

Actualización

LIMITES MAXIMOS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE ORIGEN VEGETAL: SITUACION EN COSTA RICA¹

Jaime E. García-González *

ABSTRACT

Maximun pesticide residue limits in food products of plant origin: The Costa Rican situation. The importance, need and validity of establishing and defining the maximum-residue limits (MRL) is stressed, from the legal, commercial and health risk points of view; both exports and locally consumed foods are considered. Present situation in Costa Rica is described, pointing out the guidelines adopted by the corresponding authorities in regard to food products of plant origin. The present standard procedure for establishing MRLs is described, and some of its short comings pointed out, as well as efforts to improve it. The economic importance of MRLs is emphasized by describing the implications of this quality factor on trade with the United States.

INTRODUCCION

La presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos, que se derivan de su uso durante las diversas fases de la producción, almacenamiento, elaboración, preparación y comercialización de éstos, está despertando cada vez mayor atención, no sólo por sus repercusiones en la salud, sino también como un factor preponderante que interviene en las relaciones comerciales internacionales (CCA, 1989).

El término "límite máximo de residuos de plaguicidas" (LMR), también conocido como "límite de tolerancia", "cantidades residuales permisibles" o "nivel máximo permisible", se puede definir como la concentración máxima de residuos de un plaguicida o sus productos de degradación (metabolitos), o ambos, que se pueden tolerar en los alimentos, sin esperar riesgos directos en la salud de los consumidores o en la de subsiguientes generaciones. Se expresa en mg de los residuos definidos por kg de alimento (mg/kg).

El presente artículo tiene entre sus objetivos principales describir la situación del país en esta materia, así como también recalcar la importancia, necesidad y validez del establecimiento y definición -desde los puntos de vista jurídicos, comerciales y de riesgos para la salud- de estos LMR en el mayor número de productos posibles, tanto en aquellos de consumo local como en los destinados a la exportación.

INFORMACION DISPONIBLE

Situación en el país

De acuerdo al Capítulo IV (artículo 18, inciso e) de la Ley de Sanidad Vegetal, le corresponde al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), fijar los límites de tolerancia para residuos de plaguicidas y hormonas vegetales en las cosechas (MAG, 1978). Sin embargo, no es sino hasta 10 años más tarde de haber sido promulgada esta ley que, a través de la Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida (ONNUM) del Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC), se aprobó la obligación de definir niveles máximos de tolerancia de residuos de plaguicidas en los productos alimenticios (por medio del Comité Técnico de Normalización de Productos

1/ Recibido para publicación el 6 de abril de 1992.

* Oficina de Extensión Comunitaria y Conservación del Medio Ambiente. Convenio UNED (OEC y CMA)-UCR (CICA), Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica.

Hortícolas Frescos (MEIC, 1988b). En este comité se encuentran representados la ONNUM, el MAG, el Consejo Nacional de la Producción (CNP), el Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA), HORTIFRUTI, el Laboratorio de Postcosecha de la Universidad de Costa Rica y la(s) empresa(s) privada(s) que tenga(n) relación con el producto en cuestión.

En la actualidad la ONNUM, por medio del Comité Técnico en mención, ha definido, de manera explícita, los niveles máximos de tolerancia para algunos residuos de plaguicidas en sólo 2 productos: fresa en estado fresco (MEIC, 1988c) y cacao seco en grano (MEIC, 1988ch). Por referencia se han estipulado normas internacionales, especificando únicamente las del Codex Alimentarius, para los siguientes productos: chayote (MEIC, 1988a), frijol en grano (MEIC, 1989c), melón 'Cantaloupe' (MEIC, 1988d), papa (MEIC, 1987b), piña 'Monte Lirio' (MEIC, 1988e), sandía (MEIC, 1989b) y tomate (MEIC, 1989a). Además existe una norma oficial para cebolla seca, en donde se anota que los bulbos deben estar "exentos en particular de residuos de abonos y plaguicidas" (MEIC, 1987a).

A partir de 1990, con el establecimiento de las próximas normas para productos hortícolas frescos, se incluirá en los decretos de normalización de calidad, el siguiente texto: "Los residuos de los plaguicidas permitidos para este producto, no rebasarán los límites máximos establecidos por la legislación del país. En su defecto, serán los fijados por la lista de estos compuestos y sus límites aprobada por el Comité del Codex Alimentarius sobre Residuos de Plaguicidas en relación con el producto objeto de esta norma" (Paniagua, 1992).

La ONNUM tiene en estos momentos en revisión las normas establecidas en el pasado para los cultivos de cebolla, papa y tomate. Además, ya se está trabajando en el establecimiento de normas para maíz, arroz, naranja y papaya (Paniagua, 1992).

El Comité del Codex Alimentarius

El Comité del Codex sobre Residuos de Plaguicidas (CCRP), es un órgano subsidiario intergubernamental establecido por la Comisión del Codex Alimentarius de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para que la asesore en todos los asuntos relacionados con residuos de plaguicidas.

