

Informe del Proyecto



Residuos de Plaguicidas en Alimentos Procesados



INFORME FINAL

**PROYECTO DE EVALUACIÓN DE RESIDUOS DE
PESTICIDAS EN ALIMENTOS PROCESADOS**

LIGA CIUDANANA DE DEFENSA DE LOS CONSUMIDORES

**PROYECTO FINANCIADO POR EL FONDO CONCURSABLE PARA
ASOCIACIONES DE CONSUMIDORES**

DICIEMBRE 2010

INDICE

1.- Antecedentes.....	4
2.- Objetivo General.....	9
3.- Objetivos Específicos	9
4.- Metodología.....	10
5.- Resultados.....	11
6.- Discusión	14
8.- Recomendaciones.....	23
9.- Referencias	24
10.- Anexos.....	28

1.- Antecedentes

Los plaguicidas o pesticidas se definen como sustancias que ayudan a prevenir, destruir, repeler o mitigar algunas plagas desde insectos, animales y malezas hasta microorganismos. Si bien producen un beneficio público al incrementar la productividad de la agricultura, tienen riesgos para la salud de las personas, principalmente en grupos de riesgos como madres embarazadas y fetos y en los niños. También los animales y el medioambiente pueden sufrir las consecuencias de sus efectos adversos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 3 millones de personas por año resultan envenenadas con plaguicidas, la mayoría de éstas en países en desarrollo, estimándose que cada año mueren alrededor de 20.000 personas víctimas de envenenamiento.

Los plaguicidas pueden absorberse al contacto de la piel, ser inhalados en forma de polvo o vapor, o ingeridos en la comida o el agua contaminada. Por ejemplo, se describe muertes por envenenamiento en niños cuando estos han bebido plaguicidas contenidos en botellas que normalmente se utilizan para almacenar otro tipo de bebidas corrientes. Cuando los plaguicidas se han deteriorado y se han filtrado de sus recipientes o se han caído de bolsas agujereadas, el peligro de envenenamiento es muy elevado, especialmente para los menores. Hay muchos ejemplos de niños y niñas que jugando, o ganado pastando, gente trabajando, cocinando, sacando agua y/o cultivando cerca de envases de plaguicidas abandonados y perforados han sufrido el efecto adverso de estas sustancias.

Cuando los plaguicidas se dispersan en el medioambiente la comunidad adyacente puede verse afectada por el envenenamiento crónico. Los síntomas del envenenamiento crónico incluyen acalambamiento o debilidad de los brazos, piernas, pies o manos, estado letárgico, pérdida de la memoria, la concentración y ansiedad. Las consecuencias de la exposición a plaguicidas puede afectar al sistema reproductivo provocando infertilidad, pérdida temprana de embarazos, abortos espontáneos y muerte fetal y también puede producir cáncer. El impacto en la salud y en el medioambiente dependerá tanto del tipo de plaguicida como del grado y el tiempo de exposición al mismo.

El feto está en riesgo a partir de la exposición materna debido a la transferencia placentaria de estos agentes. Los pesticidas pueden inhalarse después de la aerosolización de campos, jardines u hogares. La ingestión de estos agentes en el suelo y en el polvo es más probable como fuente significativa de exposición en los niños en comparación con los adultos. Los residuos de pesticidas en el suelo pueden ser transportados al interior del hogar por las personas y las mascotas y constituyen una fuente principal de residuos de pesticidas en el polvo doméstico.

Los plaguicidas o pesticidas pueden estar presentes en los alimentos como residuos del tratamiento de las cosechas o en niveles más altos como consecuencia de la contaminación. Las papas, manzanas, frutas cítricas, el maíz, la soja y el trigo pueden estar particularmente

contaminados. Los pesticidas y sus residuos se han encontrado también en la leche materna, debido a que estos compuestos son solubles en su grasa. Se ha observado que esta leche contiene los pesticidas diseminados cerca de la residencia o del lugar de trabajo de las madres y también provenientes de los alimentos consumidos. También es motivo de preocupación la posible aparición de múltiples pesticidas en los alimentos comerciales para lactantes, especialmente fórmulas lácteas y alimentos basados en frutas y vegetales.

Los residuos de pesticidas presentes en frutas y vegetales representa una preocupación para los consumidores por sus efectos negativos en salud. Ellos se pueden encontrar tanto en alimentos frescos como también en alimentos procesados. Sin embargo, los diferentes procesamientos a que son sometidos los alimentos envasados pueden reducir los niveles de residuos de pesticidas. Algunos autores han establecido en diferentes análisis que existen un porcentaje importante de reducción en una gran cantidad de procesos productivos, a excepción de aquellos donde se produce una concentración del alimentos como es el caso de los jugos de frutas o la extracción o de la obtención de aceites por presión. El nivel de pesticidas encontrados en los alimentos procesados dependerá también de la localización del residuo en el alimentos, de las propiedades físico químicas del residuo, tales como su solubilidad, volatilidad, promedio de constante hidrolítica, coeficiente de partición agua-octanol y degradación térmica.

Los efectos en la salud de los seres humanos dependerán del tipo de pesticida, del nivel y del tiempo de exposición y de las características químicas del pesticida.

Se describen:

1.Efectos sobre la reproducción

Muchos de los pesticidas utilizados en agricultura -como el DDT, carbamil y clordecona tienen efectos adversos documentados sobre la reproducción, sobretodo en países subdesarrollados. También los estudios epidemiológicos han demostrado que la exposición ocupacional a los pesticidas puede alterar la fecundidad debido a la exposición a los carbamatos y piretroides, a la cianacina, bencimidazoles, tiocarbamato y organofosforados.

2. Enfermedades cancerígenas

Las sustancias tóxicas como los pesticidas pueden producir desequilibrios cromosómicos y actuar como carcinógenos durante períodos de rápido crecimiento y división celular. En un análisis detallado de los estudios epidemiológicos publicados se concluyó que la leucemia, los tumores cerebrales, los linfomas no Hodgkin, los sarcomas de partes blandas y la enfermedad de Hodgking pueden asociarse potencialmente con la exposición a pesticidas durante la infancia.

3. Enfermedades neuroconductuales

Se presume que pesticidas persistentes como los organoclorados pueden ser un riesgo potencial para la salud y el desarrollo de los niños. En algunos informes se concluyó que la exposición al clordano durante la infancia puede causar las mismas deficiencias cognitivas

que los policloruros de bifenilo(PCB). La exposición al DDT y a sus metabolitos diclorodifenildicloroetino (DDE) y al dicloro-difenil-dicloroetano(DDD) puede afectar al cerebro en desarrollo. La exposición fetal a los cloropirifos en las ratas fue seguida de alteraciones en el desarrollo del sistema nervioso central. La exposición al DDT, su metabolito DDE y al dicloro-difenil-dicloroetano en niveles ambientales relevantes puede afectar al cerebro en desarrollo. Además, se observaron anomalías neuroconductuales persistentes en ratas después de la exposición perinatal al heptacloro.

4. Efectos endocrinológicos

Los organoclorados pueden estar asociados con pubertad precoz y se sugiere que ciertos pueden actuar como desorganizadores endocrinos al influir sobre las hormonas tiroideas y sexuales.

En los países de América Latina y el Caribe, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) hay casi 3 millones de casos anuales de intoxicación por plaguicidas, especialmente de mujeres y niños de zonas rurales. Hay una cantidad importante de personas enfermas con intoxicación aguda todos los años en Chile. Sólo el año pasado, 2009, según datos del Ministerio de Salud, 710 trabajadores fueron contaminados con plaguicidas en Chile y adquirieron enfermedades graves, muchas de ellas invalidantes. A través de los años, son miles de trabajadoras y trabajadores que se han contaminado por plaguicidas en empleos precarios y mal pagados. Pero, muchos trabajadores no registran sus enfermedades laborales. Según información de organizaciones ciudadanas, la cifras reales anualmente serían cerca de tres mil personas intoxicadas por plaguicidas. Las cifras de personas contaminadas con residuos de pesticidas en forma crónica se desconoce.

En el hospital de Rancagua se elaboró un estudio desde noviembre de 1996 a octubre de 1998 en el que de 10984 nacimientos, se registraron 442 casos de recién nacidos con malformaciones congénitas. Se ha observado que la exposición a pesticidas aumenta el riesgo de malformaciones severas del sistema nervioso central. También se observan malformaciones con compromiso de la piel, como los hemangiomas planos, pasando por una muy variada gama de alteraciones como síndromes cromosómicos y afecciones genéticas puras.

“Rodrigo ayuda” es una agrupación de familiares de niños con malformaciones provocados por los plaguicidas. Tiene alrededor de cien afiliados en la provincia de Melipilla. La organización tomó el nombre de Rodrigo Armijo, que nació con hidrocefalia, sin párpados, con los dedos de sus manos ligados por una membrana, labio fisurado (leporino) y dificultades para respirar.

