



Facultad de Farmacia
Universidad de La Laguna

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Nutrición Humana y Dietética

Curso 2023/24

Evaluación del riesgo por fluoruro presente en bebidas refrescantes

Sara de las Mercedes Domínguez Arencibia

(Alu0101444338@ull.edu.es)

Tutor: Arturo Hardisson De la Torre

Cotutor: Samuel Alejandro Vega

Índice

Índice	2
Datos referidos a la memoria:	3
Resumen.....	4
Abstract	5
Introducción	6
Objetivos	10
Hipótesis	10
Material y métodos	11
Muestras	11
Disoluciones	11
Determinación de fluoruro	11
Evaluación de la exposición y caracterización del riesgo.....	12
Resultados y Discusión.....	13
Determinación de Fluoruro	13
Evaluación de la exposición.....	14
Conclusiones	17
Bibliografía.....	18

Datos referidos a la memoria:

Número de páginas de la memoria	20
Número de palabras totales de la memoria sin contar resumen, abstract, pie de tablas o figuras y referencias.	2862
Número de palabras del resumen	227
Número de palabras del abstract	197

Resumen

El fluoruro es un elemento que está presente en numerosos alimentos, siendo el agua la principal fuente dietética, por lo que las bebidas refrescantes pueden llegar a ser fuente de este. Este anión tiene un comportamiento de hormetina, es decir exposiciones adecuadas presentan efectos beneficiosos para la salud, sin embargo, exposiciones elevadas acarrearán efectos adversos como la fluorosis dental.

El objetivo del estudio fue realizar una evaluación del riesgo de fluoruro en este tipo de bebidas, para ello, se determinó la concentración de fluoruro en 60 muestras de bebidas refrescantes considerando la denominación comercial, así como los sabores. La determinación se llevó a cabo mediante la potenciometría de ion selectivo, encontrándose la mayor concentración de fluoruro en las bebidas refrescantes a partir de extractos (1,01 mg/L), mientras que la menor se registró en las bebidas refrescantes aromatizadas (0,20 mg/L). En función de los sabores, la mayor concentración fue la del té de melocotón (1,16 mg/L).

Se realizó la evaluación de la exposición y la caracterización del riesgo por la ingesta de fluoruro en base a un escenario de consumo de 0,33L/día (una lata) de bebidas refrescantes. Se ha determinado un posible riesgo de sobreexposición a fluoruro en los niños de 1 a 3 años por el consumo de las bebidas refrescantes a partir de extractos analizadas.

Palabras clave: Fluoruro, Bebidas refrescantes, Bebidas de extractos, Evaluación del riesgo.

Abstract

Fluoride is an element that could be found in many foods, water being the main dietary source, therefore soft drinks can become a source of fluoride. This anion has a hormone-like behavior, which means that adequate exposures have beneficial effects on health, however, high exposures lead to adverse effects such as dental fluorosis.

The objective of the study was to perform a fluoride risk assessment in this type of beverages, for this purpose, the fluoride concentration was determined in 60 soft drink samples considering the commercial denomination, as well as the flavors. The determination was carried out using ion-selective potentiometry. The highest fluoride concentration was found in the soft drinks made from extracts (1.01 mg/L), while the lowest was recorded in the flavored soft drinks (0.20 mg/L). In terms of flavors, the highest concentration was in peach tea (1.16 mg/L).

Exposure assessment and risk characterization for fluoride intake was performed based on a consumption scenario of 0.33 L/day (one can) of soft drinks. A possible risk of overexposure to fluoride in children aged 1 to 3 years from the consumption of the soft drinks from extracts analyzed was determined.

Keywords: Fluoride, Soft drinks, Extract drinks, Risk assessment.

Introducción

El flúor es un elemento químico, perteneciente al grupo de los halógenos, siendo el más electronegativo, lo que determina su alta reactividad. Este está ampliamente distribuido en la naturaleza, principalmente en su forma aniónica como fluoruro (1).

