ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.961

Bisphenol A, Pregnant Women and Children in Early Childhood Health Effects: Recommendations for its Regulation in Peru

Carlos Gustavo Jimenez Zevallos[1]; Taime Sarumi Montecinos Vicharra[2]; Sara Rita Naupari Montenegro[3]; Iselli Josylin Nohely Murga Gonzalez[4]; Kelly Milena Polo Herrera[5]
[1,2,3,4,5]Universidad Privada del Norte, Peru, *N00377937@upn.pe, N00276355@upn.pe, sara.naupari@upn.edu.pe, iselli.murga@upn.edu.pe, kelly.polo@upn.edu.pe*

Abstract- The study explores health risks associated with bisphenol A (BPA): a widely used endocrine disruptor in plastics, particularly in pregnant women and children up to six years of age. The general objective is to highlight the presence of bisphenol A in the body of people from vulnerable populations and reflect on the regulations of other countries so that they can be applied in Peru. Databases recognized as ScienceDirect, Web of Science and the journal Nature were consulted, and information from legislative documents on GAP was sought. The PRISMA method was used, using keywords such as "BPA", "pregnant woman", "health ", "children" and " "regulation". The results indicate that exposure to BPA poses significant health risks, including neurological and metabolic disorders after urinalysis in pregnant women and children in early childhood. It is also observed that regulations in countries such as Canada, Brazil and Spain have effectively reduced exposure to BPA, especially in products like baby bottles. In addition, the resin code of plastics should be considered to identify which packaging is BPA-free. These results reveal the lack of knowledge in Peru on the subject due to the absence of national research demonstrating the damage it causes to vulnerable groups, therefore further research on BPA is recommended, to ensure that the laws in Peru can be properly applied.

Keywords--BPA, endocrine disruptors, maternal and child health, prenatal exposure, environmental regulation.

Bisfenol A, Efectos en la Salud en Mujeres Embarazadas y Niños en la Primera Infancia: Recomendaciones para su Regulación en Perú

Carlos Gustavo Jimenez Zevallos[1]; Taime Sarumi Montecinos Vicharra[2]; Sara Rita Naupari Montenegro[3]; Iselli Josylin Nohely Murga Gonzalez[4]; Kelly Milena Polo Herrera[5]
[1,2,3,4,5]*Universidad Privada del Norte, Peru, N00377937@upn.pe, N00276355@upn.pe, sara.naupari@upn.edu.pe, iselli.murga@upn.edu.pe, kelly.polo@upn.edu.pe*

Resumen– ***El estudio explora los riesgos para la salud asociados con el bisfenol A (BPA): un disruptor endocrino muy extendido en plásticos, particularmente en mujeres embarazadas y niños de hasta seis años. El objetivo es evidenciar la presencia del bisfenol A en el cuerpo de las personas de poblaciones vulnerables y reflexionar las regulaciones de otros países para que se puedan aplicar en el Perú. Se consultaron bases de datos reconocidas como ScienceDirect, Web of Science y la revista Nature e información de documentos legislativos sobre el BPA. Se empleó el método PRISMA, utilizando palabras clave como "BPA", "mujer embarazada", "salud ", "niños" y " "regulación". Los resultados indican que la exposición al BPA plantea riesgos significativos a la salud, incluidos trastornos neurológicos y metabólicos tras realizar exámenes de orina en mujeres embarazadas y niños en la etapa de la primera infancia. Asimismo, se observa que las regulaciones en países como Canadá, Brasil y España han reducido efectivamente la exposición al BPA, especialmente en productos como los biberones. Asimismo, destaca la importancia el código de resina de los plásticos para identificar que envases son libres de BPA. Estos hallazgos revelan la falta de conocimientos en el Perú sobre el tema debido a la ausencia de investigaciones nacionales que demuestren los daños que este genera en los grupos vulnerables, por ello se recomienda seguir investigando sobre el BPA, para que las leyes en el Perú se puedan aplicar correctamente.***

Palabras clave-- ***BPA, disruptores endocrinos, salud maternoinfantil, exposición prenatal, regulación ambiental.***

I. Introducción

A. Realidad Problemática

La exposición al bisfenol A (BPA), un disruptor endocrino con la capacidad de alterar la homeostasis hormonal [1], que se encuentra principalmente en los revestimientos de envases plásticos principalmente, constituye un problema significativo para la población del Perú debido a la falta de regulación específica sobre su uso y manejo, ya que se ha demostrado que se filtra a través de los revestimientos de envases de alimentos y bebidas, además de compuestos dentales en condiciones normales de uso [2].

Son las mujeres embarazadas y los niños en la primera infancia los grupos más vulnerables, porque en las mujeres embarazas el bisfenol A puede atravesar la barrera placentaria, lo que genera una alteración en el desarrollo fetal y estrés oxidativo, afectando los sistemas hormonales y neurológicos de los embriones, fetos y neonatos ya que son incapaces de eliminar el bisfenol A, dado que esta característica no ha sido totalmente desarrollada. [3].

En los niños se asocia con trastornos metabólicos, como obesidad infantil, debido al impacto del BPA en los taxones de la microbiota intestinal [4], así como alteraciones en la estructura cerebral, a raíz de la exposición a esta sustancia química que también puede influir en el desarrollo de trastornos neurológicos, como el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) y el trastorno del espectro autista (TEA) [3].

