

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v18n09e1655>

Bisfenol A en la industria alimentaria. Análisis comparativo entre carne y productos cárnicos enlatados y no enlatados. Revisión

Alicia Ramos Buil¹, **Sandra Fernández Pastor¹**, **Ana Guerrero Barrado^{1*}**

¹Universidad Cardenal Herrera-CEU, CEU Universities. Facultad de Veterinaria, Departamento Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Alfara del Patriarca, Valencia, España.

*Autor para correspondência: Ana Guerrero E-mail: ana.guerrero barrado@uchceu.es

Resumen. El Bisfenol A es una sustancia química capaz de producir efectos nocivos en la salud humana y animal, entre los que destacan las alteraciones reproductivas, neurológicas, metabólicas, digestivas y trastornos en el desarrollo. A pesar de estas contraindicaciones, su uso está muy extendido a nivel mundial y es altamente demandado por la industria debido a las propiedades de resistencia que ofrece. En el sector alimentario, se emplea en la fabricación de envases, concretamente en latas recubiertas de resinas epoxi y en empaques de policarbonato. Diversos estudios científicos han podido confirmar que, los productos cárnicos contienen cantidades significativas de este, tanto en su forma enlatada como fresca. Esta revisión bibliográfica tiene como objetivo conocer el contexto legal en el que se encuentra el Bisfenol A y los niveles de ingesta diarias tolerables, analizar su impacto en la salud humana y animal, investigar las principales vías de exposición a esta sustancia y en especial, profundizar en las posibles migraciones hacia productos cárnicos enlatados y frescos. Además, se exploran alternativas a su uso, incluyendo la utilización de sus análogos. Esta revisión destaca la elevada presencia de Bisfenol A en productos cárnicos y la necesidad de una regulación legal más estricta para preservar la salud de la población. Asimismo, se concluye la urgencia de una mayor investigación científica para encontrar alternativas a su uso más seguras y sostenibles.

Palabras clave: Carne enlatada, carne fresca, envase alimentario, salud pública

Bisfenol A na indústria alimentícia. Análise comparativa entre carnes e produtos cárneos enlatados e não enlatados: Revisão

Resumo. O Bisfenol A é uma substância química capaz de produzir efeitos nocivos à saúde humana e animal, dentre os quais se destacam alterações reprodutivas, neurológicas, metabólicas, digestivas e distúrbios do desenvolvimento. Apesar dessas contraindicações, seu uso é difundido mundialmente e muito procurado pela indústria devido às propriedades de resistência que oferece. No setor alimentício, é utilizado na fabricação de embalagens, especificamente em latas revestidas com resinas epóxi e em embalagens de policarbonato. Vários estudos científicos conseguiram confirmar que os produtos cárneos contêm quantidades significativas dela, tanto na forma enlatada como na forma fresca. Esta revisão bibliográfica pretende compreender o contexto jurídico em que se encontra o Bisfenol A, conhecer os níveis de ingestão diária toleráveis, analisar o seu impacto na saúde humana e animal, investigar as principais vias de exposição a esta substância e, em particular, aprofundar-se em possíveis transferências de Bisfenol A para produtos cárneos enlatados e frescos. Além disso, são exploradas alternativas ao seu uso, incluindo o uso de seus análogos. Esta revisão destaca a elevada presença de Bisfenol A em produtos cárneos e a necessidade de regulamentação legal mais rigorosa para preservar a saúde da população. Da mesma forma, conclui-se a urgência de maiores pesquisas científicas para encontrar alternativas mais seguras e sustentáveis ao seu uso.

Palavras-chave: Carne enlatada, carne fresca, embalagem de alimentos, saúde pública

Bisphenol A in the food industry. Comparative analysis between canned and non-canned meat and meat products: Review

Abstract. Bisphenol A is a chemical substance capable of producing harmful effects on human and animal health, among which reproductive, neurological, metabolic and digestive alterations and developmental disorders stand out. Despite these contraindications, its use is widespread worldwide and is in high demand in the industry due to the resistance properties it offers. In the food sector, it is used in the manufacturing of packaging, specifically in cans coated with epoxy resins and in polycarbonate packaging. Various scientific studies have been able to confirm that meat products contain significant amounts of it, both in their canned and fresh forms. This bibliographic review aims to understand the legal context in which Bisphenol A is found and its tolerable daily intake levels, as well as to analyze its impact on human and animal health, investigate the main routes of exposure to this substance and the possible migrations of bisphenol A towards canned and fresh meat products. In addition, alternatives to its use are explored, including the use of its analogues. This review highlights the large presence of Bisphenol A in meat products and the need for stricter legal regulation to preserve the health of the population. Likewise, the urgency of greater scientific research to find safer and more sustainable alternatives to its use is concluded.

Keywords: Canned meat, fresh meat, food packaging, public health

Introducción

El Bisfenol A (BPA) es un compuesto químico (4,4 Isopropilidendifenol; 2,2-bis (4-hidroxifenil)-propano) que preocupa a la comunidad científica por su potencial efecto como disruptor endocrino. Su uso a nivel industrial está ampliamente extendido ([Gore et al., 2015](#)), empleándose para la producción de otras sustancias de alto rendimiento como los plásticos de policarbonato (PC) y las resinas epoxi, compuestos muy utilizados en el envasado de alimentos ([Ramírez et al., 2023](#)). Su producción anual es de 5 millones de toneladas únicamente en Estados Unidos, y altamente creciente en países como la India ([Friques et al., 2020](#)).

La vía de acceso al organismo más común es la oral y la principal fuente de exposición los alimentos que contienen BPA en sus envases. El BPA puede liberarse del polímero al que se encuentra unido y migrar al alimento. Esta reacción se ve favorecida por el calentamiento, lavados repetidos con detergentes, fricciones o esterilizaciones ([Mikołajewska et al., 2015](#)).

No obstante, la exposición al BPA puede ser también ambiental. Debido a la actividad industrial, el BPA puede encontrarse en la atmósfera. Numerosos estudios científicos han investigado sobre las cantidades de BPA presentes en la atmósfera según la región geográfica, concluyendo que las zonas urbanas de la india son las que presentan concentraciones más altas de esta sustancia, como resultado de la combustión de plásticos. Es preocupante saber que, diversos estudios afirman la presencia de BPA en regiones polares, demostrando una vez más el auge de contaminación en esas zonas ([Michałowicz, 2014](#)).

El BPA también puede ingresar en el cuerpo humano, aunque en menor medida debido a su baja presión de vapor, a través del polvo presente en el ambiente, principalmente mediante la ingestión, inhalación y contacto dérmico ([Li et al., 2024](#)). La principal fuente de exposición para esta última vía son los papeles térmicos, siendo la manipulación de los mismos la que favorece la absorción de BPA por esta vía ([Sasso et al., 2020](#)). Además, el compuesto puede ser transferido al feto al tener la capacidad de atravesar la barrera placentaria ([Ferloni et al., 2019](#)). Por añadidura, el BPA puede estar presente en el agua e ingresar en el cuerpo a través de su consumo, pero no resulta tan preocupante. Los procesos de tratamiento de agua potable son capaces de eliminar entre el 76% y el 99% del BPA presente en aguas de consumo ([Arnold et al., 2013](#)).

