

# Sustancias nocivas de envases de alimentos y su efecto en la salud de los consumidores.

(Harmful substances in food packaging and their effect on the health of consumers)

Mayra Alexandra Logroño Veloz <sup>(1)*</sup>	mlogrono@esPOCH.edu.ec
Andrea Samantha Espín Logroño <sup>(2)</sup>	andreas.espin@esPOCH.edu.ec
Jailene Yaritza García Castillo <sup>(3)</sup>	yarigarcicasti@gmail.com
Alexis Fernando Espín Logroño <sup>(4)</sup>	alexeSTCL@outlook.com

(1) Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

(2) Carrera de Física, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

(3) Carrera de Mecatrónica, Facultad de Ciencia y tecnología, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.

(4) Carrera de Psicología, Facultad Ciencias Sociales, Educación y Humanidades, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.

\*Correspondencia Dra. Mayra Logroño Veloz, Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba ECO60155, Ecuador, E-mail: [mlogrono@esPOCH.edu.ec](mailto:mlogrono@esPOCH.edu.ec) Tel.: 0992844028

## RESUMEN

**Introducción:** La industria de los envases durante las últimas décadas ha generado un importante desarrollo en la conservación de alimentos, mejorando la productividad y comercialización; sin embargo, los alimentos procesados y envasados constituyen la principal fuente de migración de plastificantes y otros elementos nocivos a los alimentos y al medio ambiente. **Objetivo:** identificar algunas sustancias nocivas de envases de alimentos y su efecto en la salud de los consumidores, además buscar alternativas de envases que mitiguen los riesgos identificados. **Metodología:** Revisión no sistemática de artículos científicos en las bases de datos como PubMed, ScienceDirect, Elsevier, Google académico, con estudios elegibles del tema. **Resultados:** El elemento nocivo identificado en envases de metal y tetra pack es el aluminio, el cual migra a los alimentos según el pH y la temperatura, los problemas se asocian a neurotoxicidad; con respecto al plástico los aditivos como el BPA y ftalatos son considerados como disruptores hormonales fácilmente acumulados en tejidos adiposos y a nivel hormonal en especial gónadas masculinas; los más afectados son los neonatos y niños. Existen evidencias sobre alternativas de fabricación de envases biodegradables sin el uso de aditivos plastificantes. **Conclusión:** Priorizar en la aplicación de programas de salud ambiental dedicados a la concientización del no uso de materiales que causan daño a la salud y la fomentación de regulaciones legislativas para que la industria elabore otros materiales biodegradables, renovables a favor del ambiente y la salud de las personas.

**Palabras claves:** Plastificante, neurotóxico, disruptor hormonal.

## ABSTRACT

**Introduction:** The packaging industry in recent decades has generated significant development in food preservation, improving productivity and marketing; however, processed and packaged foods are the main source of migration of plasticizers and other harmful elements to food and the environment. **Objective:** to identify the main harmful substances in packaging, their effect on the health of consumers, and packaging alternatives that mitigate the identified risks. **Methodology:** Non-systematic review of scientific articles in databases such as PubMed, ScienceDirect, Elsevier, Google Scholar, with eligible studies on the subject. **Results:** The harmful element identified in metal containers and tetra pack is aluminum, which migrates to food according to pH and temperature, the problems are associated with neurotoxicity; With respect to plastic, additives such as BPA and phthalates are considered hormonal disruptors that easily accumulate in adipose tissues and at the hormonal level, especially in the male gonads; the most affected are neonates and children. There is evidence on manufacturing alternatives for biodegradable packaging without the use of plasticizing additives. **Conclusion:** Prioritize the application of environmental health programs dedicated to raising awareness of the non-use of materials that cause damage to health and the promotion of legislative regulations so that the industry produces other biodegradable, renewable materials in favor of the environment and the health of people.