B. Problema

¿Cuáles son los efectos del Bisfenol A en la salud en mujeres embarazadas y niños en la primera infancia y cómo se puede recomendar su regulación en Perú?

C. Objetivo General

Evidenciar la presencia del bisfenol A en el cuerpo de las personas de poblaciones vulnerables y reflexionar sobre las regulaciones de otros países para que se puedan aplicar en el Perú.

D. *Objetivos específicos*

Describir la ruta de exposición del bisfenol A y su mecanismo de acción en el cuerpo humano.

Señalar los daños a la salud mediante los resultados encontrados.

Comparar las normativas y medidas regulatorias de control del bisfenol A en países con regulaciones estrictas.

Brindar recomendaciones a partir de las normativas extranjeras encontradas para aplicarlas en el Perú.

II. Materiales y Métodos

En primer lugar, este estudio se desarrolló bajo un diseño de revisión sistemática de literatura, siguiendo las directrices de la Declaración PRISMA 2020, debido a que fue diseñada para para evaluar los efectos de intervenciones de salud [5], utilizando artículos científicos de bases de datos reconocidas de la biblioteca virtual de la Universidad Privada del Norte, tales como ScienceDirect, Web of Science y la revista Nature; también documentos legislativos de Brasil, Canadá, Colombia,

Perú y España. Las palabras clave utilizadas comprendieron "bisfenol A", "BPA", "cuerpo humano", "prenatal", "mujeres embarazadas", "disruptor endocrino" y "salud".

En segundo lugar, para la adecuada búsqueda de los documentos, se empleó la función personalizada de búsqueda de las bases de datos, pues se utilizaron diferentes combinaciones de palabras clave y operadores lógicos para delimitar los artículos y obtener los más cercanos a nuestro tema. Por ejemplo, se utilizó la combinación "BPA AND human body OR health" para precisar el contenido de los artículos. Los títulos y resúmenes de los artículos recuperados fueron revisados para verificar su relevancia según los criterios establecidos.

Tras una exhaustiva búsqueda, se consideraron artículos de investigación científica de los últimos cinco años y leyes sin considerar un rango de tiempo específico debido a la variación en la antigüedad de estas, debido a que estas dentro de su contenido se refieren a años anteriores (2010-1998) por normativas que se modifican con el pasar del tiempo, considerando especificaciones sobre las regulaciones respecto al empleo del bisfenol A en la producción de envases de plástico conforme a nuevos estudios realizados y las recomendaciones de estos.

Por otro lado, no se consideraron los artículos de texto completo que se tenían que pagar o formar parte de un convenio para tener pase libre, así como tampoco se consideraron las investigaciones que se centraban en experimentación animal para demostrar los efectos negativos que se producen y aquellos que se desviaban del tema central o noticias web. En la Fig.1 se puede apreciar el flujo de selección de artículos considerando los criterios mencionados. Seguidamente, los artículos seleccionados se revisaron en su totalidad para ratificar la congruencia y calidad, extrayendo la información más importante de cada estudio y centrándonos en los objetivos, métodos, resultados y las conclusiones o recomendaciones para futuros trabajos. Mientras que en la Fig. 2 se tiene la relación de artículos incluidos y excluidos.

Finalmente, se realizó un análisis de la evolución de la legislación respecto al BPA en distintos países, comparándolos y evaluando su aceptación en el público, principalmente las empresas fabricantes de los envases que empleen bisfenol A.

