



Anales
de la Universidad
de Chile

Tabla de Contenidos

Número Actual

Números Anteriores

Presentación

Reseña Histórica

Numeración y Series

Comité Editorial

Normas Editoriales

■ Toxicología

[Riesgos por el uso de agroquímicos y medicamentos en la producción de alimentos]

Tapia Z., Roberto

▣ Cita / Referencia

Tapia Z., Roberto. Riesgos por el uso de agroquímicos y medicamentos en la producción de alimentos. Anales de la Universidad de Chile. VI serie: N°11, agosto 2000

▣ http://www2.anales.uchile.cl/CDA/an_completa/0,1281,SCID%253D3607%2526ISID%253D7%2526ACT%253D0%2526PRT%253D3524,00.html

■ Texto

Los alimentos corresponden a una mezcla de productos químicos de origen vegetal, animal o mineral, seleccionados por su alto contenido en nutrientes.

Pero pueden contener productos químicos menores, de origen natural o antropogénico, debido al proceso de síntesis química, lugar de producción (tipo de suelos), almacenamiento (bodegas junto a plaguicidas), preparación (cocción, tostado, asado), etc.

Entre los compuestos químicos usados en la producción de un alimento, destacan los agroquímicos (fertilizantes, plaguicidas y fitoreguladores) y medicamentos veterinarios, usados tanto para proteger o tratar los vegetales y animales en un predio (1,2,3).

1.- Fertilizantes

-Nitrato de potasio, urea, fosfatos de potasio y de sodio
-Elementos traza (Fe, Cu, Zn, Co, Mn, Mo, Se, etc.)

2.- Plaguicidas

2.1.- Insecticidas

- Derivados organohalogenados (clorados y bromados): bromuro de metilo, metoxiclor, dicofol, endosulfan, etc
- Piretroides: decametrina, cipermetrina, fenvalerato, cyhalotrina, permctrina, etc.
- Esteres organofosforados: paratión, diazinon, malatión, dimetoato, diclorvos, triclorfón.
- Esteres N-metilcarbamatos: carbaryl, propoxur, aldicarb, metiocarb
- Diversos generadores de fosfina: (fosfuro de aluminio, magnesio), aceite mineral

2.2.- Molusquicidas: metaldehido, metiocarb.

2.3.- Rodenticidas: Hidroxicumarinas: bromadiolona, brodifacum, cumatetralilo

-Derivados de indandiona: difenadiona, difacinona

2.4.- Funguicidas

- Derivados de metales: sales de cobre., sales orgánicas de estaño. Ditiocarbamatos: maneó, zineb, ferba
- Derivados de fenoles: pentaclorofenoa, tribromofenol, dinitro-o-cresol, dinocap
- Derivados del benceno: quintozene, t.ecnazene, clorotalonil Derivados ftalimida: captan, captafol, folpet
- Derivados benzimidazólicos: benomilo, carbendazim, tiabendazol
- Derivados antibióticos: kasugamicin.a, estreptomycin.a, gentamicina, tetraciclinas.
- Azufre y derivados: anhídrido sulfuroso, sulfitos.

2.5.- Herbicidas: Derivados clorofenoxiacetatos: MCPA, 2,4-D y 2,4,5-T

-Derivados dipiridilos: diquat, paraquat

2.6.- Fitoreguladores: Giberelinas, alfa-naftilacetato, etefón, cianamida cálcica.

3. - Medicamentos veterinarios

3.1.- Antibióticos:

Cefalosporina, cloramfenicol, estreptomycin.a, tetraciclina, penicilina, sulfas.

3.2.- Antihelmínticos:

Benzimidazólicos (albendazol, tiabendazol, fenbendazol) piperazina, etc.

3.3.- Coccidiostáticos:

Amprolium, nitrofurazona, sulfaquinoxalina, ipronidazol, ronidazol, etc.

3.4.- Promotores del crecimiento:

- Hormonas: hexestrol, testosterona, trenbolona, zearalenona
- Feniletanolaminas: clenbuterol, cimaterol, salbutamol
- Diversos: bambemicina, halquinol, olaquindo

Luego que estos compuestos químicos cumplieron sus objetivos en la producción de alimentos, aún pueden permanecer como tales o como residuos. Estos residuos pueden generarse ya sea por acción de los elementos del medio ambiente: aire, agua, luz ultravioleta o bien por procesos de biotransformación por hongos, bacterias o animales superiores. Finalmente a través de estos procesos pueden llegar al hombre. Ver figura N° 1.

