

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



www.renhyd.org



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Aditivos alimentarios adicionados en alimentos envasados o enlatados en México ¿información confiable?

Jocelyn Astrid Carbajal-Sánchez^a, Pablo Antonio Moreno-Pérez^{b,*}

^a Universidad Autónoma del Estado de México, México.

^b Laboratorio de Microbiología Médica y Ambiental, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

*saieto@hotmail.com

Editor Asignado: Patricia Pérez-Armijo. Universidad Isabel I, Burgos, España.

Recibido el 23 de septiembre de 2022; aceptado el 8 de noviembre de 2022; publicado el 1 de febrero de 2023.

➤ Aditivos alimentarios adicionados en alimentos envasados o enlatados en México ¿información confiable?

PALABRAS CLAVE

Inocuidad de los Alimentos;

Conservantes de Alimentos;

Aditivos Alimentarios.

RESUMEN

Introducción: Los aditivos alimentarios (AA) son ingredientes que se agregan a los alimentos para modificar sus características físicas y químicas. Aproximadamente 1.000 AA se utilizan bajo la denominación "Generalmente Reconocido como seguro" sin la aprobación de la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos. Se encuentra evidencia de que algunos AA pueden ser potencialmente tóxicos para la salud. El responsable de regular los AA a nivel mundial es la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Organización Mundial de la Salud, a través de la Comisión del *Codex Alimentarius*. Sin embargo, en México no se encuentran estudios sobre la toxicidad de AA en la población, ante la imposibilidad de estimar su consumo tomando como referente la "Ingesta Diaria Admisible" (IDA). Objetivo: Identificar la información de la concentración de diversos AA en las etiquetas de los productos alimenticios en México.

Metodología: Se realizó estudio transversal descriptivo, se seleccionaron alimentos envasados o enlatados (AEE), disponibles en cadenas de tiendas de autoservicio líderes de ventas en México, en 10 estados de la república mexicana (Baja California, Campeche, Guadalajara, México, Monterrey, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán). Los criterios de selección de los AEE fueron: a) que se encontraran disponibles simultáneamente a la venta a nivel nacional en al menos dos de tres tiendas de autoservicio, b) basados en la información disponible en el etiquetado nutricional, que mencionara los AA adicionados, comúnmente utilizado en múltiples AEE.

Resultados: Se encontraron en promedio 900 AEE que no cumplieron con los criterios de inclusión. Más de 120 AEE mencionan el AA adicionado (>98%), pero solo 2 AEE mencionan la concentración (<1,5%).

Conclusiones: La carencia de información de la concentración de los AA adicionados a los AEE, no permite tomar como referente la IDA en la ingestión de AA en la población mexicana.



KEYWORDS

Food Safety;
Food Preservatives;
Food Additives.

➤ Food additives added to packaged or canned foods in Mexico, reliable information?

ABSTRACT

Introduction: Food additives (AA) are ingredients that are added to foods to modify their physical and chemical characteristics. Approximately 1,000 AA are used under the “Generally Recognized as Safe” designation without approval from the US Food and Drug Administration. There is evidence that some AA can be potentially toxic to health. The person in charge of regulating AA worldwide is the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization, through the Codex Alimentarius Commission. However, in Mexico there are no studies on the toxicity of AA in the population, given the impossibility of estimating its consumption taking the “Admissible Daily Intake” as a reference (IDA). Objective: Identify the information on the concentration of various AAs on the labels of food products in Mexico.

Methodology: A descriptive cross-sectional study was carried out, packaged or canned foods (AEE) were selected, available in leading self-service store chains in Mexico, in 10 states of the Mexican Republic (Baja California, Campeche, Guadalajara, Mexico, Monterrey, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz and Yucatan). The AEE selection criteria were: a) that they were simultaneously available for sale nationwide in at least two of three self-service stores, b) based on the information available on the nutritional labeling, which mentioned the added AA, commonly used in multiple AEE.

Results: An average of 900 AEE that did not meet the inclusion criteria were found. More than 120 AEE mention the added AA (>98%), but only 2 AEE mention the concentration (<1.5%).

Conclusions: The lack of information on the concentration of AA added to AEE does not allow the ADI to be taken as a reference in the intake of AA in the Mexican population.

MENSAJES
CLAVE

1. La población mexicana se encuentra vulnerable ante la omisión de la información de la concentración de los diversos AA alimentarios adicionados a los alimentos envasados o enlatados.
2. La carencia de información de la concentración de los AA alimentarios adicionados a los alimentos envasados o enlatados en México no permite tomar como referencia la “Ingesta Diaria Admisible” en la población mexicana, vulnerando el aspecto de “inocuidad” de la seguridad alimentaria.