En este sentido, sus características lo convierten en uno de los iones fisiológicos más activos. En el organismo humano, el fluoruro actúa como hormetina, pues presenta efectos beneficiosos y a la vez tóxicos en función de la exposición (1-3)

El ingreso de este elemento en el organismo ocurre principalmente por vía oral, aunque también lo hace de forma dérmica e inhalatoria (4,5). En esta línea, se absorbe principalmente en el intestino proximal, aunque también lo hace a nivel gástrico entre 20-25%, mediante difusión pasiva (6,7). La absorción se ve afectada por la presencia de sales biliares, cationes y por el pH gástrico. En estas condiciones, la actividad de la pepsina se ve aumentada, lo que ayuda a la solubilización del flúor, favoreciéndose la absorción entre 75 a 90%. La presencia de otros elementos, como el Al^{3+} o el Ca^{2+} , afecta en la absorción del flúor, reduciéndose significativamente (7,8).

El transporte por el torrente sanguíneo ocurre en sus dos formas, alcanzando su concentración máxima entre los 20–60 minutos tras su ingesta (7). En relación a esto, las contenciones en adultos se aproximan al 40%, en los niños este porcentaje aumenta entre el 10 y 15%. Además, en mujeres embarazadas es capaz de atravesar la placenta, pudiendo afectar al feto (7,8).

En adultos, entre el 70–99% del fluoruro absorbido se ubica en los tejidos calcificados, como huesos y dientes y una pequeña parte en tejidos blandos (7). El resto, se excreta por el riñón en tasas desde aproximadamente 60% en adultos, aproximadamente 45% niños/as y entre 10-20% en bebés/niños/as pequeños/as. El restante se elimina por medio de las heces (7).

En adecuadas exposiciones resulta beneficioso, pues en la década de los años cuarenta, se descubrió que la población que vivía en zonas con suministros de agua potable que contenían al menos 1 parte de fluoruro por cada millón de partes de agua ($\geq 1,0$ ppm) tenían menos caries que aquellas que vivían en lugares con concentraciones más bajas de este mineral (9).

Fue más tarde, cuando se descubrió el poder de prevención del fluoruro frente a la caries dental. En este sentido, este efecto se detiene en un 50% por la inhibición de las enzimas de los lactobacillus formadores de ácido láctico a partir de los hidratos de carbono procedentes de la dieta (1,9).

Asimismo, favorece la formación de hidroxifluorapatita en el diente por su reacción con la hidroxiapatita, lo que le confiere su dureza, reduce la descalcificación y aumenta la remineralización de hueso (1). No obstante, se han observado numerosos efectos adversos, como la fluorosis dental o “dientes moteados”, trastorno de

hipomineralización, caracterizado por una grave decoloración dental, que abarca desde un color blanquecino hasta manchas color café oscuro y en casos más graves existe pérdida de esmalte dentario y suele cursar con una desfiguración dental. Este acaecimiento es habitual en la población donde el consumo de fluoruro excede las recomendaciones adecuadas, presentándose en más de 200 millones de personas en el mundo (1,10).

Las regiones endémicas de fluorosis dental se encuentran en países como Turquía, India o Colombia. La prevalencia aumenta desde un 30% a 96% en estos países, mientras que, en Canarias, la incidencia se sitúa entre 21% y 22% en adolescentes de entre 12 y 14 años (10,11).

Una elevada sobreexposición crónica a este mineral puede derivar en fluorosis esquelética, que se presenta inicialmente como rigidez y deformidad esquelética, y en casos más graves evolucionar en espondilitis anquilosante o mal de Béhçerov-Strümpell-Marie, enfermedad autoinmune reumática crónica que genera endurecimiento de las articulaciones derivando en inflamaciones intestinales y de otros órganos (10).

Por otra parte, se ha examinado la relación entre la aparición de osteosarcoma, caracterizado por el crecimiento neoplásico de osteoblastos y osteoclastos, y una exposición crónica al fluoruro (9). En esta línea, pueden emerger manifestaciones neurológicas derivadas de las citadas consecuencias esqueléticas (1).

Estas afecciones catalizan la aparición de otras enfermedades, como hipo e hipertiroidismo, gastritis, alteraciones musculares derivadas de posible inhibición de glucólisis, alteraciones renales con presencia de aminoaciduria, graves alteraciones en el desarrollo neurológico infantil, deformidades en glóbulos rojos por la disminución de los niveles de hemoglobina, excesiva sed, erupciones en la piel, nerviosismo, dolor de cabeza, problemas gastrointestinales como la enfermedad de Crohn, mal funcionamiento del tracto urinario o la enfermedad del Alzheimer, ya que es más común en zonas endémicas expuestas a altas concentraciones de flúor (1,12,13).

