

## IDENTIFICACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS EN MUESTRAS DE GANADO BOVINO DE LA VEREDA J 10 DEL MUNICIPIO DE TIBU

## POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IDENTIFICATION OF CATTLE IN SAMPLES OF THE SIDEWALK J 10 THE MUNICIPALITY OF TIBU

**Arrieta. A<sup>1</sup>, Quijano. A<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Universidad de Pamplona, Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Ms.C en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Km. 1 Vía Bucaramanga, Pamplona Norte de Santander-Colombia

<sup>2</sup>Universidad de Pamplona, Facultad de Ciencias básicas. PhD. Química. Km. 1 Vía Bucaramanga, Pamplona Norte de Santander-Colombia

Recibido 15 de Enero 2016; aceptado 30 de Mayo de 2016

### RESUMEN

---

Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) son compuestos importantes en la determinación de la contaminación atmosférica, producida por la combustión de fuentes móviles, contaminación industrial y la industria petrolera. Los HAP son considerados contaminantes prioritarios por La Agencia de Protección Ambiental de EE.UU (USEPA), debido a sus propiedades carcinogénicas y mutagénicas. Los HAP presentes en los alimentos, representan un riesgo potencial a los consumidores, se asocian fácilmente con la materia particulada. El creciente interés existente en la actualidad por la investigación en el campo de los compuestos orgánicos como los Contaminantes Prioritarios (CP), se debe a la identificación de efectos

adversos de estos contaminantes sobre la salud y los ecosistemas. La materia orgánica (HAP) presente en el riñón y el hígado del ganado vacuno de la vereda J10 de Tibu fue extraída por ultra sonido utilizando como solventes de extracción el hexano–diclorometano. La identificación de los HAP se realizó por cromatografía de gases con detector FID, utilizando una columna restek 15 Sil MS. Se logró identificar la presencia de varios HAP y de los HAP8, como el fluoranteno, el crisceno y el I benzo (g, h, i) pireno.

Autor a quien dirigirse la  
correspondencia: correo electrónico:  
\*javier23-0411@hotmail.com

**Palabras clave:** *crisceno, cromatografía de gases, fluoranteno, fluoreno, I venzo (g, h, i) pireno.*

## **ABSTRACT**

---

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) compounds are important in determining atmospheric pollution produced by combustion from mobile sources, industrial pollution and oil industry. PAHs are considered priority pollutants by the US Environmental Protection Agency US (EPA) due to its carcinogenic and mutagenic properties. PAHs in food, represent a potential risk to consumers, they are easily associated with the particulate matter. The growing interest today in research in the field of organic compounds such as Priority Pollutants (CP), is due to the identification of adverse effects of these pollutants on health and ecosystems. Organic matter (PAH) present in the kidney and liver of cattle from the village of Tibu J10 was extracted by ultra sound and solvent extraction using hexane-dichloromethane. The identification of PAHs was performed by gas chromatography with FID detector using a 15 Sil MS column Restek. It was achieved to identify the presence of multiple PAH and HAP8, as fluoranthene, I benzo come the crisceno and (g, h, I) pyrene.

**Key words:** *crisceno, cromatografía de gases, fluoranteno, fluoreno, I venzo (g, h, i) pireno*

## INTRODUCCIÓN

---

Está bien establecido que en los seres humanos, el efecto adverso más importante en la salud de los alimentos son una dieta desequilibrada, el consumo de alcohol y / o grasas y la presencia de toxinas y la contaminación microbiana (Rietjens y Alink, 2003).

En relación a la dieta, esta juega un papel muy importante en la etiología y prevención del cáncer, y en enfermedades neurodegenerativas y cardiovasculares (Gaenslen *et al.*, 2008; Heidemann *et al.*, 2008; Sofi *et al.*, 2008). En los últimos años se ha demostrado que la presencia de contaminantes ambientales en los productos alimenticios, así como aquellos potencialmente formados en ciertos procesos de cocción, son importantes para evaluar los beneficios a la salud y los riesgos de los hábitos alimenticios de la población en general (Falco *et al.*, 2005; Schechter *et al.*, 2006; Domingo *et al.*, 2007; Martí-Cid *et al.*, 2008a.; Sharif *et al.*, 2008).