Figura 1.

Ciclo de los agroquímicos y medicamentos en el medio ambiente y en el hombre. volver

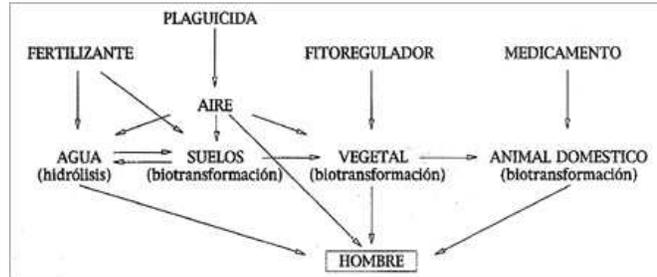
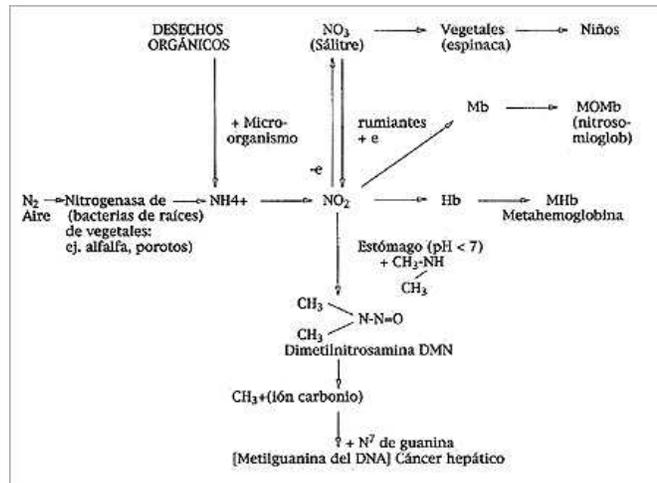
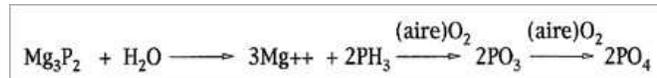


Figura N°2

Formación de nitrosaminas (DMN) a partir de nitritos volver



Ecuación N°1 volver



Riesgos por residuos químicos en alimentos

Se define por RIESGO a la probabilidad de que el residuo químico provoque efectos adversos. Para ello deben concurrir: la potencia tóxica del producto, intensidad de la exposición y la probabilidad que se produzca un efecto tóxico.

La toxicidad se puede manifestar por alteraciones fisiológicas o bioquímicas de un órgano blanco sensible. O bien, puede corresponder a efectos mutagénicos, los cuales pueden generar tumores, cáncer, malformaciones, etc.

Origen de los riesgos:

- 1.- Intoxicaciones agudas de tipo accidental o intencional por uso indebido (ej. ingestión de un producto) o errores en la manipulación por un entrenamiento deficiente. Otro tipo de efectos son las alergias o casos de hipersensibilidad.
- 2.- Exposiciones a largo plazo, serían las más importantes de poder diagnosticar y prevenir. Podrían presentarse en un manipulador, en su descendencia, en los animales domésticos de criaderos y finalmente también en el consumidor de alimentos.

Los efectos tóxicos en forma didáctica se les podría diferenciar en:

a) Efectos fisiológicos y bioquímicos:

Para estos efectos se definen niveles umbrales de tóxicos. Esto se debe en parte a los avances en las ciencias biológicas (bioquímica, neurología, inmunología, genética, histología, etc.) y de la bioquímica y de la química analítica (mayor sensibilidad y especificidad en los análisis).

Por ejemplo, sería inaceptable que un residuo de clenbuterol en alimentos provoque alteraciones cardíacas en un niño o un residuo de captan en frutas cause daño hepático.

b) Efectos genotóxicos:

Se relacionan con los potenciales efectos mutágenos, cancerígenos y teratógenos

Para estos efectos genotóxicos se considera que no existen niveles umbrales para la respuesta o bien que en base a los conocimientos actuales sobre carcinogénesis es muy difícil definirlos. Estos efectos adversos son complejos de detectar y de correlacionar en la población debido a:

- Diferencias en las sensibilidades: los asmáticos son más sensibles a los sulfitos, los alérgicos a la penicilina y los niños menores a los nitratos y nitritos.

