

## CONTENIDO DE CADMIO Y PLOMO EN CARNE DE OVINO

### Cadmium and lead content in sheep muscle

MA Hernández-Vázquez, LI Trejo-Téllez ✉, S Anaya-Rosales, JE Ramírez-Briebesca

(MAHV)(LITT)(SAR) (JERB) Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo Edo. De México C.P. 56230 tlibia@colpos.mx

**Nota recibido:** 16 de noviembre de 2008, **aceptado:** 23 de enero de 2012

**RESUMEN.** Concentraciones de plomo (Pb) y cadmio (Cd) en carne de ovino de dos rastros del estado de Puebla fueron determinadas. Los resultados obtenidos para Cd en ambos rastros (intervalo 0.009 a 0.091 mg kg<sup>-1</sup>), fueron menores a los valores establecidos como permisibles para consumo humano. Por el contrario, altas concentraciones de Pb (superiores a 0.5 mg kg<sup>-1</sup>) fueron registradas en muestras de uno de los rastros analizados, lo que representa un problema potencial para la salud humana y una limitante para la exportación.

**Palabras clave:** Cadmio, plomo, músculo, ovinos.

**ABSTRACT.** Lead (Pb) and cadmium (Cd) concentrations in sheep samples from two different slaughterhouses located in the state of Puebla were quantified. Cd concentrations recorded in both slaughterhouses (0.009 to 0.091 mg kg<sup>-1</sup>) were lower than those allowed for human consumption. Conversely, high concentrations of Pb (above 0.5 mg kg<sup>-1</sup>) were found in the samples of one of the slaughterhouses, representing a potential problem for human health and a constraint for exportation.

**Key words:** Cadmium, lead, muscle, sheep.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad México sostiene tratados de libre comercio con varios países del mundo, lo que obliga a todos los sectores productivos a competir con calidad para no ser desplazados en el mercado y a alcanzar los estándares relativos a inocuidad y reducción de riesgos de los principales socios con los que se tiene comercio de ovinos y sus productos derivados. Los factores que hacen que un alimento no sea inocuo lo constituyen los contaminantes y/o agentes biológicos, químicos o físicos agregados sin intención, que puedan causar un efecto adverso para la salud del consumidor (Food and Agriculture Organization 2007. Análisis de riesgos relativos a la inocuidad de los alimentos. Estudio FAO Alimentación y Nutrición).

El consumo de alimentos contaminados puede provocar un serio problema de salud pública. Se estima que en México se han visto afectadas 965 380 personas por padecimientos asociados a la contaminación de productos tales como shigelosis, teniasis,

salmonelosis, infecciones intestinales mal definidas, intoxicaciones por clenbuterol, cisticercosis, triquinosis, intoxicaciones alimentarias, etc., lo que significa un gasto de 2 648 584 pesos (COFEPRIS 2006. Rastros, su funcionamiento, impacto en la salud y el ambiente. <http://www.cofepris.gob.mx>, octubre de 2008). En México se cuenta con estudios de presencia y cuantificación de metales pesados en ésta y otras especies destinadas a consumo. (SAGARPA 2009. Programa Nacional de Monitoreo y Control de Residuos Tóxicos y Contaminantes en Alimentos de Origen Animal. Resultados del 2008). La detección de contaminantes en alimentos puede constituir una posible restricción para el comercio de los productos de origen agropecuario; como ejemplo se cita el caso reportado en 2008, cuando las autoridades mexicanas rechazaron un envío de carne de bovino procedente de Estados Unidos de Norteamérica debido a que las concentraciones de cobre en ésta, excedían a las permitidas en nuestro país (ABC News 2010. Weak Regulation Means Tainted Beef on U.S. Plates. [181](http://abcnews.</a></p></div><div data-bbox=)

go.com/Health/Green/contaminated-meat-cited-usda-report-pesticide-antibiotics-heavy/story?id=10361516, noviembre de 2010).