Dentro de las responsabilidades del Comité están:

- a) Establecer los LMR en los alimentos para consumo humano y animal.
- b) Preparar listas prioritarias de plaguicidas para evaluación por parte de la Reunión Mixta FAO/OMS (1990) sobre Residuos de Plaguicidas (RMRP). La RMRP es el nombre abreviado que se da a las reuniones entre expertos de la FAO en residuos de plaguicidas en los alimentos y el medio ambiente, y expertos de un grupo especial en residuos de plaguicidas de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Por lo general, se reúnen anualmente.
- c) Considerar los métodos de muestreo y análisis para la determinación de los residuos de plaguicidas en los alimentos para consumo humano y animal.
- ch) Considerar otros asuntos en relación con la inocuidad de los alimentos destinados a ese consumo, que contengan residuos de plaguicidas.

El grupo de expertos de la FAO se encarga de:

- i. Revisar las modalidades de empleo de los plaguicidas (buenas prácticas agrícolas).
- ii. Revisar los datos sobre la composición química de éstos.
- iii. Revisar los métodos de análisis de sus residuos.
- iv. Estimar las concentraciones de residuos máximas que podrían quedar después de emplear un plaguicida con buenas prácticas agrícolas.

En tanto que el grupo de expertos de la OMS se encarga de:

- i. Analizar los datos toxicológicos y otros afines que guarden relación con los plaguicidas.
- ii. Estimar, cuando es posible, la ingesta diaria admisible (IDA) para el hombre.

Todas las naciones miembros y los miembros asociados de la FAO y la OMS pueden participar en las reuniones del CCRP. Los representantes de organizaciones internacionales que tengan relaciones oficiales con la FAO o la OMS pueden asistir en calidad de observadores. El CCRP es patrocinado por el gobierno de los Países Bajos y se ha reunido 19 veces entre 1966 y 1987.

Los LMR son emitidos en el Codex Alimentarius y son actualizados regularmente. Se encuentran, para su consulta, en las bibliotecas de

la oficinas de la FAO en Costa Rica y de la Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida (ONNUM) del Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC).

Determinación de los límites máximos de residuos (LMR)

A continuación se describen brevemente los pasos que se siguen tradicionalmente para determinar los LMR en los alimentos, con base en el ejemplo utilizado por Von Gerd (1985):

1. Cuantificación de la cantidad máxima de residuos, en mg del plaguicida por kg de alimento, que no llega a causar efectos tóxicos perceptibles en animales de laboratorio. Este valor se conoce comúnmente con el acrónimo de NOEL ("no-effect level").

Ejemplo: 2 mg

2. Determinación de la concentración de efecto adverso nulo observado (CEANO). Esta concentración se define como la máxima dosis administrada en estudios hechos con animales de experimentación que, según se ha determinado, no causa ningún efecto tóxico detectable. Para ello se toma en consideración el NOEL, el peso promedio de los animales (Ejemplo: 200 g) y la cantidad promedio de alimento diaria que éstos consumen (Ejemplo: 50 g).

Ejemplo:

$$\frac{\text{NOEL (mg)} \times \text{Consumo promedio de alimento (kg/día)}}{\text{Peso promedio del animal de laboratorio (kg)}}$$

$$\frac{2 \times 0,05}{0,2} = 0,5 \text{ mg/día}$$

3. Estimación de la dosis diaria admisible para el hombre (DDA) ("acceptable daily intake") en mg de plaguicida/kg de peso de una persona promedio/día. Para ello se divide el valor anterior por un "factor de seguridad" que por lo general es 100. Con la aplicación de este factor se pretende compensar la duda inherente en el proceso de extrapolación de las proyecciones de riesgo en la dieta humana basadas en información sobre animales, así como la posibilidad de que se puedan presentar casos de sensibilidad mayores en individuos o subgrupos -tales como niños o ancianos- en la población general (Farley, 1990).

Ejemplo:

$$\frac{0,5}{100} = 0,005 \text{ mg/kg/día}$$

4. Cálculo de la cantidad máxima permitida (CMP) ("permissible level") para el hombre en mg del plaguicida/kg de alimento. Para ello se toma en consideración el peso promedio de un hombre adulto (60 kg) y la cantidad promedio de alimento diario que éste consume (0,4 kg).

Ejemplo:

$$\frac{\text{DDA (mg/kg/día)} \times \text{Peso promedio de un hombre adulto (kg)}}{\text{Consumo promedio de alimento (kg/día)}}$$

$$\frac{0,005 \times 60}{0,4} = 0,75 \text{ mg/kg}$$

5. Comparación entre este último valor y las concentraciones de residuos que se determinan (en mg de residuos de plaguicida/kg del alimento cosechado) cuando se aplican las buenas prácticas agrícolas (BPA) sobre el cultivo en cuestión.