- Diferentes hábitos: la ingestión de bebidas alcohólicas modifica la capacidad metabólica. Por otra parte el consumo de tabaco además de provocar problemas respiratorios y cardíacos, complica y distorsiona las correlaciones con la incidencia de algunos tipos de cáncer.

- Diferentes hábitos de alimentación ej. personas vegetarianas respecto a las personas de hábitos comunes.

De lo expuesto se deduce que la prevención va a tener gran importancia, esto se refleja en las medidas regulatorias que las autoridades de Salud, Agricultura y del Trabajo de cada país deben elaborar(4,8,9).

Estas corresponden a exigencias en los Registros a nivel de Ministerios, entrenamiento del manipulador, definición de límites máximos permisibles en los alimentos y límites máximos ocupacionales, estudios de vigilancia epidemiológica, etc.(4,8,9)

Medidas aplicadas en el control del riesgo

Para lograr un control que permita en lo posible un uso seguro de estos productos se debe considerar los aspectos siguientes:

a) La información científica

En relación con la efectividad en el uso, propiedades físico-químicas, toxicidad aguda, sub-crónica, crónica y comportamiento ambiental.

b) Medidas regulatorias

Debe considerarse: cómo se va aplicar, sobre qué organismos, manejo que asegure buenas prácticas, límites máximos permisibles en el aire laboral y en otros componentes del ecosistema: aguas, suelos, alimentos. Ver tabla N°1.

Tabla N° 1 Valores NOEL e IDA de algunos medicamentos y agroquímicos(10,11)

NOMBRE DEL TIPO DE COMPUESTO	COMPUESTO	VALORES	
		NOEL	IDA
Medicamento (antihelmíntico)	Tiabendazol	3-4 mg/kg pc/d	-
Medicamento (antihelmíntico)	Fenbendazol	135 mg/kg pc/d	-
Medicamento (coccidiostático)	Nitrofurazona	-	< 11mg/kg pc (#)
Medicamento (antibiótico)	Estreptomina	5 mg/kg pc/d	0,03 ug/kg
Medicamento (antibiótico)	Sulfamidina	5 mg/kg pc/d	0-50 ug/kg pc
Medicamento (antibióticos)	tetraciclina	100 mg/kg pc/d	0-3 ug/kg pc
Medicamento (estimulante crecim)	Clenbuterol	0,04 ug/kg pc/d	0,004 ug/kg pc
Medicamento (corticoide)	Dexametasona	1,5 ug/kg pc/d	0-0,015 ug/kg pc
-			
Fertilizante y preserv. de cecinas	Nitratos	370 mg/kg pc/d	0-5 mg/kg pc
-			
Plaguicida (fungicida)	Captan	-	0-0,1 mg/kg pc
Plaguicida (fungicida)	Benomilo	-	-
Plaguicida (fungicida)	Cobre (sales)	-	2 mg Cu/L (#)
Plaguicida (fungicida, antiox)	S02	-	0,7 mg/kg
Plaguicida (herbicida)	Paraquat	-	0-0,7 mg/kg pc
Plaguicida (insecticida)	Acefato	-	0-0.02 mg/kg pc

CLAVES: pc = peso corporal, d = día, (#) = valor provisorio

c) Vigilancia epidemiológica

Debe recomendarse estudios retrospectivos y en lo posible prospectivos en que se usen biomarcadores, van a facilitar la asociación entre exposición y los efectos de un tóxico en la población.

d) Sustituciones del producto

Debe ser una preocupación permanente la sustitución de un producto tóxico por otro de actividad equivalente, pero de menor toxicidad o persistencia. Ejemplo clásico es el reemplazo de los insecticidas organoclorados de toxicidad aguda y crónica (lindano, DDT, aldrín) por otros insecticidas (organofosforados, metilcarbamatos), que aunque de gran toxicidad aguda, son de escasa o nula persistencia en los organismos y en el medio ambiente

a) Información científica

La tendencia actual es dar prioridad a la información sobre posibles efectos a largo plazo del producto en los sistemas: neurológico e inmunológico y además sus posibles efectos genotóxicos.

Al respecto las autoridades de Agricultura y de Salud han normado sobre las exigencias que debe cumplir un producto para ser registrado y aprobado en su uso a nivel agroquímico y los medicamentos en la producción animal (4).