CITA

Carbajal-Sánchez JA, Moreno-Pérez PA. Aditivos alimentarios adicionados en alimentos envasados o enlatados en México ¿información confiable? Rev Esp Nutr Hum Diet. 2023; 27(1): 51-62. doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.27.1.1768>

INTRODUCCIÓN

Para la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA)¹, un Aditivo Alimentario (AA) es cualquier sustancia cuyo uso puede resultar en un componente que afecte directa o indirectamente las características de cualquier alimento, esto puede incluir “cualquier sustancia destinada a ser utilizada en producir, fabricar, empaquetar, procesar, preparar, tratar, transportar y contener alimentos”. De acuerdo con la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA)², los AA son sustancias añadidas deliberadamente a alimentos o bebidas para obtener beneficios técnicos como conservar, colorear o conferir una textura particular; se agregan intencionalmente a los alimentos para modificar sus características físicas, químicas, biológicas o sensoriales, logrando mantener o mejorar su inocuidad, frescura, sabor, textura o aspecto³. Los AA se clasifican de acuerdo con su clase funcional como acentuadores de sabor, agentes endurecedores, gelificantes, antiaglutinantes, antiespumantes, antioxidantes, colorantes, espumantes, humectantes, leudantes y sustancias inertes, entre otros⁴. Se estima que tan solo en Estados Unidos más de 10.000 productos químicos son agregados a los alimentos o tienen contacto en el envasado directa o indirectamente, de los cuales aproximadamente 1.000 se utilizan bajo la denominación “Generalmente reconocido como seguro”⁵; sin embargo, no cuentan con la aprobación de la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA). Aunque actualmente los AA son una parte fundamental de los alimentos, recientes investigaciones sugieren que potencialmente pueden ocasionar daños a la salud^{6,7}. Esta situación contrapone la definición de seguridad alimentaria “todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos...”⁸. El responsable de regular los AA a nivel mundial es la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), a través de la Comisión del *Codex Alimentarius*³, que se basa en las evaluaciones realizadas por el Comité Mixto FAO/OMS de expertos (JECFA) en AA para establecer las dosis máximas de uso de aditivos en alimentos y bebidas⁹ y que son referentes a nivel mundial.

En México, la normativa para regular los AA se basa en el “Acuerdo por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias” (AADS) de la Secretaría de Salud¹⁰. Bajo este marco, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) es la responsable de realizar acciones para la vigilancia sanitaria a nivel nacional y dar

cumplimiento al AADS, de acuerdo con la Coordinación general jurídica y consultiva¹¹. Sin embargo, actualmente no se encuentran estudios sobre el consumo de AA en la población mexicana, debido a la falta de información de la concentración contenida en los AEE, esta situación no permite tomar como referente la IDA en la población mexicana. El objetivo del presente estudio fue identificar el reporte de la concentración de AA en etiquetadas de productos alimenticios envasados disponibles en el mercado mexicano.

METODOLOGÍA

Durante el periodo de mayo-julio de 2022, se realizó estudio transversal descriptivo sobre la información de la concentración de AA en etiquetas de AEE disponibles en el mercado mexicano. Se seleccionaron de las capitales de los Estados, tres cadenas de tiendas de autoservicio líderes de ventas en México, con distribución a nivel nacional: corporación Walmart y bodega Aurrera (más de 2.000 tiendas), Grupo Comercial Chedraui (321 tiendas) y corporación Soriana (800 tiendas). La selección de las tiendas de autoservicio fue de manera aleatoria mediante un ordenador; al menos 2 tiendas de autoservicio diferentes por estado en 10 estados de la república mexicana (Baja California, Campeche, Guadalajara, México, Monterrey, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán), de manera que el muestreo cubriera la superficie nacional. Los criterios de selección de los AEE fueron: a) que se encontraran simultáneamente disponibles, en al menos dos diferentes tiendas de autoservicio, de cada ciudad del estado muestreado, b) basados en la información disponible en el etiquetado nutricional, que mencionara el/los AA adicionados, utilizado en múltiples AEE. Los criterios de exclusión fueron: c) alimentos con la leyenda “orgánicos” y d) AEE con edulcorantes adicionados. La recolección de la información de los AEE fue registrada *in situ*, tomada directamente de los ingredientes registrados de la etiqueta nutricional, identificando el/los AA, posteriormente todos los datos se registraron en un *software* Microsoft Excel, obteniendo medias y desviación estándar.