Alrededor de un 63 por ciento de las frutas y verduras chilenas que se consumen en Chile y que se comercializan en los supermercados contienen restos de algún tipo de insecticidas y fungicidas de gran toxicidad aguda y crónica. Según el estudio "Programa de Monitoreo de

Residuos de Plaguicidas en Vegetales" realizado el año 2006 por el SAG. El Servicio analizó 374 muestras (233 hortalizas y 141 frutas) de todo el país.

Un análisis de residuos de plaguicidas en alimentos realizado por el Laboratorio Andes Control, para el programa Contacto de Canal 13 del 1 de junio del 2010, confirmó que los chilenos consumen hortalizas contaminadas con plaguicidas. El programa analizó espinacas, pimentones, lechugas y tomates y mostró que un 20% tenía incumplimiento de la norma chilena sobre límite máximo de residuos de plaguicidas permitidos. Un 44% de muestras no podrían ser consumidas en la Unión Europea por violar sus normas, y un 61% de muestras no cumple con las normas vigentes en Estados Unidos.

En el caso de las lechugas, un 67% de las muestras analizadas presenta concentraciones de plaguicidas que sobrepasan la norma chilena, un 100 % sobrepasa la norma de la UE. En espinacas, un 11% de las muestras analizadas sobrepasa la legislación chilena, mientras que un 22% y un 33% sobrepasa los límites máximos establecidos para la UE y EEUU respectivamente. En los tomates, 11% no cumple con legislación de la UE y un 67% no cumple con la legislación de EEUU. Mientras que en pimentones, un 44% sobrepasa los límites de la UE y un 67% sobrepasa la norma de EEUU. En espinacas, alimento preferencialmente usado para bebés, se detectó permetrina y carbendazim, dos plaguicidas con efecto crónico que pueden afectar la salud y el desarrollo de los lactantes provocándoles secuelas graves de por vida. Esto es más serio que en la ingesta por adultos, debido a que por su peso corporal los bebés concentran más plaguicida en su organismo.

Sin embargo, los criterios para exportación son diferentes ya que cumplen las normas europeas o americanas que son más estrictas que la normativa chilena en cuanto a niveles de residuos de pesticidas permitidos.

La Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) exige normas más estrictas. El año 2002, la FAO fijó un nuevo Código de Conducta sobre el uso de pesticidas, en que solicita a las industrias que suministren plaguicidas de calidad adecuada, con rotulación que reduzca los peligros para los usuarios y el medio ambiente. Allí se reclasifican productos (entre los que figuran los llamados 1a y 1b o peligrosos y extremadamente peligrosos). De igual forma, se pide a los fabricantes el retiro de sustancias que representen un riesgo inaceptable para personas, animales o medioambiente.

Varias organizaciones como RApal-Chile, Olca, Ecocéanos y las organizaciones de consumidores como La Liga Ciudadana y Conadecus han presionado para que se legisle a favor de los chilenos y chilenas y para proteger a los trabajadores y la población de los efectos de los pesticidas. Los avances han sido limitados. Se tradujo en la presentación el año 2007 de un proyecto de ley que prohíbe los plaguicidas más comprobadamente dañinos para la salud humana y el medio ambiente. Ese proyecto de ley fue presentado por los diputados Marco Enríquez-Ominami, Sergio Aguiló, René Alinco, Marcelo Díaz, Roberto León, Fulvio Rossi, Alejandro Sule y Eugenio Tuma. Recogió la preocupación ciudadana por el uso de agrotóxicos 1a y 1b (extremada y altamente peligrosos, según la clasificación de la OMS) y los prohibía por ley. El proyecto fue aprobado en la Cámara de Diputados.

Sin embargo, el trámite en el Senado llevó a una comisión mixta, donde los senadores con el apoyo del Ministerio de Salud, bajaron el proyecto y dejaron en manos del Servicio Agrícola Ganadero determinar cuales productos son tóxicos y cuáles no. La nueva ley excluye al Ministerio de Salud del control y reglamentación de los plaguicidas.

2.- Objetivo General

Informar a todos los consumidores chilenos si algunos alimentos procesados en base a verduras, frutas y hortalizas presentan residuos de plaguicidas o pesticidas

3.- Objetivos Específicos

1.- Medir residuos de pesticidas en 10 muestra alimentos procesados que contengan ingredientes de origen vegetal:frutas, verduras, hortalizas y/o cereales.

2.-Informar y educar a los consumidores chilenos acerca del efecto en la salud de los residuos de pesticidas en alimentos.

4.- Metodología

Se definió una muestra por conveniencia de alimentos porcesados que tuvieran ffrutas, verduras, hortalizas y/o cereales. Estos fueron comprados en un supermercado de Santiago. Los productos analizados fueron:

Producto Analizado	Cantidad Analizada
Jugo Naranja exprimido Watt´s	1 lt.
Jugo Naranja exprimido Andina	1 lt.
Colado Nestlé Verduras Mixtas	5 unidades (115 g)
Colado Geber Ciruela pasa	5 unidades (132 g)
Colado Nestlé Tutti Frutti	5 unidades (140 g)
Colado Nestlé Durazno	5 unidades (115 g)
Colado Nestlé Pollo con verduras	3 unidades (215 g)
Nestum Arroz Nestlé	2 unidades (350g)
Nestum Trigo Frutas Nestlé	2 unidades (350 g)
Crema Años Dorados espárrago (PACAM)	1 bolsa (500 g)

Las muestras fueron entregados selladas y numerados de acuerdo a las normas del laboratorio*. También se agregó un producto en base a cereales y vegetales entregado por el Ministerio de Salud a los adultos mayores como parte del Programa Nacional de Alimentación Complementaria del Adulto Mayor (PACAM).

Los métodos para determinación de residuos utilizados por el laboratorio fueron:

.-Método Analítico por Cromatografía Gaseosa: Método modular para la determinación de residuos de plaguicidas por GC/MS en frutas, verduras y alimentos, incluidos aquellos con alto contenido de materia grasa. (basado en DFG-S19), IT-LAB-MEMOFV-04.

.- Método Analítico por Cromatografía Líquida: Método modular para la determinación de residuos de plaguicidas por LC-MS/MS en frutas, hortalizas, vinos y alimentos, incluidos aquellos con alto contenido de materia grasa. (basado en QuEChERS), IT-LABQuELC-04

* Laboratorio Andescontrol.

5.- Resultados

Alimento analizado	Producto	Residuo de Pesticida	Resultado (mg/kg)	Técnica	Límite de Cuantificación (mg/kg)
	Colado Ciruela Pasa (Gerber-Nestlé)	Iprodiona	0,04	* Cromatografía Gaseosa	0,01
	Tutti Frutti (Nestlé)	Iprodiona	0,01	* Cromatografía Gaseosa	0,01
	Colado de durazno (Nestlé)	Iprodiona	0,08	* Cromatografía Gaseosa	0,01
	Jugo de Naranja Exprimido (Andina)	No detectado	(-)	* Cromatografía Gaseosa ** Cromatografía Líquida	(-)

	Jugo de Naranja Exprimido (Watt`s)	Carbaril	0,01	** Cromatografía Líquida	0,01
	Colado Verduras Mixta (Nestlé)	No detectado	(-)	* Cromatografía Gaseosa ** Cromatografía Líquida	(-)
	Colado Pollo con Verduras (Nestlé)	No detectado	(-)	* Cromatografía Gaseosa ** Cromatografía Líquida	(-)
	Cereal de Arroz (Nestlé)	No detectado	(-)	* Cromatografía Gaseosa ** Cromatografía Líquida	(-)
	Cereal de Trigo con Verduras (Nestlé)	No detectado	(-)	* Cromatografía Gaseosa ** Cromatografía Líquida	(-)

				grafía Líquida	
	Crema Años Dorados de Espárrago (MINSAL)	Pirimifos metil	0,02	* Cromato grafía Gaseosa	0,01

*.-Método Analítico por Cromatografía Gaseosa: Método modular para la determinación de residuos de plaguicidas por GC/MS en frutas, verduras y alimentos, incluidos aquellos con alto contenido de materia grasa. (basado en DFG-S19), IT-LAB-MEMOFV-04.

**.- Método Analítico por Cromatografía Líquida: Método modular para la determinación de residuos de plaguicidas por LC-MS/MS en frutas, hortalizas, vinos y alimentos, incluidos aquellos con alto contenido de materia grasa. (basado en QuEChERS), IT-LABQuELC-04

6.- Discusión

Los pesticidas son compuestos usados ampliamente en la agricultura y otras actividades determinando una exposición continua de los seres humanos, animales y del medioambiente. Considerando el amplio uso de los pesticidas necesitamos estar vigilantes de los efectos en la salud de los residuos de pesticidas proveniente de alimentos frescos, así como también, en alimentos industrializados.

