

Higiene y Sanidad Ambiental, **21** (3): 2031-2036 (2021)

Determinación de migración global y metales en materiales en contacto con alimentos para bebé

DETERMINATION OF GLOBAL MIGRATION AND METALS IN MATERIALS IN CONTACT WITH BABY FOOD

Susy VICENTE RIQUELME⁽¹⁾, Olga VALDÉS ALMARAL⁽¹⁾, Maritza T. SUÁREZ PITA⁽¹⁾, Carmen GARCÍA CALZADILLA⁽²⁾, Carlos GARCÍA PINO⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). Departamento de Registro y Control Sanitario.

⁽²⁾ Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). Sección de Química Sanitaria.

Correspondencia: Susy Vicente Riquelme. Correo-e: susy@inhem.sld.cu

RESUMEN

Introducción: Los envases que están en contacto con los alimentos para bebés deben ser de materiales aptos para uso alimentario en las condiciones normales o previsibles de empleo; no deben transferir compuestos tóxicos a los alimentos en concentraciones que puedan afectar la salud o deteriorar el alimento. *Objetivos:* Evaluar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos para migración global y metales en los materiales en contacto con alimentos para bebé de importación en el período 2017-2018. *Material y métodos:* Se realizó un estudio de migración global y migración específica de metales en 25 muestras de biberones plásticos de importación en el período comprendido entre enero 2017 y diciembre 2018. Para el análisis de migración global en las muestras se procedió de acuerdo con lo descrito en el Reglamento Europeo 10/2011 para materiales plásticos y artículos destinados a entrar en contacto con alimentos. Para la migración específica de metales estos se cuantificaron por espectrofotometría de absorción atómica con llama aire acetileno. Los resultados se expresaron en mg/dm² y se presentan en forma de tabla. *Resultados:* En la migración global todos los valores estuvieron por debajo del límite global máximo establecido 10mg/dm². En la determinación de metales el 100% de las muestras estuvieron por debajo del límite máximo admisible de acuerdo con el valor establecido para cada elemento. *Conclusiones:* Los materiales en contacto con alimentos para bebé cumplieron las regulaciones vigentes a nivel internacional por lo que esto garantiza la comercialización segura de estos productos y la inocuidad de los alimentos que conservan.

Palabras clave: Materiales en contacto con alimentos, migración global, migración específica de metales, bebés, biberones.

INTRODUCCIÓN

Los objetivos de un envase para alimentos son, contener; facilitar el transporte y comercialización, soportar condiciones normales y especiales de proceso y uso, minimizar el impacto ambiental (pérdidas de alimentos, residuos), proteger al alimento: vapor de agua, gases (O₂, pérdida de CO₂, SO₂), aromas, radiaciones (luz, UV), líquidos, polvo, microorganismos, insectos, aves, roedores, adulteración, conser-

var la calidad del alimento y reducir al mínimo el deterioro [1].

Los envases de plástico son los más empleados en la actualidad. Son materiales formados por polímeros orgánicos, sintéticos o derivados de compuestos naturales, a los cuales se pueden agregar varios tipos de aditivos, pigmentos o colorantes y que pueden ser moldeados para obtener diversas formas, normalmente mediante calor y presión. Comprenden los materiales termoplásticos, termoestables y elastómeros [2].

Pueden ocurrir diferentes interacciones entre el entorno, el envase y los alimentos o bebidas envasados debido a diferentes procesos, los cuales se resumen a continuación: proceso de permeación, proceso de sorción y proceso de migración [3]. Este último es un proceso de transferencia de materia entre pequeñas partículas (las sustancias con una masa atómica superior a 1000 dalton no se tienen en cuenta como toxicológicamente relevantes, ya que se considera que no se absorben en el tracto gastrointestinal), desde el material al alimento [4].