**Keyword:** Plasticizer, neurotoxic, hormonal disruptor.

## » 1. Introducción

En las últimas décadas se destacan los desafíos de la industria de alimentos para conservar, aumentar el tiempo de vida de anaquel y transportar los mismos, en desarrollar envases que cumplan funciones importantes como ofrecer productos de calidad, seguros e inocuos, además de las funciones básicas como contener, proteger e informar al consumidor con la gran variedad de materiales y diferentes propiedades de permeabilidad, resistencia a cambios de temperaturas y concentración. (1)

Existen en el mercado variedad de envases primarios, es decir que tienen contacto directo con el alimento, los más usados de acuerdo con su composición química son:

**Envases de vidrio:** el vidrio es un silicato que funde a 1200°C, constituido principalmente por sílice proveniente de cuarzo y acompañado de caliza y otros aditivos que dan color al vidrio, dependiendo de su uso con alimentos se denomina como vidrio doméstico, la ventaja que se puede reciclar con bajos costos comparado con otros materiales y es inerte, la desventaja es su elevada fragilidad y cuidados al transportar los alimentos. (2)

**Envases metálicos:** el más usado para métodos de conservación con aplicación de calor es la hojalata, con el 80 al 90 % de uso a nivel de industria para conservas; consiste en una lámina delgada, lisa de hierro o acero inoxidable, tiene una capa de estaño por ambas caras, la ventaja de usar envases a base de acero es preservar los alimentos en óptimas condiciones, se consideran como saludables, sustentables, biodegradables y seguros. (3)

Por otro lado, presentan mayor resistencia mecánica, livianos, facilidad de transporte, mayor barrera a factores externos como luz, humedad, resistencia al calor y apropiados para ser usados en líneas automáticas; entre las desventajas es el empleo de materiales de barnices internos que pueden interactuar con los alimentos, sobre todo con los proteicos y producir sulfuro ferroso que ocasionaría el hinchamiento de los envases de hojalata. (4)

**Envases de tetra pack:** Se usa como envase multicapas generalmente diseñado para contener líquidos con o sin refrigeración, donde cada lámina desarrolla una función específica, así la lámina de

cartón, es fibra celulósica y concierne del 75 al 80 % del peso del envase y la capa de polietileno de baja densidad integra entre el 15 al 20% del peso, la fracción de aluminio corresponde al 5% del peso total del envase. (5)

**Envases de aluminio:** Como recipientes se utiliza para bebidas gaseosas y como lámina para envoltorios de chocolates, galletas entre otros alimentos. Presenta la ventaja de ser maleable y liviano.

**Envases de plástico:** En los últimos años, el uso de polímeros para desarrollar como materiales de envases plásticos para alimentos que ha evolucionado por los retos que demanda la sociedad y las ventajas sobre materiales como hojalata y vidrio; no obstante, existen desventajas como la permeabilidad a gases y moléculas de bajo peso molecular que pueden migrar a los alimentos. (6)

Los alimentos procesados y envasados constituyen la principal fuente de migración de plastificantes a los alimentos y al medio ambiente. (7)

**Objetivo:** identificar las sustancias nocivas de envases que migran a los alimentos y causan daño a la salud.

## » 2. Metodología de la búsqueda bibliográfica

Revisión no sistemática de artículos científicos publicados en los últimos cinco años en inglés y español de estudios observacionales y sistemáticos de bases de datos como PubMed, ScienceDirect, Elsevier, Google académico, con estrategias de búsqueda usando palabras claves con estudios elegibles bajo los criterios de inclusión de aditivos como: aluminio, bisfenol A y ftalatos usados en envases que al migrar a los alimentos causan daños en la salud, por otra parte las condiciones en las que migran con mayor facilidad como temperatura, pH, concentración y las alternativas de solución que priorizan el desarrollo de envases que no tengan aditivos perjudiciales. Los criterios de exclusión son artículos breves, cartas al editor y revisiones subjetivas.

## » 3. Resultados de la búsqueda bibliográfica

analizados se excluyeron aquellos que asumía información subjetiva y admitían la contaminación del suelo, aire, agua y de forma indirecta a los alimentos, por razones ambientales, pero sólo

treinta y cuatro manifestaban la relación de contaminación directa de aditivos del envase al alimento y consecutivamente a la salud de los consumidores; entre las sustancias que más afectan y se especifican son el aluminio, bisfenol A y ftalatos; se caracterizan por problemas neurológicos, disrupciones hormonales que aquejan a grupos vulnerables de la población como son los neonatos.