Con respecto a los efectos de la cocción sobre el aumento o disminución de contaminantes químicos en los alimentos, el número de estudios es más bien limitada, está centrado principalmente en un número reducido de contaminantes (arsénico, dibenzo-p-dioxinas y furanos, bifenilos

policlorados, y algunos hidrocarburos aromáticos policíclicos (Soliman, 2001; Bayen *et al.*, 2005; Schechter *et al.*, 2006) y de alimentos (pescado y carne básicamente). Los tóxicos del aire como los compuestos orgánicos volátiles y los Hidrocarburos Aromáticos Poli cíclicos (HAP), son contaminantes que son conocidos o sospechosos de causar efectos adversos a la salud, como el cáncer, efectos inmunológicos, reproductivos, de desarrollo y neurológicos (Wu *et al.*, 2009).

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) son un grupo de carcinógenos ambientales ampliamente distribuidos en el aire, en el suelo y en los alimentos. Los HAP se encuentran en los gases de los vehículos, en el humo de la madera, en el humo del cigarrillo y también en altas concentraciones en los alimentos a la plancha y parrilla (IARC 1983; ATSDR 1995; Guillén *et al.*, 1997; Bostrom *et al.*, 2002). Algunos HAP son considerados agentes causantes de cáncer de pulmón, de esófago, gástrico, colon rectal, vejiga, piel y próstata y cánceres de cuello uterino en los seres humanos (ATSDR 1995). Los seres humanos están expuestos a los HAP a través de múltiples vías, incluyendo la inhalación de aire contaminado y la ingestión de alimentos que contienen hidrocarburos aromáticos policíclicos (Ramesh *et al.*, 2004). Algunos autores han

demostrado que los escapes de los motores de los vehículos son probablemente la fuente más importante de HAP actualmente detectada (Fang *et al.*, 2004; Culotta *et al.* 2005). Después de entrar en el cuerpo humano, los HAP se someten a una serie de procesos de biotransformación. Durante el metabolismo de fase I, los HAP se oxidan por las enzimas del citocromo P450 para formar intermedios epóxidos altamente reactivos (Grover 1986). En las células mamarias, los HAP sufren activación metabólica hasta epóxidos diólicos que se enlazan covalentemente a macromoléculas celulares incluido el ADN, causando errores en la replicación del ADN y mutación (USEPA 2002; Yoon *et al.* 2007), que constituyen la etapa inicial de los procesos carcinogénicos (Janoszka *et al.*, 2004). Los HAP pueden crear toxicidad en organismos, al interferir con la función de la membrana celular y los sistemas de acoplamiento de enzimas; los metabolitos de HAP se pueden unir al ADN que causa interrupciones bioquímicas y daño celular a los organismos (Kap *et al.*, 2004; Gozgit *et al.*, 2009; Jung *et al.*, 2011). En recientes estudios en peces se ha investigado el mecanismo de la inmunotoxicidad inducida por los HAP (Faisal y Huggett 1993; Carlson *et al.*, 2004; Reynaud y Deschaux 2005). Los mecanismos de defensa inmune adquirido de pescado son los mismos que los de los mamíferos (Zelikoff 1998). Las células

inmunes que producen anticuerpos, se cree son análogas a los linfocitos B de mamíferos (Zelikoff 1998). Los HAP pueden inducir un efecto inmunológico en la apoptosis de las células del sistema de los peces (Buchiel y Luster 2001; Weber y Janz 2001); Weyts *et al.*, (1997) han demostrado que la apoptosis como un mecanismo regulador inmune se conserva en el pescado que demuestra su importancia en el mantenimiento de la homeostasis inmunológica. En los mamíferos, una parte de la inmunotoxicidad puede estar mediado por la inducción de la muerte celular programada en los linfocitos (Hardin *et al.*, 1992; Hinoshita *et al.*, 1992; Yamaguchi *et al.*, 1996). La carne de ganado vacuno es un producto de consumo masivo en la canasta familiar; percedera, además es considerada una fuente sana de alimentación, que puede presentar niveles de toxicidad, debido a la influencia de la contaminación atmosférica y el daño alimentario que puede causar a largo, mediano y corto plazo. Como no se han encontrado estudios colombianos sobre la identificación de HAP en carne de ganado vacuno, se hace necesario investigar en la identificación de HAP en la matriz alimentaria de productos de consumo masivo en el país y de esta manera, establecer elementos de seguimiento que permitan garantizar aspectos de seguridad alimentaria. El objetivo del presente trabajo fue adelantar una investigación preliminar sobre la

presencia y naturaleza de hidrocarburos aromáticos policíclicos considerados como contaminantes prioritarios, en el hígado y riñón del ganado vacuno que pastorea en la

vereda J 10 del municipio de Tibu, zona influenciada por un pozo petrolero y la circulación de vehículos pesados que funcionan con combustible diésel.