Se considera que los materiales de empaques y envases no deben ceder al contenido ninguna sustancia extraña que implique daño a la salud del consumidor o que modifique las características organolépticas del alimento. Se refiere a la seguridad toxicológica del material del envase, en el sentido de que la calidad del alimento no debe ser alterada por la migración de sustancias químicas desde el envase a los alimentos [5].

En los envases plásticos el peligro es la posible migración de los compuestos que intervienen en su elaboración, como, por ejemplo: plastificantes, lubricantes, pigmentos, monómeros, por lo que deben mantenerse en los niveles más bajos alcanzables tecnológicamente para así minimizar los riesgos de contaminación de alimentos.

Se ha planteado que hay sustancias químicas que en determinadas cantidades pueden ser nocivas y sólo deben utilizarse cuando sus riesgos puedan controlarse adecuadamente. Los bebés son una población vulnerable más que los adultos a las sustancias químicas, ya que su cuerpo y los sistemas orgánicos están desarrollándose y pueden tener una menor capacidad para procesar o eliminar dichos compuestos. Esto hace que sean más susceptibles al daño que producen las sustancias químicas [6].

En el proceso de evaluación de Registro Sanitario, amparado por la Resolución Ministerial N° 64 de 1997 del Ministerio de Salud Pública (MINSAP) [7], que se realiza previo a la comercialización de los materiales, utensilios y equipos en contacto con alimentos en Cuba, se comprueba que se cumpla el marco regulatorio de los países de origen relacionados con la migración de compuestos químicos. En este proceso de aprobarse el producto la entidad sanitaria competente, en este caso, el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM) emite el Certificado Sanitario que autoriza el uso.

El objetivo de este trabajo es evaluar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos para migración global y metales en los materiales en contacto con alimentos para bebé de importación en el período 2017-2018.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de migración global y migración específica de metales en 25 muestras de biberones plásticos de importación. Dichas muestras

fueron entregadas con su documentación técnica al Departamento de Registro y Control Sanitario del INHEM para el proceso de Registro Sanitario de Materiales en Contacto con Alimentos (MCA) en el período comprendido entre enero 2017 y diciembre 2018. Las determinaciones analíticas se realizaron en la Sección de Química Sanitaria del INHEM en el período de estudio.

Procedimientos

Revisión documental: Se revisaron los procedimientos, las normas y las regulaciones nacionales e internacionales [8,9], así como las bases de datos LILACS, Scielo, BVS Regional y BVS Cuba y otros sitios de revistas científicas y de organizaciones internacionales reconocidas en Internet.

Para la evaluación del cumplimiento de los límites permisibles para migración total y metales en MCA para bebé, se seleccionaron los límites máximos admisibles establecidos por la Unión Europea (UE) que aparecen en el Reglamento UE 10/2011 [10].

En el análisis de migración global se procedió de acuerdo con lo descrito en el Reglamento Europeo 10/2011 para materiales plásticos y artículos destinados a entrar en contacto con alimentos [10]. En el caso de los biberones que pueden emplearse para contener agua o leche, se aplicaron las siguientes condiciones de ensayo: tiempo de contacto: 30 minutos y temperatura de contacto: 40°C. Como soluciones simulantes se emplearon: agua destilada y ácido acético 3%. Se realizaron los controles de calidad establecidos.

A las 25 muestras se les determinó la concentración de metales, mineralizándolas en una mufla a 450 °C y disolviéndolas en ácido clorhídrico (HCl) para posteriormente cuantificarlas por espectrofotometría de absorción atómica con llama aire acetileno (EEA), ajustando previamente el equipo según las condiciones operacionales optimizadas recomendadas por el fabricante (longitud de onda, ancho de ranura, altura del quemador, corriente de la lámpara de cátodo hueco y flujo de aire acetileno y lámpara de deuterio) [11]. Previamente el método fue evaluado en función de la linealidad, precisión y exactitud con resultados satisfactorios.