Importancia del Bisfenol A en los alimentos e industria alimentaria

Debido a sus características y propiedades (como peso molecular de 228,29 g/cm³, punto de fusión de 156° C y un punto de ebullición de 220° C (a una presión de 5hPa), coeficiente agua-octanol

expresado en forma logarítmica de 3.32), muestra una buena solubilidad en grasas y escasa en agua ([Michałowicz, 2014](#)). Lo que hace que el uso del Bisfenol esté muy extendido en la industria alimentaria, pudiéndose encontrar en productos que entran en contacto con los alimentos como botellas, recipientes y latas de metal. También se emplea en la fabricación de policarbonato, resinas epoxi, resinas de poliéster, papel térmico para impresoras, juguetes para niños, equipos médicos, material de embalaje, discos y tuberías de agua. Sus derivados también se utilizan para la fabricación de material odontológico. Por su multitud de usos, es una sustancia muy demandada, ya que posee propiedades interesantes para la industria: dureza, resistencia a los ácidos, transparencia y capacidad para resistir un amplio rango de temperaturas ([Michałowicz, 2014](#)).

Los alimentos envasados son la principal vía de exposición al BPA, siendo los enlatados los que presentan mayores concentraciones de este en comparación con los productos frescos ([Figura 1](#)). Los alimentos enlatados que presentan mayores concentraciones de este compuesto son legumbres, frutos secos, pescado, carne, hortalizas y verduras, lácteos, productos de quinta gama, snacks y helados, presentando concentraciones promedio de BPA de 32,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en legumbres, frutos secos y semillas de oleaginosa, 22,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en hortalizas, 27,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en carne de animales de abasto, 34,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en productos pesqueros, 4,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en productos lácteos y por último, concentraciones de 0,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en alimentos para lactantes. Es relevante mencionar que, en alimentos no enlatados, también se pueden hallar concentraciones destacables de BPA, especialmente en la carne, con concentraciones de 9,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$, y en el pescado, con concentraciones de 7,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ([EFSA, 2018](#)).

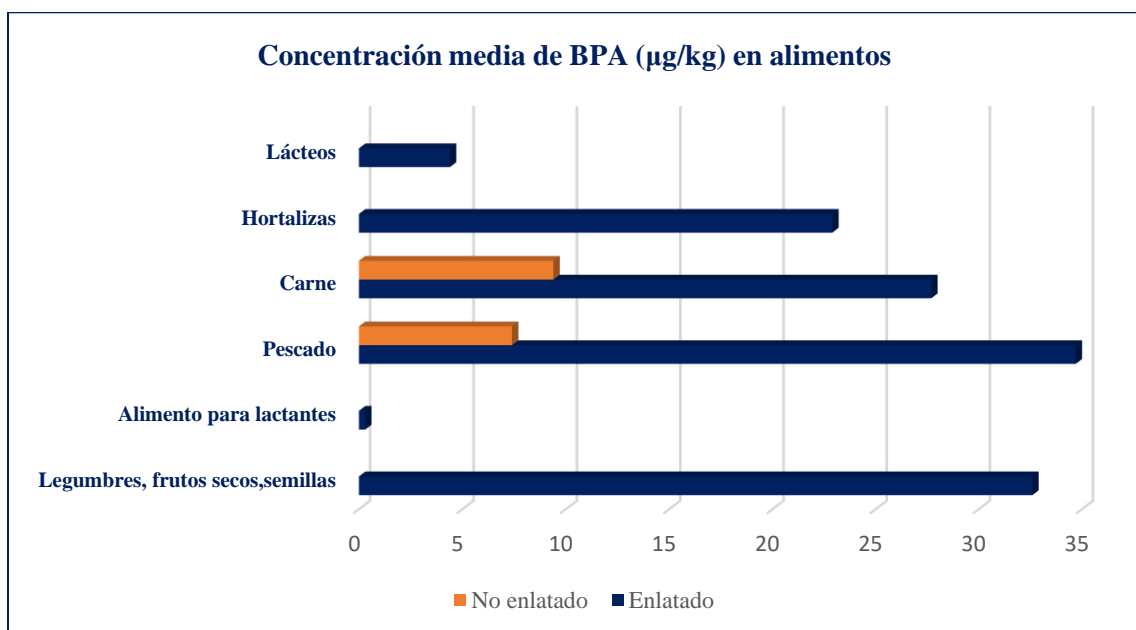


Figura 1. Concentración media de Bisfenol A (BPA) en alimentos. Fuente: ([EFSA, 2018](#)).

En Europa se han realizado diversos estudios para evaluar las concentraciones de BPA que migran a los alimentos a través de sus envases. Italia destaca por presentar las concentraciones más altas de BPA en bebidas. Concretamente en refrescos energéticos enlatados, con valores máximos de 19,4 ng/mL ([Errico et al., 2014](#)). España muestra las concentraciones más altas de BPA en leche y en vegetales. Particularmente las mayores concentraciones se han detectado en leche desnatada enlatada ([Ferrer et al., 2011](#)) y en espárragos enlatados ([Alabi et al., 2014](#)), siendo de 800 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y 959 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente. En Grecia, se identificaron las mayores concentraciones del compuesto en productos de la pesca, siendo los mejillones no enlatados los que mostraron valores más elevados, de hasta 626,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Este hecho puede deberse a su capacidad de acumular sustancias al ser organismos filtradores de contaminantes ([Gatidou et al., 2010](#)).

El agua potable y las bebidas contienen una menor cantidad de BPA, lo que puede explicarse por la cantidad de recubrimiento que tienen los envases que las albergan, ya que es menor en comparación con otros productos también envasados ([Russo et al., 2019](#)).

Respecto a los cereales, son escasos los estudios científicos realizados en Europa, puesto que son alimentos que no suelen presentarse en conserva. No obstante, los valores más altos han sido encontrados en España en maíz dulce enlatado con concentraciones máximas de 142 µg/kg ([Alabi et al., 2014](#)).

La EFSA, por su parte, recopila los valores recogidos en la [figura 1](#) derivados de diversos estudios. Según dicha recopilación sólo en dos categorías de alimentos, carne y pescado, se detectó BPA en productos enlatados y sin enlatar. En el resto solo se identifica en producto enlatado. En los siguientes apartados se mostrará con detalle diversos datos referidos a carne.

Importancia del sector cárnico

La producción de carne y su consumo tiene un papel muy importante en Brasil, siendo como reflejan los distintos datos oficiales ([ABPA, 2024](#); [FAOSTAT, 2022](#)) una de las principales potencias mundiales en la producción y exportación de diversos tipos de carne ([Nunes et al., 2024](#)) como la porcina, vacuno o aves.

En España, la industria cárnica presenta alta significancia, debido a ser la quinta potencia industrial del país y la primera dentro de la industria agroalimentaria (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación – [MAPA 2022](#)) aunque sus producciones en carne de vacuno o aves es hasta 10 veces inferior a la brasileña ([ABPA, 2024](#); [FAOSTAT, 2022](#)). Lo mismo ocurre con el consumo de carne, diversos trabajos reflejan la alta frecuencia de consumo de carne en el país ([Hötzel & Vandresen, 2022](#)) hecho muy arraigado al componente cultural, duplicando los 39,07 kg de carne total por habitante y año que se consumen en España ([MAPA, 2022](#)).

