

Incidencia de los residuos y contaminantes químicos en alimentos de origen animal y vegetal

Jean Carlos Belandria Briceño¹, Mary Andara¹, Juan Arias¹ y Adriana Urdaneta²

¹Laboratorio de Control de Productos de la Estación Local El Lago, Unidad Ejecutora del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). 4011.

²Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia (LUZ) Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Telf.-fax 58 261 7642324.

E-mail: jbelandria@inia.gob.ve, mandara.inia.zulia@gmail.com, jarias.inia.zulia@gmail.com, fuenmayor.adrianaurdaneta@gmail.com

Recibido: 15-12-2015 Aceptado: 07-06-2016

Resumen

De acuerdo con los organismos mundiales de referencia, los residuos y contaminantes químicos en alimentos de origen animal y vegetal son considerados como un factor de riesgo en la salud pública y como limitante en el desarrollo económico de cualquier país. Estas razones junto con el avance de metodologías analíticas cada vez más sensibles, han hecho que los requisitos de sanidad e inocuidad exigidos en los alimentos sean cada vez más estrictos, especialmente cuando el destino de los productos es la exportación. Las autoridades nacionales competentes en materia de inocuidad de los alimentos deben trabajar con los fabricantes de alimentos para garantizar que los niveles de contaminación con residuos químicos se reduzcan al mínimo; vigilar la presencia de sustancias químicas en los alimentos, y emprender las tareas de seguimiento que correspondan, según la magnitud del riesgo para la salud pública. La presente revisión, expone aspectos importantes relacionados con esta clase de residuos: los principales efectos potenciales que tienen sobre la salud humana, la evaluación del riesgo, los métodos más comunes con los cuales pueden ser detectados e importancia toxicológica y sanitaria.

Palabras Claves: Inocuidad de los alimentos, residuos, contaminantes químicos, toxicológica.

Incidence of chemical residues and contaminants in food of animal and vegetable origin

Abstract

According to worldwide reference organizations, residues and chemical contaminants in food of animal and vegetable origin are considered risk factors in public health and economic limit on any country. These reasons along with the advancement of increasingly sensitive analytical methods, have made the health and safety requirements demanded in food are increasingly stringent, especially when the destination of the products is exported. The competent national authorities on food safety should work with food manufacturers to ensure that the levels of contamination with chemical residues are minimized; monitor the presence of chemicals in food, and undertake corresponding follow-up tasks, according to the magnitude of the risk to public health. This review exposes several aspects related to residues and chemical contaminants: effects on human health, risk assessment, analytical methods for detect them, and their toxicological and health importance.

Keywords: Food safety, residues, chemical contaminants, toxicological.

Introducción

La contaminación de los alimentos por sustancias químicas es un problema de salud pública de gran preocupación a escala mundial. El motivo puede ser consecuencia de la contaminación ambiental que puede alcanzar a las cadenas alimentarias a través del aire, agua y suelo, como ocurre en el caso de metales, bifenilos policlorados (PCBs), dioxinas, entre otros [1].

Hoy día, el uso indiscriminado de diversos compuestos orgánicos, tales como plaguicidas y otros productos agroquímicos, ha generado como consecuencia niveles residuales nocivos en los alimentos destinados para el consumo humano. Además de otros contaminantes orgánicos, como micotoxinas y compuestos asociados a la contaminación ambiental, así mismo, sustancias que en el procesado, conservación y/o envasado pueden encontrarse en los alimentos [1]. Para controlar y garantizar la seguridad alimentaria, es necesario, mejorar las políticas sanitarias y los programas de inocuidad para los alimentos de origen vegetal y animal, para proteger la salud pública y fortalecer la admisibilidad de los productos en el mercado nacional.

En la actualidad, la comunidad científica está haciendo grandes esfuerzos con el fin de desarrollar métodos para la determinación de residuos y contaminantes orgánicos, que sean fiables y con un amplio ámbito de aplicación. Para ello, se han utilizado diferentes métodos analíticos para detectar y cuantificar el contenido de residuos presentes en los alimentos. Entre los que se encuentran 1) métodos de cribado (screening), que permiten detectar rápidamente la presencia de uno o más compuestos, 2) métodos cuantitativos, que proporcionan información precisa sobre la cantidad de analito que está presente en las muestras, 3) métodos confirmatorios, que permiten confirmar la identidad del compuesto detectado y 4) métodos de elucidación, que permiten descubrir la identidad de un compuesto sospechoso o desconocido [1, 2].