Para el procesamiento estadístico de la información se confeccionó una base de datos en Microsoft Office Excel. Los resultados se expresaron en mg/dm² y se presentan en forma de tabla.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados de migración total y específica de metales obtenidos al analizar las 25 muestras de biberones para bebé. Los materiales para bebé evaluados en el laboratorio fueron en su

Tabla 1. Resultados de las muestras de MCA para bebés de migración global y metales. Período 2015- 2017.

Código de muestras	Resultados de migración global (mg/dm ²)		Resultados de migración de metales (mg/kg)						
	En agua destilada	En ácido acético 3%	Fe	Zn	Cd	Pb	Cr	Cu	Mn
(AI- 3830)	<10	<10	1,24	0,21	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3841)	<10	<10	0,93	0,41	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3840)	<10	<10	2,92	0,10	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3842)	<10	<10	2,66	2,36	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3843)	<10	<10	1,38	0,33	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3844)	<10	<10	2,03	3,97	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3847)	<10	<10	0,72	0,37	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3846)	<10	<10	1,08	2,20	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3845)	<10	<10	1,62	1,51	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3856)	<10	<10	1,22	0,55	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3857)	<10	<10	1,91	0,91	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3858)	<10	<10	1,39	0,20	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3859)	<10	<10	1,31	0,33	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3861)	<10	<10	0,32	0,40	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3849)	<10	<10	0,41	0,89	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3833)	<10	<10	1,09	1,15	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3838)	<10	<10	1,08	0,87	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3832)	<10	<10	1,09	0,52	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3831)	<10	<10	0,66	0,54	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3825)	<10	<10	1,09	0,24	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3829)	<10	<10	1,09	0,74	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3828)	<10	<10	0,64	0,31	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3827)	<10	<10	0,42	0,09	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3826)	<10	<10	0,42	0,27	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6
(AI-3825)	<10	<10	0,64	0,14	<0.01	<2	<1	< 5	<0.6

totalidad de origen europeo y chino, estos países utilizan la regulación de la UE para evaluar la conformidad de estos productos.

En el caso de la migración global todos los valores estuvieron por debajo del límite global máximo establecido de 10 mg/dm². En la determinación de metales el 100 % de las muestras estuvieron por debajo del límite máximo admisible de acuerdo con el valor establecido para cada elemento.

DISCUSIÓN

Los requisitos sanitarios que deben cumplir los envases o empaques determinan que los materiales que se utilicen para su fabricación, que estén o puedan estar en contacto con los alimentos, no deben ceder al mismo constituyentes como metales, ni sustancias orgánicas como plastificantes, estabilizantes, pigmentos, solventes u otras sustancias que sean tóxicas o representen un riesgo para la salud pública [12].

Los valores obtenidos en esta investigación estuvieron por debajo de los límites establecidos por la Unión Europea en la totalidad de los casos, con valores muy cercanos a los límites de precisión o determinación de los métodos empleados. Se considera que, al

comparar los resultados obtenidos en las pruebas de migración global y migración específica de metales con la legislación europea, que a criterio de muchos especialistas en la actualidad es una de las más rigurosas, los valores obtenidos no representaron un peligro para la salud.

En el proceso de Registro Sanitario de MCA, previo a esta investigación, las muestras presentadas eran evaluadas solo de manera documental, donde se incluían los resultados de la determinación de migración total y específica, para la obtención del Certificado Sanitario con vistas a la comercialización de estos en el país. De ahí que resulta importante la determinación analítica de los MCA de manera especial de los artículos destinados a estar en contacto con alimentos para bebés dado la vulnerabilidad de esta población, para poder realizar controles en el país de estas determinaciones.

Diversas son las sustancias químicas que pueden migrar de los envases a los alimentos, de ahí la importancia de realizar las determinaciones de Migración Global y Específica. Entre las más significativas desde el punto de vista toxicológico para los envases en contacto con alimentos para bebés

podemos citar los ftalatos, el bisfenol A (BPA) y los metales.