Los pesticidas pueden ser agrupados según el tipo de organismo que se desea controlar; según grupo químico; según persistencia en el medio ambiente y/o según toxicidad aguda (OMS). Se ha observado en distintos estudios epidemiológicos un aumento en la carcinogenicidad y neurotoxicidad asociada a algunos grupo químicos en especial que estaría mostrando diferentes mecanismos de toxicidad. Estos pesticidas pueden estar mezclados con otros componentes, mezcla que muchas veces es considerada como parte confidencial del negocio y no se encuentra públicamente disponible. Así entonces, los efectos en salud de un pesticida pueden ser una consecuencia de él o de los otros ingredientes activos utilizados en la formulación de la mezcla.

Los individuos pueden estar expuestos a los pesticidas través de vías directas o indirectas. La directa ocurre en individuos que aplican pesticidas en la agricultura, en lugares de trabajo o en el hogar. La vía indirecta se produce a través del agua, aire y alimentos y que corresponde a la fuente de exposición crónica generalmente en bajos niveles, conocida como residuos de pesticidas.

Dentro de los efectos en salud descritos se encuentra el linfoma no Hodgkin, leucemia, mieloma múltiple, sarcomas de partes blandas, cáncer de próstata, páncrea, pulmón, ovario, mama, testículo, linfoma de Hodgkin entre otros. Estudios en granjeros americanos muestran una mayor mortalidad por cáncer linfo-hematopoyéticos que otros trabajadores no expuestos, especialmente relacionados con herbicidas fenoxi ácidos e insecticidas organoclorados. En el caso de las leucemias estudios in vitro muestra que linfocitos expuestos a insecticidas organofosforados(isofenpos), resultan en una proliferación con una dosis respuesta de las células leucémicas. También en otros cánceres se ha observado un mayor riesgo asociado a estos compuestos, como por ejemplo, el cáncer de próstata se ha asociado a insecticidas organofosforados y del tipo peritroiedes y a un herbicida, el tiocarbamato, encontrándose un mayor riesgo en sujetos con historia familiar que en aquellos sin historia sugiriendo que existiría una interacción genética y ambiental con los pesticidas utilizados. En trabajadores que manipulan pesticidas arsenicales se ha encontrado un aumento en el riesgo de cáncer de pulmón encontrándose casi el doble en un grupo de aplicadores de pesticidas alemanes.

Altos niveles de exposición de numerosos pesticidas, incluyendo los organofosforados, carbamatos, organoclorados, fungicidas y fumigantes generan un efecto rápido, dentro de minutos, produciendo cefalea, vértigo, náusea, vómito, constricción pupilar, sudoración, lagrimeo y salivación. En los casos más severos se observa debilidad muscular y temblores,

alteración de la frecuencia cardíaca y broncoespasmo que puede llevar al coma y la muerte. Estos síntomas se deben a la sobre-estimulación de los receptores colinérgicos post-sinápticos derivados de la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa por los pesticidas. Muchos sujetos que han estado expuestos presentan síntomas posteriores producto de la muerte de los axones de las neuronas y que lleva muchas veces a una neuropatía irreversible con alteraciones cognitivas y sicomotoras. En muchos casos los efectos se han observado hasta 10 años después de la exposición.

Aún en ausencia de envenenamiento, la exposición crónica está asociada con un amplio rango de síntomas no específicos como cefaleas, debilidad, fatiga, náusea, compresión del pecho, dificultad para respirar, insomnio, confusión y dificultad para concentrarse. También se observan alteraciones cognitivas, en la conducción nerviosa, en la sensibilidad periférica. También algunos pesticidas y herbicidas organoclorados, organofosforados y carbamatos se asocian con un mayor riesgo de enfermedad de Parkinson.

Los fetos y los niños tienen mayor riesgo de exposición ambiental a los pesticidas. El feto está en riesgo a partir de la exposición materna debido a la transferencia placentaria de estos agentes. Los niños pequeños que pasan gran parte del tiempo en el suelo, en general se llevan diversos objetos a la boca y se lavan las manos con menor frecuencia, por lo que pueden estar expuestos a los insecticidas mediante una amplia gama de áreas potencialmente contaminadas, como alfombras con polvo, césped y jardines tratados con químicos, animales domésticos en tratamiento con insecticidas organofosforados, carbamato y piretroides para controlar las parasitosis

El sistema de detoxificación hepático es inmaduro en los recién nacidos y se desarrolla especialmente durante la primera infancia, aunque algunas enzimas no maduran hasta los 5 años o más. Diversos insecticidas organofosforados primero son activados por el sistema enzimático citocromo P 450 y luego inactivados por las enzimas paraoxanas plasmáticas y hepáticas que no alcanzan la actividad de los adultos hasta los 6 meses de vida. Debido a que la barrera hematoencefálica es inmadura en la primera infancia, el riesgo de que los tóxicos químicos se acumulen en el cerebro es más alto que en etapas posteriores y pueden producir daño cerebral permanente al interferir con el rápido desarrollo de los nervios y las células gliales.

Estos productos químicos pueden estar presentes en los alimentos como residuos del tratamiento de las cosechas o en niveles más altos como consecuencia de la contaminación. Las papas, manzanas, frutas cítricas, el maíz, la soja y el trigo están particularmente contaminados. La exposición a múltiples pesticidas es motivo de preocupación, en especial cuando las sustancias comparten un mecanismo común de toxicidad. Algunos pesticidas como los organoclorados (por ejemplo, DDT) persisten en el ambiente y están presentes en la naturaleza y en la cadena alimentaria.

Diversos estudios ha mostrado niveles detectables de pesticidas en los alimentos, principalmente frutas, vegetales y cereales. Se ha calculado que la mitad de la exposición a los pesticidas durante toda la vida se produce durante los 5 primeros 5 años de vida.

Actualmente, no hay un consenso internacional con respecto a los niveles de seguridad de los residuos de pesticidas en las comidas de los lactantes y los niños, pero en los EE.UU. se prohibió por ejemplo la utilización de algunos pesticidas organoclorados como el DDT, mientras otros han sido restringidos (heptacloro).

Los pesticidas pueden alterar los cromosomas y actuar como carcinógenos durante períodos de rápido crecimiento y división celular. En un de los estudios epidemiológicos publicados se concluye que la leucemia, los tumores cerebrales, los linfomas no Hodgkin, los sarcomas de partes blandas y la enfermedad de Hodgkin pueden asociarse potencialmente con la exposición a pesticidas durante la infancia.

Pocos estudios epidemiológicos han evaluado las consecuencias sobre el desarrollo neurológico de la exposición a los pesticidas en los niños, por lo que no hay resultados concluyentes. Sin embargo, la exposición intrauterina al PCB se asoció con alteraciones cognitivas, se presume que otros pesticidas persistentes como los organoclorados pueden tener el mismo efecto. Algunos investigadores sugieren que la exposición a bajas dosis crónicas de ciertos pesticidas puede ser un riesgo potencial para la salud y el desarrollo de los niños. Se ha encontrado que la exposición al clordano durante la infancia puede causar las mismas deficiencias cognitivas que el PCB.

Se ha observado que el riesgo de muerte fetal durante el segundo trimestre del embarazo aumenta en mujeres que viven en áreas cercanas a la utilización de disruptores endocrinos como carbamatos y pesticidas estrogénicos. Diversos estudios demostraron que las tasas de malformaciones, las hendiduras orofaciales, las anomalías circulatorias y respiratorias, las alteraciones neuroconductuales y del desarrollo, las alteraciones en el sistema nervioso central y hemangiomas eran más altas en los niños de padres agricultores u horticultores.

En un gran ensayo realizado en Minnesota, EE.UU., se encontró que la tasa de defectos congénitos fue más elevada en los niños concebidos en primavera en familias residentes en regiones agrícolas, donde el uso de herbicidas/fungicidas clorofenoxi era elevado. También se observó que el riesgo de defectos congénitos en general y de alteraciones del sistema nervioso central o problemas conductuales en particulares era elevado en los descendientes de madres que utilizaban fumigantes con fosfina y que el uso del herbicida glifosato se asociaba con mayor riesgo de anomalías neuroconductuales. También, la tasa de alteraciones circulatorias/respiratorias y musculoesqueléticas/tegumentarias era elevada en los hijos de agricultores expuestos a herbicidas clorofenoxi.