Los ovinos se encuentran entre las especies domésticas de menor cantidad en el país con aproximadamente seis millones de cabezas en existencia, su producción se lleva a cabo en la totalidad de las entidades federativas y se observan tendencias positivas en la demanda de sus productos, en particular de la carne (De Lucas TJ, Arbiza AS 2005. La Revista del Borrego 32: 6-17). Un aspecto de interés de la salud pública y, por tanto en materia de inocuidad, es el relativo al contenido de contaminantes en niveles aceptables y a su reducción mediante la implementación de buenas prácticas. En específico, la concentración de metales pesados en carne de ovino en México no ha sido estudiada; por ello, la finalidad de este trabajo fue evaluar la presencia de dos de ellos, cadmio y plomo, en canales de ovinos en muestras de dos rastros del estado de Puebla y comparar sus niveles con los establecidos en las normas y estándares nacionales e internacionales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de los rastros

El "Rastro Corderico" se ubica en San Martín Texmelucan y está localizado en la zona centro-poniente del estado, a 32 km al nor-poniente de la capital poblana, a 95 km al oriente del Distrito Federal y a 26 km al poniente de la ciudad de Tlaxcala y en las coordenadas geográficas 19° 17' de latitud norte y 98° 26' de longitud oeste. El "Rastro Caivo" se encuentra ubicado en la parte centro-oeste del estado, sus coordenadas geográficas son los paralelos 19° 04' 00" y 19° 15' 36" de latitud norte, y los meridianos 97° 32' 54" y 97° 42' 54" de longitud respectivamente.

### Muestreo de canales ovinas

Se recolectaron muestras de músculo de dos diferentes rastros (Caivo y Corderico), ambos ubicados en el estado de Puebla. Las muestras fueron tomadas de la parte del cuello, esto con la finalidad de afectar lo menos posible la integridad de éstas debido a que estaban destinadas al mercado.

El muestreo se realizó de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994 (NOM-004-ZOO-1994. Grasa, hígado, músculo y riñón en aves, bovino, caprino, cérvido, equino, ovino y porcino. Residuos tóxicos. Límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo). En el rastro Caivo se realizaron dos muestreos, de animales que procedían de Guadalajara, Huamantla, Serdán y Teziutlán, mientras que en el rastro Corderico se realizaron tres visitas.

En cada visita realizada a los rastros se tomaron alrededor de 12 a 20 muestras según la disponibilidad por lote, con un peso de 20 g cada una, obteniendo un total de 180 muestras. Cada muestra se colocó en bolsas de polietileno e identificó, posteriormente se colocaron dentro de una hielera para su conservación y transporte adecuado al laboratorio de análisis.

### Determinación de cadmio y plomo

Una vez en el laboratorio se eliminó la grasa y tejido conectivo de las muestras de manera manual y enseguida se comenzó con el procedimiento típico del análisis, adaptado de acuerdo a la metodología de la NOM-010-ZOO-1994 (NOM-010-ZOO-1994. Determinación de cobre, plomo y cadmio en hígado, músculo y riñón de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves, por espectrometría de absorción atómica), como se describe a continuación: Se pesaron 4 g de muestra dentro de un crisol Vycor® y posteriormente se pasaron a un tubo de digestión, y se agregaron 2.5 ml de nitrato de magnesio hexahidratado al 50 % (peso/peso). Los tubos fueron colocados en una plancha de digestión por 2 h a una temperatura de entre 150 a 200 °C para pre-digitar la muestra. Posteriormente, las muestras fueron retiradas de la plancha y se dejaron enfriar; para adicionar 4 ml de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) a cada muestra. Posteriormente fueron colocados los tubos nuevamente en la planta de digestión y se incrementó la temperatura de la plancha a 500 °C. Las muestras permanecieron 2 h bajo estas condiciones hasta su carbonización. En esta fase se cuidó que las muestras no se proyectaran para evitar la pérdida de material. Después de carbonizadas las muestras se dejaron enfriar y enseguida se adicionó 1 ml de ácido nítrico y se de-

jaron reposar toda la noche (aproximadamente 12 h). Posteriormente se elevó nuevamente la temperatura de la plancha a 500 °C y se colocaron las muestras hasta que se evaporó el ácido nítrico. A continuación se agregó una vez más 4 ml de ácido nítrico y se mantuvieron las muestras en la plancha a 500 °C hasta su posterior evaporación. Este procedimiento se repitió hasta que las cenizas presentaron una coloración blanca. A continuación se disolvieron las cenizas en 1 ml de HNO<sub>3</sub> y se transfirieron a un matraz volumétrico de 25 ml; se aforó el extracto a 25 ml con agua desionizada. Las muestras fueron filtradas con papel filtro Whatman® No. 40 en un frasco de polietileno con tapa. Los extractos obtenidos fueron empleados para la determinación de plomo y cadmio, empleando un equipo de espectroscopia de emisión atómica de inducción por plasma (ICP-AES Varian™ Liberty II). El Cd fue determinado a una longitud de onda de 226.502 nm (límite de detección en solución analítica de 0.001 mg L<sup>-1</sup> y límite de cuantificación 0.006 mg L<sup>-1</sup>). El Pb fue determinado a una longitud de onda de 220.353 nm (límite de detección en solución analítica de 0.005 mg L<sup>-1</sup>, límite de cuantificación 0.030 mg L<sup>-1</sup>).