A su vez, numerosos estudios afirman la gravedad de la exposición al fluoruro durante el embarazo, ya que, como se ha mencionado con anterioridad, este mineral es capaz de atravesar la barrera hematoencefálica y producir efectos en el neurodesarrollo del embrión (14-16).

De acuerdo con esto, la EFSA “European Food Safety Authority”, ha establecido una “Tolerable Upper Intake Level” (UL) que determina la máxima exposición dietética crónica a este anión que puede presentar la población sin que aparezcan efectos adversos (Tabla 1) (17).

Tabla 1. Valores de Nivel Máximo de Ingesta Tolerable (UL).

Etapas de la vida	Rango de edad	UL (mg F⁻/día)
Infantes	7 a 11 meses	ND
Niños	1 a 3 años	1,5
	4 a 8 años	2,5
	9 a 14 años	5
Adolescentes	15 a 17 años	7
Adultos	19 a 70 años	7

En este sentido, los niños de menor edad serán el grupo de población más afectado por la ingesta de fluoruro, pues la UL establecida para niños de entre 1–3 años se encuentra en 1,5 mg/día.

La principal fuente dietética de fluoruro es el agua. Esta contaminación puede ser de origen antropogénico, debido a la presencia de contaminantes industriales, el uso de fertilizantes, así como la fluoración intencionada, o natural debido a la erosión de los suelos por infiltración de agua de superficie, siendo los suelos volcánicos los que presentan una mayor problemática por la liberación de este halógeno entre otros elementos (18,19). Este es el motivo por el que algunas regiones de Canarias presentan concentraciones superiores al valor paramétrico del 1,5 mg/L establecido por el R.D. 3/2023, del 10 de diciembre, por el que se establecen los criterios técnicos-sanitarios de la calidad del agua de consumo (20,21).

Sin embargo, el agua no es la única fuente dietética de este anión, su presencia es notable en alimentos como el té, alimentos marinos, como el pescado y las sardinas o en vegetales, frutas y tubérculos, como en las papas, las cebollas o los ajos (7,20,21).

Las bebidas a analizar, bebidas refrescantes, están definidas por el Real Decreto 650/2011, de 9 de mayo, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria en materia de bebidas refrescantes, *“como bebidas analcohólicas, carbonatadas o no, preparadas con agua de consumo humano, aguas preparadas, agua mineral natural o de manantial (en lo sucesivo agua), que contengan uno o más de los siguientes ingredientes: anhídrido carbónico, azúcares, zumos, purés, disgregados de frutas y/o vegetales, extractos vegetales, vitaminas y minerales, aromas, aditivos autorizados u otros ingredientes alimenticios”* (22).

Esta definición refleja la gran heterogeneidad de estos productos, donde, el empleo de extractos de té o de fruta, son un factor que puede influenciar la concentración de fluoruro presente en estas. Por lo que es importante tener en cuenta el conjunto de ingredientes que conforman estas bebidas, no solo el agua.

Existe un gran consumo de bebidas refrescantes a nivel global, siendo Turquía el principal consumidor de té helado con 3,16 kg por persona año, equivalente a 3-4 tazas (23). Los refrescos, comúnmente conocidos como “Cocacola” o “Fanta” son consumidos habitualmente por la población adolescente, en México entre un 17 y 25% de los

adolescentes consumen más de 750 mL al día de refresco (24). En este sentido según una investigación realizada por Maupome et al., el 82,5% de población mexicana consume 612 mL al día, 1,7 refrescos al día, lo que se extrapola a 488 refrescos en un año (24). Asimismo, en España, una persona consume al año entre 36,9 y 39,1 L de refrescos (20,25,26).

En la figura 1 se representa el consumo per cápita de las bebidas refrescantes en España en los años 2021 y 2022. Se observa un alto consumo del sabor Cola, siendo el que más se consume con 16,79 L per cápita en 2022, mientras que la bebida refrescante tónica se consume menos, alrededor de 0,9 L per cápita en 2022 (Figura 1) (26).