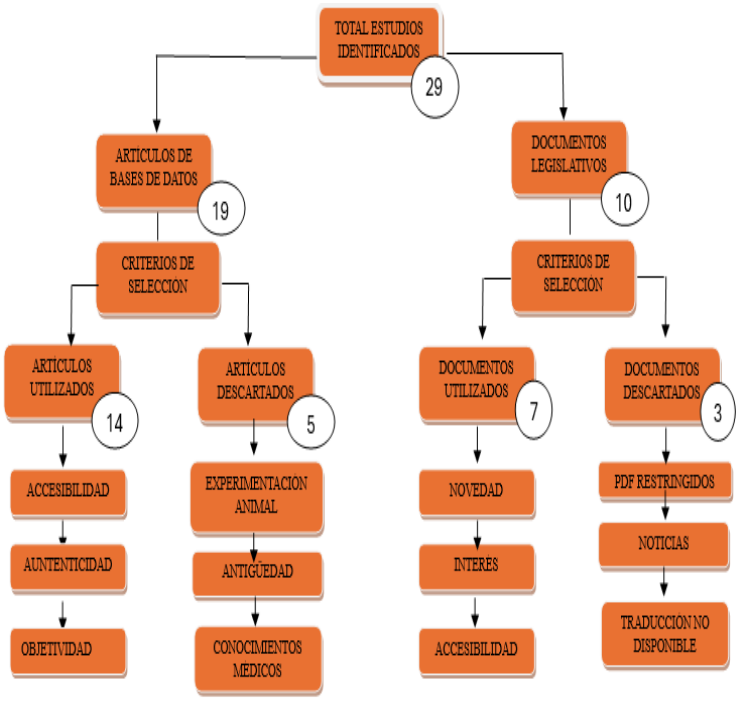

Fig.1 Selección de artículos

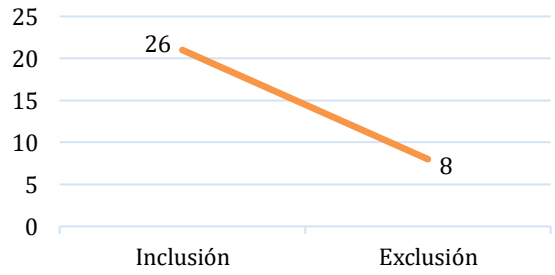

Fig. 2 Cuadro de dispersión

III. Resultados

A. Sobre la ruta de exposición al bisfenol A

El BPA sigue la ruta toxicocinética la cual incluye las etapas de la exposición, la absorción, distribución, metabolismo y eliminación en el cuerpo. Asimismo, existe una exposición casi ubicua a este xenoestrógeno debido a su potencial acción sobre los tejidos sensibles al estrógeno. (tejidos mamarios, endometriales y ováricos) [6].

Exposición

La ingestión es la vía principal por la que ingresa el BPA al cuerpo, ya que se encuentra en muchos de los envases plásticos de uso diario que están en contacto con los alimentos, juguetes, revestimientos de latas, entre otros. Por otro lado, también se considera la inhalación y transdérmica, pero en menor medida, ya que se da a través de pinturas y resinas epoxi [7].

Absorción

La absorción de BPA a través de la piel es por lo general más baja si se realiza una comparación con la ingestión o

inhalación. Sin embargo, el BPA puede atravesar la piel, específicamente cuando entra en contacto directo con fuentes que lo contienen, como los recibos de papel térmico o algunos productos de cuidado personal [8]. La ingestión es la principal fuente de exposición ya que el BPA está en contacto directo con los alimentos; en el caso de mujeres gestantes aumenta el riesgo de exposición al feto, a través de la exposición materna, es decir, los alimentos que consuma la madre en el tiempo de embarazo y directamente a través de la ingestión de fórmula infantil o leche materna postparto [7].

Distribución

A través de los enlaces éster de los envases plásticos que contienen alimentos, sufren hidrólisis al ser calentados en el microondas y en ambas condiciones de pH durante un tiempo prolongado, provocando la lixiviación del BPA de estos recipientes de plástico [7]. Además, en diversos estudios se encontraron concentraciones medibles de BPA en la circulación fetal, el líquido amniótico y el tejido placentario de mujeres embarazadas [9].

Metabolismo

Se metaboliza en la pared intestinal y es en el hígado, donde se produce el BPA-glucurónido, su metabolito principal, el cual se filtra rápidamente de la sangre por los riñones [10]. Para demostrar esto se han tenido que realizar estudios in vitro e in vivo para determinar los efectos a nivel celular ya que el bisfenol A tiene una vida media de 5 horas [7].

Eliminación

El proceso de glucuronidación aumenta la solubilidad del BPA en agua, lo que facilita su excreción a través de la orina principalmente [7]. Ya que se ha encontrado la presencia de este en la leche materna, saliva y en menor cantidad en las heces, teniendo en cuenta factores como la edad, metabolismo del cuerpo y el estado de la salud de las personas.

B. Sobre el bisfenol A en el cuerpo humano

En cuanto a la detección del BPA en el cuerpo humano, el principal método es la muestra de orina, por ello se ha recopilado datos de distintos artículos que cumplan con nuestros objetivos y desde el punto de vista ético descartando los artículos que realizaban pruebas en animales, específicamente en ratones.

En la referencia [11], mediante muestras de orina de los participantes de la cohorte de Alberta Pregnacy Outcome Nutrition en el que se tuvo en cuenta muestras prenatales y postparto se encontró que el porcentaje detectable más alto lo tuvieron las muestras prenatales debido a que durante el embarazo el bpa se transfiere a través de la placenta, significando un riesgo para el desarrollo fetal. Ver Tabla I.

TABLA I
MUESTRAS DE ORINA PARENTAL Y POSTPARTO

Muestra de orina	Porcentaje (%) detectable (BPA)	Media geométrica
Prenatal	93.3	1,22 ng/ml
Postparto	89.1	0,93 ng/ml

En la referencia [12] se evidencia que el BPA interactúa con los receptores nucleares de estrógeno, ya que se encontró en el plasma fetal y materno, demostrando que la malformación fetal es mayor en los hijos de madres con niveles altos de BPA, las cuales se consideran madres con capacidad reducida para el metabolismo de esta sustancia, debido a que se expusieron prolongadamente al BPA a través de alimentos contaminados por envases recubiertos con este material. Ver Tabla II.

TABLA II
IDENTIFICACIÓN EN EL PLASMA Y MATERNO

Muestra	Mínimo	Máximo
Plasma fetal	0,3 ng/ml	18,9 ng/ml
Plasma materno	0,2 ng/ml	9,2 ng/ml

En la referencia [13], a través de muestras de orina utilizando la prueba de Mann-Whitney para comparar los resultados, se encontró que la presencia del BPA es mayor en niños con sobrepeso junto a niños de familias con ingresos y nivel educativo bajos en Brasil. Ver Tabla III.