Bisfenol A en carne y derivados cárnicos

Hoy día a la industria alimentaria es difícil concebirla sin envases que recubran los alimentos, puesto que estos permiten su conservación y protección, aislándolos de factores ambientales, prolongando así su vida útil y calidad ([Lee, 2010](#)). No obstante, algunos envases alimentarios generan controversia por la posible interacción que puedan tener con los alimentos que albergan. El bisfenol A ha sido ampliamente detectado en múltiples alimentos, incluyendo a los productos cárnicos, tanto enlatados como frescos ([Wang et al., 2023a,b](#)), siendo que su contribución a la exposición dietética total oscila entre el 10 y el 50% ([Siddique et al., 2021](#)). Se destaca su presencia en carnes enlatadas, no obstante, llama la atención de la comunidad científica, la existencia de concentraciones significativas de este compuesto en productos no enlatados ([EFSA, 2018](#)), siendo estos objetos de estudio.

Migración de BPA a la carne enlatada y no enlatada

El BPA detectado en carne enlatada proviene principalmente de la migración de este desde el recubrimiento de las latas hacia la carne ([Siddique et al., 2021](#)). Sin embargo, al igual que en productos cárnicos no enlatados, puede provenir de otras etapas anteriores al envasado.

Es importante señalar que, los productos cárnicos en conserva representan una pequeña parte del consumo diario de carne en España (0,73 kg anuales per cápita) ([MAPA, 2022](#)), consumiéndose principalmente carnes crudas o cocidas que se encuentran envasadas en plástico, papel o vidrio ([Wang et al., 2022](#)). No obstante, los análisis internacionales del mercado prevén que el sector de la carne enlatada experimentará un crecimiento a una tasa compuesta anual del 8,23% entre 2024 y 2029. Este incremento se debe a las ventajas que presentan estos productos, como su estabilidad en el almacenamiento y la percepción de higiene que ofrecen a los consumidores ([Mordor Intelligence, 2024](#)). En la actualidad, América del Norte lidera el mercado global de carne enlatada y se espera que mantenga su posición como el principal mercado a nivel mundial ([Instituto Galego de Promoción Económica, 2022](#)).

Migración de BPA hacia productos cárnicos enlatados

El BPA se encuentra con frecuencia en alimentos enlatados, encontrándose en mayor concentración que en alimentos no enlatados. En productos cárnicos enlatados la concentración de migración se sitúa en torno a los 134,57 µg/kg ([Wang et al., 2023a, 2023b](#)), siendo esta una concentración 240,269 veces mayor a la de productos no enlatados. Este compuesto presenta la capacidad de migrar desde los

materiales de revestimiento de las latas hacia los alimentos a los que albergan. No obstante, los valores de migración de BPA hacia los productos cárnicos están distribuidos en un espectro amplio, debido a que se encuentran condicionados a múltiples variables como la composición del alimento, la temperatura de tratamiento, el tiempo y temperatura de almacenamiento y el pH, entre otros.

La composición de los alimentos es uno de los factores influyentes en esta migración. Se conoce que hay una mayor migración de BPA hacia el alimento cárnico sólido en comparación con la fracción líquida de la lata, además, esta migración también aumenta cuando el producto presenta altas cantidades de grasa ([Siddique et al., 2021](#)).

La esterilización térmica de los alimentos envasados es una técnica ampliamente empleada en la industria cárnica con fines de seguridad alimentaria ([Alvarado et al., 2009](#)). Se ha respaldado científicamente que, el factor más determinante en la migración de BPA desde los recubrimientos de las latas alimentarias hacia los alimentos es la esterilización. Estudios de migración han confirmado que alrededor del 80-100% del BPA migra una vez realizado este tratamiento térmico ([Wang et al., 2023a, 2023b](#)). Distintos estudios analíticos confirman esta hipótesis y avalan que el almacenamiento de los alimentos una vez realizada la esterilización, también influye en la migración. Así, el almacenaje prolongado a altas temperaturas beneficia la filtración de BPA hacia los productos cárnicos ([Siddique et al., 2021](#)). Otra variable que influye en esta migración es el pH, siendo los alimentos alcalinos los más propensos a recibir esta migración ([Martínez-Arriagada & Meriño-Castro, 2019](#)).

Todas estas variables afectan significativamente a la migración de BPA hacia productos cárnicos, siendo imposible establecer un rango ajustado para las concentraciones de BPA presentes en estos alimentos.

Migración de BPA hacia productos cárnicos no enlatados

Numerosos estudios científicos han podido demostrar que, los alimentos cárnicos en conserva suelen presentar concentraciones más altas de BPA que los alimentos envasados en vidrio, papel o plástico. Dado que las concentraciones de BPA varían significativamente según el tipo de alimento y el envase, es más conveniente centrarse en los valores medios de este compuesto. En los productos cárnicos enlatados, la concentración media de BPA supera los 30 µg/kg ([Russo et al., 2019](#)), mientras que, en las carnes no enlatadas, los valores medios son de 9.4 µg/kg ([EFSA, 2018](#)). La mayor concentración en productos enlatados se debe a que, en el interior de las latas, se encuentran resinas epoxi ([Stojanović et al., 2019](#)). No obstante, en alimentos cárnicos no enlatados también podemos encontrar concentraciones de BPA significativas, fundamentalmente a causa de factores ambientales y de procesamiento de las carnes ([Wang et al., 2023a, 2023b](#)).

Resulta complicado situar los valores de concentración de BPA en un rango limitado, ya que estos dependen de la composición de los alimentos, su empaquetado, pH, temperatura y tiempo de almacenamiento ([Martínez-Arriagada & Meriño-Castro, 2019](#); [Siddique et al., 2021](#); [Wang et al., 2023a, 2023b](#)).

Sin embargo, investigaciones científicas han analizado los niveles de este compuesto en alimentos cárnicos no enlatados comercializados en la Unión Europea, con la finalidad de conocer si se superan los límites establecidos por la legislación ([Russo et al., 2019](#)). Estos estudios, como puede apreciarse en la tabla 1, dictaminan que las concentraciones más altas de BPA se encontraron en Francia en el año 2014, en productos cárnicos no enlatados. Sorprenden estos datos debido a que, en estos productos sin enlatar, las concentraciones suelen ser significativamente inferiores respecto a las encontradas en productos en conserva, como se ha especificado con anterioridad. No obstante, en este estudio francés, las mediciones se realizaron también en despojos, entre los que es posible que se evaluaran hígado y riñones, siendo estos órganos vitales de desintoxicación de BPA ([Wang et al., 2023a](#)), pudiendo así explicar estas altas concentraciones del compuesto en el estudio.

Es crucial resaltar la disminución de BPA en productos cárnicos sin enlatar franceses en el año 2017, respecto a las concentraciones reveladas en 2014. Este descenso se atribuye a la prohibición de esta sustancia para la fabricación de envases alimentarios, con entrada en vigor en el año 2015 en Francia ([Cunha et al., 2020](#)).

En este estudio, las concentraciones obtenidas en España no entran dentro de la [tabla 1](#) debido a que las mediciones realizadas, además de BPA, incluían a 11 de sus análogos, en las que las concentraciones de Bisfenol detectadas en carnes enlatadas fueron de hasta 630.0 µg/kg ([Russo et al., 2019](#)).

