

## ANÁLISIS Y CONTROL DE RESIDUOS EN ALIMENTOS

(ANALYSIS AND CONTROL OF FOOD RESIDUES)

*Lisette Hidalgo-Farfán.*

Instituto Superior Tecnológico ISTECC. Tecnología en Procesamiento de alimentos. Parroquia Santa Cecilia-Sucumbíos, Ecuador

*lisettehidalgo1990@gmail.com*

*Recibido: 23-11-2021/ Aceptado: 18-03-2022*

### RESUMEN

El ser humano al igual que el resto de seres vivos requiere alimentarse de una fuente sana que aporte nutrientes pero no contaminantes, ya que estos generan efectos adversos en la salud a corto o largo plazo. Con la finalidad de describir los métodos analíticos de determinación de residuos en alimentos se realizó una investigación descriptiva con diseño documental con una revisión de tesis, artículos científicos, normas nacionales e internacionales concluyendo que los métodos para determinar diferentes residuos provenientes de pesticidas, plaguicidas, medicamentos veterinarios o aditivos alimentarios se determinan por diferentes vías como las cromatográficas, espectrofotométricas y colorimétricas según requiera el componente a analizar y el tipo de muestra.

*Palabras clave: nitritos, cadmio, plomo, mercurio, medicinas veterinarias.*

## ABSTRACT

The human being, like the rest of living beings, requires feeding from a healthy source that provides nutrients but not pollutants, since these generate adverse effects on health in the short or long term. In order to describe the analytical methods for determining residues in food, a descriptive investigation with a documentary design was carried out with a review of thesis, scientific articles, national and international standards, concluding that the methods for determining different residues from pesticides, pesticides, drugs Veterinary or food additives are determined by different routes such as chromatographic, spectrophotometric and colorimetric as required by the component to be analyzed and the type of sample.

**Keywords:** nitrites, cadmium, lead, mercury, veterinary medicines.

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades transmitidas por alimentos pueden ser causadas por contaminantes físicos, químicos o microbiológicos. Los químicos pueden estar presentes en los alimentos de forma natural o por contaminación, pudiendo ser consecuencia de algún residuo del proceso de cultivo o cría o del proceso de transformación. El codex alimentarius define contaminante como "Cualquier sustancia no añadida intencionalmente al alimento, que está presente en dicho alimento como resultado de la producción (incluidas las operaciones realizadas en agricultura, zootecnia y medicina veterinaria), fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento de dicho alimento o como resultado de contaminación ambiental. Este término no abarca fragmentos de insectos, pelo de roedores y otras materias extrañas. En un alimento pueden encontrarse metales pesados como arsénico, cadmio, plomo, mercurio, metilmercurio, estaño, entre otros (CODEX, 1999).

Con referencia a lo anterior, para la agroindustria es importante garantizar la inocuidad de los productos previniendo además brotes de intoxicaciones o enfermedades que generen caos en la población o en el sistema de salud pública. Por ende, se hace necesaria además de buenas prácticas agrícolas y de manufactura, la realización de análisis que certifiquen que el producto es inocuo. Los métodos de análisis pueden variar según las normativas y avance tecnológico de cada región, sin

embargo, a continuación se describen los métodos de análisis de algunos residuos que pueden contaminar los alimentos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para describir los métodos de análisis de residuos en alimentos se realizó una investigación descriptiva (Hurtado De Barrera, 2010) con diseño documental (Fidias, 2006), utilizando como fuentes de información normas internacionales, nacionales, artículos científicos y tesis.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Métodos para residuos múltiples de plaguicidas**

Algunas sustancias químicas usadas en agricultura pueden ser cancerígenas, mutagénicas, tumorigénicas o teratogénicas, razón por la cual se han prohibido y las sustancias que se continúan empleando son controladas y existen dosis recomendadas, ya que causan daño al trabajador del campo o queda residuo en el alimento que por ingestión llega a consumo humano. Los pesticidas se clasifican según su estructura química básica en organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides y organobromados (Pozo., 2013).

Para frutas y hortalizas este método se puede aplicar a los plaguicidas organoclorados, organofosforados y organonitrogenados, así como a unos pocos plaguicidas hidrocarbonados. Los residuos de plaguicidas se extraen con acetona y después de la partición, los plaguicidas organofosforados y organonitrogenados se determinan directamente utilizando un detector Cromatografía Gas Líquido de llama alcalina. Las interferencias se eliminan utilizando Florisil antes de la determinación de los compuestos organoclorados mediante la detección de captura de electrones.