TABLA III
CONCENTRACIÓN URINARIA Y CONCENTRACIÓN URINARIA AJUSTADA POR CREATININA

Muestra	Detección	Concentración urinaria	Concentración urinaria ajustada por creatinina
319	287 (90%)	0,03 y 78 ng/mL	0,08 y 250,6 ng/mg

La referencia [14] se realizaron exámenes de orina de mujeres embarazadas durante distintas etapas para determinar la concentración de BPA mediante la correlación de Pearson concentraciones de BPA y de BPA estandarizadas con creatinina. La detección de BPA en concentraciones urinarias durante la etapa de gestación fue mayor que la detección al nacer. Ver Tabla IV.

TABLA IV
CONCENTRACIONES URINARIAS DE BISFENOL A DURANTE EL EMBARAZO

Muestra (mujeres embarazadas)	Detección 16-26 semanas de gestación	Detección al nacer
389	350 (90%)	338 (87,1%)
Concentraciones urinarias de BPA	$r = 0,28$	$r = 0,21$
Concentraciones urinarias de BPA estandarizadas por creatinina	$r = 0,12$	$r = 0,06$

En la referencia [15], se evaluó los niveles de BPA en la orina y en muestras de tejido adiposo de las mamas de pacientes que sufrieron mastectomía y mamoplastia por cáncer de mama en una población de 41 mujeres con edad media de 53 años. Ver Tabla V.

TABLA V
CONCENTRACIÓN DE BPA EN MUJERES QUE PADECIERON CÁNCER DE MAMA

Muestra	Porcentaje de detección	media ± DE	Concentración máxima	Concentración de BPA por rango de edad.
Orina	92,68%	2,12 ± 1,48 ng/ml	5,74 ng/ml	30 a 49 años 2,56 ± 1,50 ng/ml
Tejido humano	73,17%	4,20 ± 2,40 ng/g	9,90 ng/g	No se obtuvo correlación significativa

B. Sobre los daños a la salud

La referencia [16] asocia la exposición al BPA y el TDAH en niños de 4,6 y 8 años, mediante exámenes de sangre y orina para la detección del BPA y la Escala de calificación del TDAH IV (ARS) que consideró la edad, sexo, orden de nacimiento, nivel de educación materna y peso al nacer. Esto resultó en que las niñas son más afectadas que los niños en diferentes etapas de desarrollo y nivel de exposición, pero considerando ambos sexos, a los 6 años la asociación fue mayor con niveles de exposición más altos al BPA. Además, de acuerdo con [11], los disruptores endocrinos, incluyendo el BPA generan disfunción cognitiva, incluyendo dificultades en la función ejecutiva como el control emocional o la memoria de trabajo y planificación durante esta etapa.

La referencia [13] considera las diferencias en la fisiología, el comportamiento y la dieta debido a que se asocia con anomalías reproductivas y del desarrollo, obesidad y enfermedades metabólicas, acción alterada de la hormona tiroidea, neurotoxicidad y carcinogénesis, para promover estudios en la población sobre la vulnerabilidad de los niños que se encuentran en la etapa de la primera infancia al estar expuestos al bisfenol A.

En la referencia [17] relaciona la exposición al BPA en las mujeres con un aumento en el riesgo de padecer cáncer de mama debido a que se ve afectado el equilibrio hormonal de las células mamarias, mientras que, en el caso de las mujeres embarazadas se relaciona con cambios anatómicos y funcionales en los ovarios y las glándulas mamarias, lo que involucra.

C. Sobre las regulaciones del bisfenol A

Canadá, el primer país en prohibir el uso de bisfenol A:

En 2010, Canadá se convirtió en la primera jurisdicción del mundo en prohibir el BPA en una variedad de productos, entre los cuales se destaca la inclusión de biberones para lactantes. La decisión reglamentaria canadiense sobre el BPA se tomó en un momento complicado ya que existían incertidumbres en la comunidad científica por la complejidad de los organismos humanos y las múltiples funciones desempeñadas por el sistema endocrino [18].

Resolución – RDC N° 41, de 16 de setiembre de 2011, Brasil:

Para el Ministerio de Salud de Brasil, el BPA estaba permitido desde 1999 con el Límite de Migración Específica (LME) igual a 3 mg/kg [19], pero debido a diversos estudios internacionales que demostraron sus efectos nocivos en la salud humana, este monómero quedó prohibido en la fabricación e importación de biberones para alimentación infantil en la RDC N° 41 que comenzó a aplicarse a partir del 1 de enero de 2012 y la cual estableció también una considerable reducción LME igual 0,6 mg/kg de alimento. Esta resolución con el pasar de los años también sería modificada, pues en la RDC 326/19~~)~~, se excluyó al bisfenol A en objetos plásticos que estén en contacto con alimentos, mientras que el último cambio que tuvo fue en RDC 589/21, en el que el LME pasó a ser 0,05 mg/kg de alimento [20].