Ejemplo:

$$0,75 \text{ mg/kg contra } 0,5 \text{ mg/kg}$$

6. Selección del valor más bajo.
Ejemplo: 0,5 mg/kg

7. La cantidad permitida de residuos de plaguicida se adopta como el LMR o nivel de tolerancia ("permitted level").
Ejemplo: 0,5 mg/kg

Críticas a esta metodología

Esta metodología ha sido criticada por Von Gerd (1985). A continuación se nombran, comentan y amplían brevemente algunas de las deficiencias que se le señalan:

1. Los LMR son estimados basados en resultados obtenidos en animales de laboratorio y, por lo tanto, no son valores 100% seguros ni "científicamente" comprobados para el hombre, como se pretende insinuar o asegurar en ocasiones. La extrapolación absoluta de resultados obtenidos con animales no es un procedimiento legítimo.

2. Con respecto al valor del NOEL:

-El NOEL no corresponde a su definición literal puesto que en el campo de la epidemiología ambiental se conoce que "toda sustancia extraña a un organismo provoca una reacción de respuesta por parte de éste". Por ejemplo: la producción de enzimas detoxificantes.

-Algunos efectos no son detectados a menos que se presenten de una manera drástica y notoria. Por ejemplo: cambios en el comportamiento, trastornos nerviosos, efectos sobre el sistema inmunológico. No hay que olvidar que los animales se encuentran en jaulas bajo condiciones ambientales controladas (artificiales).

-Las especies animales reaccionan de diferente manera a los xenobióticos. La capacidad de reacción depende además de una serie de factores tales como la edad, el sexo, la capacidad de resistencia, la hora del día en que se le suministre el tóxico, el estado de salud, la estación del año en que se hacen los experimentos, y la densidad de población. Ejemplos:

- a) Ratas de laboratorio jóvenes fueron 9 veces más sensibles al malatión que aquellas más viejas (WHO, 1986). En el caso del herbicida paraquat sucede a la inversa: las ratas jóvenes son más resistentes que las adultas (WHO, 1984).
- b) Los humanos, los cobayos, los gatos, los monos, las vacas y las ovejas son más sensibles a los efectos tóxicos del paraquat por la vía gastrointestinal que las ratas, las gallinas y los pavos (Cuadro 1).
- c) Las ratas macho fueron más resistentes a los efectos tóxicos del paratión que las ratas hembra (WHO, 1986).

-Los valores obtenidos son en gran parte válidos sólo para las condiciones en que se dieron, es decir: causando o no un efecto "A" en animales "B", bajo la metodología "C", en el tiempo "CH".

-La mayoría de los factores ambientales y sus múltiples efectos no son considerados en forma directa debido a que las posibilidades de combinación entre los factores que pueden interrelacionarse entre sí son prácticamente infinitas. Entre los factores que pueden citarse, a manera de ejemplo, están las posibles interacciones con otras sustancias (medicinas, alcohol, residuos de otros plaguicidas, sustancias naturales, otras), el estado de salud del organismo, la edad, el tipo de organismo, así como los hábitos y las necesidades

Cuadro 1. Dosis letales medias (DL₅₀)* del herbicida paraquat en diferentes especies.

Especies	DL ₅₀ oral (mg/kg)
Humanos	40
Cobayos	22 - 80
Gatos	35 - 50
Monos	50
Vacas	35 - 75
Ovejas	50 - 75
Ratas	100 - 200
Pavos	250 - 280
Gallinas	262 - 380

Fuente: Tomados y adaptados de Conning et al., 1969; Maier-Bode, 1971; WHO, 1984.

* DL₅₀ oral = Corresponde a la dosis de un plaguicida por peso vivo del organismo en cuestión, necesaria para producir la muerte de 50% de los animales de experimentación, expuestos a éste por vía oral, bajo un conjunto definido de condiciones experimentales. A menudo se ha utilizado esta cifra para clasificar y comparar la toxicidad entre diferentes sustancias, pero su valor para este propósito es cuestionado hoy en día (Rodríguez *et al.*, 1990). Por otra parte no debe olvidarse que el peligro real de un plaguicida, además de su toxicidad oral, está representado por el tipo de contacto que se tenga con estas sustancias por medio de otras vías tales como la dérmica y la respiratoria.

nutricionales particulares de los organismos en cuestión.

Se ha comprobado que existe una correlación directa entre el estado de nutrición de un organismo y el grado de toxicidad que pueden causar ciertos plaguicidas (Christakis *et al.*, s.f.; Krijnen y Boyd, 1970). Así, por ejemplo, un análisis de la literatura sobre el efecto de una variedad de ingestas de proteína sobre la toxicidad de diversos plaguicidas en ratas, realizado por Shakman (1974), mostró que:

-Con el consumo de una 1/3 parte de la proteína normal en la dieta, la toxicidad de los plaguicidas analizados aumentó poco.