Exigencias del Registro**1.- Identidad del producto:**

Estructura química, isómeros, grado de pureza, impurezas (naturaleza y porcentaje), éstas últimas deben indicarse en las especificaciones.

Los ejemplos más impactantes han sido las impurezas de fabricación del fungicida pentaclorofenol y de los herbicidas clorofenoxiacetatos, las cuales correspondieron a dioxinas. Y de ellas la de mayor neuro y genotoxicidad es la 2,3,7,8-tetracloro-dibenzo-p-dioxina TCDD (12).

2.- Propiedades físico - químicas:

Solubilidad en agua, coeficiente octanol /agua, estabilidad en el medio ambiente (ej. acuosos), etc.

3.- Metabolismos en plantas y animales superiores:

Vías de absorción, biotransformaciones, depósitos, vías de excreción, etc.

4.- Toxicología:

Estudios de toxicidad aguda y sub-crónica y crónica (3 y 24 meses).

Los estudios de mutagénesis deben realizarse en procariontes (ej. Salmonella) y en eucariontes (por ej. In Vivo en ratones e In Vitro en células humanas.)

En relación a los estudios de toxicidad crónica deben realizarse tanto en roedores como en no roedores.

Una de las aplicaciones más importante de estas investigaciones a largo plazo es la obtención de un valor NOEL, o sea la dosis mayor que no produjo un aumento significativo de un efecto adverso en los animales de experimentación.

En base a bajar el valor NOEL por un factor de seguridad de 100 NOEL/ 100 se obtiene un nuevo valor conocido como IDA Ingesta Diaria Admisible de un producto, que durante toda la vida no tendría riesgos apreciables, en base a los conocimientos actuales. Ver Tabla N°1

Este factor de seguridad 100 se fundamenta debido a:

1°).- La extrapolación de los resultados de estudios en animales al hombre: NOEL/ 10

2°).- Nuevo factor de seguridad de 10, debido a las grandes variaciones de sensibilidad en la población, por ej. diferencias en la edad, herencia genética, etc.

Finalmente este valor IDA junto con los hábitos alimentarios de la población de cada país, sirve de base para fijar los límites máximos de estos residuos en los alimentos, tanto de uso humano como de animales domésticos.

5.- Efectos y comportamiento en el medio ambiente: aire, aguas, suelos.**6.- Efectos ecoroxicologicos: en aves, abejas, microorganismos y lombrices de suelo, organismos acuáticos (peces)****Riesgos por uso de nitrato (5,6)**

Los nitratos están presentes en el medio ambiente: aguas, suelos, vegetales debido a:

- Mineralización del nitrógeno por acción de nitrogenasas
- Por aplicación como fertilizantes (salitre)
- Por degradación microbiológica de desechos orgánicos. Ver Figura N°2

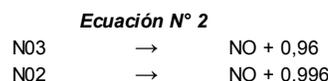
Por otra parte la mezcla de nitritos y nitratos se usa como preservante de carnes, lo cual también va a representar una exposición adicional.

Efectos agudos de los nitratos

Del punto de vista agudo los nitratos NO₃- son más tóxicos en los herbívoros rumiantes que en los omnívoros, debido a la gran capacidad reductora de su flora bacteriana, que los reduce a nitritos. Ver Figura N°2

Los nitratos y en especial los nitritos, pueden oxidar el hierro Fe²⁺ de la hemoglobina y formar metahemoglobina o hemoglobina MHb, la cual no tiene capacidad de transportar oxígeno.

Los potenciales de reducción de los nitratos y nitritos se indican en la Ecuación N° 2, demostrándose la mayor potencia oxidante de nitritos.



La presencia de nitratos en los vegetales representa un riesgo de intoxicación en el niño menor (ej. sopas de verduras), debido a la labilidad de su hemoglobina. Por otra parte, hace años hubo varios intoxicados por el error de un industrial de galletas al confundir bicarbonato de amonio con nitrito de sodio.