Resolución 683 de 2012, Ministerio de Salud y Protección Social, Colombia:

En el artículo 12, se señala que el BPA forma parte de los materiales prohibidos para entrar en contacto con alimentos o bebidas para consumo humano;~~,~~ asimismo, como se menciona en el artículo 18, debido al riesgo que existe, la autoridad sanitaria competente realizará visitas a los establecimientos que utilicen plástico para la elaboración de sus productos y poder mantener un control adecuado tanto como en el LME y materiales prohibidos [21].

Real Decreto 847/2011, de 17 de junio, España:

El Reglamento (CE) n.º 1935/2004 establece las bases normativas para los materiales en contacto con alimentos en la Unión Europea, reemplazando directivas anteriores y permitiendo que los Estados miembros implementen regulaciones nacionales en ausencia de directrices específicas a nivel comunitario. Aunque actualmente hay medidas específicas para plásticos y cerámicas, se identifica la necesidad de revisar y actualizar las normativas, sobre todo para los materiales poliméricos, que son comunes en la industria alimentaria. La actualización de la lista de sustancias~~.~~ permitidas es esencial para asegurar la seguridad alimentaria y la salud pública, en consonancia con los avances en evaluaciones de riesgo. En la parte A sobre materiales de base para la fabricación de silicona del Anexo 1 del presente Real Decreto, se encuentra el bisfenol A como parte de las resinas de silicona que pueden entrar en contacto con los alimentos [22].

Reglamento (UE) 2018/213 de la Comisión Europea, España:

Se proporcionan pautas sobre el uso de BPA en barnices y revestimientos que entran en contacto con alimentos, modificando el reglamento (UE) n.º 20/11 respecto al empleo de este en materiales de plásticos. Su principal objetivo fue proteger la salud pública al limitar la migración del BPA a los alimentos, estableciendo un límite de 0,05 mg/kg de alimento. Además, que los operadores de empresas garantizasen una declaración de conformidad por escrito en el que se encuentre disponible todas las etapas de fabricación, transformación y distribución para ventas, ya que facilita identificar los objetos barnizados y revestidos [23].

Proyecto de NTS N.º 721 -MINSA-2021-DIGESA: Proyecto de Norma Sanitaria que regula el uso del BPA en los barnices de revestimientos empleados en envases para alimentos destinados a lactantes y niños pequeños.

En base a investigaciones realizadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de Salud (OMS) que destacan la asociación al BPA con efectos en el desarrollo del comportamiento y sistema nervioso principalmente en lactantes y niños pequeños. Mediante la presente norma se buscaba establecer la prohibición de esta sustancia química en los envases comunes que entran en contacto con los alimentos de esta población vulnerable [24].

TABLA VI
COMPARACIÓN DE LAS NORMATIVAS

País	Regulación	Descripción
Brasil	Resolución - RDC N° 41, de 16 de setiembre de 2011	Prohibió el BPA en la fabricación e importación de biberones, estableciendo un Límite de Migración Específica de 0,6 mg/kg. Posteriormente, se redujo a 0,05 mg/kg en la RDC 589/21.
Canadá	Prohibir el uso de bisfenol A	Canadá fue el primer país en prohibir el BPA en productos como biberones para lactantes, en un contexto de incertidumbre científica sobre sus efectos en la salud.
Colombia	Resolución 683 de 2012, Ministerio de Salud y Protección Social	Prohibió el BPA en materiales en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano, con controles sanitarios para asegurar el cumplimiento.
España	Real Decreto 847/2011, de 17 de junio	Establece normativas para materiales en contacto con alimentos, incluyendo el BPA y resinas de silicona. Se requiere revisión y actualización de las normativas para asegurar la salud pública.
Perú	Proyecto de NTS Nº -MINSA-2021-DIGESA	Buscaba prohibir el BPA en envases para alimentos destinados a lactantes y niños pequeños, basado en investigaciones sobre sus efectos en el desarrollo.
Unión Europea	Reglamento (UE) 2018/213 de la Comisión Europea	Limita el uso de BPA en barnices y revestimientos en contacto con alimentos, estableciendo un límite de 0,05 mg/kg.

Código de resina

Los códigos de identificación de resina no son códigos de reciclaje, pero a pesar de ello sí son de ayuda para este, pues la diferencia se encuentra en que el código de identificación de resina contiene un número en el triángulo Moebius que va del 1 al 7. Cada número representa un material diferente con características similares, pues muchos de estos pueden ser utilizados en envases de distintos alimentos y revestimientos de objetos comunes presentes en nuestra vida diaria [25]. Ver Tabla VII y VIII.