Los pesticidas organoclorados pueden estar asociados con pubertad precoz y se piensa que la acetanilida, etilén bis-ditiocarbamatos, las nitroanilinas, los organofosforados y los piretroides sintéticos pueden actuar como disruptores endocrinos al influir sobre las hormonas tiroideas y sexuales. Debido a la dependencia del desarrollo cerebral de las hormonas tiroideas se ha postulado que los pesticidas, al interferir con estas hormonas, pueden alterar el desarrollo psicomotor. Los pesticidas como el DDT, el dieldrin y el endosulfán pueden tener efectos estrogénicos. A su vez, el DDT, la vinclozolina y la

procimidona causarían un efecto antiandrogénico, mientras que la etilentiourea, el maneb y el zineb producirían efectos antitiroideos y el DDT tendría un efecto antiprogesterona.

El uso de pesticidas en Chile ha aumentado desde 7.800 toneladas el año 1990 a 32.500 el año 2008 coincidente con la capacidad productora y exportadora del país. En Chile son autorizados por el Servicio Agrícola y Ganadero del Ministerio de Agricultura. Sin embargo, nuestro país no cuenta con un adecuado sistema de vigilancia para los pesticidas en general y para los residuos de pesticidas en alimentos. A través del Ministerio de Salud, se ha establecido un sistema de vigilancia para intoxicaciones agudas con plaguicidas con una cobertura limitada y cuyos resultados no necesariamente reflejan todos los casos que ocurren, debido a que muchas de las intoxicaciones son moderadas o leves, las que no son denunciadas y contabilizadas en el registro. También el Instituto de Salud Pública está desarrollando un sistema de vigilancia en verduras y frutas frescas en etapa de validación y con una cobertura muy limitada.

Durante el año 1996 el Servicio Agrícola y Ganadero desarrolló un estudio nacional con una muestra representativa de frutas y verduras de supermercados. El informe permitió conocer que los niveles de residuos se encontraban en muchos productos por sobre las normas nacionales e internacionales especialmente en lechuga, tomate y pimentón.

Un programa de televisión chileno, Contacto de Canal 13, desarrollado durante el año 2010 mostró que verduras compradas en ferias y supermercados mostraban niveles muy altos de residuos considerando los límites de residuos establecidos en Chile, Europa y Estados Unidos. Estos resultados muestran el alto nivel de exposición a que está expuesta toda la población, especialmente mujeres embarazadas y niños pequeños, donde las recomendaciones alimentarias promueven el aumento de consumo de frutas y verduras en forma diaria.

La existencia de estos informes ha permitido conocer la existencia de un uso intensivo de pesticidas y de prácticas agrícolas inadecuadas que podrían estar determinando un aumento de los riesgos en salud como los descritos anteriormente. El cáncer es la segunda causa de muerte en Chile, se estima que un 30% de los cánceres podrían prevenirse si se mejorara el tipo y la calidad de la alimentación. Esto es relevante si se piensa que en el caso de residuos de pesticidas en alimentos corresponde a una ingesta crónica, que parte desde el momento mismo de la concepción del individuo lo que aumenta la probabilidad de riesgo de alteraciones genéticas y epigenéticas cuyas consecuencias son insospechadas.

Se podría decir que Chile vive una situación de inequidad en riesgos cuando se comparan los residuos de pesticidas presentes en los alimentos para exportación versus los alimentos para consumo interno, ya que en los de exportación se cumplen con estrictas normas y adecuadas prácticas de producción, de uso de pesticidas y controles de laboratorio que les permite cumplir las exigentes normas establecidas por vender en otros mercados.

Considerando los antecedentes antes descritos en relación a residuos de pesticidas en alimentos y sus efectos en salud, la Liga Ciudadana para la Defensa de los Consumidores

decidió analizar una muestra de diez alimentos industrializados en base a vegetales, cereales y/ o verduras para hacer un pre-diagnóstico de la presencia de residuos en alimentos en una muestra definida por conveniencia. Para su selección se consideró que uno de los grupos poblacionales más vulnerables corresponde a niños lactantes, para lo cual se seleccionó alimentos infantiles elaborados en base a cereales(trigo y maíz) y cinco tipos de alimentos colados en base a verduras y frutas. También se estudiaron dos muestras de jugos de naranja concentrados y un producto en base a cereales y verduras destinado específicamente al adulto mayor considerando que su consumo es prolongado y frecuente.

Si bien se describe que el procesamiento de alimentos por diferentes técnicas reduce los niveles de los residuos de pesticidas, otros pueden concentrarse como en el caso de los jugos y la extracción de aceites desde semillas vegetales. Por ejemplo, en el horneado de pan con levadura se puede producir una disipación del 70% del residuo de endosulfán o un 46% de hexoconazoleS. También se describe una disipación de entre un 64.2–71.9% del metamidofos en uvas desecadas o de un 96% de metil-azinfos cuando se hierven las espinacas. Los efectos de los distintos tipos de procesamiento pueden ser influenciados por la localización física en el alimentos, así como también, por sus propiedades físico químicas, solubilidad y volatilidad, entre otros.

Considerando los antecedentes descritos, se ha estimado necesario conocer si los alimentos seleccionados contienen algún tipo de residuos y en que niveles se presentan para solicitar a las autoridades de salud y agricultura estudios acerca de los niveles de riesgo de nuestra población que permitan un adecuado desarrollo y una actualización de normas y regulaciones, que permitan a las empresas desarrollar mejores sistema de trazabilidad y calidad para asegurar la inocuidad de sus productos, que incentive a los agricultores a mejorar sus prácticas productivas y a mejorar el nivel de información de los consumidores para que seleccione sus alimentos informadamente.

Los resultados de laboratorio muestran la presencia de carbaril en sólo una de las muestras de jugo de naranja, que se encuentra en el límite de detección para este pesticida. El carbaryl un insecticida carbamato de contacto, altamente tóxico, con dosis letal media(LD50) oral de 246 con una carencia de 1 a 14 días. Es un inhibidor de la acetilcolinesterasa, con un efecto similar al de los organofosforados, pero la inhibición no es irreversible. Unido a otros plaguicidas, como pentaclorofenol, 2,4-D, dieldrin, rotenona, tiene un efecto sinérgico aumentando su toxicidad. Además, con dietas bajas en proteínas se incrementa su toxicidad. También tiene efectos agudos, es altamente tóxico, neurotóxico, provoca efectos neurológicos y conductuales. Puede provocar neuropatías periféricas, degeneración de nervios y parálisis de brazos y piernas después de varias semanas de la exposición. Es también tóxico para los riñones, puede producir anemia aplásica e interferir en la fertilidad masculina y femenina; aumentando la cantidad de esperma anormal en trabajadores expuestos y reduciendo la movilidad del esperma en ratas. Puede ser fetotóxico y teratogénico. Se ha asociado al desarrollo de cánceres del cerebro en niños y linfoma non-Hodgkin. Los compuestos derivados del carbaryl, como el 1-naphthol y el nitrosocarbaryl son considerados como mutagénicos. También forma compuestos nitrosos cancerígenos en el estómago. Los ingredientes inertes que pueden estar presentes en el

carbaryl, como Crystalline silica y aceites de petróleo, son de preocupación toxicológica, porque tienen asociados efectos carcinogénicos. En cerdos, una exposición sobre 70 días provoca incoordinación de movimientos seguido de una degeneración extensiva de nervios en el cerebro y músculos. Es también un estrógeno ambiental; que altera los sistemas reproductivos y endocrino y provoca además notables efectos adversos en el sistema inmunológico. Su presencia en una muestra de una marca sugiere la necesidad de monitorear carbaril en otras partidas de jugos de la misma empresa para asegurar que no se encuentren valores superiores del residuo No existe un LMR definido para carbaril en naranjas por lo que Codex aplica límites de cítricos en general. El LMR establecido en Chile para naranjas frescas es al igual que Codex 15mg/kg, en Estados Unidos es 10 y en la Unión Europea 0,05.

En Chile no existe una adecuada vigilancia de los residuos de pesticidas. A partir del año 2010 se establece una resolución que actualiza los niveles de residuos de pesticidas máximos permitidos para algunos pesticidas en frutas y verduras cuyo valores están basados fundamentalmente en los valores establecidos por el Codex Alimentarius. Sin embargo, Chile no cuenta con estudios que permitan evaluar adecuadamente el impacto de los niveles establecidos, ni menos estimar que representan estos residuos en cuanto a ingesta diaria de un chileno promedio, a diferencia de los países más industrializados que desarrollan un muestreo de los alimentos y pruebas para verificar la cantidad de residuos de plaguicidas. Es decir, toman muestras de los cultivos alimentarios básicos, y el muestreo elegido está basado en los alimentos que constituyen la dieta promedio basada en encuestas alimentarias, Chile sólo ha adoptado las referencias Codex.