-A 1/7 de la ingesta normal de proteína, el carbaril, el paratión y el captán aumentaron marcadamente su poder de toxicidad.

-A menos de 1/7 de la ingesta normal de proteína, la toxicidad del heptacloro y el dimetoto permaneció constante.

Por otra parte, en un caso extremo, ratas albinas alimentadas con dietas sin contenido proteico, fueron 2100 veces más susceptibles a los efectos tóxicos del captán que aquellas otras que

Cuadro 2. Grado de toxicidad (sensibilidad)* de diversos plaguicidas en ratas albinas alimentadas con distintos niveles de proteína con respecto a otras alimentadas con una dieta proteica óptima. Datos adaptados de Krijnen y Boyd, (1970). Boyd y Krijnen, (1969).

Plaguicida	Niveles de proteína en la dieta					
	0	1/7	1/3	Dieta óptima	3	3
Captán	2100*	26,2	1,2	1		2,4
Carbaril	7,6	7,5	1,2	1		1,0
Cloroprofano	7,7	4,0	1,7	1		---
Diazinón	7,4	1,9	1,8	1		2,0
DDT	5,9	2,9	1,5	1		3,7
Lindano	12,3	1,9	1,0	1		1,8
Monurón	11,5	3,0	1,8	1		---

* = $\frac{DL_{50} \text{ con una dieta óptima en proteína}}{DL_{50} \text{ con una dieta proteica inferior o superior a la óptima}}$

tuvieron a su disposición dietas con cantidades óptimas de proteína (Cuadro 2).

Esta relación existente entre el estado nutricional de un organismo y el grado de toxicidad que los plaguicidas puedan alcanzar en éste es -sin duda- de singular importancia y debe prestársele una mayor atención que la que se le ha dado hasta la fecha; sobre todo si se toma en consideración los altos índices de desnutrición existentes en los países del llamado "Tercer Mundo".

En contraposición con estos resultados, una disminución en la ingesta de proteína también puede reducir la toxicidad de un plaguicida. Así, Weatherholtz *et al.* (1968) encontraron que ratas alimentadas con dietas de 20 y 40% de proteína, produjeron mayores cantidades del metabolito tóxico heptacloro epóxido, que aquellas alimentadas con una dieta que incluía 5% de caseína.

3. La validez de una extrapolación de los resultados obtenidos con animales de laboratorio es cuestionable. Así, por ejemplo, sucedió que los cánceres laborales causados en viñadores, como consecuencia de las aplicaciones de plaguicidas que contienen arsénico, no pudieron predecirse de los experimentos que se hicieron con animales de laboratorio.

4. El factor de seguridad mayormente utilizado de 100 es un valor arbitrario que carece de fundamento científico. Las razones que se han dado así lo demuestran:

- "Porque no hay pruebas que demuestren lo contrario".

- "Se escoge el factor de 100 y no el de 101 porque el número 100 es escogido con mayor frecuencia".

- "Porque para los efectos prácticos es suficiente".

5. Los LMR se prestan para que puedan ser manipulados por intereses ajenos para lo cual fueron creados. Por ejemplo, en Alemania Federal:

a) De 1974 a 1975 el número de muestras de lechuga que contenían residuos de quintoceno por encima de los niveles de tolerancia, bajó drásticamente de 32% a 0,7%. La razón principal de este cambio numérico fue que los LMR de esta sustancia se elevaron de 1 a 3 mg/kg.

b) Los LMR del 2,4,5-T para hongos comestibles extraídos de los bosques fueron elevados 40 veces (de 0,05 a 2 mg/kg) en 1978 porque se encontró que éstos contenían cantidades de residuos relativamente altas. En tanto que para los demás tipos de alimentos el LMR de 0,05 mg/kg permaneció invariable.

c) Se permite que aquellos alimentos que están con cantidades de residuos por encima de los permisibles sean mezclados ("diluidos") hasta obtener valores que estén bajo los límites establecidos. Con este tipo de medida se aumenta la carga de contaminación sobre el ambiente.

6. Para algunos plaguicidas aún se desconoce el metabolismo y los efectos toxicológicos potenciales que pueden causar los metabolitos, los conjugados de éstos, o ambos.

Productos de exportación

Entre las causas de todo tipo de detenciones que realizó la FDA (Food and Drug Administration) de los Estados Unidos a los productos costarricenses, se obtuvo que la segunda razón de importancia fue el contenido de residuos de

plaguicidas en alimentos de origen vegetal (Figura 1).

Por otra parte, una búsqueda de información preliminar revela que, entre 1985 y 1991, más de medio millón de kg de productos alimentarios costarricenses de origen vegetal para exportación, fueron detenidos en los puertos de entrada del mercado estadounidense por contener residuos de plaguicidas no permitidos o por encima de los LMR establecidos en ese país (Cuadro 3).