TABLA VII
CÓDIGO DE RESINA QUE CONTIENE BPA

Cloruro de polivinilo	Otros
Botellas de aceite	Juguetes
Tuberías	Biberones
Bolsas de sangre	Bidones
Equipamiento médico	Enchufes
Botellas de bebida	Contenedores médicos

TABLA VIII
CÓDIGO DE RESINA LIBRE DE BISFENOL A

Código - Material	Donde encontrarlo
Polietileno teleftalato	Envases de mantequilla Tapers Enjuagues bucales
Polietileno de alta densidad	Botellas de leche Botellas de detergente Bolsas ziploc
Polietileno de baja densidad	Bolsas de basura Botellas exprimibles Bolsas de comida congelada
Polipropileno	Envases de yogurt Juguetes Botellas de jarabes
Poliestireno	Tazas de café aisladas Vasos Galones de agua

IV. DISCUSIÓN

Sobre los resultados respecto al BPA en el cuerpo humano, en [11],[13] y [14] para su detección, la muestra que se realizó fue la de orina. Para [11], la población fueron mujeres embarazadas y la muestra de orina se obtuvo durante la etapa prenatal y postparto; para [13], la población fueron niños considerando el nivel social, económico y educativo de la familia; la muestra de la orina fue simple y ajustada por creatinina; mientras que para [14], la población fueron madres embarazadas, a diferencia de [11], las muestra de orina fueron simples y estandarizadas por creatinina las cuales fueron tomadas durante el período de 16- 26 semanas y luego de dar a luz. Ver Tablas I, III y IV.

Estos resultados, a diferencia de [12] y [15] que utilizaron muestras de plasma y tejido humano respectivamente, implican una preocupación inminente ya que en el Perú no se ha encontrado investigaciones que detecten el BPA en una de las muestras de análisis más comunes que se realizan en los

hospitales o clínicas como lo es la orina; al considerar etapas de gestación en [11] y [14], nivel educativo, social y económico en [12], en el Perú esta clasificación para las pruebas también se podría realizar, pero no se promueve debido a la falta de conocimiento que existe sobre lo que genera el BPA en el cuerpo humano y sobre todo, en los grupos vulnerables ya mencionados. Ver Tablas II y V.

En consecuencia, las limitaciones para encontrar información respecto a evidenciar la presencia del BPA en el cuerpo humano fue que la mayoría de los artículos realizaban las pruebas en animales con diferentes dosis de esta sustancia química, específicamente en ratones tanto hembras como machos para relacionar los resultados con posibles efectos nocivos que puedan también generarse en el ser humano, ya que existen similitudes genéticas entre el ser humano y el ratón. Además, otra de las limitaciones fue encontrar artículos cuyos resultados eran muestras de orina humana, pero que no eran de libre acceso, pues para acceder a estos se necesitaba un convenio o pago adicional.

Los daños a la salud son variables dependiendo de la población afectada y la exposición al BPA, pues se asocia mucho con la parte del desarrollo cognitivo en cuanto a los niños durante la etapa de la primera infancia, siendo las niñas en gran medida las más afectadas, pues al ser un disruptor endocrino, altera el proceso unidireccional de las hormonas, lo que puede cambiar el desarrollo normal y que a su vez, mientras mayor sea detección del BPA en las muestras de orina, mayores son las probabilidades de obesidad tanto en niños como adultos sin género en específico [26].

En cuanto a las regulaciones para limitar el uso del BPA, acorde con [18], la regulación del BPA en Canadá sirve como un valioso ejemplo de cómo la ciencia puede influir en las políticas de salud pública. Mediante la evaluación de riesgos, la creación de regulaciones y la promoción de opciones, a pesar de que los conocimientos siguen en aumento, la ley se aprobó considerando particularmente los sectores más vulnerables de la población. Este caso también subraya la necesidad de seguir investigando, como llegan a concluir también los autores de [11] y [13] en cuanto a la promulgación de nuevos estudios, para que, con más información disponible y actualizada, se mantenga un diálogo sobre la seguridad de los productos químicos en la vida diaria y los peligros que el BPA representa.

En Sudamérica destaca Brasil y en Europa España, pues reconocen tanto como en el RDC N° 41, de 16 de setiembre de 2011 y el Reglamento (CE) n.º 1935/2004, respectivamente, que el uso de BPA estaba permitido para la producción de envases que están en contacto con los alimentos.

Estos dos países al reconocer que permitían el uso del BPA tuvieron que realizar cambios en sus respectivas leyes basándose en el aumento de estudios debido a los efectos nocivos de esta sustancia química para la salud. Ver Tabla VI.

La referencia [21], sobre la resolución 4143 en Colombia, representa un esfuerzo importante para manejar los riesgos relacionados con sustancias químicas peligrosas. Su aplicación tiene el potencial de mejorar la salud pública y salvaguardar el medio ambiente; sin embargo, es necesario prestar atención constante para abordar los retos que surgen en su implementación. Mientras que, para nuestro país, es todo lo contrario, ya que se tuvo la iniciativa de promulgar una ley por los mismos motivos que se mencionan en España, pero se quedó como Proyecto de Ley. Ver Tabla VI.

La cooperación entre el gobierno, el sector industrial y la sociedad civil será fundamental para el éxito de esta resolución.

V. Conclusiones

El BPA, ingresa al cuerpo humano principalmente por la ingestión de alimentos que están en contacto con envases que lo contienen en su composición, para que luego ser expulsados del cuerpo mediante la orina; en el caso de las mujeres embarazadas se encuentra también en la circulación fetal, el líquido amniótico y el tejido placentario o mamario afectando directamente al progenitor dependiendo de la alimentación de la madre.

Los daños a la salud impactan principalmente al sistema endocrino (hormonas), pues el BPA es un disruptor endocrino, por lo tanto, se relaciona con cambios en el desarrollo de los niños, así como problemas de peso (obesidad) por cambios hormonales que se desarrollan en diferentes etapas y por la variación de la exposición a este.