En relación a alimentos para consumo infantil, en Chile el Reglamento Sanitario de Alimentos (Decreto 977/96) no establece límites de residuos de pesticidas que pueden contener los alimentos para consumo de niños. En el artículo 492 sólo se establece que las materias primas para elaborar las fórmulas para lactantes y alimentos infantiles deberán ser de óptima calidad y no se someterán a tratamientos físicos o químicos en sustitución de buenas prácticas de fabricación. Se indica que los productos deberán prepararse con especial cuidado mediante buenas prácticas de fabricación a fin de reducir al mínimo los residuos de plaguicidas que puedan existir en la producción, almacenamiento o elaboración de las materias primas o del producto terminado. Se establece además que los productos no deberán contener residuos de hormonas ni antibióticos determinados mediante métodos convenidos de análisis, y estarán exentos de otros contaminantes especialmente de sustancias farmacológicamente activas.

A diferencia de la normativa chilena, la normativa de la Comunidad Económica Europea que considera los dictámenes del Comité científico de la alimentación humana de 19 de septiembre de 1997 y de 4 de junio de 1998, pone en duda que los actuales valores de la ingesta diaria admisible (IDA) de plaguicidas y residuos de plaguicidas sean adecuados para la protección de la salud de los lactantes y los niños de corta edad, por lo tanto, en el caso de productos alimenticios destinados a una alimentación especial de los lactantes y niños de corta edad, procede a establecer un límite común muy bajo para todos los plaguicidas, en espera de una investigación científica caso por caso y una evaluación de las

sustancias. Este límite común muy bajo lo fija en 0,01 mg/kg, que en la práctica normalmente equivale al nivel detectable mínimo (DIRECTIVA 2006/125/CE DE LA COMISIÓN de 5 de diciembre de 2006 relativa a los alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad). En esta normativa se establece que en el caso de un pequeño número de plaguicidas, o de metabolitos de plaguicidas, incluso un límite máximo de residuos de 0,01 mg/kg puede dar lugar a que, en el peor de los casos, los lactantes y niños de corta edad excedan la IDA. Este es el caso de los plaguicidas o metabolitos de plaguicidas cuya IDA es inferior a 0,0005 mg/kg de peso corporal.

Límites Máximos Específicos para Residuos de Plaguicidas o de Metabolitos de Plaguicidas en los alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles

Nombre de la sustancia	Nivel Máximo de Residuos (mg/kg)
Cadusafos	0,006
Demeton-S-metil/demeton-S-metilsulfona/oxidemeton-metil (individualmente o combinadas expresadas como demeton-S-metil)	0,006
Etoprofos	0,008
Fiponil(suma de friponil y friponil-desulfinyl, expresada como fipronil)	0,004
Propineb/propilentiourea(suma de propinen y propilentiourea)	0,006

También establece que no se podrán usar los siguientes plaguicidas en producción agrícola destinada a la elaboración de alimentos infantiles:

- .-**Disulfoton** (suma de disulfoton, disulfotonsulfóxido y disulfotonsulfona, expresada como disulfoton)
- .-**Fensulfotion** (suma de fensulfotion, su análogo oxigenado y sus sulfonas, expresada como fensulfotion)
- .-**Fentin**, expresada como catión trifenilestaño
- .-**Haloxifop** (suma de haloxifop, sus sales y sus ésteres, incluidos conjugados, expresada como haloxifop)
- .- **Heptacloro y epóxido de trans-heptacloro**, expresada como heptacloro Hexaclorobenceno
- .-**Nitrofen**
- .-**Ometoato**
- .-**Terbufos** (suma de terbufos, su sulfóxido y su sulfota, expresada como terbufos)
- .-**Aldrin y dieldrin**, expresada como dieldrina
- .-**Endrin**

De las 5 muestras de colados estudiadas, en 3 muestras de colados, “tutti frutti”, ciruela, pasa y duraznos, se encontró la presencia de residuos de Iprodione, un fungicida del grupo dicarboximida. En una de las muestras el valor determinado corresponde al límite máximo establecido como aceptables para pesticidas en alimentos infantiles en la Comunidad Económica Europea (0,01 mg/kg) y que corresponde además al límite de detección de la técnica. En las otras dos muestras los valores encontrados son 0,04 mg/kg en la variedad ciruela-pasa y 0,08 mg/kg en la de durazno, sobrepasando los límites máximos establecidos como aceptables para pesticidas en alimentos infantiles en la Comunidad Económica Europea.

La exposición a iprodione determina preocupaciones en relación a salud como cáncer y alteraciones hormonales. En relación a toxicidad a corto plazo se ha encontrado que afecta el hígado, glándulas suprarrenales, testículos, ovarios, próstata, riñón, conductos seminales (cambios de peso, hiperplasia, atrofia). En relación a efectos crónicos la Unión Europea (UE) lo clasifica como carcinogénico en categoría 3 (carc, cat,3). También le asigna la frase de riesgo R 40, por posible riesgos con efectos irreversibles y dañinos para la reproducción (rep, cat.3), de este modo, este pesticida es evaluado como seriamente dañino para la salud de las personas.

Según la agencia medioambiental estadounidense EPA hay suficiente información estadística disponible para evaluar la toxicidad crónica y el potencial carcinogénico de iprodione. Este plaguicida ha estado clasificado como Grupo B2 carcinogénico, sobre la base de pruebas de tumores en ambos sexos de ratones (hígado) y en la rata macho (tejido de Leydig). Según la EPA, Iprodione está en la lista de la Proposición 65 porque se estima que causa cáncer debido a que su estructura química es similar a la de otros dos otros fungicidas de la lista de la Propuesta 65: procymidone (cáncer) y vinclozolina (cáncer y toxicidad para el desarrollo).

Según Blystone et al. el Iprodione disminuiría los niveles de testosterona en el suero e inhibiría la biosíntesis a nivel testicular retrasando el desarrollo puberal en las ratas machos y alterando el sistema endocrino. La Unión Europea ha clasificado el potencial de alteración endocrina de Iprodione como Categoría 2, es decir, dentro de las sustancias para las cuales la información estadística in vitro indica un potencial riesgo de alteración endocrina en animales intactos (DHI, 2007).

El principal producto de descomposición del Iprodione es 3,5-dicloroaniline (3,5-DCA). Un estudio muestra que 3,5-DCA es la más nefrotóxica de las dicloranilinas que han sido estudiadas pudiendo causar toxicidad renal aguda en ratas.

Considerando que este estudio tomó sólo una muestra de cada una de estas variedades de colado, pareciera pertinente monitorear otras partidas en forma representativa para establecer los niveles de Iprodione presentes.

En la práctica las ingestas diarias admisibles calculadas para establecer un margen de seguridad en población adulta no aplica en niños dadas sus diferencias fisiológicas y metabólicas y considerando además una mayor vulnerabilidad neurológica. En Estados Unidos se está desarrollando un proyecto de tipo longitudinal en aproximadamente 100.000 niños que serán evaluados desde su etapa pregestacional para conocer los efectos del medioambiente, incluyendo aspectos físicos, químicos, biológicos y psicosociales en su salud y desarrollo. Se espera de este modo, contar con información del efecto que ejercen estos factores en la salud que permitan establecer nuevos rangos para los residuos químicos que permitan limitar los efectos adversos de residuos y contaminantes y que permitan lograr el objetivo de mejorar la calidad de vida y de salud de los niños. Mientras se obtienen resultados, el criterio de precaución que aplica la CEE pareciera el más recomendable de utilizar.

La presencia de Pirimifos Metil, un insecticida y acaricida de acción anticolinérgica fue detectada en el producto destinados al adulto mayor, Años Dorados variedad espárrago. Este pesticida es usado habitualmente en la post-cosecha de granos, especialmente maíz y sorgo. La Agencia Medio Ambiental de Estados Unidos(EPA) no cuenta con una evaluación actualizada de sus potenciales efectos carcinogénicos. El nivel encontrado en la muestra analizada fue de 0,02 mg/kg. Considerando que el resultado de esta muestra no es representativo, sino que orientador en relación a presencia de residuos en alimentos procesados, debiera efectuarse un muestreo que asegure que el nivel de residuos de otras partidas no constituye un riesgo para la salud de los adultos mayores, grupo al cual se entrega este producto en forma gratuita por parte del Ministerio de Salud.

En conclusión, la existencia de cinco muestras de alimentos procesados con residuos de pesticidas, de los cuales tres corresponden a alimentos específicos de uso infantil, no permiten inferir resultados acerca de la presencia de presencia de residuos de pesticidas en el universo de alimentos procesados en el mercado nacional, sin embargo, son un llamado de atención acerca de la urgente necesidad de legislar acerca de los niveles permitidos en alimentos para usos especiales y establecer sistemas de monitoreos periódicos por parte de la autoridad sanitaria que permitan asegurar a la población acerca de la inocuidad relacionadas con plaguicidas en los alimentos consumidos.