RESULTADOS

Se visitaron un total de 30 tiendas en las 10 ciudades principales de los estados seleccionados, 3 tiendas por estado, 17 de corporación Walmart y bodega Aurrera, 4 de Grupo Comercial Chedraui y 9 de la corporación Soriana. Se encontró

y analizó un aproximado de 900 AEE en las tiendas de autoservicio, agrupados en grupos específicos de alimentos, cada grupo estaba conformado por diversas marcas nacionales y extranjeras, así como diversas presentaciones, se encontró aceitunas (48), aderezos (23), aceites (16), atoles (34), atún (18), bebidas energizantes (27), botanas (146), cereales (56) consomé (17), condimentos diversos (76), galletas (137), gelatinas (30), granos (22), harinas (16), pan (72), purés (21) pastas (28), polvos para preparar bebidas saborizadas (16), salsas (22), sopas (12), sardinas (13), saborizante de lácteos (10) y verduras enlatadas (40). De acuerdo con los criterios de inclusión, solo 128 AEE (14%), presentes en al menos 2 tiendas de autoservicio en cada estado muestreado, indicaron la presencia de AA adicionados en la etiqueta nutrimental, encontrándose en mayor porcentaje de AEE el Terc-butilhidroquinona (18%), colorantes diversos (12%), Fosfato tricálcico (11%) y el Butilhidroxianisol (9%). Solo 2 AEE (1,6%) mencionaron la concentración (Tabla 1). Más del 98% de los AEE, basados en su distribución y accesibilidad a nivel nacional en tiendas de autoservicio, no indican la concentración del AA adicionado.

DISCUSIÓN

Basado en la etiqueta nutricional, se registraron los AA y su concentración en los AEE en México, el muestreo comprendió una amplia cobertura geográfica, así como una múltiple disponibilidad. Las concentraciones recomendadas de los AA agregados a los alimentos en México, las proporciona la Secretaría de Salud, mediante el AADS⁹, basadas en el *Codex Alimentarius*, previniendo con los límites máximos algún efecto dañino a la salud. Sin embargo, en México, dado que el mayor porcentaje de los AEE no especifican la concentración, no se puede estimar su ingestión, esta situación puede ser una amenaza a la salud pública, ya que se encuentra evidencia de sus efectos nocivos (Tabla 2¹²⁻²⁴).

Para evaluar la inocuidad de los AA, el JECFA los evalúa mediante pruebas toxicológicas para determinar que no presente perjuicio a la salud, un referente es la estimación de la "Ingestión Diaria Admisible", (IDA), que es la cantidad estimada en mg/kg de peso corporal que puede consumir una persona de manera segura de una sustancia presente en los alimentos o bebidas, sin causar daño apreciable a la salud²⁵. Pero estimar en la población mexicana el consumo diario de los diversos AA no es posible, dado que el mayor porcentaje de las etiquetas nutricionales no registran la concentración. A pesar de que la IDA de cada AA se encuentra estipulada por la EFSA, en México no se puede hacer un

análisis comparativo tomando a la IDA como referencia; no obstante, la norma oficial mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010²⁶ especifica que se debe de indicar el AA adicionado a los alimentos, pero no especifica que se debe mencionar la concentración, generando un vacío legal. En México son escasos los estudios sobre los AA en alimentos y su concentración; solo se encontró la investigación realizada por Carbajal-Sánchez *et al.*²⁷, quienes identificaron la información de antioxidantes sintéticos adicionados a los AEE, hallándose que el 71% de los productos mencionaron el tipo de antioxidante utilizado, pero solo el 18% la concentración.

La información precisa de la concentración de AA presente en los AEE permite estimar su consumo, como lo reporta Mancini *et al.*²⁸, donde mediante los datos de consumo individual, tomando como referente los niveles máximos permitidos en Francia, estimó en niños menores de 3 años la exposición a los antioxidantes BHA y BHT. Lamentablemente en América Latina solo se encontró una investigación en Brasil, donde a través de encuestas en hogares, utilizando los datos de consumo de alimentos, estimaron las ingestas diarias máximas de los AA: BHA, BHT y TBHQ²⁹.

Aunque es posible estimar la exposición a los AA cuantitativamente mediante técnicas de cromatografía y espectrometría de masas, como se ha hecho en poblaciones de Alemania, Arabia Saudita, China, Estados Unidos, India y Japón^{30,31}, la accesibilidad a estas tecnologías para la población en general es una limitante. Ante la falta de la información precisa de la concentración de los AA adicionados a los alimentos, es imposible comparar el consumo diario admisible de la población mexicana con los referentes de la IDA, vulnerando a la población mexicana respecto al conocimiento de la ingestión real de los AA y su posible efecto en la salud. Esta carencia de información vulnera un aspecto de las cuatro dimensiones que comprenden la seguridad alimentaria que menciona "La seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos..."³². Ante esta situación, la Comisión del Honorable Concejo de la Unión de México exhortó a la Secretaría de Salud Federal y a la COFEPRIS a realizar un análisis de los AA y coadyuvantes en alimentos y bebidas, para salvaguardar la salud y garantizar la protección a los consumidores, así como implementar acciones necesarias para vigilar y cumplir el AADS¹⁰. Sin embargo, el informe de la concentración de los AA en la etiqueta nutricional de los AEE evaluados en el presente estudio fue <1,5%. La fortaleza de la presente investigación fue la congruencia del AEE que indican los AA adicionados, la limitante es que no se pueden inferir implicaciones clínicas, ante la falta de información de la concentración.

Tabla 1. Tipo y concentración de aditivos alimentarios adicionados en alimentos envasados o enlatados disponibles en México.