Las normativas internacionales, principalmente las de Canadá, Brasil y España con estándares estrictos, son las mejores estructuradas y las que de mejor manera han evolucionado a través del tiempo tras considerar diversos estudios, por ello se consideran un ejemplo a seguir para el Perú, limitando la exposición al BPA, la prohibición de su uso en productos de contacto alimentario, como biberones y envases plásticos y la implementación de límites específicos de migración del compuesto hacia los alimentos. Por otro lado, se recomienda seguir la información que proporcionan estas normas ya que son la clave para que la Resolución Ministerial N.° 712-2021-MINSA se adapte y pueda convertirse en ley.

Como recomendación, se debe esclarecer la importancia del código de resina en los envases de plástico para el conocimiento de la población, ya que, hay productos que no cuentan con el código y otros que sí, pero no se puede determinar si involucra a todo el envase o solo a una parte, ya sea porque hay botellas que sí tienen el código de resina o botellas que no lo tienen, pero su tapa sí y que por contacto se puede determinar que es otro tipo de plástico. Por lo tanto. el código de resina debería ser obligatorio en todos los envases de plásticos así no entren en contacto con los alimentos, pues ya que al estar numerados del 1 al 7, es fundamental que la población sepa al menos, cuáles son los más seguros para el consumo humano.

Asimismo, se recomienda realizar análisis de orina para cuantificar el BPA en mujeres gestantes, principalmente de bajos recursos teniendo en cuenta también el peso corporal (sobrepeso) para alertar a la madre de una posible exposición al BPA en la etapa prenatal y postnatal, pues en base a las

investigaciones realizadas tales como [11], [12], [13], [14] y [15], que afecta también a la descendencia.

REFERENCIAS

[1] A., Rodríguez-Carrillo, *et.al. "Bisphenol A and cognitive function in school-age boys: Is BPA predominantly related to behavior?"* NeuroToxicology. vol. 74, pp. 162–171, Sep. 2019. Acceso: Dic. 26, 2024. [Online]. Disponible: https://doi.org/10.1016/j.neuro.2019.06.006

[2] L. Vandenberg, R. Hauser, M. Marcus, N. Olea, W. Welshons "*Human exposure to bisphenol A (BPA*)" Reproductive Toxicology, vol. 24, pp. 139–177, Sep. 2007. Acceso: Dic. 26, 2024. [Online]. Disponible: https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2007.07.010

[3] S. Hyun & M. Ka. "*Bisphenol A (BPA) and neurological disorders: An overview"*. The International Journal Of Biochemistry & Cell Biology, vol. 173, Ag. 2024. Acceso: Dic. 26, 2024. [Online]. Disponible: https://doi.org/10.1016/j.biocel.2024.106614

[4] A. Lopez-Moreno, *et al.* "*Bisphenol A exposure affects specific gut taxa and drives microbiota dynamics in childhood obesity*" mSystems, vol 9, no 3, Mar. 1 2024, Acceso: Dic. 26, 2024. [Online]. Disponible: https://doi.org/10.1128/msystems.00957-23

[5] M. Page, *et al.* "*The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*" BMJ, vol 372, no. 71, Mar. 29, 2021. Acceso: Ene. 15, 2025. [Online]. Disponible: https://doi.org/10.1136/bmj.n71

[6] L. Aghajanova & L. Giudice. "*Effect of bisphenol A on human endometrial stromal fibroblasts in vitro*". Rbmo Journal, vol 22, no. 3, pp.249-256, Mar. 2011. Acceso; Ene. 15, 2025. [Online] Disponible: 10.1016/j.rbmo.2010.12.007

[7] G. Flores. "*Mecanismo carcinogénico asociado a la exposición al Bisfenol A*." Revista Costarricense de Salud Pública, vol 28, no 1, pp. 96-104. Jun. 2019. Acceso: Dic 12, 2024. [En línea] Disponible: https://www.researchgate.net/publication/335032051_Carcinogenic_mechanism_associated_of_Bisphenol_A_exposure

[8] S. Chouhan, *et al.* "*Effect of Bisphenol A on human health and its degradation by microorganisms: a review*" Annals Microbiology, vol 64, pp. 13–21 Apr. 2013. Acceso: Dic. 26, 2024. [Online]. Disponible: https://doi.org/10.1007/s13213-013-0649-2

[9] H. Yamada. *et al.* "*Maternal serum and amniotic fluid bisphenol A concentrations in the early second trimester*." Reproductive Toxicology, vol 16, no 6, pp, 735-739. Dic, 2002. Acceso: Dic. 26, 2024. Disponible: https://doi.org/10.1016/s0890-6238(02)00051-5

[10] W. Zhang, *et al.* "*Distribution and potential risk factors of bisphenol a in serum and urine among Chinese from 2004 to 2019*." Frontiers In Public Health, vol 12, Ene. 2024. Acceso: Dic. 31, 2024. [Online] Disponible: https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1196248

[11] G. England-Mason, *et al.* "*Postnatal BPA is associated with increasing executive function difficulties in preschool children"*. Pediatric Research, vol 89, pp. 686–693. May. 2020. Acceso: Dic. 26, 2024. [Online] Disponible: https://doi.org/10.1038/s41390-020-0922-6