### 3.1. Aluminio.

La transferencia del aluminio de envases de lata a bebidas durante el almacenamiento es variable, depende del pH si son ácidos, salados o alcalinos, aumenta el riesgo en medios con sales de citratos pueden absorber trazas de aluminio observándose concentraciones de 10,4 mg/L, los pacientes que presentan mayor riesgo son los diabéticos, personas con deficiencia renal, personas con deficiencia de hierro y niños, que pueden proporcionar enfermedades óseas por aluminio dando lugar a dolor óseo y fracturas difusas. (8)(9)

### 3.2. Bisfenol A

Es un compuesto sintético que se usa como monómero en el proceso de formación del policarbonato para envases de plásticos de alimentos entre otras aplicaciones como dispositivos médicos, papel térmico y materiales dentales. (12) El Bisfenol A (BPA) actúa como estrógeno sintético por su propiedad similar a las hormonas y es conocido por su impacto negativo en el desarrollo, salud y reproducción. (13) La literatura científica evidencia que el BPA contamina alimentos, aire y suelo y se acumula en varios tejidos y órganos humanos. (12)

Otras investigaciones mencionan que afectan el metabolismo y la progresión del cáncer al interactuar con GPR30 (receptor de estrógeno acoplado a la proteína G), además puede afectar la función reproductiva masculina. (13) La exposición del plástico de policarbonato a elevadas temperaturas y condiciones ácidas o básicas, aumenta la tasa de transferencia del BPA al cuerpo humano a través de la ingesta de los alimentos. Por otro lado, también se evidencia otras formas de exposición son los vertidos de aguas municipales en plantaciones, combustión de residuos domésticos y degradación de materiales plásticos. (14)(15)

Estudios metabólicos y toxicológicos han demostrado una rápida absorción oral de BPA,

este compuesto una vez absorbido se conjuga en el hígado con ácido glucurónico y se convierte en glucoronato de BPA estable y representa un biomarcador de exposición válido. (16)

Debido a su naturaleza lipofílica el BPA se tiende a acumular en tejidos adiposos y en el hígado modulando los niveles de citosinas. (15) Además se ha observado líneas celulares humanas que muestran que el BPA interfiere con la síntesis, secreción y señalización de hormonas tiroideas; por otro lado, actúa también como receptor de estrógenos y antagonista de receptores andrógenos. (17)

Existe investigaciones que evidencia que el BPA puede atravesar la barrera de la placenta, se ha detectado en el suero materno y fetal de los humanos y de la placenta humana, por lo tanto, puede llegar a los tejidos y líquidos del útero humano. (18)

Kang y colaboradores revelan los niveles de BPA y sus fuentes más comunes en el ambiente, alimentos, bebidas y otros orígenes; así los plásticos de envases presentan niveles entre 0,2 a 26 ppb. (19)

### 3.3. Ftalatos

Los Ftalatos son una familia de químicos de origen artificial con diferentes aplicaciones en la industria médica, automotriz y productos de consumo. Los ftalatos de elevado peso molecular como ftalato de butilbencilo (BBzP), ftalato de di-2-etilhexilo (DEHP) y algunas mezclas de ftalato de di-n-octilo (DnOP), son conocidos como plastificantes en cloruro de polivinilo (PVC) para mejorar la elasticidad de materiales de envases de alimentos, suelos y dispositivos médicos. Un informe ha detectado ocho ftalatos principales como biomarcadores de metabolitos en el 89% de la población en Estados Unidos. (20)(21)(22)

Diversas investigaciones demuestran que los alimentos que poseen mayor cantidad de lípidos como carnes, pescado y lácteos poseen alta probabilidad de contener ftalatos, cabe recalcar que, en alimentos no grasos, incluidos el pan y productos de cereales, las concentraciones son variables. Estudios recientes en Bélgica y Alemania indicaron que el pan es fuente significativa de ftalatos y el de mayor contribución a la exposición en la población de adolescentes y adultos con 31,4% y 14,06% respectivamente. (23)(24)