Entre las consecuencias negativas para el país, que pueden acarrear este tipo de acciones, podría pensarse en las siguientes: pago de multas, castigo sobre el precio del producto, devolución o destrucción del material contaminado, y en ocasiones extremas, hasta el cierre temporal o permanente de ciertos mercados (Brenes, 1991; Matute, 1991).

De aquí ha nacido la necesidad por parte de los exportadores de tener acceso a información actualizada, relacionada con este tema. En este sentido, desde julio de 1991, el Centro Regional de Información en Fitoprotección (CRIF) del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), se ha dedicado a producir y distribuir el "Boletín de Plaguicidas Aprobados por la Agencia Norteamericana de Protección Ambiental (EPA) y sus Tolerancias para Cultivos de Exportación No Tradicionales". Hasta la fecha se incluye información para los cultivos que se anotan en el Cuadro 4.

El boletín está siendo distribuido en Costa Rica a la Dirección de Sanidad Vegetal del MAG, a la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE), a las Oficinas del Organismo

Cuadro 3. Detención de productos de Costa Rica exportados a los EE.UU. por contener residuos de plaguicidas no permitidos en estos productos o por encima de los límites de tolerancia (1985-1991).

Producto de exportación	Cantidad (kg)	Plaguicida(s)
Arándano	0,45	n.e.
Calabaza	11 136	metamidofos
Cardamomo	1497	n.e.
Coco rojo	1946	n.e.
Culantro	2948	acefato
Chayote	138 125	dicofol, dimetoato, metamidofos, profenofos, n.e.
Fresa	8530	clorotalonil, n.e.
Melón	217 080	cloropirifos
Piña	180 430	n.e.
Ñampí	47	n.e.
Yuca	1905	n.e.
Zarzamora	4784	clorotalonil
TOTAL	568 428,45	

n.e. = no especificado

Fuente: Datos elaborados por el autor con base en la información suministrada por Han (1992) y la ONNUM-MEIC (1992).

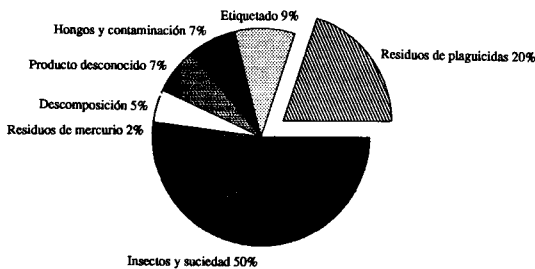


Fig. 1. Causas de detención por parte de la FDA de los EE.UU. de productos alimentarios de origen costarricense en 1990. (Datos elaborados por la Oficina Nacional de Normas y Unidades del Ministerio de Economía, Industria y Comercio).

Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), a las Oficinas de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID) de los Estados Unidos, y a la Base de Datos sobre Plaguicidas con Énfasis en Costa Rica (PLAG-CR) del Centro de Documentación e Información Ambiental (CEDIA) de la Universidad Estatal a Distancia (UNED). A nivel regional el boletín es distribuido en Guatemala a la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales de Guatemala (GEXPRONT); en Nicaragua, a la Asociación Nicaragüense de Productores Exportadores de Productos No Tradicionales; en Honduras, a la Federación de Asociaciones de Productores y Exportadores Agropecuarios y Agroindustriales de Honduras (FEPROEXAAH); en El Salvador, a la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES); en Panamá a la Gremial de Exportadores de Productores No Tradicionales de Panamá (GREXPAN); en Belice, a la Compañía Belize Agribusiness (BABCO); y en República Dominicana, al Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas. Además, a las Oficinas de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID) de los Estados Unidos en cada país de Centroamérica, Belice y República Dominicana, así como a las

Cuadro 4. Cultivos de exportación no tradicionales sobre los cuales se tiene acceso a información actualizada referente a plaguicidas aprobados por la EPA y sus LMR.

Arveja	Limas
Ayote	Okra
Bananos	Pepinos
Bayas (frutillas)	Piñas
Chayotes	Plátanos
Ejotes (vainicas)	Raíces
Espárragos	Tubérculos
Fresa	Vegetales de hoja
Mangos	Vegetales básicos
Melones	Vegetales de bulbos

Fuente: T. Jiménez, 1992., CRIF, CATIE, comunicación personal.

oficinas locales que posee el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA).

La publicación se produce en enero y se actualiza 3 veces por año. Además, cualquier noticia importante acerca de las tolerancias es enviada por facsímil. El boletín tiene un costo mínimo para cubrir los gastos de fotocopia y envío y puede ser solicitado por cualquier persona particular o institución a la siguiente dirección:

Centro Regional de Información en Fitoprotección
c/o Theresa Jiménez
CATIE
7170-Turrialba.
Tel. 56-16-32,
Fax: 56-15-33.