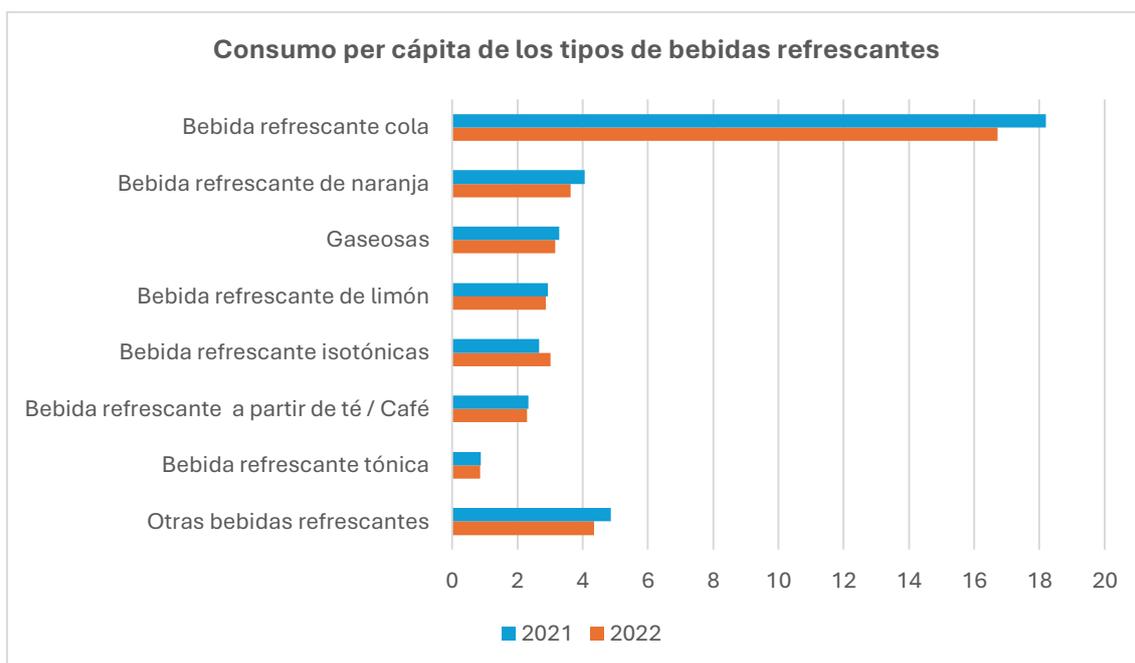


Figura 1. Consumo per cápita de los tipos de bebidas refrescantes en España.

En este sentido, según el Informe de Consumo Alimentario en España, Canarias es la Comunidad Autónoma con mayor consumo per cápita de estas bebidas (13,2 L por persona y año) situándose por encima de la media nacional (8,2 L por persona y año) (32). Por lo que el estudio de fluoruro en estas bebidas puede resultar de interés.

Objetivos

- Determinación de la concentración de fluoruro en diferentes bebidas refrescantes comercializadas en la isla de Tenerife.
- Evaluación de la exposición a flúor por el consumo de estos alimentos.
- Caracterización del riesgo de sobreexposición a fluoruro por el consumo de bebidas refrescantes.

Hipótesis

Dado que las bebidas refrescantes están constituidas por agua y otros ingredientes que son demostradas fuentes dietéticas de fluoruro como el té o la fruta, se plantea la hipótesis de que estas bebidas pudieran llegar a suponer un aporte de este anión a la dieta que, junto a la ingesta global de éste, conllevará un posible riesgo de sobre exposición a fluoruro.

Material y métodos

Muestras



Se analizaron un total de 60 muestras; 30 de té helado, 10 bebidas refrescantes aromatizadas y 20 bebidas refrescantes de zumo de fruta.

Tabla 2. Descripción de las muestras.