[12] S. de Aguiar, *et al.* "*Involvement of the Endocrine-Disrupting Chemical Bisphenol A (BPA) in Human Placentation*" Journal of Clinical Medicine, vol 9, no. 2, pp. 405. Ene. 2020. Acceso: Dic. 26, 2025. [Online]. Disponible: https://doi.org/10.3390/jcm9020405

[13] P. Rocha, *et al.* "*Exposure of elementary school-aged Brazilian children to bisphenol A: association with demographic, social, and behavioral factors, and a worldwide comparison"* Scientific Reports, vol 14, no. 24355. Oct. 2024. Acceso: Dic. 26, 2024. [Online]. Disponible: https://doi.org/10.1038/s41598-024-67267-4

[14] J. M. Braun, *et al.* "*Variability and Predictors of Urinary Bisphenol A Concentrations during Pregnancy*" Environmental Health Perspectives, vol 119, no. 1, pp. 131-137. Oct. 2010. Acceso: Dic. 26, 2024. [Online]. Disponible: https://doi.org/10.1289/ehp.1002366

[15] R. Keshavarz-Maleki, *et al.* "*Bisphenol-A in biological samples of breast cancer mastectomy and mammoplasty patients and correlation with levels measured in urine and tissue*" Scientific Reports, vol 11, no. 18411. Sep. 2021. Acceso: Dic. 26, 2024. [Online]. Disponible: https://doi.org/10.1038/s41598-021-97864-6

[16] B. Buket, *et al.* (2025). "*Toxicological investigation of bisphenol A and its derivates on human breast epithelial (MCF-10A) cells*." Toxicology in Vitro, vol 104, no. 106004. Abr. 2025. Acceso: En. 15, 2025. [Online]. Disponible: https://doi.org/10.1016/j.tiv.2024.106004.

[17] B. Le Magueresse, *et al.* "Effects of bisphenol A on metabolism and evidences of a mode of action mediated through endocrine disruption" Molecular and Cellular Endocrinology, vol 475, pp. 74-91 Nov. 2018. Acceso: Dic. 26, 2024. [Online]. Disponible: https://doi.org/10.1016/j.mce.2018.02.009

[18] Y. Ellis, *et al.* "*A Case Study of Canadian Regulation of BPA: Insight Into the Science*." Duke Environmental Law & Policy Forum, vol 32, no. 2, pp. 295-327. May. 2022. Acceso: Dic. 26, 2024. [Online]. Disponible: https://scholarship.law.duke.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1397&context=delpf

[19] Ministerio de Salud de Brasil. (16, sep., 2011). RESOLUCIÓN - RDC N° 41, de 16 de septiembre de 2011. Prevé la prohibición del uso de bisfenol A en biberones destinados a la alimentación de lactantes y prevé otras medidas. [En línea] Disponible: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/res0041_16_09_2011.html#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20proibi%C3%A7%C3%A3o%20de,lactentes%20e%20d%C3%A1%20outras%20providencias.

[20] V. Cantanhede. *Food Safety Brazil.* Organización Brasileña de Seguridad Alimentaria. Oct. 15, 2024. Acceso: Dic. 26, 2024. En línea] Disponible: https://foodsafetybrazil.org/proibicao-do-bisfenol-a-em-embalagem-de-alimentos/

[21] Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (7, dic. 2012) Resolución 683 de 2012. Acceso: Dic. 26, 2024. [En línea]. Disponible: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-4143-de-2012.pdf

[22] Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Real Decreto 847/2011. (11, jul., 2011). Por el que se establece la lista positiva de sustancias permitidas para la fabricación de materiales poliméricos destinados a entrar en contacto con los alimentos. Acceso: Dic. 26, 2024.[En línea] Disponible: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2011-11828#:~:text=A%2D2011%2D11828-,Real%20Decreto%20847%2F2011%2C%20de%2017%20de%20junio%2C%20por,en%20contacto%20con%20los%20alimentos.

[23] Diario Oficial de la Unión Europea. (12, feb.,2018). REGLAMENTO (UE) 2018/213 DE LA COMISIÓN. 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. Acceso: Dic. 26, 2024. [En línea] Disponible: https://www.boe.es/doue/2018/041/L00006-00012.pdf

[24] MINSA. Gobierno del Perú. (4, jun., 2021) PROYECTO DE NTS N. º712 -MINSA/DIGESA-2021. Proyecto de Norma Sanitaria que regula el uso del bisfenol A en los barnices y revestimientos empleados en envases para alimentos destinados a lactantes y niños pequeños. Acceso: Dic. 26, 2024. [En línea]. Disponible: https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/1948945-712-2021-minsa

[25] Harvard Public Heart Review. (2010). BPA and phthalates by the numbers.https://content.sph.harvard.edu/wwwhsph/sites/21/2012/12/bpa_and_phthalates_by_the_numbers.pdf

[26] A. C. Gore *et al.* (2015). "*EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals*" Endocrine Reviews, vol 36, no. 6, pp. 1–150. Acceso: En. 15, 2024. [Online]. Disponible: https://doi.org/10.1210/er.2015-1010