Aditivo	*Función	Límite máximo	Encontrado en:	Marca®	Concentración reportada por el fabricante
Ácido málico	Regulador de pH, acidulante, acidificante	BPF ^a	Polvo para preparar gelatina sabor durazno, mora silvestre, uva, Jamaica	D´Gari®	NR ^f
Benzoato de sodio	Conservador	50-2000 mg/kg	Salsa Cátsup	Clemente Jacques®	NR
			Mermelada de fresa	McCormick®	NR
			Crema fresca	Lala®	NR
			Salsa picante clásica	Búfalo®	NR
			Galletas Barritas	Marinela®	NR
BHA ^b	Antioxidante	40-1000 mg/kg	Salsa picante	Valentina®	0,1%
			Galletas abanico	Mac´Ma®	NR
			Cereal multigrano, con pasas	Quaker	NR
			Galletas marías, Habaneras integrales, Chocolatines, Crackets	Gamesa®	NR
			Galletas abanico	Mac´Ma®	NR
Colorantes diversos	Colorante	NE	Cocoa Pebbles, Fruity Pebbles	Post®	NR
			Cheetos	Sabritas	NR
			Froot Loops	Kellogg's	NR
			Choco Krispis	Kellogg's	NR
			Fruity Pebbles	Post	NR
Rojo allura AC	Colorante	25-500 mg/kg	Trix	Nestlé	NR
			Polvo para preparar gelatina sabores durazno, fresa	D´Gari®	NR
			Polvo para preparar bebida sin azúcar sabor Jamaica	Tang®	NR
Tartrazina	Colorante	18-600 mg/kg	Salsa picante clásica	Búfalo®	NR
			Polvo para preparar bebida sin azúcar sabor Jamaica	Tang®	NR
			Dulce en polvo sabor mora azul	Miguelito®	NR
			Polvo para preparar gelatina sabor pistache, durazno	D´Gari®	NR
			Polvo para preparar flan sabor vainilla	D´Gari®	NR
Caldo de pollo	Knorr®	NR			

Aditivo	*Función	Límite máximo	Encontrado en:	Marca®	Concentración reportada por el fabricante
Cloruro de calcio	Estabilizante, espesante	BPF	Imitación queso doble crema	Chilchota	NR
Cloruro de potasio	Agente de tratamiento de harinas, agente gelificante, acentuador de sabor	BPF	Chongos zamoranos	Herradura®	NR
			Pan de harina de trigo integral, Pan blanco, Pan artesano, Pan tostado, Bimbollos, Medias noches	Bimbo®	NR
			Pan blanco	Wonder®	NR
DATEM ^c	Emulsionante	NE	Cereales Corn Flakes	Nestlé®	
			Pan blanco, artesano, centeno, linaza, pan tostado clásico, doble fibra, harina de trigo integral	Bimbo®	NR
Dióxido de silicio	Anti aglomerante, coadyuvante de la filtración, acondicionador de masa	BPF	Súper pan blanco	Wonder®	NR
			Caldo de pollo	Knorr®	NR
			Salsa en polvo	Tajín®	0,5%
			Sabritas limón, Ruffles queso	Sabritas	
Difosfato disódico	Antioxidante, emulsificante, espesante, gelificante	NE	Sabroseador	McCormick®	NR
			Polvo para preparar bebida sin azúcar sabor piña, Jamaica	Tang®	NR
Dióxido de titanio	Colorante	BPF	Harina de trigo preparada para churros	Tres estrellas®	NR
EDTA ^d disódico	Antioxidante, conservador, secuestrante	75-250 mg/kg	Polvo para preparar bebida sin azúcar sabor piña	Tang®	NR
Fosfato monocálcico	Antioxidante, regulador de pH, regulador de acidez, acidificante, emulsificante, espesante, gelificante	NE	Mayonesa	McCormick®	NR
			Royal	Royal®	NR
			Galletas marías	Gamesa®	NR
			Harina de trigo preparada para churros	Tres estrellas®	NR
			Harina de trigo preparada para Hot Cakes	La moderna®	NR
Fosfato tricálcico	Antioxidante, regulador de pH, regulador de acidez, acidificante, espesante, gelificante	1000-9000 mg/kg	Galletas abanico	Mac´Ma®	NR
			Polvo para preparar gelatina sabor fresa, durazno, uva, coco, pistache, de leche sabor yogurt, flan sabor vainilla	D´Gari®	NR
			Sabritas limón	Sabritas	NR
			Nesquik vainilla y fresa	Nestlé	NR
			Galletas marías	Gamesa®	NR
Yogur con cereales, fresas y almendras, natural	Yoplait®	NR			