### Análisis estadístico

Todos los muestreos se realizaron bajo un diseño experimental completamente al azar. Los datos se ordenaron y analizaron con el procedimiento PROC GLM (SAS INSTITUTE 2003. User's guide: statistics, version 6 editions. SAS Institute, Inc., Cary, N. C.). En los análisis se consideró también la procedencia de las canales y fechas. Las medias fueron comparadas con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

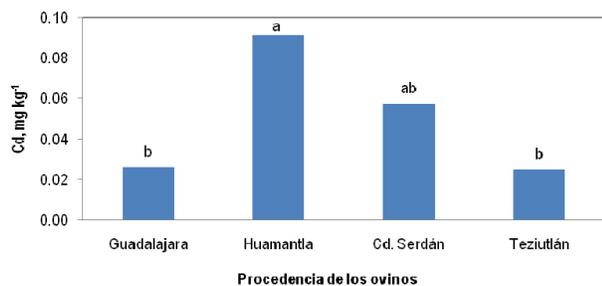
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las concentraciones de Cd establecidas como permisibles en carne de ovino van de 0.05 a 2 mg kg<sup>-1</sup> (Reglamento CEE N° 1881/2006 2006. Comisión del 19 de diciembre que fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios; CODEX STAN 193-1995 2006. Norma General del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos Rev. 2-2006). Otros

autores establecen que concentraciones de Cd de 0.001 mg kg<sup>-1</sup> son consideradas como bajas (Alonso ML, Benedito JL, Miranda M, Castillo C, Hernández J, Shore RF 2000. Toxic and trace elements in liver, kidney and meat from cattle slaughtered in Galicia NW Spain). Considerando las referencias anteriores, las concentraciones de Cd determinadas en la carne procedente del rastro Caivo (Figura 1) no representan riesgos a la salud humana. Si bien, las muestras de este rastro muestran concentraciones de Cd aceptables; se observa en la Figura 1, que existieron diferencias estadísticas significativas (ANDEVA  $F = 5.9$ ,  $p > F = 0.0007$ ) por efecto del lugar de procedencia de las muestras. Las concentraciones registradas en muestras procedentes de Guadalajara y Teziutlán fueron muy similares y son las menores registradas. Las muestras de Huamantla presentaron la mayor concentración de Cd; superando a las anteriores en casi 73 %. No obstante, como ya se indicó, las concentraciones registradas se encuentran dentro de los valores permisibles para consumo humano.

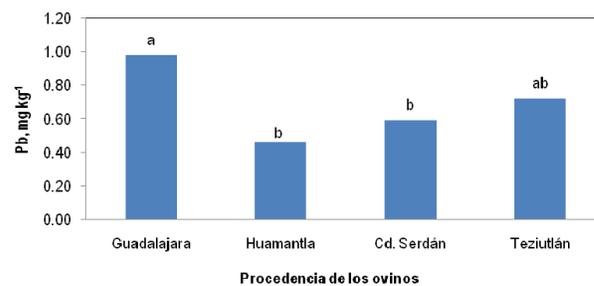
En lo que a concentración de Pb respecta, en las muestras del Rastro Caivo (Figura 2), se observa que en tres de los lugares de procedencia de ovinos (Guadalajara, Cd. Serdán y Teziutlán), las concentraciones registradas superan el límite establecido para el consumo humano; el cual, es de 0.1 a 0.5 mg kg<sup>-1</sup> (Reglamento CEE N° 1881/2006 2006. Comisión del 19 de diciembre que fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios; CODEX STAN 193-1995 2006. Norma General del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos Rev. 2-2006). Entre los lugares de procedencia se observaron diferencias estadísticas significativas (ANDEVA  $F = 11.5$ ,  $p > F = 0.0001$ ); siendo las muestras procedentes de Guadalajara y Teziutlán las de mayores concentraciones de Pb; por el contrario, las muestras procedentes de Huamantla mostraron la menor concentración de este metal, no obstante, se encuentra casi en el límite superior del intervalo establecido como permitido.

La causa de las altas concentraciones de Pb deben ser determinadas en estudios futuros; considerando la gran variedad de factores que influyen



**Figura 1.** Concentración de Cd en muestras de carne de ovino de cuatro lugares de procedencia recolectadas en el Rastro Caivo. Letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

**Figure 1.** Cd concentration in sheep samples collected from four places supplying the Caivo slaughterhouse. Different letters on the columns indicate significant differences among treatments (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).