Efectos a largo plazo de los nitratos

En el medio ambiente los nitritos, generados por compuestos a base de nitratos, pueden reaccionar, con aminas alifáticas y formar nitroso compuestos conocidos como nitrosaminas. De ellas la dimetilnitrosamina DMN y la dietilnitrosamina DEN son las más activas como alquilantes de macromoléculas, por ej. DNA. Esta acción alquilante les confiere a la DMN y a la DEN propiedades cancerígenas especialmente a nivel hepático y del esófago respectivamente(5,6). Ver Figura N°2

Riesgos por uso de fosfina o fosfamina (7)

La fosfina es un gas de olor desagradable de acción insecticida. Para su generación se usan sales de fosfuros, por ej. el fosfuro de magnesio y el fosfuro de aluminio. Se aplican en forma de tabletas que se colocan en las bodegas de granos y con la humedad del ambiente forman fosfina PH₃. Ver ecuación N° 1.

Por su parte la fosfina PH₃ es rápidamente oxidada por el oxígeno del aire a hipofosfito y fosfato. O sea el P-3 activo ha sido detoxificado a P+5. Ver ecuación N° 1.

En caso de exposición intensa a fosfina, predominan los efectos respiratorios (edema pulmonar), hepáticos (ictericia) y cardíacos (arritmia)(7)

En relación a los residuos de iones magnesio y fosfatos no representan riesgos, agudos ni a largo plazo para la salud del consumidor. Por lo que se deben considerar como ejemplo de residuo GRAS (Generally Registered as Safe).

Conclusiones

1°.-El uso de agroquímicos y de medicamentos en la producción agrícola y pecuaria, continuará siendo una necesidad en el futuro cercano.

2°.- En casos de productos químicos de comprobados efectos cancerígenos en alguna especie animal, debería prohibirse su uso en el hombre. Y en caso de aceptarse debería ser transitoriamente y con limitaciones.

En forma complementaria debería investigarse productos químicos alternativos y además realizar una vigilancia epidemiológica en la población expuesta.

3°.- Los organismos estatales junto con los productores de alimentos, deberían implementar técnicas analíticas rápidas, simples y sensibles con fines de rastreo («screening») de estos productos químicos y de sus residuos.

4°.- El productor de alimentos tiene la obligación de proporcionar alimentos seguros al consumidor. Por tanto debería tomar las medidas para que los residuos de estos productos químicos estén bajo los niveles aceptados por la autoridad.

5°.- Del punto de vista del consumidor es imposible exigir de la autoridad seguridad absoluta que los residuos de sustancias químicas no producirán efectos tóxicos en un organismo.

Bibliografía

1. ROBERTS, T. «*Metabolic Pathways of Agrochemicals*» *The Royal Soc. of Chemistry*, 1991.
[volver](#)
2. TOMLIN, C. «*The Pesticide Manual*» *Crop Prot. Publ. 10th Ed*, 1994.
[volver](#)
3. CROSBY, N «*Determination of Veterinary residues in Food*» *Ellis Horwood*, 1991.
[volver](#)
4. *DIARIO OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CHILE* p.4 y 5 16/8/1995
5. *IPCS/WHO «Nitrites, nitrites and N-Nitroso com» Environm. Health Criteria* 5, 1978.
[volver](#)
6. *FAO/WHO «Toxicological evaluation of certain food additives and Contaminants in food» WHO additves Series N°35 p. 269-360, 1996*
[volver](#)

7. IPCS/WHO «*Phosphine & Selected metal Phosphides*» *Environm. Health Criteria*, 1988.
[volver](#)
8. *DIARIO OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CHILE* 3/1/1983.
[volver](#)
9. MINSAL «*Manual de Toxicología Ocupacional*» *Min, de Salud*, 1985.
[volver](#)
10. WHO/IPCS «*Toxicological evaluation of certain veterinary drug residues in food*» *WHO Additives Series N°29,31,34,35,38, 1991-93, 96, 96*.
[volver](#)
11. IPCS/WHO «*Copper*» *Environmental Health Criteria* 200, 1998.
[volver](#)
12. IPCS/WHO «*Polychlorinated dibenzo p-dioxins*» *Environm. Health Criteria* 88, 1989.
[volver](#)
13. KLAASEN, C. «*Casarett & Doull 's Toxicology*» *Mc Graw-Hill* p75-88 y 1011 –1024, 1996.
[volver](#)

[Texto](#) | [Riesgos por residuos químicos en alimentos](#) | [Riesgos por uso de fosfina o fosfamina \(7\)](#) | [Conclusiones](#) | [Bibliografía](#) | [Versión Completa \(Imprimir\)](#)

Sitio desarrollado por [SISIB - Universidad de Chile](#)