Tabla 1. Concentraciones de BPA en carne enlatada y no enlatada en la Unión Europea

| País | Año | Producto cárnico | Envasado | Min-Max µg/kg |
|---------|------|--|-----------------------------|---------------|
| Francia | 2017 | Carne fresca, despojos, embutidos | No enlatado | 0,09-60,19 |
| Grecia | 2017 | Productos cárnicos | Enlatado, plástico | 0,6 |
| Noruega | 2014 | Carne picada, carne de pollo, salchichas, hamburguesas, salami, paté, pavo | Plástico, lámina metálica | 0,10-3,2 |
| Francia | 2014 | Carne fresca, despojos, embutidos | No enlatado | 0,105-394,57 |
| Suecia | 2012 | Carne | Enlatado, no enlatado | 6,9-13,0 |
| Bélgica | 2010 | Carne | Enlatado, envases de vidrio | 0,86-26,7 |

Fuente: Adaptado de [Russo et al. \(2019\)](#).

A pesar de que en general, los niveles de BPA en carnes no enlatadas son considerablemente menores con respecto a los productos enlatados ([EFSA, 2018](#)), es importante determinar las formas en las que este compuesto ingresa en el alimento, debido a que son productos ampliamente consumidos ([FAOSTAT, 2022](#)).

Estudios científicos han podido determinar mediante modelos predictivos que, la concentración de migración de este compuesto desde su envase se encuentra en valores entre 0,017 y 0,13 µg/kg, con una media de 0,056 µg/kg en productos cárnicos no enlatados. No obstante, se ha estimado que, en estos productos sin enlatar, el envasado plástico contribuye únicamente al 3% de los niveles de BPA totales ([Wang et al., 2023b](#)). Por ende, es evidente que este compuesto ingresa en estos productos en otras etapas comprendidas entre la granja y la mesa.

La contaminación de los alimentos para los animales de abasto ha sido materia de análisis para la comunidad científica, analizándose las concentraciones de BPA en los envases de alimentación animal y en muestras de heces y orina. En envases de PC se encontraron valores de BPA comprendidos entre 233,65 y 933,75 µg/kg. En botellas de polietileno de alta densidad (PEAD) se encontraron valores comprendidos entre 2,03 y 7,05 µg/kg, presentando más riesgo de migración los empaquetados alimentarios para animales fabricados con PC, debido a la presencia de altas concentraciones de esta sustancia en su composición. También se han detectado concentraciones de BPA 173-8573 µg/kg en envolturas internas de los envases para alimentación animal compuestas con Polipropileno (PP) y concentraciones de 2,91-10,1 µg/kg en envolturas internas compuestas de Polietileno (PE). Pese a que se ha confirmado la presencia de BPA en estos envoltorios para alimentación animal, hay científicos que afirman que a pesar de que los animales lo ingieran, no se puede asumir que su alimentación sea la fuente de contaminación de la carne, ya que, de ser así, el BPA se transformaría en su forma conjugada durante el metabolismo y los niveles de BPA conjugado detectados en carne no superan los límites de detección. Por ese motivo, los expertos apuntan a que la contaminación de la carne es *post mortem* ([Wang et al., 2022](#)).

Sin embargo, un estudio realizado en Polonia, buscó determinar las concentraciones de BPA en carne de cerdos jóvenes, suplementados con BPA vía oral y recién sacrificados, con el objetivo de evaluar si la presencia de esta sustancia en carne puede ser el resultado de la exposición de los animales a lo largo de su vida, y, por lo tanto, determinar si la contaminación es o no es únicamente *post mortem*. Los resultados de esta investigación señalaron que existe BPA en carnes de animales recién sacrificados, demostrándose así que la presencia de esta sustancia en carne no se debe únicamente a procedimientos realizados después de su sacrificio. A pesar de ello, al tratarse de cerdos de temprana edad, no se descarta que la vía de contaminación no sea únicamente alimentaria, pudiendo deberse también a una contaminación ambiental, transplacentaria o por ingestión de leche materna ([Makowska et al., 2022](#)). Otra de las hipótesis en la que se centran los expertos es que, la carne puede ser contaminada durante el procesamiento de esta, a través de las etapas de producción que se encuentran seguidas al sacrificio ([Wang et al., 2023b](#)).

Para el mantenimiento de unas normas de higiene adecuadas, tanto en los mataderos como en las salas de despiece, se utilizan grandes cantidades de agua en múltiples procedimientos ([Muñoz, 2000](#)). En mataderos de aves, es necesario el empleo de grandes cantidades de agua debido a que el desplumado

debe de ir acompañado de agua caliente, además, en estos locales, también se emplea agua para limpiar las canales una vez finalizada la evisceración de los animales. El agua que suele emplearse para estos procedimientos es potable, en la que las concentraciones de BPA suelen ser bajas. No obstante, investigaciones recientes han detectado niveles de esta sustancia de 0,317 µg/L en aguas del continente asiático. Además, diversos estudios han revelado concentraciones de 2,1 µg/L en aguas residuales procedentes de matadero ([Wang et al., 2022](#)).

Sumado a ello, los equipos de procesamiento de las carnes suelen estar compuestos de materiales plásticos, por lo tanto, si los alimentos entran en contacto con superficies plásticas, es posible que la migración de BPA hacia los alimentos se efectúe. El PE es un material que presenta una gran resistencia, siendo muy útil en salas de despiece, tanto para despiezar como para filetear. Podemos encontrarlo también formando parte de utensilios, equipos, films y láminas de forma habitual en la industria alimentaria, por su versatilidad y bajo coste. Este material permite una considerable migración de BPA hacia los alimentos, descrito en apartados anteriores ([Gerassimidou et al., 2023](#)).

En conclusión, existen múltiples posibles vías de migración de BPA hacia alimentos cárnicos no enlatados. A pesar de ello, sigue siendo precisa la investigación de esta cuestión en vista de que aún no se han identificado definitivamente las fuentes de contaminación de estos productos ([Wang et al., 2023a](#)).

Efectos del Bisfenol A en la salud

Ensayos en modelos animales

Las ratas y ratones son los modelos animales en los que más se estudian los efectos nocivos derivados del BPA, con la finalidad de conocer la toxicidad asociada en humanos ([Mao et al., 2021](#)). Son diversos los efectos adversos causados por la exposición a BPA en estos animales. A nivel reproductivo, se ha podido verificar la relación entre la aparición de numerosas patologías viéndose verdaderamente alterada la capacidad reproductiva tanto de ejemplares macho como hembra ([Ben Maamar et al., 2015](#); [Liu et al., 2022](#); [Prabhu et al., 2022](#); [Richter et al., 2007](#); [Srivastava & Dhagga, 2019](#)).

El sistema digestivo se ve perjudicado por la presencia de BPA en el organismo. Se ha podido certificar que su exposición produce efectos tóxicos a nivel estomacal ([Ismail & El-Meligy, 2022](#)), además de aumentar la permeabilidad intestinal, facilitando así la entrada de patógenos ([Liu et al., 2022](#)). Los efectos adversos detectados en hígado son disminución de la función hepática y hepatotoxicidad ([Hassan et al., 2012](#)). En riñón, puede producir daño renal por aumento de creatinina sérica y nitrógeno ureico presente en sangre ([Shi et al., 2021](#)).