También es necesario, un llamado de atención a la empresa de alimentos a que revise sus procesos de calidad, partiendo desde los proveedores de materias primas hasta la revisión de sus normas internas. Considerando que uno de los alimentos que presenta trazas de pesticidas corresponde a uno de los alimentos entregados por el Ministerio de Salud a los adultos mayores, debe hacerse un llamado a las autoridades sanitarias a controlar los niveles de residuos de pesticidas en los otros productos que se entregan en forma masiva a niños, embarazadas y adultos mayores en los Programas de Alimentación Complementaria considerando que estos corresponden a grupos de riesgo por sus condiciones especiales.

8.- Recomendaciones

1. Monitorear en forma sistemática a nivel nacional el residuo de pesticidas en alimentos frescos y procesados, especialmente en aquellos destinados a grupos y situaciones especiales (niños, Embarazadas y regímenes especiales).
2. Revisar los Límites de Residuos Máximos establecidos para pesticidas considerando la dieta de los chilenos y la frecuencia de consumo de los alimentos, especialmente de los niños.
3. Revisar los mecanismos y los criterios para autorización de uso de pesticidas del Servicio Agrícola y Ganadero que debe incluir los criterios necesarios para limitar los riesgos en salud
4. Prohibir en Chile el uso de los plaguicidas Ia y Ib
5. Desarrollar campañas educativas para los agricultores, grandes, medianos y pequeños acerca de buenas prácticas de cultivo y uso de pesticidas.
6. Informar adecuadamente a los consumidores acerca de los riesgos de los pesticidas y las formas que en pueden reducir sus ingestas
7. Establecer normas acerca del contenido de pesticidas para alimentos de los programas de alimentación masiva entregados por el Ministerio de Salud(PNAC y PACAM) y del Ministerio de Educación (JUNAEB).

9.- Referencias

- 1.- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Programa de Monitoreo de Residuos de Plaguicidas en Vegetales, División de Protección Agrícola. Junio 2007.
- 2.- Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación (FAO) Manejo de Plaguicidas (Consultado 17 julio 2010) disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/prioridades/sanidad/plaguicida.htm>
- 3.- Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación (FAO) Límites máximos del Codex para residuos de plaguicidas (Consultado 15 julio 2010) Disponible en <http://www.fao.org/waicent/faostat/Pest-Residue/pest-s.htm>
- 4.- Ministerio de Salud de Chile Tolerancia Máxima de Plaguicidas en Alimentos (Consultado el 14 julio 2010) Disponible en: http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/page/minsalcl/g_proteccion/g_alimentos/reglamento_sanitario_alimentos.html
- 5.- European Food Safe Authority EFSA Pesticides.(Consultado el 10 de julio de 2010) Disponible en <http://www.efsa.europa.eu/en/prapertopics/topic/pesticides.htm>
- 6.-Ministerio de Salud de Chile MINSAL Guía educativa para una vida saludable. Guías alimentarias, actividad física y tabaco. (Consultado el 19 julio de 2010) Disponible en http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/page/minsalcl/g_proteccion/g_alimentos/prot_ciclo_vital.html
- 7.- Cavieres MF. Exposición a pesticidas y toxicidad reproductiva y del desarrollo en humanos: Análisis de la evidencia epidemiológica y experimental. *Rev. méd. Chile* 2004; 132 (7).
- 8.- Garry VF, Harkins ME, Erickson LL, Long-Simpson LK, Holland SE, Burroughs BL. Birth defects, season of conception, and sex of children born to pesticide applicators living in the Red River Valley of Minnesota, USA. *Environ Health Perspect* 2002; 110(S3): 441-
- 9.-Payne-Sturges D, Cohen J, Castorina R, Axelrad DA, Woodruff TJ. Evaluating cumulative organophosphorus pesticide body burden of children: a national case study. *Environ Sci Technol*. 2009; 15;43(20):7924-30
- 10.-Shakeel MK, George PS, Jose J, Mathew A.Pesticides and breast cancer risk: a comparison between developed and developing countries. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2010;11(1):173-80
- 11.-Hernández-Morales AL, Zonana-Nacach A, Zaragoza-Sandoval VM.[Associated risk factors in acute leukemia in children. A cases and controls study *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2009;47(5):497-503.
- 12.- Environmental toxins and health , The health impact of pesticidas, Marc Cohen, Australian Family Physician 2007; 36(12).
13. Boletín de Acción Ecológica Diagnóstico de los plaguicidas en Ecuador, Quito, Septiembre 2007 No. 151.
- 14.-Pesticide Residues Committee. Pesticide Residues Monitoring Report, Fourth Quarter Report 2008, Quarter Ended December 2008. Published: 25 June 2009.

- 15.- López D. Pesticidas en alimentos. *Ciencia y Trabajo* 2007; 9(26):186:190).
- 16.- Nuevas normas sobre Residuos de plaguicidas en los alimentos, Dirección General de Sanidad y Protección de los Consumidores, Comunidades Europeas, 2008.
17. Low F, Lin HM, A Juliet et al. Ranking the risk of pesticide dietary intake, *Pest Management Science*, 60:842–848 (online: 2004).
- 18.-Kaiser J. Endocrine disrupters. Panel cautiously confirms low dose effects. *Science* 2000; 290:695-7.
- 19.- Porta M, Malats N, Jarrod M, Grimalt JO, Rifà J, Carrato A, et al. Serum concentrations of organochlorine compounds and K-ras mutations in exocrine pancreatic cancer. *Lancet* 1999;354:2125-9.
- 20.- Keikotlhaile BM, Spanoghe P, Steurbaut W. Effects of food processing on pesticide residues in fruits and vegetables: A meta-analysis approach *Food and Chemical Toxicology* 48; 2010:1–6
- 21.- Stepan, R., Ticha, J., Hajslova, J., Kovalczuk, T., Kocourek, V., 2005. Baby food production chain: pesticide residues in fresh apples and products. *Food Additives and Contaminants* 22 (12), 1231–1242 (Available from: ISI:000233957400009).
- 22.-Stepán R, Tichá J, Hajslová J, Kovalczuk T, Kocourek V. Baby food production chain: pesticide residues in fresh apples and products. *Food Addit Contam.* 2005;22(12):1231-42.
- 23.- Cesnik HB, Gregorcic A, Bolta SV, Kmecl V. Monitoring of pesticide residues in apples, lettuce and potato of the Slovene origin, 2001–04. *Food Addit Contam.* 2006; 23(2):164-73.
- 24.-Pugliese P, Moltó JC, Damiani P, Marín R, Cossignani L, Mañes J. Gas chromatographic evaluation of pesticide residue contents in nectarines after non-toxic washing treatments. *J Chromatogr A.* 2004;1050(2):185-91.
- 25.- Takatori S, Okihashi M, Okamoto Y, Kitagawa Y, Kakimoto S, Murata H, Sumimoto T, Tanaka Y. A rapid and easy multiresidue method for the determination of pesticide residues in vegetables, fruits, and cereals using liquid Chromatography/tandem mass spectrometry. *J AOAC Int.* 2008;91(4):871-83.
- 26.- Pang GF, Fan CL, Liu YM, Cao YZ, Zhang JJ, Li XM, Li ZY, Wu YP, Guo TT. Determination of residues of 446 pesticides in fruits and vegetables by three-cartridge solid-phase extraction-gas chromatography-mass spectrometry and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J AOAC Int.* 2006;89(3):740-71.
- 27.-Pang GF, Liu YM, Fan CL, Zhang JJ, Cao YZ, Li XM, Li ZY, Wu YP, Guo TT. Simultaneous determination of 405 pesticide residues in grain by accelerated solvent extraction then gas chromatography-mass spectrometry or liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Anal Bioanal Chem.* 2006;384(6):1366-408.
- 28.-Krol WJ, Arsenault TL, Pylypiw HM Jr, Incorvia Mattina MJ. Reduction of Pesticide Residues on Produce by Rinsing. *J Agric Food Chem.* 2000;48(11):5788.
- 24.- Weichenthal S, Moase C, Chan P. A review of pesticide exposure and cancer incidence in the Agricultural Health Study cohort. *Environ Health Perspect.* 2010 Aug;118(8):1117-25.
- 25.-Alavanja MC, Hoppin JA, Kamel F. Health effects of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. *Annu Rev Public Health.* 2004;25:155-97.