Clasificación de los Contaminantes y Residuos en los Alimentos

Existe cierta confusión entre lo que son los contaminantes y los residuos, por lo que conviene diferenciarlos. Un contaminante es toda sustancia que como consecuencia de las actividades humanas, llega al medio ambiente de forma directa e indirecta, lo cual puede afectar la salud del hombre, su bienestar y los recursos biológicos terrestres. En cambio, el residuo es cualquier producto extraño (xenobiótico) que por alguna circunstancia llega in vivo al organismo animal o vegetal y permaneciendo en sus tejidos forma parte de los alimentos que ellos derivan, constituyendo un riesgo para la salud [3].

Los contaminantes cuyos residuos pueden encontrarse en los alimentos, atendiendo a su naturaleza biológica o inerte, se dividen en:

1. Contaminantes biológicos o bióticos: microorganismos, toxinas microbianas, zooparásitos, excretas y restos de insectos, aves y roedores.
2. Contaminantes químicos o abióticos:
 - a. Residuos de pesticidas utilizados en la producción y manipulación de alimentos.
 - b. Colorantes, conservantes y otros aditivos añadidos a los alimentos.
 - c. Sustancias químicas que se incorporan a los alimentos: aflatoxinas, policlorobifenilos (PBCs), metales pesados (mercurio, plomo, manganeso, entre otros), nitratos y compuestos orgánicos persistentes (COPs), radionucleidos, entre otros.
 - d. Residuos de sustancias prohibidas y compuestos de uso veterinario (Tabla 1).

Tabla 1. Principales contaminantes en los alimentos

Grupo de Contaminantes	Contaminantes	Alimentos
Organoclorados	Aldrín, dieldrin, Complejo DDT, endosulfan, endosulfan sulfato, endrín, hexaclorociclohexano, hexaclorobenceno, heptachlor, heptachlor epoxido polichlorobifenilos	Leche entera, mantequilla, grasas y aceites animales, cereales*, leche humana
Metales Pesados	Plomo	Leche, carne fresca enlatada, riñones, cereales, frutas en conserva, condimentos, zumo de frutas, alimentos de bebés, refrescos, vino, agua envasada
	Cadmio	Riñones, moluscos, crustáceos, cereales
	Mercurio	Pescado, productos del mar
Micotoxinas	Aflatoxinas	Leche, productos lácteos, huevos, maíz, cereales, cacahuets, almendras, nueces, especias y condimentos, higos secos, en el total de la dieta
	Ocratoxina A	Trigo, cereales, carne de cerdo
	Patulin	Manzana, zumo de manzana, Otros tipos de manzana y sus frutas
	Fumonisinias	Maíz
Organofosforados	Diazinon, fenitrothion, malathion, parathion, metil parathion, metil pirimiphos, chlorpyrifos	Cereales, vegetales, frutas, agua potable
Carbamatos	Dithiocarbamatos	Cereales, vegetales, frutas, potable
Radionucleidos	Radionucleidos (Cs-137, Sr-90, I-131, Pu-239)	Cereales, vegetales, leche, agua potable
Nitratos	Nitratos/nitritos	Vegetales, agua potable

*(Ortega y col., 2002) [4]

Contaminantes biológicos

Se llaman contaminantes biológicos o bióticos a aquellos que son causantes de las alteraciones producidas en la salud humana o animal. Entre las alteraciones se debe destacar las infecciones o enfermedades infecciosas producidas por bacterias o virus, las intoxicaciones producidas por sustancias venenosas presentes, tanto en contaminantes biológicos como químicos y las toxi-infecciones, donde se producen síntomas de infección combinada con intoxicación.

En el caso de las intoxicaciones por productos químicos, se debe tener en cuenta que algunas se producen a largo plazo, ya que el consumidor las ingiere en cantidades muy pequeñas, pero regularmente a lo largo de meses o años, por lo que las alteraciones en la salud son muy difíciles de evaluar [3].

Contaminantes Químicos

a) Contaminantes agrícolas

Dentro de los contaminantes químicos o abióticos se destacan los plaguicidas, que son amplia-

mente utilizados en la agricultura moderna. Estos contaminantes son sustancias que sirven para combatir los parásitos de los cultivos, del ganado, de los animales domésticos y del hombre y su ambiente [5].