Por otra parte la ONNUM establecerá próximamente valores acordes a las exigencias de los países consumidores. Entre los productos a considerar se encuentran los siguientes: coco, fresa, chayote, espárrago, plátano, tiquisque y yuca (Paniagua, 1992).

DISCUSION

Las resoluciones de las sesiones de la RMRP, siguen marcando la pauta en lo referente al establecimiento de los LMR de plaguicidas que pueden ser ingeridos por el hombre sin que se esperen riesgos apreciables, así como en lo relacionado con las normas y criterios a seguir en estas determinaciones. Este grupo de trabajo, mejor conocido por las siglas JMPR (Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues) ha

considerado que el conocimiento y entendimiento de las características farmacocinéticas y farmacodinámicas de los plaguicidas es de suma importancia en este sentido.

Los avances en el conocimiento de la toxicología han sido notables en los últimos años. Por esta razón las metodologías y pruebas de toxicidad en serie existentes, así como la interpretación de algunos de los datos obtenidos por medio de éstas, han venido siendo revisadas, adaptadas e interpretadas con criterios más amplios de acuerdo con los nuevos conocimientos adquiridos. En algunos campos, en especial los relacionados con la inmunotoxicidad y algunos de los efectos tóxicos sobre el comportamiento de los organismos expuestos a los plaguicidas, las metodologías de trabajo no han sido del todo desarrolladas y estandarizadas. Además, los criterios de interpretación de tales estudios aún no se han desarrollado en grado suficiente y se encuentran todavía en discusión.

Por todo lo anterior, se puede establecer claramente que los LMR son en realidad valores sujetos a cambio que deben ser permanentemente reevaluados de acuerdo con los nuevos conocimientos que se vayan adquiriendo en esta materia y en cada caso específico. En este sentido es importante resaltar que los posibles cambios en estos valores deben ser fundamentados, entre otros, en criterios toxicológicos y no sólo económicos como se mencionó en el ejemplo del LMR del 2,4,5-T, en hongos, citado anteriormente.

Al lector interesado en conocer los intentos y variables que se proponen y discuten últimamente sobre los cambios que deben hacerse a las metodologías actuales para determinar los LMR, se les recomienda la lectura de los trabajos "Principles for the Toxicological Assessment of Pesticide Residues in Food" (WHO, 1990) y "The Interpretation of Residues and Residue Data as Related to Toxicology and Legislation of Pesticides" (Geissbühler, 1979). Otro documento interesante en este sentido es la obra "Guidelines for Predicting Dietary Intake of Pesticide Residues" (UNEP/FAO/WHO, 1989), donde se explican los procedimientos para pronosticar la ingesta dietética de residuos de plaguicidas, con el fin de ayudar a las autoridades nacionales en sus discusiones y acuerdos con respecto a la aceptabilidad de los LMR recomendados en el Codex Alimentarius (UNEP/FAO/WHO, 1989).

Con respecto a la exportación de productos no tradicionales hacia mercados de países industrializados, se reconoce que una de las principales limitantes para los exportadores de nuestro país sigue siendo la poca o inexistente fijación de LMR en varios de estos productos por parte de los países importadores como los Estados Unidos. Esta situación limita en extremo al exportador, puesto que por lo general, la reglamentación establece que el LMR es "cero" para cualquier plaguicida que no esté registrado para su aplicación en el producto en cuestión. De hecho ésta es una de las causas principales de detención por parte de los Estados Unidos a productos provenientes de México, Centroamérica y las Antillas (Healton, 1989). Con el fin de disminuir este problema en el futuro se recomienda la:

- a) Incorporación más intensiva de prácticas de manejo integrado de plagas, utilizando los plaguicidas como última opción.
- b) Utilización de los plaguicidas autorizados para el cultivo en cuestión en los países importadores, siempre y cuando su aplicación esté autorizada para ese cultivo en Costa Rica también.
- c) Aplicación adecuada de los plaguicidas, sobretodo en lo referente a las dosis y los tiempos de las aplicaciones (Healton, 1989).
- ch) Realización de análisis de residuos de plaguicidas en el país, antes de que el producto sea exportado (Healton, 1989).

Se puede concluir que es clara la necesidad de seguir mejorando los criterios y metodologías de determinación de los LMR en los alimentos e ir adaptándolos a los resultados de las últimas investigaciones en materia de toxicología. Para esto debe incluirse la valoración real de aquellos factores ligados a la toxicología y que, en los países en vías de desarrollo como el nuestro, podrían potenciar los efectos toxicológicos negativos de estas sustancias. Entre estas pueden citarse, a manera de ejemplo, los estados de nutrición (principalmente de proteínas y calorías) y de salud, la legislación existente, los grupos de alto riesgo, las condiciones socio-económicas y las condiciones educacionales y culturales de la población en cuestión. De esta manera se llegarán a crear estándares propios que correspondan más a la realidad específica de que se trate. Si bien en este artículo se hace mención exclusiva a los productos vegetales, podemos extrapolar la mayoría de las anotaciones y conclusiones aquí señaladas, a los productos de origen animal.