Denominación comercial	Sabor	Marca	N
Bebida refrescante a partir de extractos	Té Mango–piña	Hacendado	5
		Nestea	5
	Té melocotón	Hacendado	5
		Nestea	5
	Té Limón	Hacendado	5
		Nestea	5
Bebida refrescante aromatizada	Cola	Cocacola	5
		Hacendado	5
Bebida refrescante de zumo de fruta	Limón	Fanta	5
		Fresh gas hacendado	5
	Naranja	Fanta	5
		Fresh gas hacendado	5

Disoluciones

La determinación de fluoruro requiere de la preparación previa de diferentes disoluciones:

- **Disolución acondicionadora de ácido ortofosfórico (0,75 M):** se diluyen 50 mL de ácido ortofosfórico (H_3PO_4) (Honeywell-Fluka, Alemania) al 85 % en 1 litro de agua destilada.
- **Disolución estándar de fluoruro 10^{-1} M:** se disuelven en 100 mL 0,4199 g de fluoruro de sodio (NaF) de pureza analítica (Merck, Germany), previamente secado en estufa durante 24 h a 120 °C.
- **Diluciones seriadas de fluoruro:** se preparan diluciones, 10^{-2} M, 10^{-3} M, 10^{-4} M y 10^{-5} M, a partir de la solución de NaF 10^{-1} M.

Determinación de fluoruro

Se realizó una curva de calibrado 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1} M. Con el objetivo de representar gráficamente la concentración de fluoruro (pF) frente al potencial (mV), mediante la cual se obtuvo la concentración de fluoruro de las muestras analizadas sustituyendo la medida de potencial obtenida en la ecuación de la recta tras linealizar la

gráfica anterior. Se realizaron mediciones diarias de la curva de calibrado debido a la variabilidad de la misma.

La determinación del potencial se llevó a cabo utilizando el potenciómetro modelo HACH sensION-MM340 (HACH, Düsseldorf, Alemania) y un electrodo selectivo de iones fluoruro (ISE) (HACH ISE F-9655C, Düsseldorf, Alemania).

Una vez obtenida la recta de calibrado, se preparan las muestras para medir su potencial. De esta forma se introdujeron 25 mL de cada muestra, previamente homogeneizada, y se agregaron 5 mL de la disolución acondicionadora en un vaso de polipropileno.

El potencial (mV) se mide por triplicado, bajo agitación. A partir de los potenciales obtenidos (mV) y la línea de calibración preparada, se interpolan las concentraciones de fluoruro de cada muestra.

Evaluación de la exposición y caracterización del riesgo

La evaluación de la exposición se realizó mediante el cálculo de la ingesta diaria estimada (IDE) para un escenario de consumo de 0,33L de bebidas refrescantes (Ecuación 1), mientras que para la caracterización del riesgo se determinó el porcentaje de contribución al nivel de ingesta máximo tolerable (UL) establecido por la EFSA (17).

$$IDE = [F^-] \left(\frac{mg}{L} \right) * Consumo \left(\frac{L}{día} \right)$$

Ecuación 1. Cálculo de la Ingesta diaria Estimada.

$$\%Contribución = \frac{IDE \left(\frac{mg}{día} \right)}{UL \left(\frac{mg}{día} \right)} * 100$$

Ecuación 2. Cálculo del porcentaje de contribución a la UL.

Resultados y Discusión

Determinación de Fluoruro



De las 60 muestras analizadas, 46 presentan concentraciones dentro de la sensibilidad del método. Las 14 muestras restantes presentan una concentración de fluoruro inferior a 0,1 mg/L, esto incluye a las 10 muestras analizadas de Fanta, tanto de limón como de naranja. Así como una muestra de Nestea sabor melocotón y 3 muestras de Coca-Cola.

En cuanto a la concentración de fluoruro según las denominaciones, las bebidas refrescantes a partir de extractos son las que mayor concentración presentan ($1,01 \pm 0,34$ mg/L), seguido de las bebidas refrescantes de zumo de fruta y las bebidas refrescantes aromatizadas; $0,21 \pm 0,04$ mg/L y $0,21 \pm 0,08$ mg/L respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Media, DS, máximo y mínimo de las concentraciones de fluoruro en función de la denominación comercial.

Denominación comercial	N	Media de [F ⁻] mg/L	DS de [F ⁻] mg/L	Max de [F ⁻] mg/L	Min de [F ⁻] mg/L
Bebidas refrescantes a partir de extractos	30	1,01	0,35	1,58	0,32
Bebidas refrescantes aromatizada	10	0,20	0,08	0,36	0,11
Bebidas refrescantes de zumo de fruta	20	0,21	0,04	0,28	0,16

El té de melocotón es el sabor que presenta mayor concentración de fluoruro ($1,16 \pm 0,21$ mg/L), seguido del té de mango–piña ($1,09 \pm 0,47$ mg/L), mientras que en el sabor limón ($0,18 \pm 0,01$ mg/L) y Cola ($0,21 \pm 0,08$ mg/L) se encontraron las menores concentraciones (Tabla 4).

