendadas y autorizadas en cualquier fase de la producción de los alimentos (plantación, recolección, almacenamiento y transporte).

Una gestión integrada de plagas que consiste en promoción de métodos de cultivo que requieran un menor uso de sustancias donde prohíbe las fumigaciones por el aire, restringe el uso en determinadas zonas sensibles para la salud de las personas o del medio ambiente, inspección de explotaciones agrícolas y de equipos de aplicación de plaguicidas.

3.8.2. Conocer la dosis de plaguicida que se necesita en cada caso

La cantidad de producto que se aplica nunca debe ser mayor a la recomendada en el panfleto. Por eso, se debe tener el cuidado de no repasar áreas en donde ya se ha aplicado plaguicida.

La preparación de la mezcla de plaguicida debe hacerse al aire libre y en un lugar ventilado, usando el equipo de protección recomendado. Es importante recordar que el producto viene concentrado, por lo que, en ese momento, el riesgo de intoxicación aumenta (tener un personal dosificando plaguicidas)

3.9. Exposición de los plaguicidas

La exposición a los plaguicidas ocurre debido al uso indebido a nivel laboral y hogar, como también por el consumo de alimento e inhalación de aire contaminado con plaguicidas. Las principales vías que ingresan al cuerpo humano son: dérmica, oral, ocular y respiratoria (inhalación). La distribución en el cuerpo humano es a través del torrente sanguíneo y excretados vía de la orina, piel y aire exhalado. Asimismo, la peligrosidad de la exposición aumenta dependiendo de la concentración y la toxicidad del plaguicida tipos de exposición de los plaguicidas existen tipo dérmica, oral, respiratoria y ocular.

A. Exposición dérmica: La exposición dérmica es una de las vías más común entre los aplicadores de plaguicidas. Esta exposición se debe al mal manejo de los plaguicidas al momento de la preparación de mezcla, eliminación y/o limpieza de equipos, derrames accidentales, etc. El efecto sobre la piel va a depender de la zona afectada, formulación del plaguicida, cantidad y duración de la exposición, temperatura y humedad, entre otras.

B. Exposición oral: La exposición oral produce un envenenamiento severo, resultado de la ingesta de plaguicida. Los casos más frecuentes se deben por la transferencia de plaguicidas a un recipiente de comida, tomar algún líquido en botellas contaminadas por plaguicidas o por no lavar las manos después de haber manejado plaguicidas. Por lo anterior, toma relevancia la capacitación constante a los operarios o trabajadores donde se utilicen este tipo de productos.

C. Exposición respiratoria: La exposición respiratoria a plaguicidas es alta, debido a la presencia de componentes volátiles que pueden causar daños en la nariz, garganta y tejidos pulmonares. El riesgo de exposición depende del tamaño de la gota de pulverización, a menor tamaño de gota el riesgo es mayor que a mayor tamaño de gota. Otro factor que aumenta el riesgo es la temperatura, ya que a mayor temperatura mayor evaporación provocando un riesgo alto de envenenamiento.

D. Exposición ocular: Algunos plaguicidas pueden causar lesiones graves al tejido del ojo. Los plaguicidas granulados son aquellos que generan mayor peligro, ya que al momento de aplicar puede rebotar con la vegetación u otra superficie generando daños oculares significativos.

3.9.1 Los síntomas de intoxicación por plaguicidas:

Una intoxicación aguda ocurre cuando nuestro cuerpo recibe una alta cantidad de sustancias tóxicas de una sola vez, suficientes como para desarrollar una patología. Este tipo de casos son los que requieren mayor atención y sus síntomas dependerán de factores como el tipo de plaguicida usado, la vía de entrada, la susceptibilidad del intoxicado, la concentración de la sustancia y el tiempo de exposición.

En el caso de las intoxicaciones crónicas, estas surgen cuando nuestro organismo asimila pequeñas cantidades de sustancias tóxicas durante un periodo más extendido de tiempo, lo que provoca una acumulación de elementos dañinos en el cuerpo a una velocidad mayor de lo que este puede eliminarlas.

- Dolor de cabeza
- Palpitaciones
- Debilidad muscular
- Palidez
- Sudoración
- Visión borrosa
- Temblores
- Náuseas o vómitos
- Diarrea
- Dolor abdominal
- Irritación y picor de piel y mucosas
- Voz ronca
- Sangrado de nariz
- Convulsiones y estado de coma (en casos más graves)

En 2014, el Ministerio de Salud implementó el “Protocolo de vigilancia epidemiológica de trabajadores expuestos a plaguicidas”, con el propósito de proteger la salud de los trabajadores expuestos a este tipo de sustancias y que constituyen el grupo de riesgo.

Gracias a este protocolo fue posible unificar las acciones preventivas a nivel nacional, tanto en vigilancia ambiental como en trabajadores expuestos. De esta manera, el MINSAL entrega un conjunto de directrices y obligaciones que están

dirigidas a las empresas y los organismos administradores de la Ley 16.744, como, por ejemplo, las mutualidades.