RESUMEN

El presente artículo resalta la importancia, necesidad y validez del establecimiento y definición -desde los puntos de vista jurídicos, comerciales y de riesgos para la salud- de los límites máximos de residuos (LMR) en el mayor número de productos posibles, tanto en aquellos de consumo local, como en los destinados a la exportación. Se hace una descripción de la situación actual del país donde se señalan las pautas adoptadas en la actualidad por las autoridades correspondientes en esta materia con respecto a los productos alimentarios de origen vegetal. Luego, se describe la metodología estándar que se ha venido utilizando para el establecimiento de los LMR, se señalan posteriormente algunas de sus deficiencias, así como los esfuerzos que se están realizando para mejorar esta metodología.

La importancia económica de los LMR se resalta aquí por medio de una descripción de las implicaciones que ha tenido para el país este factor de calidad en el comercio internacional con los Estados Unidos.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea dejar constancia de su agradecimiento al Lic. Carlos Paniagua, de la Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida del Ministerio de Economía, Industria y Comercio, así como a la Ph. D. Elizabeth Carazo y al M.Sc. Gilbert Fuentes de la Universidad de Costa Rica, por la revisión y las sugerencias que realizaron al borrador de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- BOYD, E. M.; KRIJNEN, C. J. 1969. Dietary protein and DDT toxicity. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology* 4(5): 256-261.
- BRENES, L. 1991. Pérdidas millonarias por rechazo de exportaciones. *In: Periódico La Nación*, 19 de agosto de 1991, p. 5-A.
- COMISION DEL CODEX ALIMENTARIUS, FAO/OMS (CCA). 1989. Actividades relacionadas con los residuos y contaminantes presentes en los alimentos. En: *Sexta Reunión del Comité Coordinador del Codex para América Latina y El Caribe*. San José, Costa Rica. 20-24 de febrero de 1989. CX/LAC 89/8, Enero 1989. 18 p.

- CONNING, D.M.; FLETCHER, K.; SWAN, A. 1969. Paraquat and related bipyridyliums. *Br. Med. Bull.* 25:245-249.
- CHRISTAKIS, G.; KURTZ, C.; FORDYCE, M.K.; FREED, V.H.; DAVIES, J.E. s.f. Interacciones de nutrición y de plaguicidas. En: Enfoque agromédico sobre manejo de plaguicidas; algunas consideraciones ambientales y de la salud. Ed. por J.E. Davies, V.H. Freed y F.W. Whittemore. Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS). Capítulo 19. p. 349-362.
- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION / ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (FAO/OMS). 1990. Límites máximos del Codex para residuos de plaguicidas adoptados por la Comisión del Codex Alimentarius. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Organización Mundial de la Salud.
- FARLEY, D. 1990. Fijación de límites seguros en residuos de pesticidas. Seminario de Información sobre los Reglamentos de Plaguicidas en los EE.UU. Costa Rica, 13-15 de noviembre de 1990. 11 p.
- GEISSBÜHLER, H. 1979. The interpretation of residues and residue data as related to toxicology and legislation of pesticides. In: 4th International Congress of Pesticide Chemistry. Zurich, Switzerland, July 24-28, 1978. Pergamon Press, Oxford. *Advances of Pesticide Chemistry, Part 3. Cap. VIB, p. 673-713.*
- HAN, Y.D. 1992. Pesticide residue detentions from Costa Rica, 1985-1991. Division of Import Operations & Policy, Public Health Service, Department of Health & Human Services, Food and Drug Administration, Rockville MD 20857, U.S.A. Letter to J. García. April 23, 1992.
- HEALTON, D.C. 1989. Los problemas con productos importados según los registros de la Administración de Alimentos y Drogas de los EE.UU. durante el año fiscal de 1988. En: Taller Regional FAO/OPS, San José, Costa Rica. 16-18 de febrero de 1989. 41 p.
- KRIJNEN, C.J.; BOYD, E.M. 1970. Susceptibility to captan pesticide of albino rats fed from weaning on diets containing various levels of protein. *Food and Cosmetic Toxicology* 8:35-42.
- MAIER-BODE, H. 1971. *Herbizide und ihre Rückstände.* Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (Alemania Federal). p. 339-343.
- MATUTE CH., R. 1991. Para evitar embargo de EE.UU. MAG suspendió uso de pesticida en banano. En: Periódico La Nación, 8 de junio de 1991, p. 4-A.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG). 1978. Ley de Sanidad Vegetal. Dirección de Servicios Técnicos Básicos, Departamento de Cuarentena y Registro. Reimpreso por el Departamento de Comunicaciones Agrícolas del MAG. Ley No. 6248. 19 p.
- MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE COSTA RICA (MEIC). 1987a. Norma oficial para cebolla seca. Decreto No. 17585-MEC. La Gaceta 127:1 (07.07.87).
- MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE COSTA RICA (MEIC). 1987b. Norma oficial de calidad para papa de consumo en estado fresco. Decreto No. 17875-MEC. La Gaceta 242:2 (18.12.87).
- MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE COSTA RICA (MEIC). 1988a. Norma oficial de calidad para chayote de consumo en estado fresco. Decreto No. 17877-MEC. La Gaceta 2 (Alcance No. 2):1 (05.01.88).
- MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE COSTA RICA (MEIC). 1988b. Norma oficial de formato para las normas de productos alimenticios. Decreto No. 18171-MEC. La Gaceta 114:11-12 (15.06.88).
- MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE COSTA RICA (MEIC). 1988c. Norma oficial de calidad para fresa en estado fresco para consumo. Decreto No. 18172-MEC. La Gaceta 114:12-13 (15.06.88).
- MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE COSTA RICA (MEIC). 1988ch. Norma oficial de calidad para cacao seco en grano. Decreto No. 18408-MEC. La Gaceta 170:5-6 (07.09.88).
- MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE COSTA RICA (MEIC). 1988d. Norma oficial para melón 'Cantaloupe' de consumo en estado fresco. Decreto No. 18461-MEC. La Gaceta 191:1-2 (07.10.88).
- MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE COSTA RICA (MEIC). 1988e. Norma oficial de calidad para piña 'Monte Lirio' de consumo en estado fresco. Decreto No. 17876-MEC. La Gaceta 247: 1 (28.12.87).
- MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE COSTA RICA (MEIC). 1989a. Norma oficial de tomate para consumo en estado fresco. Decreto No. 18814-MEIC. La Gaceta 37:2 (21.02.89).
- MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE COSTA RICA (MEIC). 1989b. Norma de calidad para sandía de consumo en estado fresco. Decreto No. 18816-MEC. La Gaceta 37:3 (21.02.89).
- MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE COSTA RICA (MEIC). 1989c. Norma