A pesar de que cada vez existen regulaciones más restrictivas, en muchos casos todavía se siguen empleando los plaguicidas de forma inadecuada, aplicando dosis mayores a las necesarias, empleando sustancias que no siempre son las idóneas, e incluso utilizando formas de aplicación incorrectas [1]. Por ello, es necesario controlar de forma rigurosa la presencia de este tipo de sustancias en el medio ambiente, con especial énfasis en las aguas, por la importancia que tienen en nuestra calidad de vida.

El riesgo que suponen los plaguicidas para el medio ambiente implica la destrucción de determinados seres vivos, alterando las cadenas tróficas y provocando desequilibrios biológicos, que en algunos casos suponen aparición de nuevas plagas o intensificación de las existentes por eliminación de sus enemigos naturales, lo que supondría nuevas aplicaciones químicas para controlar las nuevas plagas [1]. Además, producen la contaminación química del medio (aire, suelo, agua) con sustancias potencialmente peligrosas.

b) Contaminantes causados por el tratamiento al ganado

En la producción animal se utilizan sustancias con el fin de aliviar, curar, diagnosticar o evitar enfermedades, como son los compuestos antibacterianos, que comprenden además de los antibióticos, una gran variedad de compuestos farmacológicamente activos, cuya eliminación es más lenta al prolongarse su efecto terapéutico [2].

Es muy importante que cuando éstos se utilicen, se realice un uso controlado y que se respete el período de supresión, considerado como el tiempo que tardan estos compuestos en desaparecer del organismo animal, previo a su sacrificio. Los residuos de sustancias prohibidas para el tratamiento al ganado y otros tipos de contaminantes se controlan a través del Plan de Vigilancia (monitoreo de residuos) en los animales vivos y sus productos [1, 2, 6]. Entre los residuos y contaminantes se encuentran:

1. Sustancias con efecto anabolizante y sustancias no autorizadas: estilbenos, derivados y sus sales, agentes antitiroideos, esteroides, β -agonistas, etc.

2. Sustancias antibacterianas y otros medicamentos veterinarios: sulfonamidas, tetraciclinas, quinolonas, antihelmínticos, anticoccidianos (nitroimidazoles), carbamatos y piretroides, tranquilizantes, antiinflamatorios no esteroideos (AINES), otras sustancias que ejerzan una actividad farmacológica [1, 2, 7].

3. Otras sustancias y contaminantes medioambientales: Compuestos organoclorados (PCB), compuestos organofosforados, elementos químicos, micotoxinas, colorantes, entre otros.

Estos compuestos pueden llegar en forma de residuo al consumidor y producir efectos tóxicos o secundarios como: alergias (desde dermatitis por contacto y otras reacciones en la piel hasta shock anafiláctico), resistencias bacterianas, afecciones tiroideas, metabólicas, nerviosas y cardiovasculares, carcinogénesis y teratogénesis [8, 9].

Evaluación del riesgo

El riesgo que implica el consumo de contaminantes presentes en alimentos, entre ellos los residuos de medicamentos veterinarios, debe ser valorado y de esta manera evitar, a través de reglamentaciones, el consumo de dosis tóxicas de sustancias adversas a la salud [10, 11]. Este proceso conocido como evaluación del riesgo consta de cuatro componentes que son: 1) identificación del peligro, en el que se determina si una sustancia genera efectos adversos; 2) evaluación de la curva dosis-respuesta, donde se cuantifica esta relación; 3) estimación de la exposición, en la que se reconocen niveles de exposición potencialmente nocivos; y 4) caracterización del riesgo, que estudia toda la información recopilada en las etapas anteriores y genera recomendaciones para manejar el riesgo (19). A través de la información generada en estas etapas puede determinarse la ingesta diaria admisible (IDA) que se usa para calcular los límites máximos de residuos (LMR) de los contaminantes [2, 11].

Identificar los límites máximos de exposición es posible si se trata de compuestos no carcinogénicos para los que se consideran curvas dosis-respuesta con umbral y por lo tanto, existen dosis mínimas a las cuales la sustancia no genera efectos adversos. Para el caso de contaminantes genotóxicos y carcinógenos, para los que se consideran curvas dosis-respuesta sin umbral, la evaluación del riesgo es más compleja ya que se asume que al consumir dosis mínimas se generan alteraciones inductoras de cáncer [12, 13].