Aditivo	*Función	Límite máximo	Encontrado en:	Marca®	Concentración reportada por el fabricante
Goma xantana	Emulsificante, estabilizante, espesante, gelificante, espumante	BPF	Harina de trigo preparada para Hot Cakes	La moderna®	NR
			Polvo para preparar bebida sin azúcar sabor piña	Tang®	NR
			Salsa picante clásica	Búfalo®	NR
Glutamato monosódico	Saborizante, acentuador de sabor, secuestrante	BPF	Sabroseador	McCormick®	NR
			Caldo de pollo	Knorr®	NR
			Doritos, doritos dinamita, Ruffles queso	Sabritas	
Guanilato de sodio	Acentuador de sabor	BPF	Galletas marías	Gamesa®	NR
Indigotina	Colorante	6-1000 mg/kg	Polvo para preparar gelatina sabor fresa	D´Gari®	NR
Inosinato disódico	Acentuador de sabor	Puede ser usado de acuerdo con BPF	Caldo de pollo	Knorr®	NR
Metabisulfito de sodio	Conservador, blanqueador	100 mg/kg	Galletas Crackets, Marías, habaneras, doraditas	Gamesa®	NR
Mono y diglicéridos	Emulsificante, estabilizante, espesante, acondicionador de masa, gelificante, antiespumante	Puede ser usado de acuerdo con BPF	Obleas	Coronado®	NR
			Pan artesano, Pan blanco, Medias noches	Bimbo®	NR
			Harina de trigo preparada para Hot Cakes	La moderna®	NR
			Pan de harina de trigo integral	Bimbo®	NR
Propionato de calcio	Conservador	BPF	Pan de harina de trigo integral	Bimbo®	NR
TBHQ ^e	Antioxidante	100-200 mg/kg	Galletas Crackets, habaneras, doraditas, integrales, Arcoiris, Marías, Chocolatines, Chokis, Chokis Brownie, Emperador, Saladitas, Surtido familiar	Gamesa®	NR
			Pan tostado clásico, integral, Molido clásico, Panque de chocolate	Bimbo®	NR
			Doritos diablo, Sabritas Xtra flaming´hot, karate japonés, Chettos torciditos	Sabritas®	
			Runners, Mini takis fuego	Barcel®	

^(a)BPF: Puede ser usado de acuerdo con Buenas Prácticas de Fabricación; ^(b)BHA: Butilhidroxianisol;

^(c): Ésteres de Glicerol y Ácidos Grasos del ácido diacetil tartárico; ^(d): Ácido etilendiaminotetraacético.

^(e): Terc-butilhidroquinona; ^(f)NR: No Reportado; NE: No especificado.

*Tomado de: Clases funcionales de aditivos alimentarios, <https://www.fao.org/gsfonline/reference/techfuncs.html?lang>.

Tabla 2. Informes recientes de AA con efectos adversos presentes en alimentos envasado o enlatados disponibles en México.

Aditivo alimentario (AA)	*Presente en:	AA evaluado en:	Generó:	Concentración/dosis	Referencia
Metabisulfito de sodio	Galletas crackers, marías, habaneras, doraditas	Cardiomiocitos HL-1	Inactivación y desactivación de la corriente de Na ⁺ regulada por voltaje se ralentizó	30 µM	Alimohammadi <i>et al.</i> ¹²
		Línea celular auricular HL-1 (Ratón AT-1)	El daño neuronal agudo y el brote crónico de fibras musgosas aumentaron en ratas tratadas	Valor EC50 de 18 µM	Lai <i>et al.</i> ¹³
Nanopartículas de dióxido de silicio	Caldo de pollo, sabritas limón, ruffles queso, polvo para preparar bebida sin azúcar sabor piña, Jamaica	Ratones C57BL/6J	Alteraciones en el aprendizaje espacial, memoria e inhibición locomotora	3 g/kg de nanopartículas una vez al día	Diao <i>et al.</i> ¹⁴
		Ratones macho CD-1	Aumento significativo en los niveles de citoquinas proinflamatorias de IL-1β, IL-6 y TNF-α en el tracto intestinal	2,5 mg/kg	Chen <i>et al.</i> ¹⁵
Rojo 40	Choco krispis, froot loops, fruity pebbles, trix, takis fuego, chips adobadas	Ratones R23FR	Induce el desarrollo de colitis	200 mg/L	He <i>et al.</i> ¹⁶
Tartrazina	Polvos para preparar: bebida sabor Jamaica, gelatina sabor pistache, durazno, flan sabor vainilla, caldo de pollo	Ratones albinos	Disminución significativa en las actividades enzimáticas de tripsina y quimotripsina	0,05%	Ameur <i>et al.</i> ¹⁷
Amarillo ocase FCF	*Froot loops, fruity pebbles, trix	Huevos leghorn blancos de Babcock	En el desarrollo embrionario de la bolsa de Fabricio, el bazo y el timo, y sobre el volumen del bazo.	1000 y 2000 ng	Çolakoğlu and Muhammet ⁶
Benzoato de sodio, nitrito de sodio, sorbato de potasio	Salsa cátsup, mermelada de fresa, crema, galletas barritas, salsas	Ratas wistar	Aumento significativo en los marcadores de citoquinas inflamatorias (TNF-α, IFN-γ, IL-1β e IL-6)	200, 400 y 700 mg/kg	Khan <i>et al.</i> ¹⁷
		Cepas bacterianas de muestras fecales frescas	Inducen disbiosis microbiana intestinal humana con una reducción en términos de diversidad	IC50 de 0,7, 1,0, 1,2 y 1,4 mg/m	Hrncirova <i>et al.</i> ¹⁸