Otros efectos a destacar son los cardiovasculares, el aumento de la presión arterial y los daños en la capa endotelial de los vasos aórticos son afecciones a tener en cuenta ([Frigues et al., 2020](#)). En última instancia, se ha podido corroborar que una exposición a bajas dosis puede inducir a cambios en su metabolismo, provocando sobreexpresión y subexpresión de determinados metabolitos ([Mao et al., 2021](#)).

Efectos en adultos

Está científicamente comprobado el efecto perjudicial del BPA sobre la salud tanto de hombres como mujeres ([García et al., 2015](#)). En lo que respecta a la salud reproductiva, este compuesto es capaz de afectar a la fertilidad de ambos géneros disminuyendo la calidad espermática en hombres ([Jambor et al., 2021](#)) y aumentando los casos de la infertilidad en mujeres ([Pivonello et al., 2020](#)). Además, estudios oncológicos relacionan la exposición al BPA en mujeres con una mayor progresión en los cánceres de mama dependientes de estrógenos y triple negativo ([Engin & Engin, 2021](#)).

Es conocido que el BPA es capaz de afectar al metabolismo, causando enfermedades metabólicas de carácter crónico en la edad adulta demostrándose que existe relación entre la exposición al BPA y un mayor riesgo de obesidad ([Wu et al., 2020](#)). A nivel cardiovascular se ha evidenciado su capacidad para disminuir la frecuencia cardíaca y ralentizar la conductividad eléctrica ([Cooper & Posnack, 2022](#)), además de relacionarse con un aumento de la incidencia de enfermedades cardiovasculares ([Kang et al., 2023](#)). Por último, en términos inmunológicos, existe evidencia científica de que el BPA puede incrementar la prevalencia de enfermedades autoinmunes ([Jochmanová et al., 2015](#)).

Efectos en la infancia y adolescencia

Son múltiples los estudios que concluyen en que el BPA produce efectos adversos en el comportamiento de niños y adolescentes, causando principalmente problemas de ansiedad, hiperactividad y agresividad ([Braun et al., 2011](#); [Pérez-Lobato et al., 2016](#)). También existen estudios que relacionan las altas concentraciones de BPA en la orina de las madres con otros trastornos como menor peso corporal en el momento del nacimiento, una reducción de la distancia anogenital en varones de temprana edad, trastornos respiratorios en infantes de hasta 6 meses de edad ([Mikołajewska et al., 2015](#)), y un aumento de peso asociado con la exposición a BPA ([Friques et al., 2020](#)).

Es importante destacar que los lactantes y niños son los grupos poblacionales que presentan una exposición dietética de BPA más alta, debido a un mayor consumo de alimentos y bebidas por kilogramo de peso corporal ([EFSA, 2018](#)). Además, su contacto frecuente con juguetes y otros materiales con BPA hace que estén más expuestos. Los efectos de una elevada exposición prenatal al BPA pueden verse también en la adolescencia, puesto que se ha relacionado una alta concentración de BPA en el organismo de los adolescentes con menor desarrollo genital, una menor ganancia de altura, pubertad temprana y trastornos cardiovasculares, entre otros ([Zulkifli et al., 2021](#)).

Límites de exposición en alimentos y normativa

La Ingesta Diaria Tolerable (IDT) es la cantidad de sustancia química que puede ser ingerida diariamente sin causar ningún riesgo significativo para la salud de aquel que la consume ([AESAN, 2021](#)). Este es un parámetro crucial por determinar para salvaguardar la salud de la población, por ello, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria ([EFSA, 2018](#); [Lambré et al., 2022](#)) desde el año 2006 elabora evaluaciones de riesgo del BPA, con el objetivo de garantizar una IDT segura para los consumidores.

En el año 2015, la EFSA estableció una IDT temporal de 4 µg/kg de peso corporal al día, con la finalidad de seguir evaluando el riesgo de este compuesto durante los próximos años, debido a la falta de datos científicos logrados hasta ese momento ([ACSA, 2024](#)). En abril de 2023, la EFSA publica la reciente “*Reevaluación de los riesgos para la salud pública relacionados con la presencia de BPA en los productos alimentarios*”, en la que se determina una IDT de 0,2 ng/kg de peso corporal al día, una cifra 20.000 veces inferior a la establecida en el año 2015 ([Figura 2](#)). Además, en esta nueva evaluación se determina que la exposición al BPA es de dos a tres veces superior a la nueva IDT en todos los grupos poblacionales, dato que se debe tener en cuenta en la elaboración de futuras legislaciones en la Unión Europea ([Lambré et al., 2022](#)).

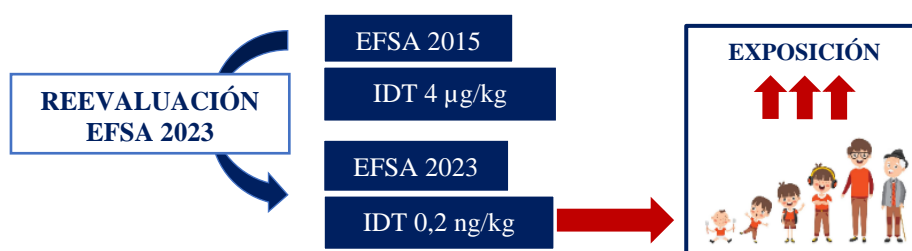


Figura 2. Evolución de la Ingesta Diaria Tolerable (IDT) de Bisfenol A (BPA) durante el año 2015 y 2023 según evaluación de la EFSA. **Fuente:** [EFSA \(2018\)](#) e [Lambré et al. \(2022\)](#).

Actualmente, el Bisfenol A es un compuesto aprobado para su uso en envases en contacto con alimentos en la Unión Europea ([Comisión Europea, 2011a](#)). Pese a ello, existen excepciones legales en determinados materiales y colectivos de riesgo.

En enero de 2011, la Comisión Europea prohibió el uso de BPA en la fabricación de biberones de PC ([Comisión Europea, 2011b](#)). Brasil es uno de los países en los que también se prohíbe su uso en biberones para lactantes desde el año 2012 como medida preventiva para proteger la salud de los niños menores de 12 meses ([ANVISA, 2013](#)). Sumado a eso, desde el año 2018 el BPA está también excluido para su uso en envases alimentarios destinados a lactantes y niños de corta edad ([Comisión Europea, 2018](#)).

Desde enero del año 2020, en Europa está prohibida la comercialización de papel térmico con concentraciones iguales o superiores al 0,02% en peso de BPA en la Unión Europea, con el objetivo de salvaguardar la salud de los trabajadores que se encuentran en contacto continuo con dichos materiales ([Comisión Europea, 2016](#)). No obstante, el uso de Bisfenol A en envases alimentarios está regulado legalmente con un Límite de Migración Específica (LME) de 0,05 mg de BPA por kg de alimento desde el año 2018 ([Comisión Europea, 2018](#)).

En España, desde abril del año 2022, el BPA queda terminantemente prohibido para la fabricación de envases alimentarios, siendo junto a Francia, el país de la Unión Europea que ha decidido instaurar las medidas más estrictas frente a esta problemática ([España, 2022](#)). Sin embargo, tal como se ha mencionado anteriormente, la legislación europea sigue autorizando su uso de forma restringida. No obstante, la Comisión Europea respalda la prohibición de su uso en los envases de alimentos dentro de la Unión Europea y se plantea un cambio normativo en esta línea ([OCU, 2024](#)).