Se conoce que los ftalatos son medidos por metabolitos que atraviesan la barrera de la placenta y se elimina por la leche materna y tienen un efecto disruptor endócrino durante la etapa de desarrollo de roedores machos, especialmente asociados con concentraciones de ftalato de monobutilo (FMB); ftalato de monoetilo (FME), ftalato de monobencilo (FMBz) y el ftalato de monoisobutilo (FMIB). (25) Investigaciones en humanos son limitadas pero los resultados que se han obtenido concientizan la relación de los ftalatos con el sistema reproductor masculino, en especial en el inmaduro, es decir los más afectados serán los neonatos y niños. (26)

En un estudio efectuado en México indagaron sobre la relación de los productos fabricados con PVC y ftalatos y la salud de los niños, basados primeramente en una encuesta para evaluar la frecuencia de uso, luego identificaron y cuantificaron la cantidad de ftalatos a través de la ingesta diaria de contenido y la migración de los plastificantes, así se demostró que 13% de productos que los niños llevan a la boca (juguetes, chupones, biberones, envases, entre otros) llega 67% en peso total, y el más usado es el ftalato de di 2-etilhexielno conocido por la toxicidad testicular, la concentración de migración del ftalato fue de 13,9 ug/Kg peso/día. (27)

Honglv Xu y colaboradores (2021), realizaron un estudio sobre los efectos del consumo de alimentos envasados como moderadores de conducta alimentaria de adolescentes, con la concentración de metabolitos de ftalatos, realizaron una encuesta de frecuencia alimentaria para determinar el comportamiento alimentario, cuestionario de escala de estrés, ansiedad y depresión y se midió la concentración de seis metabolitos de ftalato en orina, obtuvieron como resultados importantes que el consumo de alimentos en envases plásticos moderan en cierta forma la asociación de exposición de los ftalatos con los síntomas emocionales de los adolescentes originando problemas de ansiedad y depresión. (28)

### *3.4. Alternativas de polímeros como material para envasado de alimentos:*

Diversas investigaciones demuestran que se han desarrollado materiales eficaces para minimizar los problemas de salud pública como enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) y contaminantes provenientes de

envases a través de la fabricación de polímeros biodegradables, agentes antimicrobianos eficientes y nanocompuestos con estabilidad mecánica y antioxidantes que aumenten la biodegradabilidad y mejoren el efecto barrera comparando con envases convencionales, de esta forma no se usaría los aditivos plastificantes causantes de diversas enfermedades ya reconocidas a nivel de salud pública. (29)

Los polímeros biodegradables (PBDs), son los más empelados por proceder de fuentes renovables y descomponerse en sustancias simples por la actividad enzimática de microorganismos y se identifican tres categorías. (29)

- Biopolímeros basados en proteínas y carbohidratos: los más usados son de almidón, colágeno, gluten, soya, quitosano, queratina, algunas ventajas sobre los polímeros convencionales que se evidencia en las aplicaciones son que prolongan la vida media de los alimentos, retardan la oxidación lipídica de modo que previenen el enranciamiento y no modifican las características organolépticas de los alimentos, por lo contrario una desventaja es que aún se realizan estudios sobre la calidad del envase sobre la resistencia por adolecer propiedades mecánicas de calidad, en especial con biopolímeros a base de queratina. (30)
- Biopolímeros sintetizados a partir de monómeros: se menciona en algunas investigaciones el uso del ácido poli láctico (PLA), cuyo nombre químico es el ácido 2-hidroxi propiónico y es un monómero que se produce por fermentaciones microbianas o por síntesis química, su incorporación en los materiales de envases es una alternativa a pesar que un limitante es la fragilidad, la misma que se ha tratado combinado con almidón, acetato de celulosa y nisina con resultados aún no concluyentes sobre la capacidad mecánica pero si importantes hallazgos con respecto a la actividad antimicrobiana sobre patógenos. (31)
- Biopolímeros producidos por microorganismos: Diversos polímeros se han obtenido por actividad fermentativa de microorganismos, como las biopelículas de celulosa y xantano las cuales han demostrado asegurar la conservación a mediano y largo plazo del alimento;

algunas películas usan nanocompuestos de cobre, plata y óxido de titanio, lo cuales incorporan anti bactericidas contra *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella*. (1)