Tabla 4. Media, DS, máximo y mínimo de las concentraciones en función de los sabores.

Sabor	N	Media de [F] mg/L	DS de [F] mg/L	Max de [F] mg/L	Min de [F] mg/L
Cola	10	0,21	0,08	0,36	0,11
Limón	10	0,18	0,01	0,20	0,16
Naranja	10	0,25	0,02	0,28	0,23
Té Mango piña	10	1,09	0,47	1,34	0,32
Té melocotón	10	1,16	0,21	1,58	0,91
Té Limón	10	0,91	0,19	1,45	0,78

Estas diferencias pueden ser debido a la presencia de extractos de té, siendo esta planta una fuente dietética de fluoruro confirmada. Estos resultados son acordes a otros estudios, en los que se observan altas concentraciones de fluoruro en tés (4 mg/L) (27). En este sentido, también es notable la presencia de este anión en productos similares como cervezas, con hasta 1,77 mg/L (2), vino 0,35 mg/L (28) o en agua embotellada con 0,62 mg/L (1).

Evaluación de la exposición

Se evaluó la exposición a fluoruro debido al consumo de las bebidas refrescantes analizadas en función de la denominación comercial y los sabores. Para ello, se estableció un escenario de consumo de 0,33 L/día (una lata) de bebida refrescante. La mayor exposición se encontró en la ingesta de bebidas refrescantes a partir de extractos (0,31 mg/L) (Tabla 5).

Tabla 5. Ingesta diaria estimada según denominaciones comerciales.

Denominación comercial	Media de EDI (mg/día)
Bebida refrescante a partir de extractos	0,31
Bebida refrescante aromatizada	0,07
Bebida refrescante de zumo de fruta	0,07

Sin embargo, según los sabores, el mayor aporte de la IDE se registró en el té-melocotón (0,40 mg/día), seguido del té limón (0,31 mg/día), mientras que las menores exposiciones se registraron en los sabores Limón (0,06 mg/L) y Cola (0,07 mg/L) respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6. Ingesta diaria estimada según sabores.

Sabor	Media de EDI (mg/día)
Cola	0,07
Limón	0,06
Naranja	0,08
Té Mango–piña	0,30
Té melocotón	0,40
Té Limón	0,31

CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO

El consumo de 330 mL (equivalente a una lata) de bebida refrescante al día en niños de 1–3 años, supone un 22,24% de la UL, lo que podría conllevar riesgo de sobreexposición a fluoruro si se tuviera en cuenta la ingesta global, no solo la de un único producto. En menor medida, también destaca el porcentaje de contribución para niños de 4-8 años para el mismo grupo de bebidas (13,34%) (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje de contribución de las IDEs al UL según denominaciones comerciales.

Grupo poblacional	Edad (años)	% UL		
		Bebida refrescante a partir de extractos	Bebida refrescante aromatizada	Bebida refrescante de zumo de fruta
Niños	1-3	22,24	4,48	4,72
	4-8	13,34	2,69	2,83
	9-14	6,67	1,34	1,41
Adolescentes	15-17	4,77	0,96	1,01
Adultos	≥ 18	4,77	0,96	1,01

Sin embargo, niños de 9 a 14 años, así como adolescentes y adultos no presentan un porcentaje de contribución que pudiera significar un riesgo de sobreexposición, al igual que todos los grupos poblacionales en el consumo de bebidas refrescantes aromatizadas y bebidas refrescantes de zumo de fruta.

Por otro lado, los diferentes sabores de té presentan porcentajes de contribución para niños de 1 a 3 años que pueden suponer un riesgo de sobreexposición a fluoruro si se considerará la ingesta total de este anión (19,72-26,86%). De forma análoga a lo establecido según denominaciones, los sabores previamente mencionados registran un porcentaje de contribución a la UL relevante en niños de 4 a 8 años (11,83-16,11%) (Tabla 8).

Tabla 8. Porcentaje de contribución de las IDEs al UL según sabores.