Los ftalatos o ésteres de ácido ftálico son un grupo de compuestos químicos que se usan en los plásticos, como cloruro de polivinilo (PVC), para mejorar su duración, flexibilidad y transparencia. Han sido asociados con: afectaciones al sistema reproductivo (disruptores endocrinos), retraso en el crecimiento físico, alteraciones del neurodesarrollo y disminución del coeficiente intelectual [13]. El Centro para el Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (CDC, de sus siglas en inglés) ha planteado que los datos de biomonitorio pueden ayudar a los científicos a planificar y realizar investigaciones sobre la exposición y los efectos en la salud [14].

El BPA es un compuesto de especial interés en los materiales en contacto con alimentos. Este compuesto forma parte del policarbonato plástico utilizado en la fabricación de envases, incluyendo biberones y vajilla que entran en contacto con alimentos y bebidas para bebé y el recubrimiento interior de contenedores de alimentos. Es un compuesto autorizado y regulado mediante el Reglamento de la Unión Europea (UE) 10/2011 de la Comisión, de 14 de enero de 2011, sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos. En esta Directiva se establece que un límite de migración específica, es decir, la cantidad máxima de BPA permitida en los alimentos no conlleva un riesgo para la salud, siendo esta 0,6mg/kg de alimento/día [10].

García y colaboradores, en 2015, realizaron una revisión de estudios *in vitro* e *in vivo* sobre la toxicidad del BPA, agrupados en categorías, donde se ha visto la implicación del BPA, en el estado de salud, siendo éstas: proliferación celular y cáncer, alteraciones en el desarrollo y maduración celular, estrés oxidativo y daño en el material genético y afectación a nivel metabólico, reproductivo, cardiovascular y neuronal [15].

Se ha enfatizado en el riesgo del BPA por su potencial de interactuar con el sistema hormonal (disruptor endocrino), que podría afectar la fertilidad y la reproducción. Actualmente, ante la aparición de nuevos datos científicos se ha establecido una Ingesta Diaria Admisible (IDA) completa de 0,05 mg/kg de peso corporal [16].

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, de sus siglas en inglés) en el 2015 concluyó que este compuesto no representa ningún riesgo para la salud de la población expuesta. De acuerdo al análisis de la exposición del BPA realizado por la EFSA, esta concluyó que la exposición dietética no supera el valor de la Ingesta Diaria Tolerable (IDT) para ningún grupo de edad, ya que los niveles calculados se encuentran 3-4 veces por debajo del valor de la IDT. Por lo tanto, la UE considera al BPA como un producto autorizado para ser utilizado como material en contacto con alimentos [17].

En el 2018 se publicó una modificación del Reglamento UE 10/2011 de la Comisión Europea prohibiendo la utilización de BPA en la fabricación de tazas o

biberones de policarbonato que estén destinados a lactantes y niños de corta edad. En dicho documento se aclara que la Comisión está autorizada para adoptar medidas preventivas en relación con el uso del BPA sobre la base del principio de cautela, que es aplicable en una situación de incertidumbre científica a pesar de que el riesgo, en particular para la salud humana, aún no se haya demostrado completamente [18].

Almeida y colaboradores, en 2018, destacaron que se han reportado numerosos estudios acerca de los efectos adversos del BPA en la salud humana. Sin embargo, se ha planteado que existen diferencias entre la evidencia de laboratorio y los resultados de los estudios epidemiológicos. Esto puede deberse a la dosis de BPA, la ruta de administración y el tiempo de exposición [19].

Ante la inquietud sobre los posibles efectos negativos para la salud de dosis bajas de BPA sobre todo en poblaciones vulnerables como la de los niños en sus primeras etapas de la vida y por otra parte la necesidad de lograr evidencias científicas sólidas en la evaluación de los riesgos a la salud, la comunidad científica y las autoridades reguladoras continúan desarrollando investigaciones sobre este polémico tema.