Alternativas al uso de Bisfenol A en industria alimentaria

Como se ha expuesto en el apartado correspondiente, el BPA produce efectos nocivos para la salud humana y animal. Sin embargo, el que puedan existir otros efectos negativos, la falta de conocimiento respecto a la exposición real de la población al compuesto ([Daronch et al., 2020](#)) y las mayores restricciones en relación a su uso en materiales en contacto con alimentos, plantean la necesidad de emplear compuestos alternativos en la fabricación de envases alimentarios. Así, su uso en la industria alimentaria está disminuyendo ([Liu et al., 2018](#)), siendo sustituido por otros compuestos como el Bisfenol S (BPS), el Bisfenol F (BPF), el Bisfenol B (BPB), el Bisfenol P (BPP) y el Bisfenol AF (BPAF), con los que se consigue la producción de envases libres de BPA ([Guo et al., 2023](#)).

No obstante, el estudio de estas alternativas ha demostrado que también pueden causar efectos negativos en la salud, semejantes a los del BPA ([Siracusa et al., 2018](#)). Por ello, es necesario realizar más pruebas toxicológicas en los análogos de BPA y desarrollar sustancias químicas más seguras y sostenibles para la fabricación de envases alimentarios con el fin de garantizar la seguridad alimentaria de los consumidores ([Harnett et al., 2021](#)).

Referências bibliográficas

- ABPA. (2024). Associação brasileira de proteína animal. In *Relatório Anual de Atividades*.
- ACSA. (2024). Agència Catalana de Seguretat Alimentària. Exposició alimentària al bisfenol A. In *Exposició alimentària al bisfenol A*.
- AESAN. (2021). *Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Preguntas y respuestas sobre el bisfenol A*.
- Alabi, A., Caballero-Casero, N., & Rubio, S. (2014). Quick and simple sample treatment for multiresidue analysis of bisphenols, bisphenol diglycidyl ethers and their derivatives in canned food prior to liquid chromatography and fluorescence detection. *Journal of Chromatography A*, 1336, 23–33. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2014.02.008>.
- Alvarado, J., Martínez, G., Navarrete, J., Botello, E., Calderón, M., & Jiménez, H. (2009). Fenomenología de la esterilización de alimentos líquidos enlatados. *Revista Facultad de Ingeniería*, 50. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.14934>.
- ANVISA. (2013). *Manual de microbiologia clínica para o controle de infecção relacionada à assistência à saúde* (D. e identificação de bactérias de importância médica, Ed.; Vol. 9). Ministério da Saúde.
- Arnold, S. M., Clark, K. E., Staples, C. A., Klecka, G. M., Dimond, S. S., Caspers, N., & Hentges, S. G. (2013). Relevance of drinking water as a source of human exposure to bisphenol A. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 23(2), 137–144. <https://doi.org/10.1038/jes.2012.66>.
- Ben Maamar, M., Lesne, L., Desdoits-Lethimonier, C., Coiffec, I., Lassurguère, J., Lavoué, V., Deceuninck, Y., Antignac, J. P., Le Bizec, B., Perdu, E., Zalko, D., Pineau, C., Chevrier, C., Dejucq-Rainsford, N., Mazaud-Guittot, S., & Jégou, B. (2015). An investigation of the endocrine-disruptive

- effects of bisphenol A in human and rat fetal testes. *PLoS ONE*, *10*(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117226>.
- Braun, J. M., Kalkbrenner, A. E., Calafat, A. M., Yolton, K., Ye, X., Dietrich, K. N., & Lanphear, B. P. (2011). Impact of early-life bisphenol A exposure on behavior and executive function in children. *Pediatrics*, *128*(5), 873–882. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-1335>.
- Comisión Europea. (2011 a) Directiva 2011/8/UE de la Comisión, de 28 de enero de 2011 que modifica la Directiva 2002/72/CE por lo que se refiere a la restricción del uso de bisfenol A en biberones de plástico para lactantes. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 29 de enero de 2011, no. 26, pp. 11-14. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2011/026/L00011-00014.pdf>.
- Comisión Europea. (2011 b) Reglamento (UE) 10/2011 de la Comisión, de 14 de enero de 2011 sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 15 de enero de 2011, no. 12, pp. 1-89. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2011/012/L00001-00089.pdf>.
- Comisión Europea. Reglamento (2016). Reglamento (UE) 2016/2235 de la Comisión, de 12 de diciembre de 2016 que modifica, por lo que respecta al bisfenol A, el anexo XVII del Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 13 de diciembre de 2016, no. 337, pp. 3-5. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2016/337/L00003-00005.pdf>.
- Comisión Europea. Reglamento (2018) 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) n.º 10/2011 por lo que respecta al uso de dicha sustancia en materiales plásticos en contacto con los alimentos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 14 de febrero de 2018, no. 41, pp. 6-12. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2018/041/L00006-00012.pdf> [Consulta: 24 marzo 2024].
- Cooper, B. L., & Posnack, N. G. (2022). Characteristics of bisphenol cardiotoxicity: Impaired excitability, contractility, and relaxation. In *Cardiovascular Toxicology* (Vol. 22, Issue 3, pp. 273–280). <https://doi.org/10.1007/s12012-022-09719-9>.
- Cunha, S. C., Inácio, T., Almada, M., Ferreira, R., & Fernandes, J. O. (2020). Gas chromatography–mass spectrometry analysis of nine bisphenols in canned meat products and human risk estimation. *Food Research International*, *135*(109293). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109293>.
- Daronch, O. T., Lima, M. de M., Gil, I., Bittencourt, S. S., Ingenchki, V., & Maluf, E. M. C. P. (2020). Large-scale contamination by Bisphenol A: Are we aware of the risk and forms of exposure? *Ciencia e Saude Coletiva*, *25*(11), 4339–4345. <https://doi.org/10.1590/1413-812320202511.01852018>.
- EFSA. (2018). *European food safety authority*.
- Engin, A. B., & Engin, A. (2021). The effect of environmental Bisphenol A exposure on breast cancer associated with obesity. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, *81*(103544). <https://doi.org/10.1016/j.etap.2020.103544>.
- Errico, S., Bianco, M., Mita, L., Migliaccio, M., Rossi, S., Nicolucci, C., Menale, C., Portaccio, M., Gallo, P., Mita, D. G., & Diano, N. (2014). Migration of bisphenol A into canned tomatoes produced in Italy: Dependence on temperature and storage conditions. *Food Chemistry*, *160*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.085>.
- España. (2022). Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular”. Boletín Oficial del Estado, 10 de abril de 2022, no. 85, 1-136. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-5809-consolidado.pdf>.
- FAOSTAT. (2022). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Datos sobre alimentación y agricultura* (Vol. 1, Issue 1).
- Ferloni, A., Pereiro, N., Cruz, M., Aragone, S., Kandel Gambarte, P., Aliperti, V., Saulino, J. C., Cambiaso, O., Vázquez, M. L., Méndez, M. L., Moix, C. F., Vidal, F. A., Uicich, R., Otaño, L., Figar, S., Giménez, M. I., & Wahren, C. G. (2019). Fetal exposure to bisphenol A: Presence of bisphenol A in urine of pregnant women assisted in a hospital in the City of Buenos Aires. Year 2013. *Revista*