- 26.- Jaga K, Dharmani C. The epidemiology of pesticide exposure and cancer: A review. *Rev Environ Health*. 2005 Jan-Mar;20(1):15-38.
- 27.- Jurewicz J, Hanke W. Exposure to pesticides and childhood cancer risk: has there been any progress in epidemiological studies? *Int J Occup Med Environ Health*. 2006;19(3):152-69.
- 28.- Alavanja MCR, Sandler DP, McDonnell CJ, MageDT, Kross BC, et al. 1999. Characteristics of persons who self-reported a high pesticide exposure event in the Agricultural Health Study. *Environ. Res.* 80:180–86
- 29.- Baldi I, Filleul L, Mohammed-Brahim B, Fabrigoule C, Dartigues J, et al. 2001. Neuropsychologic effects of long-term exposure to pesticides: results from the French Phytoner study. *Environ. Health Perspect.* 109:839–44
- 30.- Baldi I, Lebailly P, Mohammed-Brahim B, Letenneur L, Dartigues JF, Brochard P. 2003. Neurodegenerative diseases and exposure to pesticides in the elderly. *Am. J. Epidemiol.* 157:409–14
- 31.- Beard J, Sladden T, Morgan G, Berry G, Brooks L, McMichael A. 2003. Health impacts of pesticide exposure in a cohort of outdoor workers. *Environ. Health Perspect.* 111:724–30
- 32.-Cantor KP, Strickland P, Brock JW, Bush D, Helzsouer K, et al. 2003. Risk of non-Hodkin's lymphoma and prediagnostic serum organochlorines: beta-hexachlorocyclohexane, chlordane/heptachlor-related compounds, dieldrin, and hexachlorobenzene. *Environ. Health Perspect.* 111:179–81
- 40.- Castorina R, Bradman A, Mckone TE, Barr DB, Harnly ME, Eskenazi B. 2003. Cumulative organophosphate pesticide exposure and risk assessment among pregnant women living in an agricultural community: a case study from the CHAMCOS cohort. *Environ. Health Perspect.* 111:1640–48
- 41.- Cocco P, Kazerouni N, Zahm SH. 2000. Cancer mortality and environmental exposure to DDE in the United States. *Environ. Health Perspect.* 108:1–4
- 42.- Le Couteur DG, McLean AJ, Taylor MC, Woodham BL, Board PG. 1999. Pesticides and Parkinson's disease. *Biomed. Pharmacother.* 53:122–30
- 43.- Lu CS, Fenske RA, Simcox NJ, Kalman D. 2000. Pesticide exposure of children in an agricultural community: evidence of household proximity to farmland and take home exposure pathways. *Environ. Res.* 84:290–302.-
- 44.- Ohayo-Mitoko GJ, Kromhout H, Simwa JM, Boleij JS, Heederik D. 2000. Self reported symptoms and inhibition of acetylcholinesterase activity among Kenyan agricultural workers. *Occup. Environ. Med.* 57:195–2004.-
- 45.- U.S. Department of Health and Human Services. The National Children's Study Disponible en: <http://www.nationalchildrensstudy.gov/Pages/default.aspx> (Consultado 16-12-2010)
- 46.- Blystone CR, Lambright CS, Furr J et al. (2007). Iprodione delays male rat pubertal development, reduces serum testosterone levels, and decreases ex vivo testicular testosterone production. *Toxicol Lett* 174:74-81.
- 47.- California Department of Pesticide Regulation (CDPR, 2007). *Summary of Pesticide Use Report*

Data. 2007. *Indexed by Chemical*. Available at:
<http://www.cdpr.ca.gov/docs/pur/pur07rep/chmrpt07.pdf>

48.-HSDB (Hazardous Substances Data Bank). Available at: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>

49.- U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA, 1998b). Reregistration Eligibility Decision (RED) Iprodione. Prevention, Pesticides and Toxic Substances. EPA738-R -98-019. November 1998.

50.- Blystone CR, Lambright CS, Cardon MC, Furr J, Rider CV, Hartig PC, Wilson VS, Gray LE Jr. Cumulative and antagonistic effects of a mixture of the antiandrogens vinclozolin and iprodione in the pubertal male rat. *Toxicol Sci*. 2009 Sep;111(1):179-88.

51.-Blystone CR, Lambright CS, Furr J, Wilson VS, Gray LE Jr. Iprodione delays male rat pubertal development, reduces serum testosterone levels, and decreases ex vivo testicular testosterone production. *Toxicol Lett*. 2007 Nov 1;174(1-3):74-81.

52.- Rider CV, Furr JR, Wilson VS, Gray LE Jr. Cumulative effects of in utero administration of mixtures of reproductive toxicants that disrupt common target tissues via diverse mechanisms of toxicity. *Int J Androl*. 2010 Apr;33(2):443-62.

53.-Chatterjee A, Horgan G, Theobald C. Exposure assessment for pesticide intake from multiple food products: a Bayesian latent-variable approach. *Risk Anal*. 2008 Dec;28(6):1727-36.

54.-Hodgson E, Rose RL. Metabolic interactions of agrochemicals in humans. *Pest Manag Sci*. 2008 Jun;64(6):617-21 .

55.- Tang J, Cao Y, Rose RL, Hodgson E. In vitro metabolism of carbaryl by human cytochrome P450 and its inhibition by chlorpyrifos. *Chem Biol Interact*. 2002 Oct 20;141(3):229-41.

57.-Lorenzin M. Pesticide residues in Italian Ready-Meals and dietary intake estimation. *J Environ Sci Health B*. 2007 Sep-Oct;42(7):823-33.

10.- Anexos

ANEXO I

.- Clasificación de los plaguicidas

Los plaguicidas se pueden clasificar:

.-Según el tipo de organismo que se desea controlar: insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas, nematocidas, molusquicidas, rodenticidas, avicidas.

.-Según grupo químico del principio activo: compuestos organofosforados, compuestos carbamatos, compuestos organoclorados, piretroides, derivados del bupiridilo, triazinas, tiocarbamatos, derivados del ácido fenoxiacético, derivados de la cumarina, derivados del clorinitrofenol, compuestos organomercuriales, entre otros.

.-Según persistencia en el medio ambiente: Persistentes, poco persistentes, no persistentes.

.-Según toxicidad aguda(OMS): basada principalmente en la toxicidad por vía oral en ratas o ratones usualmente la dosis se registra como el valor DL 50 (Dosis Letal Media) que corresponde a la dosis requerida para matar al 50% de la población de animales en prueba y se expresa en mg/kg del peso del cuerpo del animal.

Clasificación OMS		LD 50 para ratones (mg/kg peso corporal)	LD 50 para ratones (mg/kg peso corporal)
		Oral	Dérmico
Ia	Extremadamente Peligroso	<5	<50
I b	Muy Peligroso	5-50	50-200
II	Daño Moderado	50-2000	200-2000
III	Daño leve	Sobre 2000	Sobre 2000
U	Improbable presente daño agudo	>500	>500

Plaguicidas según Grupo Químico*

CLASIFICACIÓN TOXICOLÓGICA DE LOS PLAGUICIDAS

1.- ORGANOCLORADOS:

AROMÁTICOS CLORADOS: DDT, Dicofol, Metoxicloro, Clorobencilato

CICLOALCANOS CLORADOS: *Hexaclorociclohexano (Lindano)* CICLODIÉNICOS

CLORADOS: *Endrín, Dieldrín, Aldrín, Clordano, Heptacloro, Mirex, Endosulfan*

TERPENOS CLORADOS: *Canfeclor (Toxáfeno)*

Presentan CLORO en su molécula. Agrupan a un considerable número de compuestos sintéticos, cuya estructura química corresponde a los hidrocarburos clorados. Su baja presión de vapor, su gran estabilidad físico-química, condicionan que la persistencia de estos plaguicidas en el ambiente sea elevada. Algunos de los plaguicidas organoclorados son los compuestos que más persisten en el ambiente. Características: Son liposolubles con baja solubilidad en agua y elevada solubilidad en la mayoría de los disolventes orgánicos. Tienen estructura cíclica, en general, poseen baja presión de vapor, una alta estabilidad química, una notable resistencia al ataque de los microorganismos y tienden a acumularse en el tejido graso de los organismos vivos, acumulándose en el suelo y las napas subterráneas.

Modo de acción:

Actúan por inhibición del enzima citocromoxidasa que interviene en el intercambio gaseoso durante la respiración de los animales con circulación de sangre y por inestabilidad del sistema nervioso.

Al ser liposolubles, se introducen y depositan en los tejidos grasos del organismo humano a través de la cadena alimentaria. Al excretarse por vía biliar pueden ser absorbidos a nivel intestinal, posibilitando una vida biológica mayor y efectos a largo plazo. Pueden ingresar al organismo por INGESTIÓN, INHALACIÓN o por CONTACTO con la piel.

La absorción de grandes dosis se facilita cuando estos plaguicidas se encuentran disueltos en grasa animal o vegetal.