## MATERIALES Y MÉTODOS

---

Las muestras de hígado y de riñón se obtuvieron en el matadero del municipio, de la vereda J10 de Tibu.

### **Extracción de la materia orgánica (MO) del chorizo ahumado con o sin fritura por superficie. (EPA. Method 1625B., 1989).**

La extracción de la MO del hígado y riñón, se hizo por ultrasonido en un baño Ultrasónico Brandson, se utilizó como solvente la mezcla hexano-diclorometano. La muestra que consiste en 40 g de hígado y 40 g del riñón derecho de la parte del diafragma, a la cual se le retiró todo el tejido conectivo y grasa, se colocó en un vaso de precipitado de 250 mL con 50 mL del solvente por un período de 10 minutos a una temperatura de 23 °C - 24 °C; seguidamente se realizaron cuatro repeticiones utilizando 50 mL por los mismos 10 minutos a 23 °C - 24 °C.

### **Concentración de la materia orgánica.**

El extracto orgánico se concentró mediante una destilación hasta aproximadamente 5 mL (extracto global) en un rota evaporador heidolph. Posteriormente, el extracto global

se utilizó para la identificación de los HAP por Cromatografía de Gases.

### **Determinación de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) (EPA. Method 8310, 1986).**

Para la identificación de los HAP, presentes en el hígado y riñón, se utilizó un equipo de Cromatografía de Gases marca Agilent Technologies 6890A Plus Series II Hewlett-Packard Plus con detector FID (Flame Ionization Detector). La columna utilizada fue Restek Rxi-17 Sil MS, 30m de longitud, 0.25 mm de diámetro, 0.25µm de diámetro interno (silarylene similar a 50 % phenyl / 50 % dimethyl polysiloxane).

Para la identificación de los HAP se utilizó el patrón de 16 hidrocarburos de Restek (catalogo # 31841). La identificación cualitativa de los HAP presentes en el extracto global se realizó de acuerdo a las siguientes condiciones: Temperatura del inyector 250 °C; detector FID a 320 °C Mezcla (mL / min): Aire 400 – H2 30 –N2 45. Se inyectó 1 µl, modo splitless a 320 °C. Condiciones del horno: temperatura inicial 65

°C por 0.5 min y se incrementó de la siguiente manera: 15°C / min hasta 200 °C, 4°C / min hasta 330 °C durante 15°C/min.

Tiempo del análisis por muestra 53.33 min.  
Gas de arrastre Helio, flujo 20 MI / min.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Identificación de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) (EPA. Method 8310., 1986).

Para la identificación de los diferentes HAP presentes en el extracto global del riñón y del hígado, se tomó como referencia el cromatograma de la muestra patrón de 16 Hidrocarburos aromáticos policíclicos (EPA Method 8310 PAH Mix.).

En la figura 1 se muestra el cromatograma correspondiente a la muestra de la materia orgánica proveniente del riñón.

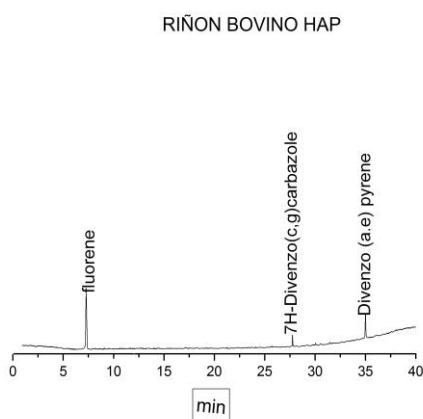


Figura 1. Cromatograma Para Riñón Bovino

Como se observa en la figura1 se logra

detectar en el riñón del ganado la presencia del fluoreno y el di venzo (a, e) pireno

### HIGADO BOVINO HAP

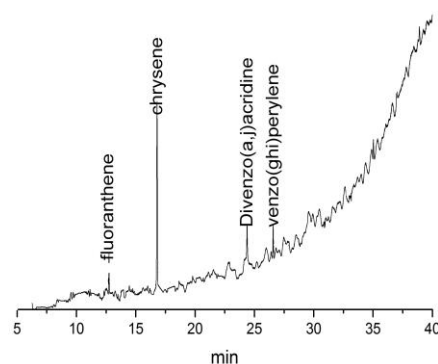


Figura 2. Cromatograma para Hígado Bovino

Como se observa en la figura 2 se logra detectar en el hígado del ganado la presencia del fluoranteno, criseno y el venzo (g, h, i) perileno.

La Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA) recomienda el monitoreo de ciertos HAP conocidos como contaminantes prioritarios (Shibamoto 1998; USEPA 1986) y ha propuesto una selección de HAP que se encuentran frecuentemente en monitoreos de muestras ambientales a saber, Naftaleno (Na), Acenafteno (Ac),

Acenaftileno (Ace), Fluoreno (F), Antraceno (A), Fenantreno (Pa), Fluoranteno (Fl), Pireno (P), Benzo(a)antraceno (BaA), Criseno (Ch), Benzo(b)fluoranteno (BbF), Benzo (k) fluoranteno (BkF), Benzo(a)pireno (BaP), dibenzo(a, h)antraceno (DhA), Benzo(g,h,i)perileno (BgP), Indeno(1,2,3-

cd)pireno (IP) (USEPA 1984). De estos HAP conocidos como prioritarios, se recomienda el monitoreo de ocho HAP de elevado peso molecular (HAP8) como el BaA, Ch, BbF, BkF, BaP, IP, BgP, DhA (EC 2005).

## CONCLUSIONES

---

Se detectó la presencia de dos HAP 8, en el hígado y el riñón del ganado bovino de la vereda J10, influenciada por la presencia de un pozo petrolero.

En el hígado del ganado bovino de Tibu se encontraron dos de los HAP 8: el criseno y el venzo (g, h, i) perileno que son conocidos por su actividad carcinogénica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

Arrieta, A. Corredor W., y Vera J. M. (2015). Valoración y cuantificación de metales pesados en carne de cerdo, pescado, pollo y res comercializados en Pamplona, Norte de Santander. Revista @liemntech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN1692-7125. Volumen 13, N° 2, p. 77-85.

ATSDR. 1995. Toxicological Profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Available from: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp69.htm>

Bayen, S., Koroleva, E., Lee, H.K., Obbard, J.P., 2005. Persistent organic pollutants and heavy metals in typical seafoods consumed in Singapore. *J. Toxicol. Environ. Health A* 68, 151–166

Bostrom, C., Gerde, P., Hanberg, A., Jernstrom, B., Johansson, C., Kyrklund, T., Rannug, A., Tornqvist, M., Victorin, K. and Westerholm, R. 2002. Cancer risk assessment, indicators, and guide lines for polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air. *Environ. Health Perspect* 110 (Suppl. 3):451–488.

Carlson, E., Li, Y. and Zelikoff, J. 2004. Benzo[a] pyrene-induced immuno-toxicity

- in Japanese medaka (*Oryzias latipes*): relationship between lymphoid CYP1A activity and humoral immune suppression. *Toxicol. Appl. Pharmacol* 201:40–52.
- Culotta, L., Gianguzza, A. and Orecchio, S. 2005. Leaves of *nerium oleander* L. as bioaccumulators of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH).
- EC (Commission Regulation), No 466/2001 of 4 February 2005. Off. J. Eur. Unión LO34 (2005) 3-5.202 EFSA. European Food Safety Agency. 2008. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. Scientific Opinion on the Panel on Contaminants in the Food Chain (Question No EFSA-Q-2007-136). EFSA J 724:1-114.
- Faisal, M. and Huggett, R. 1993. Effects of aromatic hydrocarbons on the lymphocyte mitogenic responses in spot (*Leiostomus xanthurus*). *Mar. Environ. Res* 35:121–124.
- Falcó, G., Bocio, A., Llobet, J.M., Domingo, J.L., 2005. Health risks of dietary intake of environmental pollutants by elite sportsmen and sportswomen. *Food Chem. Toxicol.* 43, 1713–1721.
- Fang, G., Chang, C., Wu, Y., Fu, P., Yang, I. and Chen, M. 2004. Characterization, identification of ambient air and road dust polycyclic aromatic hydrocarbons in central Taiwan, Taichung, *Sci. Total Environ* 327:135–146.
- Gaenslen, A., Gasser, T., Berg, D., 2008. Nutrition and the risk for Parkinson's disease: review of the literature. *J. Neural Transm.* 115, 703–713.
- Gozgit, J., Nestor, K., Fasco, M., Pentecost, B. and Arcaro, V. 2009. Differential action of polycyclic aromatic hydrocarbons on endogenous estrogen-responsive genes and on a transfected estrogen-responsive reporter in MCF-7 cells. *Toxicol. Appl. Pharmacol* 196:58–67.
- Grover, P. 1986. Path ways involved in the metabolism and activation of polycyclic hydrocarbons. *Xenobiotica* 16:915–931.
- Hardin, J., Hinoshita, F. and Sherr, D., 1992. Mechanisms by which benzo[a]pyrene, an environmental carcinogen, suppresses B cell lymphopoiesis. *Toxicol. Appl. Pharmacol* 117:155–164.
- Heidemann, C., Schulze, M.B., Franco, O.H., van Dam, R.M., Mantzoros, C.S., Hu, F.B. 2008. Dietary patterns and risk of mortality from cardiovascular disease, cancer, and all causes in a prospective cohort of women. *Circulation* 118, 230–237.
- Hinoshita, F., Hardin, J. and Sherr, D. 1992. Fluoranthene induces pro-programmed cell