Por otra parte, para leche y semillas oleaginosas: la leche se bate con óxido de aluminio y acetonitrilo/agua. La grasa se adsorbe en el óxido de aluminio y los plaguicidas liposolubles se separan de la grasa directamente en el acetonitrilo. Las semillas oleaginosas se tratan de la misma forma después de ser molidas. El método es aplicable a los plaguicidas organoclorados. Es muy rápido en comparación con otros

procedimientos en donde se extrae la grasa primero y, a continuación, se examinan los residuos.

Cuando los alimentos son secos o con bajo contenido graso. El problema al analizar estos productos ha sido la dificultad de extracción de los residuos de la matriz de la muestra. Esta dificultad se resolvió utilizando una mezcla agua/acetona. El método está concebido para productos alimenticios relativamente poco grasos, pero se puede utilizar para alimentos que contengan hasta un 10% de grasa. El paso del aislamiento con Florisil se debe utilizar cuando el alimento contiene por encima de un 2-3 % de grasa.

Por el contrario, si los alimentos son grasos el método comprende primero la extracción de la grasa, y después aislar los residuos plaguicidas mediante separación y cromatografía de adsorción. Este procedimiento sólo es aplicable a plaguicidas no polares y solubles en grasas (FAO, 1994).

Para la determinación de carbofurán y meta en papas utilizó el método de Quechers y se analizan mediante Alta Cromatografía Líquida de Alta Resolución acoplada a Espectrometría de Masas. La técnica QUECHERS es la abreviación en inglés de las palabras: rápido, fácil, barato, efectivo, robusto y seguro (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe). Es un proceso rápido mediante Extracción en fase Sólida Dispersiva (Pozo., 2013).

### **Método de determinación de residuos de triazina**

Los herbicidas de triazina se utilizan extensamente en cultivos de consumo para controlar las malas hierbas. Las triazinas se degradan lentamente y pueden persistir en el suelo por períodos superiores a un año. El análisis se realiza con cartuchos en fase sólida, porque proporcionan una preparación de la muestra más sencilla y rápida, con una mayor eliminación de las impurezas que interfieren. La variedad de sorbentes o fases disponibles para cartuchos proporciona al analista los medios adecuados para elaborar métodos a su medida que le permitan hacer frente al amplio espectro de matrices de las muestras (FAO, 1994).

### **Método de determinación de residuos de ditiocarbamato**

Este método se basa en la descomposición del ditiocarbamato con la liberación de disulfuro de carbono. El disulfuro de carbono es barrido a través de una trampa para eliminar todo el ácido sulfhídrico y a través de un tubo de ensayo que contiene una solución de acetato de cobre y una amina. Se forma un complejo de color de ditiocarbamato y su absorbancia se lee como medida del ditiocarbamato original (FAO, 1994).

### **Método de determinación de residuos múltiples de fumigantes y compuestos orgánicos ligeros**

Se realiza con un cromatógrafo de gases con condiciones isotermas y detección de captura de electrones. La temperatura del horno puede requerir que se deje abierta la puerta del horno para lograr la temperatura más baja posible. Este método es aplicable al dibromuro de etileno, tetracloruro de carbono, tricloroetileno, disulfuro de carbono, bromuro de metilo, dicloroetileno, óxido de etileno y cloroformo. Dada la imposibilidad de obtener una buena mezcla compuesta, es aconsejable efectuar determinaciones repetidas y promediar. Se debe poner especial cuidado en no utilizar lotes de acetona que contengan estas impurezas. Todos estos fumigantes pueden ser detectados con este método con ciertas modificaciones de las condiciones.

### **Método para determinación de residuos de clorofenoxiacidos y el pentaclorofenol**

La muestra se acidifica con ácido sulfúrico y los residuos se extraen por varias técnicas dependiendo de la naturaleza de la muestra. El extracto de la muestra se purifica por CPG en una columna de Bio-Beads SX-3 por elución con diclorometano/hexano al 50%. Entonces el extracto concentrado es metilado por extracción con par iónico y alquilación con hidróxido de tetrabutilamonio (TBAH) y yoduro de metilo. En caso necesario, el extracto metilado se purifica en una columna de cromatografía de Florisil. La determinación se lleva a cabo por cromatografía gaseosa con captura de electrones.

El extracto metilado también puede ser determinado mediante cromatografía de gases utilizando otros detectores. Ciertos residuos, que se sabe que son recuperados a

través de los pasos de extracción, purificación y metilación de este método, pueden ser determinados sólo cuando se examinan por CGL con un detector diferente del de captura de electrones (FAO, 1994).