La penetración dérmica de los plaguicidas organoclorados varía ampliamente, desde el DDT que es poco absorbido por la piel intacta, aún en solución aceitosa, hasta aquellos como ENDRÍN, ALDRÍN, DIELDRÍN y HEPTACLORO, que penetran con mayor rapidez y proporción.

Los efectos tóxicos de los plaguicidas organoclorados se observan con mayor rapidez después de su ingestión, que por exposición dérmica o inhalación.

2.- ORGANOFOSFORADOS:

EXTREMADAMENTE TÓXICOS:

Cotnion 50, Parathión, Phosdrín, Dimecron, Namacur

ALTAMENTE TÓXICOS:

Gusathion, Vapona 48 LE, metilparathión, Azinfos Metil, monocron, Monitor, Suprathion.

Son fundamentalmente ésteres del ácido fosfórico. Se descomponen con mayor facilidad y son menos persistentes en el ambiente con relación a los organoclorados, pero más peligrosos para el hombre debido a que tienen un alto grado de toxicidad.

Muchos de ellos son sistémicos, es decir, son absorbidos por las plantas e introducidos en el sistema vascular de los vegetales, actuando tanto en los insectos chupadores como también sobre las personas que ingieren el alimento, aunque este sea previamente lavado. Ejemplo: Dimetoato, Fosfamidón. También hay herbicidas derivados del ácido fosfórico, como por ejemplo el Glifosato.

Ingresan al organismo por vía dérmica, respiratoria, digestiva y conjuntiva. Cuando el ingrediente activo se disuelve en solvente orgánico, se facilita la absorción del producto a través de la piel. La vía dérmica es responsable de un alto porcentaje de intoxicaciones. La vida media de los organofosforados y sus productos de biotransformación es relativamente corta (horas a días). Su biotransformación se hace mediante enzimas oxidasas, hidrolasas y transferasas, principalmente hepáticas. La eliminación tienen lugar por la orina y en menor cantidad por heces y aire exhalado.

El primer efecto bioquímico asociado con la toxicidad de los organofosforados es la inhibición de la acetilcolinesterasa. En el sistema nervioso existe una proteína que tiene actividad enzimática estéarica; ésta, cuando es fosforilada por el plaguicida, se convierte en lo que se denomina estearasa neurotóxica, responsable de la neuropatía retardada. Son biodegradables y no se acumulan en el organismo. Presentan problemas especiales debido a que cuando hay combinación entre algunos organofosforados, se producen diversos efectos, entre otros, sinergia, potenciación e inhibición de la detoxificación. Ej. El Malathión. Estudios realizados en enzimas metabolizantes de xenobióticos en hígado y cerebro de ratas, hallaron que el endosulfan también puede aumentar la toxicidad del Malathión al inhibir la acción de enzimas desintoxicantes.

3.- CARBAMATOS

METIL CARBAMATOS DE ACCIÓN INSECTICIDA: *Lannante, Carbofurán*
CARBAMATOS DE ACCIÓN FUNGICIDA: *Benomyl, Carbendazim*

DITIOCARBAMATOS DE ACCIÓN FUNGICIDA: *Mancozeb, Thiram*
TIOCARBAMATOS DE ACCIÓN HERBICIDA: *Molinate, Sutan 6.7*

FENIL: *Carbamato de Acción Herbicida, Betanal CE*

El grupo de los carbamatos corresponde en su mayor parte a derivados del ácido N-metil - carbámico; son de fácil acción sistémica, su forma de acción es similar a los organofosforados, su persistencia en el ambiente y su toxicidad es intermedia entre los dos anteriores. De acuerdo a su composición, sus derivados pueden tener propiedades insecticidas, fungicidas o herbicidas.

Ingresan a los mamíferos a través de la piel, conjuntiva, vía respiratoria y vía digestiva. Los carbamatos son activos inhibidores de la acetilcolinesterasa pero esta inhibición es transitoria, de algunas horas solamente. No se ha demostrado aun neurotoxicidad retardada hasta el presente con ningún carbamato.

4.- PIRETROIDES

Son sustancias sintetizadas a partir de un vegetal llamado piretro. Actúan sobre el sistema nervioso. Algunos de ellos son sustancias similares a los estrógenos, por tanto, interfieren los procesos hormonales de animales y personas. No se acumulan en el organismo y no persisten en el ambiente. Ej. Permetrina, Cipermetrina, Alfame-trina, Ciflurín, Bifentrín, fenvalerato, etc.

5.- ORGANO BROMADO

Compuesto fumigante, tóxico de alto riesgo que se absorbe por la piel, capaz de penetrar los equipos protectores de goma de los trabajadores. El principio activo corresponde al Bromuro de Metilo.

6.- ÁCIDOS FENOXIACÉTICOS

Poseen dioxinas, sustancias extremadamente tóxicas aún en íntimas cantidades. Se usan como herbicidas. Ej. El 2,4 -D y el MCPA.

7.- BIPIRIDILOS

Son compuestos de amonio cuaternario, muy peligroso y tóxicos. Si se ingieren por vía oral, producen fibrosis pulmonar irreversible. También dañan el pulmón si son absorbidos por la piel. Se usan comúnmente como herbicidas. Ej. Paraquat y Diquat.

8.- TRIAZINICOS DERIVADOS

Herbicidas: Ej. Atrazina, propazine, prometryne.

9.- FOSFAMINAS

Fumigantes y roenticidas. Ej. El Fosfuro de calcio, de magnesio, de aluminio.

10.- FENOLES HALOGENADOS

Son fungicidas y tienen propiedades caústicas y también tóxicas sistémicas Ej. Pentaclorofenato y Pentaclorofenol. También existen plaguicidas arsenicales, mercuriales, derivados del ácido phtalamídico, nitritos derivados, amidas, cumarínicos, etc.

(Fuente: FAO y Red de Acción en Plaguicidas RAPal)

ANEXO II

.- Normativas

a.- Chilena

QUE FIJA TOLERANCIAS MÁXIMAS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN ALIMENTOS Y DEJA SIN EFECTO LA RESOLUCION N° 581 EXENTA, DE 1999, Y SUS MODIFICACIONES

Resolución 33 EXENTA

Fecha Vigencia 08-03-2010

<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1010986&idParte=8870391&idVersion=2010-03-08>

b.- Estados Unidos

.- Food and Drug Administration (FDA)

<http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/Pesticides/>

c.- Comunidad Económica Europea(CEE)

.-European Union Pesticides Database

http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=substance.selection&ch=1

http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?CFID=182795&CFTOKEN=4cded9c35a63f055-E7CE0A35-CF2E-9208-92B1A46015C6DFE6&jsessionid=3607890081aa48393d67

ANEXO III

.-SITIOS WEB CON INFORMACIÓN SOBRE PESTICIDAS

Listado de Pesticidas Autorizados en Chile. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)

<http://www.sag.gob.cl/opendocs/asp/pagDefault.asp?boton=Doc49&argInstanciaId=49&argCarpetaId=1616&argTreeNodosAbiertos=%281616%29%28-49%29&argTreeNodoSel=1553&argTreeNodoActual=1616>

Lista de Plaguicidas Autorizados, Restringidos y Cancelados. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)

<http://www.sag.gob.cl/OpenDocs/asp/pagDefault.asp?argTreeNodosAbiertos=%280%29&argTreeNodoActual=570&argTreeNodoSel=570&argInstanciaId=56&argCarpetaId=570&txtTextoFiltrar=Lista+de+Plaguicidas+con+autorizaci%F3n+vigente&cmbCampoFiltrar=Todos&argRegistroId=1208>

Pesticidas en Chile

<http://www.sag.gob.cl/OpenDocs/asp/pagDefault.asp?boton=Doc56&argInstanciaId=56&argCarpetaId=570&argTreeNodosAbiertos=%280%29&argTreeNodoSel=570&argTreeNodoActual=570>

.- Health Canada. Gobierno de Canadá

<http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/fact-fiche/pesticide-food-alim/index-eng.php#a3>

.- Pesticide Action Network PAN Pesticides Database

<http://www.pesticideinfo.org/>

.- Environmental Working Group

<http://www.ewg.org>

.- Health and Safe Executive. Reino Unido

<http://www.pesticides.gov.uk>

.- Food Standard Agency. Reino Unido

<http://www.food.gov.uk/safereating/chemsafe/pesticides/>

.- Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority. Gobierno de Australia

<http://www.apvma.gov.au/residues/index.php>

.-Environmental Protection Agency EEUU

<http://www.epa.gov/pesticides/>

.- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)
<http://www.rlc.fao.org/es/prioridades/sanidad/plaguicida.htm>

.- Red de Acción en Plaguicidas y sus alternativas para América Latina (RAPal)
<http://www.rap-al.org>