- de La Facultad de Ciencias Medicas (Cordoba, Argentina), 76(2), 86–91. <https://doi.org/10.31053/1853.0605.v76.n2.22806>.
- Ferrer, E., Santoni, E., Vittori, S., Font, G., Mañes, J., & Sagratini, G. (2011). Simultaneous determination of bisphenol A, octylphenol, and nonylphenol by pressurised liquid extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry in powdered milk and infant formulas. *Food Chemistry*, 126(1), 360–367. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.098>.
- Friques, A. G. F., Santos, F. D. N., Angeli, D. B., Silva, F. A. C., Dias, A. T., Aires, R., Leal, M. A. S., Nogueira, B. V., Amorim, F. G., Campagnaro, B. P., Pereira, T. M. C., Campos-Toimil, M., Meyrelles, S. S., & Vasquez, E. C. (2020). Bisphenol A contamination in infant rats: Molecular, structural, and physiological cardiovascular changes and the protective role of kefir. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 75(108254). <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2019.108254>.
- García, J. A., Gallego, C., & Font, G. (2015). Toxicidad del Bisfenol A. *Revista de Toxicologia*, 32(2), 144–160.
- Gatidou, G., Vassalou, E., & Thomaidis, N. S. (2010). Bioconcentration of selected endocrine disrupting compounds in the Mediterranean mussel, *Mytilus galloprovincialis*. *Marine Pollution Bulletin*, 60(11), 2111–2116. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.07.003>.
- Gerassimidou, S., Geueke, B., Groh, K. J., Muncke, J., Hahladakis, J. N., Martin, O. V., & Iacovidou, E. (2023). Unpacking the complexity of the polyethylene food contact articles value chain: A chemicals perspective. In *Journal of Hazardous Materials* (Vol. 454, Issue 131422). <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131422>.
- Gore, A. C., Chappell, V. A., Fenton, S. E., Flaws, J. A., Nadal, A., Prins, G. S., Toppari, J., & Zoeller, R. T. (2015). EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. In *Endocrine Reviews* (Vol. 36, Issue 6). <https://doi.org/10.1210/er.2015-1010>.
- Guo, Y., Shi, W., Liu, Z., Sun, X., Wu, J., & Wu, Y. (2023). Bisphenol A alternatives continuously contribute to the endocrine disruption in cetaceans. *Environment International*, 171(107679). <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107679>.
- Harnett, K. G., Chin, A., & Schuh, S. M. (2021). BPA and BPA alternatives BPS, BPAF, and TMBPF, induce cytotoxicity and apoptosis in rat and human stem cells. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 216(112210). <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112210>.
- Hassan, Z. K., Eloheid, M. A., Virk, P., Omer, S. A., Elamin, M., Daghestani, M. H., & Alolayan, E. M. (2012). Bisphenol a induces hepatotoxicity through oxidative stress in rat model. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 194829. <https://doi.org/10.1155/2012/194829>.
- Hötzel, M. J., & Vandresen, B. (2022). Brazilians' attitudes to meat consumption and production: Present and future challenges to the sustainability of the meat industry. *Meat Science*, 192(109893). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108893>.
- Ismail, O. I., & El-Meligy, M. M. S. (2022). Curcumin ameliorated low dose-Bisphenol A induced gastric toxicity in adult albino rats. *Scientific Reports*, 12(10201). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14158-1>.
- Instituto Galego de Promoción Económica. (2022). Informe Sector Conservero Estados Unidos. Disponible en: https://www.igape.gal/images/05-mais-igape/05-05-quensomos-internacional/antenas/eeuu/Informe_Sector_Conservero_en_EE.UU_Castellano.pdf
- Jambor, T., Knizatova, N., & Lukac, N. (2021). Men's reproductive alterations caused by Bisphenol A and Its analogues: A review. *Physiological Research*, 70(4), 643–656. <https://doi.org/10.33549/physiolres.934742>.
- Jochmanová, I., Lazúrová, Z., Rudnay, M., Bačová, I., Mareková, M., & Lazúrová, I. (2015). Environmental estrogen bisphenol A and autoimmunity. *Lupus*, 24(4–5), 4–5. <https://doi.org/10.1177/0961203314560205>.
- Kang, J. H., Asai, D., & Toita, R. (2023). Bisphenol A (BPA) and cardiovascular or cardiometabolic diseases. In *Journal of Xenobiotics* (Vol. 13, Issue 4, pp. 775–810). <https://doi.org/10.3390/jox13040049>.

- Lambré, C., Barat Baviera, J. M., Bolognesi, C., Chesson, A., Cocconcelli, P. S., Crebelli, R., Gott, D. M., Grob, K., Mengelers, M., Mortensen, A., Rivière, G., Steffensen, I. L., Tlustos, C., Van Loveren, H., Vernis, L., Zorn, H., Dudler, V., Milana, M. R., Papaspyrides, C., ... Lampi, E. (2022). Safety assessment of the process Cajas y Palets en una Economía Circular (CAPEC), used to recycle high-density polyethylene and polypropylene crates for use as food contact materials. *EFSA Journal*, 20(6). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7384>.
- Lee, K. T. (2010). Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. *Meat Science*, 86(1), 138–150. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.035>
- Li, P., Gan, Z., Li, Z., Wang, B., Sun, W., Su, S. J., & Ding, S. (2024). Occurrence and exposure evaluation of bisphenol A and its analogues in indoor and outdoor dust from China. *Science of the Total Environment*, 920(170833). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170833>.
- Liu, J., Wattar, N., Field, C. J., Dinu, I., Dewey, D., & Martin, J. W. (2018). Exposure and dietary sources of bisphenol A (BPA) and BPA-alternatives among mothers in the APRON cohort study. *Environment International*, 119, 319–326. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.07.001>.
- Liu, R., Cai, D., Li, X., Liu, B., Chen, J., Jiang, X., Li, H., Li, Z., Teerds, K., Sun, J., Bai, W., & Jin, Y. (2022). Effects of Bisphenol A on reproductive toxicity and gut microbiota dysbiosis in male rats. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 239(113623). <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113623>.
- Makowska, K., Staniszewska, M., Bodziach, K., Calka, J., & Gonkowski, S. (2022). Concentrations of bisphenol a (BPA) in fresh pork loin meat under standard stock-farming conditions and after oral exposure – A preliminary study. *Chemosphere*, 295(133816). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133816>.
- Mao, L., Fang, S., Zhao, M., Liu, W., & Jin, H. (2021). Effects of Bisphenol A and Bisphenol S Exposure at low doses on the metabolome of adolescent male Sprague-Dawley rats. *Chemical Research in Toxicology*, 34(6), 1578–1587. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.1c00018>,
- Martínez-Arriagada, N., & Meriño-Castro, B. (2019). *Concentración de Bisfenol A como disruptor endocrino en enlatados chilenos de la región metropolitana*. Universidad Finis Terrae.
- Michałowicz, J. (2014). Bisphenol A - Sources, toxicity and biotransformation. In *Environmental Toxicology and Pharmacology* (Vol. 37, Issue 2, pp. 738–758). <https://doi.org/10.1016/j.etap.2014.02.003>.
- Mikołajewska, K., Stragierowicz, J., & Gromadzińska, J. (2015). Bisphenol A – Application, sources of exposure and potential risks in infants, children and pregnant women. In *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* (Vol. 28, Issue 2, pp. 209–241). <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.00343>.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2022). Informe del Consumo Alimentario en España 2022. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/informe-consumo-2022-baja-res_tcm30-655390.pdf.
- Mikołajewska, K., Stragierowicz, J., & Gromadzińska, J. (2015). Bisphenol A- Application, sources of exposure and potential risks in infants, children and pregnant women. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 28(2), 209–241. DOI: <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.00343>.
- Mordor Intelligence. (2024). Análisis de participación y tamaño del mercado de carne enlatada tendencias de crecimiento y pronósticos (2024-2029). Disponible en: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/global-canned-meat-market>.
- Muñoz, M. D. (2000). Sistema de tratamiento de aguas residuales de matadero: Para una población menor 2000 habitantes. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 3(1), 87–98.
- Nunes, C. L., Pflanzler, S. B., Souza, J. H. R., & Chizzotti, M. L. (2024). Beef production and carcass evaluation in Brazil. *Animal Frontiers: The Review Magazine of Animal Agriculture*, 14(2), 15–20. <https://doi.org/10.1093/af/vfad074>.