Importancia Sanitaria y Toxicológica

El riesgo que ocasionan los contaminantes y sus productos de metabolización o de degradación, pueden tener efectos nocivos para los consumidores de productos vegetales, además de presentar riesgos para el medio ambiente y afectar indirectamente al hombre [10]. Es por ello, que la exposición a estos productos y la ingestión a través de alimentos que los contienen conlleva riesgos para la salud, siendo de especial relevancia el aumento de cánceres, alergias, enfermedades crónicas inexplicables como efectos sobre la fertilidad, defectos del nacimiento, deterioro del sistema inmunológico y lesiones cerebrales [1, 10].

La toxicidad de los contaminantes se clasifica en tres categorías toxicológicas: nocivos, tóxicos y muy tóxicos. En algunos casos pueden tener otros efectos peligrosos (corrosivos, inflamables, combustibles, explosivos) [1]. Estas clasificaciones son útiles para una adecuada tipificación y conocimiento de la peligrosidad de un determinado compuesto, aunque en realidad debido a los diversos mecanismos de actuación y acciones secundarias de cada contaminante, existe más variedad.

En definitiva los contaminantes presentes en los alimentos tienen una dimensión toxicológica compleja e incluso más que los productos aislados, por las posibles interacciones con los propios nutrientes u otros constituyentes, siendo fundamental no sólo que estos contaminantes se identifiquen, sino que se establezcan las propiedades toxicológicas de cada uno de ellos y de la mezcla de todos, pues en la mayoría de los casos existen fenómenos de sinergia aditiva, potenciación y/o antagonismo.

Metodologías para determinar residuos de fármacos

Al igual que las metodologías de detección para cualquier tipo de sustancia, el análisis de residuos y contaminantes en alimentos de origen animal y vegetal demanda costos, tiempo, equipos, reactivos y personal entrenado. Las técnicas destinadas a tal fin deben ser de fácil manipulación, económicas y con las cuales se obtengan resultados en poco tiempo; además deben ser reproducibles, sensibles y específicas [2, 14]. Otro aspecto que se debe tener en cuenta es la preparación de las muestras, en especial las correspondientes a los alimentos sólidos, ya que son pocos los kits comerciales existentes que están diseñados para este tipo de muestras. Por lo tanto, se hace necesario utilizar técnicas de extracción adecuadas que puedan asegurar mayor sensibilidad durante el análisis [15].

De las diferentes técnicas disponibles para la detección de residuos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal, las más usadas son las técnicas inmunológicas, cromatográficas y microbiológicas [14, 15, 16]. Las técnicas inmunológicas más utilizadas son ELISA, radioinmunoensayo (RIA) y biosensores [16]. Los principales métodos cromatográficos que se emplean son cromatografía de gases y cromatografía líquida, ambas acopladas a espectroscopía de masas [1, 17].

Chrusch, en Canadá, Xu Cl, en China, Blasco, en España, y Giannetti en Italia, estudiaron la cromatografía líquida y la espectrometría de masas como métodos efectivos en la determinación de por lo menos 29 residuos en tejidos de animales de sustancias o medicamentos administrados. Estos métodos son reconocidos como precisos y selectivos [18, 19, 20].

Las técnicas microbiológicas *in vitro*, particularmente aplicadas a residuos de antibióticos, son primordialmente la incubación de organismos anaerobios provenientes de heces, la determinación en cultivos bacterianos de la concentración mínima inhibitoria y la simulación de modelos intestinales [16, 21].

Conclusiones

Fortalecer la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), para minimizar el riesgo en la producción primaria.

Se deberá reducir la necesidad de utilizar estos contaminantes o residuos orgánicos, mediante el mejoramiento de las prácticas de higiene y del control de enfermedades, siendo necesario establecer un compromiso por parte de los agrónomos y los productores para el uso prudente de los plaguicidas para el control de plagas, lo cual de no ser así podría causar daños al consumidor final.