### **Método de determinación de cadmio y plomo**

El cadmio es un elemento relativamente raro que algunas actividades humanas liberan en la atmósfera, la tierra y el agua. En general, las dos fuentes principales de contaminación son la producción y utilización de cadmio y la eliminación de desechos que contienen cadmio. Por tanto, el cadmio puede llegar a alimentos de origen vegetal o animal si estuvieron en contacto directo con suelo contaminado (CODEX, 1999). Moreno et al., (2016) utilizó el método voltametría de onda cuadrada (VOC) para la cuantificación de cadmio y de plomo en tubérculos de papa fresca. Este estudio, se realizó usando: como buffer, solución Britton-Robinson (B-R, pH 4,8); carbono vítreo, como electrodo de trabajo; Ag/AgCl, como electrodo de referencia y platino, como electrodo auxiliar. La norma COVENIN venezolana establece el procedimiento de determinación de plomo por espectrofotometría de absorción atómica (FONDONORMA, 1978) y por el mismo método para cadmio (FONDONORMA, 1978).

### **Método de determinación de mercurio**

El mercurio (Hg) es un metal que en concentraciones de traza es altamente tóxico y dañino para los ecosistemas y para los seres humanos. Para la determinación de mercurio se pueden utilizar diversas técnicas de detección que están actualmente disponibles, como la espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CV AAS), plasma acoplado inductivamente espectrometría de emisión óptica (ICP-OES), espectrometría de absorción atómica electrotrémica (ET AAS), Espectrometría de fluorescencia atómica (CV-AFS), Espectrometría de masas (ID-ICP / MS).

La espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CV AAS) ha sido el método más utilizado, debido a su velocidad y simplicidad, relativa libertad de interferencias, y alta sensibilidad. Los métodos más utilizados en la determinación del mercurio son los métodos cromatográficos y los métodos espectrométricos; la ventaja de los

cromatográficos es su especificidad, pues tienen la capacidad de distinguir entre diferentes especies de mercurio en las muestra (Ruiz, 2016). La norma venezolana COVENIN utiliza espectrofotometría de absorción atómica para la determinación de mercurio en alimentos (FONDONORMA, 1979).

### **Método de determinación de residuos veterinarios**

La inocuidad de los alimentos de origen animal puede verse afectada por residuos de origen químico, lo que constituye un peligro para la salud pública. Las sustancias químicas están ligadas inevitablemente a las explotaciones ganaderas debido al uso de medicamentos para tratar infecciones, infestaciones parasitarias y en los procesos de limpieza y desinfección de utensilios, así como en el control de arvenses. Los residuos de origen químico en los alimentos de origen pecuario son indeseables puesto que pueden ser nocivos para el consumidor (Lara, 2008). De las diferentes técnicas disponibles para la detección de residuos de fármacos en alimentos de origen animal, las más usadas son las técnicas inmunológicas, cromatográficas y microbiológicas. Las técnicas inmunológicas más utilizadas son ELISA, radioinmunoensayo (RIA) y biosensores. Los principales métodos cromatográficos que se emplean son cromatografía de gases y cromatografía líquida, ambas acopladas a espectroscopía de masas. 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 (Lozano A & Arias M, 2008).

### **Método de determinación de estaño**

Los alimentos son la principal fuente de estaño para el hombre. Hay presentes pequeñas cantidades de estaño en la carne fresca, los cereales y las hortalizas. Pueden encontrarse grandes cantidades de estaño en alimentos almacenados en latas simples y, en ocasiones, en alimentos almacenados en latas barnizadas. Algunos alimentos, como los espárragos, los tomates, las frutas y sus jugos, tienden a presentar grandes concentraciones de estaño si se almacenan en latas sin barnizar (CODEX, 1999). Para la determinación de estaño se puede utilizar espectrofotometría de absorción atómica por flama, por horno de grafito o por vapor frío y la espectrofotometría de emisión por

plasma inductivo o por plasma inductivo acoplado a masas (Avilés, 2016). La norma COVENIN establece el procedimiento de determinación para determinación de estaño por absorción atómica (Avilés, 2016).

#### **Método de determinación de sulfitos**

Carranza Espinal (2015), realizó una investigación para detectar residuos de sulfitos en camarones tratados con metabisulfitos comparando los métodos de cintas colorimétricas, titulación con iodometría y titulación con Monier-Williams (M-W). El método de cintas colorimétricas no tiene precisión para detectar sulfitos en los camarones, el método M-W detectó más sulfitos que la iodometría ( $P < 0.004$ ). Se encontraron correlaciones altamente significativas con el método M-W entre los sulfitos detectados después de cada tiempo de destilación ( $P < 0.001$ ). Los camarones tratados con MBS mostraron una reducción de sulfitos a lo largo de ocho semanas de almacenamiento ( $P < 0.04$ ). El método M-W mostró ser el más preciso en la detección de sulfitos.