**Figura 2.** Concentración de Pb en muestras de carne de ovino de cuatro lugares de procedencia recolectadas en el Rastro Caivo. Letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

**Figure 2.** Pb concentration in sheep samples collected from four places supplying the Caivo slaughterhouse. Different letters on the columns indicate significant differences among treatments (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

en éstas, entre los que se encuentran el origen de los animales, los suelos y alimentación destinada a éstos así como la edad de los mismos (Baldini M, Stacchini P, Cubadda F, Miniero R, Parodi P, Facelli P 2000. Cadmium in organs and tissues of horses slaughtered in Italy. Food Additives and Contaminants 17(8): 679-687). Los resultados obtenidos en muestras colectadas en tres fechas de muestreo el Rastro Corderico, son presentados en la Tabla 1; en este rastro, como se indicó, no fue posible identificar la procedencia de las muestras. Las concentraciones de cadmio determinadas para el rastro Corderico se muestran que oscilaron entre los 0.009 y 0.014 mg kg<sup>-1</sup> de carne fresca; los cuales se encuentran en un nivel permisible para alimentos (NOM-004-ZOO-1994. Grasa, hígado, músculo y riñón en aves, bovinos, caprinos, cérvidos, equinos, ovinos y porcinos. Residuos tóxicos, límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo). Las concentraciones de Cd en este rastro, fueron muy inferiores a las determinadas en el Rastro Caivo, y no se observaron diferencias estadísticas significativas por efecto de muestreo (ANDEVA  $F = 0.17$ ,  $p > F = 0.8463$ ). De la misma manera, no existieron diferencias estadísticas significativas entre muestreos realizados sobre la concentración de Pb (ANDEVA  $F=0.12$ ,  $p > F=0.8881$ ); donde la concentración media de este metal fue de 0.18 mg kg<sup>-1</sup>; la cual, es clasificada dentro del intervalo permisible para

consumo humano. La NOM-004-ZOO-1994 (NOM-004-ZOO-1994. Grasa, hígado, músculo y riñón en aves, bovino, caprino, cérvido, equino, ovino y porcino. Residuos tóxicos. Límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo) establece como concentración límite permitida de Pb 0.50 mg kg<sup>-1</sup>.

Se ha reportado que en animales jóvenes las concentraciones de cadmio son bajas (Baldini M, Stacchini P, Cubadda F, Miniero R, Parodi P, Facelli P 2000. Cadmium in organs and tissues of horses slaughtered in Italy. Food Additives and Contaminants 17(8): 679-687); estos hallazgos coinciden con los aquí obtenidos, puesto que los animales sacrificados en ambos rastros son normalmente jóvenes (entre 6 y 12 meses de edad).

**Tabla 1.** Concentraciones de Cd y Pb en muestras de carne de ovino colectadas en el Rastro Corderico en tres fechas. (Letras distintas al lado de las medias indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey,  $p \leq 0.05$ )).

**Table 1.** Cd and Pb concentrations in sheep samples collected at the Corderico slaughterhouse at three different dates. Different letters beside the means indicate significant differences among treatments (Tukey,  $p \leq 0.05$ )).

Muestreo	Cd, mg kg <sup>-1</sup>	Pb, mg kg <sup>-1</sup>
1	0.009 a	0.158 a
2	0.014 a	0.187 a
3	0.011 a	0.196 a

Letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

Si bien, este estudio sienta un precedente en el estudio de metales pesado en ovinos en nuestro país; y en función de los resultados obtenidos, podría afirmarse que al menos la concentración de Pb pudiera estar representando un problema potencial para la salud humana y siendo un factor limitante para la exportación. Podría recomendarse la implementación de análisis de puntos críticos de control (HACCP, por sus siglas en inglés) para determinar los factores que minimicen la concentración de Pb en carne de ovino y el establecimiento de un programa de buenas prácticas agropecuarias. Se debe considerar en futuras investigaciones, la conveniencia de tener mayor control en los muestreos con res-

pecto a la disponibilidad de la carne; es decir, poder tenerlos con mayor frecuencia y orden así como mayor información sobre la procedencia y manejo que se le da a los animales durante su crecimiento que permitiría tener mayor control sobre los productos que éstos elaboran y a su vez tener una trazabilidad de los mismos. Se recomendaría también, considerar la totalidad de rastros que sacrifican ovinos a nivel nacional.

### **AGRADECIMIENTOS**

A la LPI7 Inocuidad, Calidad de Alimentos y Bioseguridad del Colegio de Postgraduados.