#### » 4. Discusión de los principales hallazgos de la búsqueda bibliográfica

Dentro de los objetivos de desarrollo sostenible se debe priorizar el ejecutar programas de salud ambiental donde se identifiquen los principales contaminantes que son un peligro para la salud, en especial de los niños y recién nacidos.

Varios estudios revelan que los aspectos toxicológicos por aluminio asociados al consumo de alimentos que provienen de envases de aluminio no son muy claros, algunos datos epidemiológicos estiman que un consumo de 7 mg/Kg/semana (70 mg/día/70 Kg de peso) es un consumo seguro. Para confirmar toxicidad por aluminio deben realizarse pruebas de deferoxamina séricas, es decir cantidad de hierro en la sangre y se caracterizan concentraciones séricas entre 60 y 200 ug/L; con valores mayores a 200 ug/L, el paciente debe someterse a hemodiálisis. (11)

Con respecto al BPA, se debe reducir la exposición crónica y continua que se ha generado en los últimos años por causa de productos enlatados, envases de plástico para líquidos y el papel térmico, evitar especialmente en mujeres embarazadas y neonatos. También podrá ser un objetivo futuro evitar el uso indiscriminado de plástico para la seguridad de personas vulnerables con cambios de comportamiento para prevenir enfermedades de problema mundial como la obesidad, síndrome metabólico y diabetes. (18)

Hoy en día el BPA es un factor de riesgo para enfermedades endócrinas, inmunes y oncológicas. Actualmente se ha incluido en la lista de sustancias prohibidas en varios productos como cosméticos y biberones, sin embargo, existen discrepancias en los resultados de efectos tóxicos, posiblemente a la amplia gama de concentraciones de BPA y las diferentes modelos de experimentación. (32)

Las evidencias científicas de los efectos de los ftalatos sobre las gónadas masculinas son realmente preocupantes, cuyos resultados sugieren que la exposición de la población en general es más que suficiente para generar los efectos adversos en varias etapas de la vida, pero en particular en neonatos y niños por ser los más vulnerables. (33)

Una alternativa para minimizar los riesgos de contaminación de aditivos por envases convencionales a los alimentos es la aplicación de estudios sobre la nanotecnología que convergen las ciencias de los alimentos con la tecnología de nuevos materiales de envases para la resolución de problemas que contribuyan la conservación y envasado de los alimentos. (34)

La nanotecnología servirá para modificar la matriz sin recurrir a las sustancias químicas para conservar los alimentos de forma natural, por mayor tiempo a diferentes temperaturas y humedad, la misma permitirá que las cadenas de procesamiento, producción y envasado eliminen una enorme variedad de químicos que ocasiona alteraciones y daños para el organismo sobre todo con los alimentos enlatados. (34)

#### » 5. Conclusiones

La mayoría de la población está ampliamente expuesta al aluminio, BPA, ftalatos por el uso incalculable del plástico de policarbonato y su liberación en alimentos y bebidas.

Los alimentos procesados y envasados constituyen la principal fuente de migración de plastificantes a los alimentos y al medio ambiente.

Se debe priorizar los programas de salud ambiental dedicados a la concientización del no uso de materiales que causan daño a la salud y fomentar las regulaciones legislativas para que la industria cree otros tipos de materiales biodegradables, renovables, más apegados al ambiente y la salud de las personas.

#### » 6. Agradecimientos

Especial agradecimiento a las Instituciones de Educación Superior: Universidad Politécnica Salesiana, Universidad Técnica Particular de Loja y a la Facultad de Ciencias y Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

#### » 7. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses en la realización del presente trabajo.

#### » 8. Limitación de responsabilidad

Se declara que el manuscrito es de entera responsabilidad de los autores.