Entre las sustancias que pueden migrar del envase al alimento se pueden encontrar algunos metales como plomo (Pb), cadmio (Cd), zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe), aluminio (Al), cromo (Cr), entre otros. Estos metales pueden estar presentes en los MCA como resultado del empleo de tintas, colorantes, resinas polímeros, y aditivos, entre otros [20].

Con relación a los metales, algunos estudios científicos han demostrado que metales pesados específicos como: mercurio, plomo, cadmio y cromo hexavalente, deben ser reducidos o eliminados porque causan importantes riesgos para la salud y para el ambiente por su toxicidad. De acuerdo con la legislación norteamericana, a las empresas no se les permite vender o distribuir cualquier paquete o componente de envase en el que cualquiera de los cuatro metales haya sido introducido a través de los revestimientos, tintas y etiquetas [21].

Los metales pesados se han asociado a diversos efectos a la salud como: alteraciones neurológicas, nefrotoxicidad, cáncer, enfermedades vasculares, hepatotoxicidad, afecciones del sistema respiratorio, retraso del desarrollo mental e intelectual de los niños, entre otras [22].

De manera general también se plantea en estudios realizados sobre migración de sustancias específicas, en ciertos compuestos plásticos, que el efecto de la temperatura, el tiempo y la naturaleza del alimento sobre la cinética de migración, aumenta el grado de la migración, así como el contenido de grasa. Sin embargo, para alimentos con igual contenido de grasa, la migración es mayor cuanto menor sea el contenido de agua [23]. Estos aspectos pudieran ser considerados para el desarrollo de futuros trabajos relacionados con la evaluación de los MCA.

CONCLUSIONES

Los MCA para bebé cumplieron las regulaciones vigentes a nivel internacional por lo que esto garantiza la comercialización segura de estos productos y la inocuidad de los alimentos que conservan, lo cual contribuye al cuidado de la salud de la población.

Por otra parte, la posibilidad de realizar análisis de Migración Global y Migración Específica en el país en los MCA tanto los importados como los de producción nacional, fortalece el proceso de Registro Sanitario al poder evaluar estos productos no solo de forma documental.