oficial de calidad para frijol en grano. Decreto No. 18825-MEIC. La Gaceta 42:1-2 (28.02.89).

OFICINA NACIONAL DE NORMAS Y UNIDADES DE MEDIDA DEL MINISTERIO DE ECONOMIA INDUSTRIA Y COMERCIO (ONNUM-MEIC). 1992. Datos extraídos de las listas mensuales de detenciones de importaciones por la FDA (Food and Drug Administration de los EE.UU.).

PANIAGUA, C. 1992. Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida del Ministerio de Economía, Industria y Comercio. San José, Costa Rica. Comunicación personal.

RODRIGUEZ, D.; DEL CASTILLO, P.; AGUILAR, C. (compiladores). 1990. Glosario de términos en salud ambiental. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Programa de Salud Ambiental, Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. p. 14.

SHAKMAN, R.A. 1974. Nutritional differences on the toxicity of environmental pollutants: A review. Archives of Environmental Health. Vol. 28.

UNEP/FAO/WHO (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud). 1989. Guidelines for predicting dietary intake of pesticide

residues. Prepared by the Joint UNEP/FAO/WHO Food Contamination Monitoring Programme in collaboration with the Codex Committee on Pesticide Residues. World Health Organization, Geneva, Switzerland. 24 p.

VON GERD, S. 1985. Höchstmengen. Natur (Alemania Federal) 4:46-50.

WEATHERHOLTZ, W.M.; CAMPBELL, T.C.; WEBB, R.E. 1968. Effect of dietary protein levels on the toxicity and metabolism of heptachlor. Journal of Nutrition 98:90-94.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). 1990. Principles for the toxicological assessment of pesticide residues in food. Geneva, International Programme on Chemical Safety (IPCS). Environmental Health Criteria 104 (Geneva, Switzerland). 117 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). 1986. Organophosphorus insecticides: A general introduction. International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 63:80-81.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). 1984. Paraquat and diquat. International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 39:70-73.

MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO
OFICINA NACIONAL DE NORMAS Y UNIDADES DE MEDIDA
DEPARTAMENTO DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL
SAN JOSÉ, COSTA RICA

MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO
OFICINA NACIONAL DE NORMAS Y UNIDADES DE MEDIDA
DEPARTAMENTO DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL
SAN JOSÉ, COSTA RICA
Decreto No. 18814-MEIC. La Gaceta 37:3 (21.02.89).

MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO
OFICINA NACIONAL DE NORMAS Y UNIDADES DE MEDIDA
DEPARTAMENTO DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL
SAN JOSÉ, COSTA RICA
Decreto No. 18816-MEIC. La Gaceta 37:3 (21.02.89).

MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO
OFICINA NACIONAL DE NORMAS Y UNIDADES DE MEDIDA
DEPARTAMENTO DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL
SAN JOSÉ, COSTA RICA
Decreto No. 18815-MEIC. La Gaceta 37:3 (21.02.89).