death and alters growth of immature B cell populations in bone marrow cultures. *Toxicology* 73:203–218.

International Agency for Research on Cancer (IARC). 1983. Polycyclic Aromatic Compounds. Part I. Chemical and Environmental Data, environment and Experimental Data, IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. vol. 32. Available from: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol32/volume32.pdf>. (last accessed 14.06.07).

Janoszka, B., Warzecha, L., Blaszczyk, U. and Bodzek, D. 2004. Organic compounds formed in thermally treated high-protein food. Part I: polycyclic aromatic hydrocarbons. *Acta Chromatica* 14:115–28.

Jung, D., Matson, C., Collins, L., Laban, G., Stapleton, H., Bickham, J., Swenberg, J. and Di Giulio, R. 2011. Genotoxicity in Atlantic killifish (*Fundulus heteroclitus*) from a PAH-contaminated Superfund site on the Elizabeth River, Virginia. *Ecotoxicology* 20:1890–1899.

Kap, N., Do, L., Cha, J., Joo, W.A., Lee, E. and Chan, K. 2004. Protein biomarkers in the plasma of workers occupationally exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons, *Proteomics* 4:3505–3513.

Martí-Cid, R., Bocio, A., Llobet, J.M., Domingo, J.L., 2008. Balancing health benefits and chemical risks associated to dietary habits: RIBEFood, a new Internet resource. *Toxicology* 244:242–248.

Polycyclic aromatic hydrocarbons. *Int. J. Toxicol* 23:301–333.

Reynaud, S. and Deschaux, P. 2005. The effects of 3-methylcholanthrene on lymphocyte proliferation in the common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Toxicology* 211:156–164.

Rietjens, I.M., Alink, G.M., 2003. Nutrition and health-toxic substances in food. *Ned. Tijdschr. Geneesk.* 147, 2365–2370 (in Dutch).

Schechter, A., Pöpke, O., Tung, K.C., Brown, T., Musumba, A., 2006. Changes in polybrominated diphenyl ether (PBDE) levels in coked food. *Toxicol. Environ. Chem.* 88, 207–211.

Sharif, R., Ghazali, A.R., Rajab, N.F., Haron, H., Osman, F., 2008. Toxicological evaluation of some Malaysian locally processed raw food products. *Food Chem. Toxicol.* 46, 368–374.

Sofi, F., Cesari, F., Abbate, R., Gensini, G.F., Casini, A., 2008. Adherence to Mediterranean diet and health status:

meta-análisis. *Brit. Med. J.*,  
*doi:10.1136/bmj.a1344.*

Soliman, K.M., 2001. Changes in concentration of pesticide residues in potatoes during washing and home preparation. *Food Chem. Toxicol.* 39, 887–891.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. 2002. Polycyclic Organic Matter. Environmental Protection Agency, Washington, DC. Available at: <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/polycycl.html>.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. 1986. Guidelines for Carcinogen Risk Assessment. Federal Register, 51(185), pp. 33992–34003. EPA/630/R-00/004, Washington, DC.

Weber, L. and Janz, D. 2001. Effect of 1,2-dimethylbenz[a]anthracene on apoptosis and HSP70 expression in juvenile channel catfish (*Ictalurus punctatus*) ovary. *Aquat. Toxicol* 54:39–50.

Weyts, F., Verburg, B., Flik, G., Lambert, J. and Wende, S. 1997. Conservation of apoptosis as an immune regulatory mechanism: effects of cortisol and cortisone on carp lymphocytes. *Brain Behav. Immun* 11:95–105.