Aditivo alimentario (AA)	*Presente en:	AA evaluado en:	Generó:	Concentración/dosis	Referencia
TBHQ ^g	Galletas crackets, habaneras, doraditas, integrales, arcoíris, marías, chokolatines, chokis, chokis brownie, emperador, saladitas, surtido familiar, pan tostado clásico, integral, molido clásico, panque de chocolate, doritos diablo, sabritas xtra flaming´ hot, karate japonés, chettos, torciditos	Embriones de Danio rerio	Cambios degenerativos y necrosis en el cerebro, induce apoptosis	2,5, 3,75 y 5 ppm	Baran <i>et al.</i> ¹⁹
Rojo allura AC	Polvo para preparar gelatina sabores durazno, fresa	Clara de huevo de gallina	Formación de agregados de tipo amiloide	0,03-15,0 mM	Al-Shabib <i>et al.</i> ²⁰
BHA ^h	Galletas abanico, cereal multigrano, con pasas, galletas marías, habaneras integrales, chokolatines, crackets, cocoa pebbles, fruity pebbles, cheetos	Astrocitos humanos normales (NHA)	Neurotoxicidad al mejorar la acumulación de calcio citosólico y el estrés del retículo endoplásmico	100 µM	Park <i>et al.</i> ²¹
Rojo allura AC Amarillo ocaseo FCF Tartrazina Azul brillante FCF Azorrubina Índigo carmín Eritrosina Ponceau 4R Amaranto	Choco krispis, froot loops, fruity pebbles, trix, takis fuego, chips adobadas, Froot loops, fruity pebbles, trix	Ratas albinas Wistar hembra gestantes	Las crías de ratas expuestas a la mezcla de colorantes exhibieron una disminución de la motivación y un aumento del comportamiento relacionado con la desesperación	700 mg/kg/día 250 mg/kg/día 750 mg/kg/día 600 mg/kg/día 400 mg/kg/día 500 mg/kg/día 10 mg/kg/día 70 mg/kg/día 15 mg/kg/día	Doguc <i>et al.</i> ²²

Aditivo alimentario (AA)	*Presente en:	AA evaluado en:	Generó:	Concentración/dosis	Referencia
Ácido málico	Polvo para preparar gelatina sabor durazno, mora silvestre, uva, Jamaica	Células HaCaT	Indujo la expresión de proteínas asociadas al estrés del retículo endoplásmico	15 mM	Hsiao <i>et al.</i> ²³
Dióxido de silicio	Caldo de pollo, salsa en polvo, sabritas limón, ruffles queso, sabroseador, polvo para preparar bebida sin azúcar sabor piña, Jamaica	Línea celular de macrófagos de monocitos leucémicos de ratón RAW 264.7	Inmunotoxicidad e inmunosupresión	750 mg/kg	Jae-Hyum <i>et al.</i> ²⁴

* Datos tomados del cuadro 1. ^(g)TBHQ: Terc-butilhidroquinona. ^(h)BHA: Butilhidroxianisol.

CONCLUSIONES

Actualmente, los aditivos alimentarios son un componente de la dieta humana que requieren la atención de la ciencia y las políticas gubernamentales. A pesar de que las leyes mexicanas contemplan la regulación de los AA adicionados a los alimentos envasados o enlatados, así como la información contenida en las etiquetas, la mayor proporción no menciona la concentración. Ante esta omisión de información, no se puede tomar como referente la IDA en la ingestión de AA en la población mexicana, consecuentemente es necesario continuar con más investigaciones al respecto.

AGRADECIMIENTOS

El autor y la autora agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por las facilidades otorgadas.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

PAM-P contribuyó al desarrollo de la idea de la investigación, planeación y diseño de la revisión, así como la revisión final. JAC-S contribuyó a la revisión bibliográfica, selección y búsqueda de datos, así como la redacción del primer borrador e interpretación de los datos. Todos los autores revisaron críticamente esta y las versiones anteriores del documento.

FINANCIACIÓN

El autor y la autora expresan que no ha existido financiación para realizar este estudio.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor y la autora expresan que no existen conflictos de interés al redactar el manuscrito.