Figura 3.1 Pictograma de plaguicidas

La FAO ha diseñado, en cooperación con el Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Productos Fitosanitarios (GIFAP-GCP), una serie de pictogramas que representan las precauciones e indicaciones relacionadas con las situaciones en las que el agricultor debe tomar medidas especiales: cuando almacena el producto, cuando manipula el concentrado, cuando lo aplica y las advertencias que tienden a proteger el ambiente. La utilización de pictogramas está determinada principalmente en función de las características toxicológicas del producto fitosanitario en cuestión. En consecuencia, los pictogramas que se escojan para la etiqueta de cada producto fitosanitario deberán ajustarse a dichas características.

Conclusión

Los plaguicidas organofosforados son altamente utilizados en la agricultura principalmente en los productos hortofrutícolas estos son utilizados ya que son los más efectivos para prevenir y controlar diversas plagas que pueden atacar los cultivos o frutas de crecimiento, pero al utilizarlo de manera inadecuada pueden llegar a provocar serias intoxicaciones en el organismo humano.

Gracias a este trabajo bibliográfico se puede llegar a la conclusión que no todos los plaguicidas dejan residuos en los alimentos y si lo hacen, la cantidad es ínfima, puede haber residuos aún que se respete la dosis máxima autorizada y a veces se busca ese efecto, por ejemplo, proteger de plagas la cáscara de la fruta en su almacenamiento. La normativa y los controles garantizan que aún que se ingirieran todos los residuos posibles estando presentes en alimentos durante toda la vida, no supondría riesgos para la salud. Pero esto no garantiza la inocuidad alimentaria igual las personas tienen que tomar precauciones preventivas en los hogares.

El compromiso de la cadena alimentaria practicado por agricultores y consumidores asume que los plaguicidas sólo utilizados siguiendo las buenas prácticas agrícolas (BPA), de tal forma se minimizan los residuos en los alimentos y no impactan adversamente la salud humana. El límite máximo de residuos (LMR) es una norma regulatoria que refleja las BPA y permite el control del uso de los plaguicidas y sus residuos en los alimentos. El incremento en el comercio internacional de fruta y vegetales han aumentado la complejidad del compromiso de la cadena alimentaria. También es poco probable que deje de utilizarse plaguicidas en los cultivos y que dejen de detectarse residuos a veces a niveles excesivos. Tampoco es de esperar que se desaparezca repentinamente la amenaza para la salud del consumidor.

Por lo tanto, se puede predecir con bastante certidumbre que los consumidores seguirán preocupados por la inocuidad de los alimentos y se continúa exigiendo la adopción de medidas políticas y administrativas más fuertes que las actuales para garantizar que los alimentos no tengan residuos excesivamente elevados y que pongan en riesgo la salud.

BIBLIOGRAFÍA

1. Desconocido. (2019). Pesticidas en alimentos: cómo se regulan y cómo prevenirlos en restauración. Agosto, de Cromtek Recuperado de <https://www.cromtek.cl/2020/06/14/normativa-chilena-de-los-alimentos-contaminados-por-pesticidas>
2. Achipia. (2011). PROGRAMA NACIONAL INTEGRADO DE PLAGUICIDAS DE USO AGRÍCOLA. 2011, de Agencia Chilena para la Calidad e Inocuidad Alimentaria Recuperado de <file:///C:/Users/karla2/Downloads/20111107162734.pdf>
3. Portalfruticola.com. (2021). Malas prácticas en el uso de plaguicidas afectan la inocuidad de los alimentos. Mayo 05, de revista industria alimentaria recuperado de <https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/malas-practic-as-en-el-uso-de-plaguicidas-afectan-la-inocuidad-de-los-alimentos>
4. M. J. Sánchez Martín M. Sánchez Camazano. Los plaguicidas. Adsorción y evolución en el suelo, junio 28, de plaguicidas Recuperado de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/12919/1/plaguicidas.pdf>
5. Peralta,A . (2021). Malas prácticas en el uso de plaguicidas afectan la inocuidad de los alimentos. Mayo 04, de REVISTA INDUSTRIA ALIMENTARIA Recuperado de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2021/05/04/malas-practic-as-en-el-uso-de-plaguicidas-afectan-la-inocuidad-de-los-alimentos/>
6. Desconocido. (2021). Plaguicidas en alimentos vegetales ¿debemos preocuparnos?. Mayo, de REVISTA INDUSTRIA ALIMENTARIA Recuperado de <https://www.comunidad.madrid/servicios/salud/plaguicidas-alimentos-vegetales-debemos-preocuparnos>
7. Mangas, I (2016). El desafío del uso seguro de plaguicidas agrícolas. Agosto 06, de plaguicidas_agricolas.pdf Recuperado de file:///C:/Users/karla2/Downloads/plaguicidas_agricolas.pdf