#### **Método de determinación de nitrito**

Vindas Angulo et al. (2017) realizaron un estudio del contenido de nitritos en 30 lotes de salchichas de una misma empresa productora en Costa Rica con una misma formulación. Se obtuvo que el promedio de nitrito de sodio fue de  $88 \pm 6$  mg/kg, siendo  $121 \pm 2$  mg/kg el resultado más alto y  $38 \pm 2$  mg/kg el del menor valor para los lotes. El método utilizado fue el establecido por Official Methods of Analysis AOAC 973.31.

La norma COVENIN establece el método colorimétrico para la determinación de nitrito residual, para lo cual se extrae la muestra con agua caliente, se precipitan proteínas y se filtran, se reducen los nitratos a nitritos con cadmio metálico, se desarrolla color rojo por adición de sulfanilamida y N-1-naftiletildiamina dicloruro de hidrógeno y determinación colorimétrica a una longitud de onda de 538 nm (FONDONORMA, 2000).

### **CONCLUSIONES**

Los alimentos son indispensables para la supervivencia humana, razón por la cual se debe garantizar la inocuidad para evitar daños a la salud a corto o largo plazo. Para

garantizar dicha inocuidad se realizan análisis de residuos según el origen del alimento y proceso que haya atravesado en la industria, debido a que aun siendo fresco puede presentar residuos de pesticidas o plaguicidas si es vegetal o si es carne residuos de medicina veterinaria, aunado a esto los camarones pueden presentar residuos de sulfitos y los procesados cárnicos residuos de nitritos que desarrollan nitrosaminas. El método de determinación varía según el componente a analizar y la muestra que lo contiene, sin embargo para residuos en general se emplean métodos cromatográficos, estrofotométricos y colorimétricos, razón por la cual no existe el acceso a estos análisis en todas las industrias o laboratorios.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avilés, U. (2016). *Análisis de la Concentración de Metales Pesados Arsénico, Cobre, Plomo y Estaño Presentes en Jugo Naranja*. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14153>
- Carranza Espinal, E. O. (2015). Comparación de tres metodologías para la captación de sulfitos en camarones tratados con metabisulfito de sodio. *Revista Ciencia y Tecnología*, 14, 62-76. <https://doi.org/10.5377/rct.v0i14.1796>
- CODEX. (1999). Norma General Del Codex Stan 193-1995, Para Los Contaminantes Y Las Toxinas Presentes En Los Alimentos Y Piensos. *Codex Stan 193\_1995*, 1-48. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/livestockgov/documents/CXS\\_193s.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXS_193s.pdf)
- FAO. (1994). *Análisis de residuos de plaguicidas en laboratorios de inspección alimentaria*. <http://www.fao.org/3/a-t0702s.pdf>
- Fidias, A. (2006). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. En *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Número 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- FONDONORMA. (1978). *Alimentos. Determinación de plomo*. <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1335-78.pdf>
- FONDONORMA. (1979). *Alimentos. Determinación de mercurio*. <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1407-79.pdf>
- FONDONORMA. (2000). Carne y productos cárnicos. Determinación de nitritos y nitratos. En *Covenin*. <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1221-00.pdf>
- Hurtado De Barrera, J. (2010). Guía para la comprensión holística de la ciencia. En *Dirección de investigaciones y posgrado* (Vol. 2). <http://dip.una.edu.ve/mpe/017metodologiaI/paginas/Hurtado>, Guía para la

comprension holistica de la ciencia Unidad III.pdf

- Lara, D. M. (2008). Residuos químicos en alimentos de origen animal: problemas y desafíos para la inocuidad alimentaria en Colombia. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 9(1), 124-135. <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945024014.pdf>
- Lozano A, M. C., & Arias M, D. C. (2008). Residuos de fármacos en alimentos de origen animal: panorama actual en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21(1), 121-135. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295023520012>
- Moreno, Y., García, J., & Chaparro, S. (2016). Cuantificación voltamétrica de plomo y cadmio en papa fresca. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(1), 97-104. <https://doi.org/10.31910/rudca.v19.n1.2016.114>
- Pozo., A. (2013). Estudio de residuos de carboburán y metamidofos en papa (*Solanum tuberosum*) consumida en la sierra ecuatoriana. *Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Químicas Carrera de Química de Alimentos Estudio*, 104.
- Ruiz, I. (2016). Metodologías analíticas utilizadas actualmente para la determinación de mercurio en músculo de pescado. *Pensamiento Actual*, 16(26), 113. <https://doi.org/10.15517/pa.v16i26.25187>
- Vindas Angulo, L., Rodríguez Arce, N., & Araya Quesada, Y. (2017). Variación del contenido de nitrito de sodio residual en diferentes lotes de salchichas de una misma formulación de una empresa productora costarricense. *Pensamiento Actual*, 17(28), 88. <https://doi.org/10.15517/pa.v17i28.29525>