REFERENCIAS

- (1) FDA. U.S. Food and Drug Administration. Compliance program guidance manual [internet]. 2022. [citado 2 de noviembre de 2022]. Disponible en: [https://www.fda.gov/media/71661/download#:~:text=Section%20201\(s\)%20of%20the,the%20characteristic%20of%20any%20food](https://www.fda.gov/media/71661/download#:~:text=Section%20201(s)%20of%20the,the%20characteristic%20of%20any%20food).
- (2) EFSA. European Food Safety Authority. Food Additives. [internet]. 2022. [citado 2 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/es/topics/topic/food-additives>.
- (3) OMS. Organización mundial de la salud. Aditivos alimentarios. [internet]. 2022. [citado 28 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>.
- (4) The Codex General Standard for Food Additives. Functional classes of food additives. [internet]. 2022. [citado 2 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/gsaonline/reference/techfuncs.html?lang>.
- (5) Clean water action and clean water fund. What's in the package? Unveiling the Toxic Secrets of Food and Beverage Packaging. [internet]. 2016. [citado 13 de abril de 2022]. Disponible en: https://www.cleanwateraction.org/sites/default/files/CA_TIP_rpt_08.24.16a_web.pdf.
- (6) Çolakoğlu F, Muhammet LS. Effects of Sunset Yellow FCF on Immune System Organs During Different Chicken Embryonic Periods. *J Vet Res*. 2020; 64(4): 597-607. doi: <https://doi.org/10.2478/jvetres-2020-0064>.
- (7) Ameer FZ, Mehedi N, Soler Rivas C, Gonzalez A, Kheroua O, Saidi D. Effect of tartrazine on digestive enzymatic activities: In vivo and in vitro studies. *Toxicol Res*. 2020; 36(2): 159-66. doi: <https://doi.org/10.1007/s43188-019-00023-3>.
- (8) FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones. Guía práctica. 2022. [citado 17 diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>.
- (9) FAO/WHO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud. Codex alimentarius. Normas internacionales de alimentos. [internet]. 2022. [citado 17 febrero de 2022]. Disponible en: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/members/es/>.
- (10) DOF. Diario oficial de la Federación. Acuerdo por el que se modifica el diverso por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias. [internet]. 2012. [citado 7 enero de 2022]. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5437267&fecha=16/05/2016#gsc.tab=0.
- (11) Secretaria de Gobernación. Consultiva general jurídica. Oficio No. CGJC/OR/1828/2020. [internet]. 2020. [citado 3 mayo de 2022]. Disponible en: http://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/64/2021/feb/Salud_Coadyuvantes-20210203.pdf.
- (12) Alimohammadi A, Moosavy MH, Amin Doustvandi M, Baradaran B, Amini M, Mokhtarzadeh A, De la Guardia, M. Sodium metabisulfite as a cytotoxic food additive induces apoptosis in HFFF2 cells. *Food Chem*. 2021; 358: 129910. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129910>.
- (13) Lai MC, Hung TY, Lin KM, Sung PS, Wu SJ, Yang CS, Wu YJ, Tsai JJ, Wu SN, Huang CW. Sodium Metabisulfite: Effects on Ionic Currents and Excitotoxicity. *Neurotox Res*. 2018; 34(1): 1-15. doi: <https://doi.org/10.1007/s12640-017-9844-4>.
- (14) Diao J, Xia Y, Jiang X, Qiu J, Cheng S, Su J, Duan, X, Gao M, Qin X, Zhang J, Fan J, Zou Z, Chen, C. Silicon dioxide nanoparticles induced neurobehavioral impairments by disrupting microbiota-gut-brain axis. *J Nanobiotechnology*. 2021; 19(1): 174. doi: <https://doi.org/10.1186/s12951-021-00916-2>.
- (15) Chen H, Zhao R, Wang B, Cai C, Zheng L, Wang H, Wang M, Ouyang H, Zhou X, Chai Z, Zhao Y, Feng W. The effects of orally administered Ag, TiO2 and SiO2 nanoparticles on gut microbiota composition and colitis induction in mice. *NanolImpact*. 2017; 8: 80-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.impact.2017.07.005>.
- (16) He Z, Chen L, Catalan-Dibene J, Bongers G, Faith JJ, Suebsuwong C, DeVita RJ, Shen Z, Fox JG, Lafaille JJ, Furtado GC, Lira SA. Food colorants metabolized by commensal bacteria promote colitis in mice with dysregulated expression of interleukin-23. *Cell Metabolism*. 2021; 33: 1358-71. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.04.015>.
- (17) Khan IS, Dar KB, Ganie SA, Ali MN. Toxicological impact of sodium benzoate on inflammatory cytokines, oxidative stress and biochemical markers in male Wistar rats. *Drug Chem Toxicol*. 2020; 1-10. doi: <https://doi.org/10.1080/01480545.2020.1825472>.
- (18) Hrnčirova L, Hudcovic T, Sukova E, Machova V, Trckova E, Krejsek J, Hrnčíř T. Human gut microbes are susceptible to antimicrobial food additives in vitro. *Folia Microbiol*. 2019; 64: 497-508. doi: <https://doi.org/10.1007/s12223-018-00674-z>.
- (19) Baran A, Yildirim S, Ghosigharehaghaji A, Bolat I, Sulukan E, Ceyhun S. An approach to evaluating the potential teratogenic and neurotoxic mechanism of BHA based on apoptosis induced by oxidative stress in zebrafish embryo (Danio rerio). *Hum Exp Toxicol*. 2020; 1-14. doi: <https://doi.org/10.1177/0960327120952140>.
- (20) Al-Shahab NA, Khan JM, Malik A, Sen P, Ramireddy S, Chinnappan S, Alamery SF, Shahzad, SA. Allura red rapidly induces amyloid-like fibril formation in hen egg white lysozyme at physiological pH. *Int J Biol Macromol*. 2019; 127: 297-305. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.01.049>.
- (21) Park S, Lee J, Lim W, You S, Song G. Butylated Hydroxyanisole Exerts Neurotoxic Effects by Promoting Cytosolic Calcium Accumulation and Endoplasmic Reticulum Stress in Astrocytes. *J Agric Food Chem*. 2019; 67(34): 9618-29. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b02899>.
- (22) Doguc DK, Deniz F, İlhan İ, Ergonul E, Gultekin F. Prenatal exposure to artificial food colorings alters NMDA receptor subunit concentrations in rat hippocampus. *Nutr Neurosci*. 2019; 24(10): 784-94. doi: <https://doi.org/10.1080/1028415X.2019.1681065>.
- (23) Hsiao YP, Lai WW, Wu SB, Tsai CH, Tang SC, Chung JG, Yang JH. Activación de la muerte apoptótica de los queratinocitos epidérmicos humanos por ácido málico: participación del estrés del retículo endoplásmico y vías de señalización dependientes de las mitocondrias. *Toxinas*. 2015; 7: 81-96.