8. Desconocido . (2017). 5 consejos para ayudarte a eliminar plaguicidas de frutas y verduras. Marzo,31, de simple green recuperado de <https://www.simplegreen.es/consejos-eliminar-plaguicidas-frutas-verduras/>
9. Duran, A. (2021). El método más eficaz para eliminar los pesticidas de las frutas. Marzo,03, de alimento+ Recuperado de https://www.alimento.elconfidencial.com/consumo/2021-03-03/pesticidas-frutas-eliminar-metodo_1807330/
10. GIMFERRER ,N. (2019). Pesticidas y alimentos. Febrero,09, de consumer Recuperado de <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/pesticidas-y-alimentos.html>
11. Desconocido. (2019). Pesticidas en alimentos: cómo se regulan y cómo prevenirlos en restauración. Agosto,08, de saia recuperado de <https://saia.es/pesticidas-en-alimentos-restauracion/>
12. Achipia. (2020). 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. 2020, de Agencia Chilena para la Calidad e Inocuidad Alimentaria Recuperado de <file:///C:/Users/karla2/Downloads/Evaluacion-de-riesgos-en-hortalizas.pdf>

ANEXO A: LISTA DE PLAGUICIDAS DE USO AGRÍCOLA PROHIBIDOS
EN CHILE



SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO, SAG.

Código: F-RIS-RAI-PA-013

Versión: 01

Fecha de vigencia:

01/09/2014

Página: 1 de 2

**LISTADO DE PLAGUICIDAS DE USO
AGRÍCOLA PROHIBIDOS EN CHILE**

Fecha última actualización: 24 de febrero de 2020

Corresponden a aquellos ingredientes activos de plaguicidas que han sido sometidos a alguna medida reglamentaria de prohibición, la que está fundada en antecedentes científicos entorno a motivos de salud pública o protección medioambiental.

INGREDIENTE ACTIVO DEL PLAGUICIDA	PROHIBICIÓN	Número Resolución Exenta SAG
Monofluoracetato de Sodio (Compuesto 1080)	Prohíbe importación, fabricación y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	1720/1982
DDT	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	639/1984
Dibromuro de Etileno	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	1077/1985
Dieldrín	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	2142/1987
Endrín	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	2142/1987
Heptacloro	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	2142/1987
Clordán	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	2142/1987
Aldrín	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	2003/1988
Daminozida	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	1573/1989
Sales Orgánicas o inorgánicas de Mercurio	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	966/1993
Mevinfos	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	3195/1994
2,4,5 - T	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	2179/1998
Clordimeform	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	2179/1998
Toxafeno	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	2179/1998
Canfedor	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	2179/1998
Lindano	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	2180/1998
Paratión Etilo	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	312/1999
Paratión Metilo	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	312/1999
Hexaclorobenceno	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	90/2002
Mirex	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	91/2002

LISTADO DE PLAGUICIDAS DE USO AGRÍCOLA PROHIBIDOS EN CHILE

Fecha última actualización: 24 de febrero de 2020

INGREDIENTE ACTIVO DEL PLAGUICIDA	PROHIBICIÓN	Número Resolución Exenta SAG
Pentaclorofenol y sus sales	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	78/2004
Clordecona	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	8231/2011
Alfa-HCH	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	8231/2011
Beta-HCH	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	8231/2011
Pentaclorobenceno	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	8231/2011
Endosulfán	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	8231/2011
Alacloro	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	8231/2011
Aldicarb	Prohíbe importación, fabricación, venta, distribución y uso de plaguicidas que contengan el ingrediente activo.	8231/2011
Carbofurano (*)	En septiembre de 2018 se cancelaron todos los registros de plaguicidas en base a carbofurano. Por tanto, está prohibida la importación y fabricación de los plaguicidas que contengan el ingrediente activo. <u>La distribución en comercio y su uso en huertos y campos sólo se permite hasta el 30 de septiembre de 2020.</u>	4245/2019
Azinfós Metilo (*)	En marzo de 2019 se cancelaron todos los registros de plaguicidas en base a Azinfós Metilo. Por tanto, está prohibida la importación y fabricación de los plaguicidas que contengan el ingrediente activo. <u>La distribución en comercio y su uso en huertos y campos sólo se permite hasta el 25 de marzo de 2021.</u>	4245/2019
Metamidofós (*)	En junio de 2019 se cancelaron todos los registros de plaguicidas en base a Metamidofós. Por tanto, está prohibida la importación y fabricación de los plaguicidas que contengan el ingrediente activo. <u>La distribución en comercio y su uso en huertos y campos sólo se permite hasta el 15 de junio de 2021.</u>	4245/2019

- * En conformidad a las Resoluciones SAG N° 1557/2014, y N° 432/2015, los plaguicidas cancelados tienen un plazo de dos años para ser distribuidos en comercio, o aplicados en huertos y campos. La fecha límite establecida en la Resolución que dictaminó la prohibición de la fabricación e importación de cada plaguicida, consideró el plazo de 2 años para agotar existencias, desde que fueron cancelados. Desde la fecha indicada para los ingredientes activos de la Resolución 4245/2019, estará prohibida la distribución, tenencia y aplicación de todo plaguicida que contenga estos ingredientes activos.