- OCU. Organización de Consumidores y Usuarios. (2024). Bisfenol A en alimentos: un riesgo real para todos. Disponible en: <https://www.ocu.org/alimentacion/seguridad-alimentaria/noticias/riesgo-bisfenol-a>.
- Pérez-Lobato, R., Mustieles, V., Calvente, I., Jiménez-Díaz, I., Ramos, R., Caballero-Casero, N., López-Jiménez, F. J., Rubio, S., Olea, N., & Fernandez, M. F. (2016). Exposure to bisphenol A and behavior in school-age children. *NeuroToxicology*, *53*, 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2015.12.001>.
- Pivonello, C., Muscogiuri, G., Nardone, A., Garifalos, F., Provisiero, D. P., Verde, N., De Angelis, C., Conforti, A., Piscopo, M., Auriemma, R. S., Colao, A., & Pivonello, R. (2020). Bisphenol A: An emerging threat to female fertility. In *Reproductive Biology and Endocrinology* (Vol. 18, Issue 1, p. 22). <https://doi.org/10.1186/s12958-019-0558-8>.
- Prabhu, N. B., Adiga, D., Kabekkodu, S. P., Bhat, S. K., Satyamoorthy, K., & Rai, P. S. (2022). Bisphenol A exposure modulates reproductive and endocrine system, mitochondrial function and cellular senescence in female adult rats: A hallmarks of polycystic ovarian syndrome phenotype. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, *96*. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2022.104010>
- Ramírez, V., Merkel, S., Tietz, T., & Rivas, A. (2023). Risk assessment of food contact materials. *EFSA Journal*, *21*(S1), 1–10. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.e211015>.
- Richter, C. A., Birnbaum, L. S., Farabollini, F., Newbold, R. R., Rubin, B. S., Talsness, C. E., Vandenberg, J. G., Walser-Kuntz, D. R., & vom Saal, F. S. (2007). In vivo effects of bisphenol A in laboratory rodent studies. In *Reproductive Toxicology* (Vol. 24, Issue 2, pp. 199–224). <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2007.06.004>.
- Russo, G., Barbato, F., Mitra, D. G., & Grumetto, L. (2019). Occurrence of Bisfenol A and its analogues in some foodstuff marketed in Europe. *Food and Chemical Toxicology*, *131*(110575). <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110575>.
- Sasso, A. F., Pirow, R., Andra, S. S., Church, R., Nachman, R. M., Linke, S., Kapraun, D. F., Schurman, S. H., Arora, M., Thayer, K. A., Bucher, J. R., & Birnbaum, L. S. (2020). Pharmacokinetics of bisphenol A in humans following dermal administration. *Environment International*, *144*(106031). <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106031>.
- Shi, R., Liu, Z., & Liu, T. (2021). The antagonistic effect of bisphenol A and nonylphenol on liver and kidney injury in rats. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, *43*(5), 527–535. <https://doi.org/10.1080/08923973.2021.1950179>.
- Siddique, A. B., Harrison, S. M., Monahan, F. J., Cummins, E., & Brunton, N. P. (2021). Bisphenol a and metabolites in meat and meat products: Occurrence, toxicity, and recent development in analytical methods. In *Foods* (Vol. 10, Issue 4, p. 714). <https://doi.org/10.3390/foods10040714>.
- Siracusa, J. S., Yin, L., Measel, E., Liang, S., & Yu, X. (2018). Effects of bisphenol A and its analogs on reproductive health: A mini review. In *Reproductive Toxicology* (Vol. 79, pp. 96–123). <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2018.06.005>.
- Srivastava, S., & Dhagga, N. (2019). Dose exposure of Bisphenol- A on female Wistar rats fertility. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*, *38*(2). <https://doi.org/10.1515/hmbci-2018-0061>.
- Stojanović, B., Radović, L., Natić, D., Dodevska, M., Vraštanović-Pavičević, G., Balaban, M., Lević, S., Petrović, T., & Antić, V. (2019). Influence of a storage conditions on migration of bisphenol A from epoxy-phenolic coating to canned meat products. *Journal of the Serbian Chemical Society*, *84*(4), 377–389. <https://doi.org/10.2298/JSC181015100S>.
- Wang, X., Nag, R., Brunton, N. P., Siddique, M. A. B., Harrison, S. M., Monahan, F. J., & Cummins, E. (2022). Human health risk assessment of bisphenol A (BPA) through meat products. In *Environmental Research* (Vol. 213, Issue 113734). <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113734>.
- Wang, X., Nag, R., Brunton, N. P., Siddique, M. A. B., Harrison, S. M., Monahan, F. J., & Cummins, E. (2023a). A probabilistic approach to model bisphenol A (BPA) migration from packaging to meat products. *Science of the Total Environment*, *854*(158815). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158815>.

- Wang, X., Nag, R., Brunton, N. P., Siddique, M. A. B., Harrison, S. M., Monahan, F. J., & Cummins, E. (2023b). Risk assessment of bisphenol A (BPA) in Irish meat and meat products. *Science of the Total Environment*, 881(163496). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163496>.
- Wu, W., Li, M., Liu, A., Wu, C., Li, D., Deng, Q., Zhang, B., Du, J., Gao, X., & Hong, Y. (2020). Bisphenol A and the risk of obesity a systematic review with meta-analysis of the epidemiological evidence. In *Dose-Response* (Vol. 18, Issue 2). <https://doi.org/10.1177/1559325820916949>.
- Zulkifli, S., Rahman, A. A., Kadir, S. H. S. A., & Nor, N. S. M. (2021). Bisphenol A and its effects on the systemic organs of children. In *European Journal of Pediatrics* (Vol. 180, Issue 10, pp. 3111–3127). <https://doi.org/10.1007/s00431-021-04085-0>.

Histórico del artículo:**Recibido:** 24 de julio de 2024**Aprobado:** 22 de agosto de 2024**Licencia:** Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY 4.0), que permite el uso, distribución y reproducción no comerciales y sin restricciones en cualquier medio, siempre que sea debidamente citada la fuente primaria de publicación.