Por el riesgo que constituye para la salud se recomienda realizar estudios sobre la Migración Específica del bisfenol A y ftalatos, con énfasis en los artículos destinados a bebés, lo cual permitirá fortalecer los requisitos que se exigen en el proceso del Registro Sanitario para estos productos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Diario Oficial de la Unión Europea. Reglamento (ce) n° 2023/2006, de la Comisión, de 22 de diciembre de 2006, sobre Buenas prácticas de fabricación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos. Diario Oficial de la Unión Europea. Disponible en: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:384:0075:0078:ES:PDF>
2. ELIKA. Uso de diferentes materiales para envases en la industria alimentaria: Materiales en contacto con alimentos. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, Ene 2013. https://alimentos.elika.es/wp-content/uploads/sites/2/2017/12/art_materiales-contacto-alimentos_ene2013.pdf
3. Diario Oficial de la Unión Europea. Reglamento (UE) 2016/1416 de la Comisión de 24 de agosto de 2016 que modifica y corrige el Reglamento UE) No 10/2011 sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos. Diario Oficial de la Unión Europea; 2016. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R1416&from=ES>
4. MERCOSUR. Reglamento Técnico Mercosur sobre Migración en Materiales, Envases y Equipamientos Plásticos destinados a estar en contacto con Alimentos. Resolución N° 32/2010. <http://www.loa.org.ar/legNormaDetalle.aspx?id=11892>
5. Etienne Tolosa D. Aspectos sanitarios de los materiales y envases para alimentos: legislación en el área de materiales y empaques para alimentos. Venezuela: Ministerio de Salud y Desarrollo Social; 2003. <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/DIC/Etienne>
6. Las sustancias químicas y la salud infantil. Government of Canada, 2009. http://www.chemicalsubstanceschimiques.gc.ca/alt_formats/pdf/fact-fait/kids_chem-enfants_chim-spa.pdf
7. Ministerio de Salud Pública. Resolución Ministerial No. 64 de 1997. Sobre el Registro Sanitario radicado en el INHEM. La Habana: Gaceta Oficial; 1997. <http://legislacion.sld.cu/index.php?P=FullRecord&ID=62>
8. Oficina Nacional de Normalización. NC 456:14. Equipos y utensilios en contacto con los alimentos. Requisitos Sanitarios Generales. La Habana: ININ; 2014.
9. Oficina Nacional de Normalización. NC 452:14. Envases, embalajes y medios auxiliares. Requisitos Sanitarios Generales. La Habana: ININ; 2014.
10. Diario Oficial de la Unión Europea. Reglamento (UE) 10/2011 de 14 de enero de 2011 sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos. Diario Oficial de la Unión Europea, 2011. <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0010&from=ES>
11. Manual de instrucciones Shimadzu espectrofotómetro de absorción atómica. Japón: Shimadzu Corporation; 2007.
12. Diario Oficial de la Unión Europea. Reglamento (UE) 2016/1416 de la Comisión de 24 de agosto de 2016 que modifica y corrige el Reglamento UE) No 10/2011 sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos. Diario Oficial de la Unión Europea, 2016. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R1416&from=ES>
13. Chopra V, Harley K, Lahiff M, Eskenazi B. Association between phthalates and attention deficit disorder and learning disability in U.S. children, 6-15 years. *Environ Res.* 2014; 128:64-69. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3889659/>
14. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Phthalates Factsheet. Washington, D.C.: última actualización: April 7, 2017. https://www.cdc.gov/biomonitoring/Phthalates_FactSheet.html
15. García J, Gallego C, Font G. Toxicidad del Bisfenol A: Revisión. *Rev. Toxicol.* 2015, 32: 144-160. Disponible en: <http://rev.aetox.es/wp-content/uploads/hemeroteca/vol32-2/vol%2032-2-144-160.pdf>
16. Comisión Europea. Materiales en Contacto con Alimentos. Luxemburgo: Comisión Europea, 2015. https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs_fcm_legis_pm-guidance_brochure_espa.pdf
17. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs: Part I – Exposure assessment. *EFSA Journal*, 2015, 13(1):3978.
18. Comisión Europea. Reglamento (UE) 2018/213 de la Comisión de 12 de febrero de 2018 sobre el uso de bisfenol A en los barnices y revestimientos destinados a entrar en contacto con los alimentos y por el que se modifica el Reglamento (UE) No.

- 10/2011 por lo que respecta al uso de dicha sustancia en materiales plásticos en contacto con los alimentos. 2018, <https://www.boe.es/doue/2018/041/L00006-00012.pdf>
19. Almeida S, Raposo A, Almeida-González M, Carrascosa C. Bisphenol A: Food Exposure and Impact on Human Health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Nov 2018, 17 (6): 1503-1517. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1541-4337.12388>
20. Conti ME. The content of heavy metals in food packaging paper boards: an atomic absorption spectroscopy investigation. *Food Research International*. 1997, 30 (5): 343-348. https://www.researchgate.net/publication/248425547_The_content_of_heavy_metals_in_food_packaging_paper_boards_An_atomic_absorption_spectroscopy_in_vestigation
21. Morales Torres NC. Implementación de metodologías para determinación de melamina, formaldehído, aminos aromáticas primarias y metales pesados en alimentos para la prueba de migración específica en alimentos en contacto con plásticos. [Tesis]. Pereira: Universidad tecnológica de Pereira, 2017. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/8462/6640286M828.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. Londoño LF, Londoño PT, Muñoz FG. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario*. Jul-Dic 2016, 14 (2): 145-153. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>
23. El envase de vidrio una historia moldeada con fuego y arena. *Ene* 2013. <https://historiasdeempaques.wordpress.com/category/ceramicos>