## » 9. Fuentes de apoyo

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.  
Carrera de Nutrición y Dietética, Carrera de Física.

## » 10. Bibliografía

- Rodríguez Saucedo R, Rojo-Martínez G, Martínez Ruiz R, Piña-Ruiz HH, Ramírez-Valverde B, Vaquera Huerta H, et al. Envases Inteligentes Para La Conservación De Alimentos Smart Packaging for Food Preservation. Ra Ximhai [Internet]. 2014;10(10):151–73. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/461/46132135012.pdf>
- Mata A, Carlos G. Reciclaje de fibra de vidrio. Academia [Internet]. 2010;12. Available from: [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIFE07\\_ENV\\_E\\_000802\\_LAYMAN\\_ES.pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIFE07_ENV_E_000802_LAYMAN_ES.pdf)
- Carranza B. Fabricación de envases de hojalata como empaque primario a través de un análisis de riesgo para la inocuidad y defensa alimentaria. [Internet]. Trabajo de titulación. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2019. Available from: <http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/wp-content/subidas/6ARTÍCULO-III-INDESA-SIE.pdf>
- Delgado F. Desempeño y funcionalidad de la hojalata colaminada en un medio simulado de alimentos a través del tiempo. 2003;8–19. Available from: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/fad352d/pdf/fad352d.pdf>
- Turrado J, Dávalos MF, Fuentes FJ, Saucedo AR. Envases de Cartón para Líquidos como Fuente de Fibra Secundaria. Inf Tecnol. 2012;23(3):59–66.
- Contreras Camacho ME. Empaques activos para conservación de alimentos en base de formulaciones poliméricas. CienciaCierta [Internet]. 2018;(56):12. Available from: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/articulos/cc56/Empaques.pdf>
- Beltifa A, Feriani A, Machreki M, Ghorbel A, Ghazouani L, Di Bella G, et al. Plasticizers and bisphenol A, in packaged foods sold in the Tunisian markets: study of their acute in vivo toxicity and their environmental fate. Environ Sci Pollut Res. 2017;24(28):22382–92.
- Alicia I. Varsavsky. ¿Es Tóxico El Aluminio? Fund Nexus [Internet]. 2002;(1123):28–32. Available from: [http://nexus.org.ar/trabajos\\_publicados/Es\\_tóxico\\_el\\_aluminio\\_-\\_2002.pdf](http://nexus.org.ar/trabajos_publicados/Es_tóxico_el_aluminio_-_2002.pdf)
- John T, Peter G, Todd S. Enfermedad Ósea. 2015;2015.
- Nie J. Exposure to Aluminum in Daily Life and Alzheimer's Disease. Adv Exp Med Biol [Internet]. 2018;1091:99–111. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30315451/>
- Vázquez T, Montoya H. Riesgos a la salud por presencia del aluminio en el agua potable. Concienc Tecnológica [Internet]. 2004;(25). Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6483666>
- Cimmino I, Fiory F, Perruolo G, Miele C, Beguinot F, Formisano P, et al. Potential mechanisms of bisphenol a (BPA) contributing to human disease. Int J Mol Sci. 2020;21(16):1–22.
- Muts EJ, Muts RA, Muts M. Bisfenol-A: een update. Tandartspraktijk [Internet]. 2013;34(1):18–9. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12496-013-0006-4>
- Cimmino, I.; Oriente, F.; D'Esposito, V.; Liguoro, D.; Liguoro, P.; Ambrosio, M.R.; Cabaro, S.; D'Andrea, F.; Beguinot, F.; Formisano P. et al. Low Dose Bisphenol-A Regulates Inflammatory Cytokines through GPR30 in Mammary Adipose Cells. J Mol Endocrinol. 2019;63:273–83.
- Esposito RVVD, Cimmino FAI. Bisphenol A environmental exposure and the detrimental effects on human metabolic health: is it necessary to revise the risk assessment in vulnerable population? J Endocrinol Invest. 2015;1–5.