- (24) Jae-Hyum K, Cleol-Su K, Rosa Mistica CI, Dong-Heui K, Ma Easter JS, Eun Ho M, Xu-Feng Q, Seong-Eun P, Yu-Ri K, Meyoung-Kim, Kyu-Jae L, Soo-Ki, K. Immunotoxicity of silicon dioxide nanoparticles with different sizes and electrostatic charge. *Int J Nanomedicine*. 2014; (2): 183-93. doi: <https://doi.org/10.2147/IJN.S57934>.
- (25) EFSA. European Food Safety Authority. Areas temáticas. IDA, [internet]. 2022. [citado 2 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/es/glossary/adi>.
- (26) NOM. Norma Oficial Mexicana 051-SCFI/SSA1-2010. [internet]. 2010. [citado 23 marzo de 2022]. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4010/seeco11_C/seeco11_C.htm#:~:text=Esta%20norma%20oficial,las%20caracter%C3%ADsticas%20de%20dicha%20informaci%C3%B3n.
- (27) Carbajal-Sánchez JA, Ramírez-Durán N, Gamboa-Angulo M, Antonio Moreno-Pérez PA. Estado de la información del consumo en México de antioxidantes sintéticos en alimentos ultra - procesados, basados en los productos de la canasta básica. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*. 2021; 3: 1-18. doi: <https://doi.org/10.24836/es.v3i1i58.1143>.
- (28) Mancini FR, Paul D, Gauvreau J, Volatier JL, Vin K, Hulin M. Dietary exposure to benzoates (E210–E213), parabens (E214–E219), nitrites (E249–E250), nitrates (E251–E252), BHA (E320), BHT (E321) and aspartame (E951) in children less than 3 years old in France. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control, Expo Risk Assess*. 2015; 32(3): 293-306. doi: <https://doi.org/10.1080/19440049.2015.1007535>.
- (29) Maziero GC, Baunwart M, Toledo MCF. Estimates of the theoretical maximum daily intake of phenolic antioxidants BHA, BHT and TBHQ in Brazil. *Food Addit Contam*. 2010; 37-41. doi: <https://doi.org/10.1080/02652030120645>.
- (30) Murawski A, Schmied-Tobies M, Rucic E, Schmidtkunz C, Küpper K, Leng G, Eckert E, Kuhlmann L, Göen T, Daniels A, Schwedler G, Kolossa-Gehring M. Metabolites of 4-methylbenzylidene camphor (4-MBC), butylated hydroxytoluene (BHT), and tris (2-ethylhexyl) trimellitate (TOTM) in urine of children and adolescents in Germany - human biomonitoring results of the German Environmental Survey GerES V (2014-2017). *Environ Res*. 2021; 192: 110345. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110345>.
- (31) Wang W, Kannan K. Quantitative identification of and exposure to synthetic phenolic antioxidants, including butylated hydroxytoluene, in urine. *Environ Int*. 2019; 128: 24-9. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.04.028>.
- (32) FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones Guía práctica. Una introducción a los conceptos básicos de la seguridad alimentaria. [internet] 2011. [citado 23 agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>.