Referencias bibliográficas

1. García A. Análisis de residuos de contaminantes orgánicos en alimentos por técnicas cromatográficas. Tesis Doctoral. (2008), 3-10.
2. Lozano M., y Arias D. Residuos de fármacos en alimentos de origen animal: panorama actual en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, Vol. 21, N° 1, (2008), 1-8.
3. <http://www.analesranf.com/index.php/mono/article/viewFile/387/408> fuente: Sáenz, B. Residuos y Contaminantes en Alimentos. pp. 125-150.
4. Ortega J., Ferrís J., Ortíz A., López J., Cánovas A., Garcia J., Aliaga J., Alcón J., Beseler B., Andreu E., Molini N. y Navarro I. Contaminantes medio-ambientales en la alimentación. (2002), 69-76.
5. Coscolla R. y Coscolla C. Cómo disminuir o eliminar los residuos de plaguicidas en frutas, hortalizas y alimentos transformados, Ed. Phytoma, (2006), pp 71-111.
6. Programa de control de fármacos. Manual de procedimientos Sección 1. Departamento de Sanidad Pesquera Chile. FAR/MP/Noviembre 2004.
7. Ferraz B., Wanderley A. y Sípoli, M. Resíduos e contaminantes químicos em alimentos de origem animal no Brasil: histórico, legislação e atuação da vigilância sanitária e demais sistemas regulatórios. *Ciência e Saúde Coletiva*, Vol. 14, N° 6, (2009), 2091-2106
8. Rizzato J., Rath S., Da Silva F. y Reyes, F. Validação de métodos cromatográficos para a determinação de resíduos de medicamentos veterinários em alimentos. *Quim. Nova*, Vol. 31, N° 5, (2008), 1190-1198.
9. Molero, G.; Pérez, M.; Sánchez, A.; Mavarez, M.; Ascanio, E. y Oviedo, M. Residuos de enrofloxacin en tejido hepático muscular de pollos beneficiados en el Municipio San Francisco del estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica FCV-LUZ*. Vol. XVI, N° 6, (2006), 629-633.
10. Dangond J. y Guerrero J. Metodología para la determinación de residuos de fungicidas benzimidazólicos en fresa y lechuga por HPLC-DAD. *Revista Colombiana de Química*, Vol. 35, N° 1, (2006), 67-79.
11. Faustman E. y Ommen G. Risk assessment. In: Klaasen C (editor). *Casarett and Doull's Toxicology: the basic science of poisons*. 6th ed. New York: McGraw Hill; 2001. p107-27.
12. Red Internacional de Autoridades en materia de Inocuidad de los Alimentos (INFOSAN). Vigilancia de productos químicos en los alimentos. Nota informativa de INFOSAN N° 1, (2009), 1-5.
13. Barlow S., Renwick A., Kleiner J., Bridges J. y Busk, J. Risk assessment of substances that are both genotoxic and carcinogenic. Report of an International Conference organized by EFSA and WHO with support of ILSI Europe. *Food Chem. Toxicol.* Vol. 44, (2006), 1636-50.
14. Toldrá F. y Reig M. Methods for rapid detection of chemical and veterinary drug residues in animal

- foods. *Trends Food Sci Technol*. Vol. 17, (2006), 482-489.
15. Stolker A. y Brinkman U. Analytical strategies for residue analysis of veterinary drugs and growth-promoting agents in food-producing animals. A review. *J. Chromatogr. A*. Vol. 1067, (2005), 15-53.
 16. Reig, M. Desarrollo de métodos rápidos de detección de residuos medicamentosos en animales de granja. Tesis Doctoral Instituto de agroquímica y Tecnología de alimentos (IATA). 2010, Valencia, España.
 17. Fajardo A., Mendez F., y Molina L. Residuos de fármacos anabolizantes en carnes destinadas al consumo humano. *Universitas Scientiarum*. Vol. 16 N° 1, (2011), 77-91.
 18. Chrusch J, Lee S, Fedeniuk R y Boison J. Determination of the performance characteristics of a new multiresidue method for non-steroidal anti-inflammatory drugs, corticosteroids and anabolic steroids in food animal tissues. *Food additives & contaminants Part A Chemical Analysis, control, exposure & risk assessment*. Vol. 25, N° 12, (2008), 1482-1496.
 19. Xu L., Chu G., Peng F., Jin Y. y Wang Y. Development of a faster determination of 10 anabolic steroids residues in animal muscle tissues by liquid chromatography tandem mass spectrometry. *J. of pharmaceutical and biomedical analysis* Vol. 41, N° 2, (2006), 616-621.
 20. Blasco C, Van-Poucke C, Van-Peteghem C. Analysis of meat samples for anabolic steroids residues by liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr. Annual*. Vol. 1154, N° 1-2, (2007), 230-239.
 21. Cerniglia C. y Kotarski S. Approaches in the safety evaluations of veterinary antimicrobial agents in food to determine the effects on the human intestinal microflora. *J. Vet. Pharmacol. Therap*. Vol. 28, (2005), 3-20.