16. Andra, S.S.; Austin, C.; Yang, J.; Patel, D.; Arora M. Recent advances in simultaneous analysis of bisphenol A and its conjugates in human matrices: Exposure biomarker perspectives. *Sci Total Env.* 2016;572(770–781).
17. Rotondo, E.; Chiarelli F. Endocrine-Disrupting Chemicals and Insulin Resistance in Children. *Biomedicines.* 2020;8:137.
18. Pereira-Fernandes A, Demaegdt H, Vandermeiren K, Hectors TL, Jorens PG, Blust R VC. Evaluation of a screening system for obesogenic compounds: screening of endocrine disrupting compounds and evaluation of the PPAR dependency of the effect. *PLoS One [Internet].* 2013; Available from: [10.1371/journal.pone.0077481](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077481)
19. Kang JH, Kondo F KY. Human exposure to bisphenol A. *Toxicology.* 2006;226(2):79.
20. Prevention UD of H and HSC for DC and. Fourth national report on human exposure to environmental chemicals. Atlanta, Georgia; 2013.
21. Zota AR, Calafat AM WT. Temporal trends in phthalate exposures: findings from the national health and nutrition examination survey. *Env Heal Perspect.* 2014;122:235–41.
22. (USEPA) USEPA. Phthalates action plan summary. <http://www.epa.gov/oppt/existingchemicals/pubs/actionplans/phthalates.html>.
23. Serrano SE, Braun J, Trasande L, Dills R, Sathyanarayana S. Phthalates and diet: A review of the food monitoring and epidemiology data. *Environ Heal A Glob Access Sci Source.* 2014;13(1).
24. Sioen I, Fierens T, Van Holderbeke M, Geerts L, Bellemans M, De Maeyer M, Servaes K, Vanermen G, Boon PE DHS. Phthalates dietary exposure and food sources for Belgian preschool children and adults. *Env Int.* 2012;48:102–8.
25. Bustamante P. Necesidades regulatorias sobre los efectos de los plastificantes en la población infantil. *Salud Publica Mex.* 2007;49:72–5.
26. Swan HS, Main KM, Liu F, Stewart SL, Kruse R C et al. Decrease in anogenital distance among male infants with prenatal phthalate exposure. *Env Heal Perspect.* 2005;113:1056–61.
27. Bustamante Montes LP, Lizama Soberanis B, Vázquez-Moreno F, García Fábila M, Corea-Telléz K O-FG y BV. Exposición Infantil a plastificantes potencialmente tóxicos en productos de uso oral. *Salud Publica México.* 2004;(46):501–8.
28. Xu H, Sheng J, Wu X, Zhan K, Tao S, Wen X, et al. Moderating effects of plastic packaged food on association of urinary phthalate metabolites with emotional symptoms in Chinese adolescents. *Ecotoxicol Environ Saf [Internet].* 2021;216:112171. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112171>
29. Mateescu AL, Dimov TV, Grumezescu AM, Gestal MC CM. Nanostructured bioactive polymers used in food-packaging. *Curr Pharm Biotechnol [Internet].* 2015;16:121–7. Available from: <https://www.ingentaconnect.com/content/ben/cpb/2015/00000016/00000002/art00005>
30. Domenek S, Feuilleley P, Gratraud J, Morel MH GS. Biodegradability of wheat gluten based bioplastics. *Chemosphere [Internet].* 2004;54:551. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14581057/>
31. Jin T, Zhang H. Biodegradable polylactic acid polymer with nisin for use in antimicrobial food packaging. *J Food Sci [Internet].* 2008;73(3). Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1750-3841.2008.00681.x>
32. Vandenberg, L.N.; Maffini, M.V.; Sonnenschein, C.; Rubin, B.S.; Soto AM. Bisphenol-A and the great divide: A review of controversies in the field of endocrine disruption. *Endocr Rev.* 2009;30:75.
33. Organización Panamericana de la Salud. Los niños, los mas vulnerables [Internet]. 2003. Available from: [www.cepis.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/repindex/Repi072/](http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/repindex/Repi072/)
34. Zurita J. La nanotecnología en la producción y conservación de alimentos. 2015;1:184–207. Available from: <http://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/93/92>