Grupo poblacional	Edad (años)	% UL					
		Cola	Naranja	Té melocotón	Té-Limón	Té Mango-piña	Limón
Niños	1-3	4,48	5,52	26,86	20,60	19,72	3,92
	4-8	2,69	3,31	16,11	12,36	11,83	2,35
	9-14	1,34	1,65	8,06	6,18	5,92	1,18
Adolescentes	15-17	0,96	1,18	5,76	4,42	4,23	0,84
Adultos	≥ 18	0,96	1,18	5,76	4,42	4,23	0,84

Estos porcentajes, ganan mayor relevancia si se considerará un escenario de consumo del doble de volumen, 0,66L, ya que estaríamos hablando de porcentajes cercanos y superiores al 50% de la UL debido al consumo de un único producto, siendo el fluoruro un anión que destaca por su ubicuidad.

Los sabores Cola, Naranja y Limón no presentan porcentajes de contribución que pudieran suponer un riesgo de sobreexposición a fluoruro en ninguno de los grupos poblacionales, al igual que los niños de 9 a 14 años, adolescentes y adultos en los sabores de té.

Estos resultados ponen de manifiesto la importancia del estudio de la presencia de este anión no solo en el agua, su principal fuente dietética, sino en el conjunto de la dieta, para poder establecer una correcta ingesta total. Además, los cambios de los hábitos de consumo y la introducción de nuevos productos, así como la globalización del mercado son factores que refuerzan esta afirmación.

Conclusiones

- Las bebidas refrescantes a partir de extractos son las que presentan una mayor concentración de fluoruro (1,01 mg/L), mientras que las bebidas refrescantes aromatizadas son las que registraron menor concentración (0,20 mg/L).
- En función de los sabores, la mayor concentración de fluoruro se encontró en el té de melocotón (1,16 mg/L), mientras que las menores se determinaron en los sabores Limón (0,18 mg/L) y Cola (0,21 mg/L).
- La presencia de ingredientes como los extractos de té se considera un factor relevante en el contenido total de fluoruro de las muestras.
- Las bebidas refrescantes a partir de extractos son las que mayor IDE presentan (0,31 mg/día), seguidas de las aromatizadas (0,07 mg/día) y a partir de zumos (0,07 mg/día), en un escenario de consumo de 0,33L/día.
- Se debe evitar el consumo de bebidas refrescantes a partir de extractos por parte de niños de 1 a 3 años, así como las diferentes bebidas refrescantes de sabores de té analizadas, puesto que su consumo podría suponer un riesgo de sobreexposición dietética a fluoruro si se considerase la ingesta global.
- Se aconseja moderar el consumo del mismo grupo de bebidas refrescantes para la población de 4 a 8 años debido a que presenta porcentajes de contribución a la UL de fluoruro relevantes para un escenario de consumo de 0,33L/día.
- El resto de los grupos poblacionales no presentan riesgo de sobreexposición a fluoruro por el consumo de bebidas refrescantes a partir de extractos según el escenario de consumo planteado.
- La ingesta de bebidas refrescantes aromatizadas y de zumo de frutas no suponen un riesgo para ninguno de los grupos poblacionales conforme al escenario de consumo del estudio.

Bibliografía

- (1) Jáudenes Marrero J, Torre A, Gutiérrez A, Rubio C, Gironés C. Toxic risk assessment of fluoride presence in bottled water consumption in the Canary Islands. *Nutricion hospitalaria* 2015 /11/07;32:2261-2268.
- (2) Jaudenes JR, Hardisson A, Paz S, Rubio C, Gutiérrez AJ, Burgos A, et al. Potentiometric Determination of Fluoride Concentration in Beers. *Biol Trace Elem Res* 2018;181(1):178-183.
- (3) Centers for Disease Control and Prevention. Achievements in public health, 1900–1999: fluoridation of drinking water to prevent dental caries. 1999 Oct 22,;48(41):933-940.
- (4) Liane B, Chow A, Kline D. Skeletal Fluorosis: An Unusual Manifestation of Computer Cleaner Inhalant Abuse. *Cureus* 2020 Jun 5;12(6):e8461.
- (5) Pérez R, Rubio C, Gutiérrez A, Paz S, Hardisson A. Fluoride levels in toothpaste and mouthwashes. *JONNPR* 2020 /01/01;5:491-503.
- (6) Comité de Expertos de la OMS en el Estado de la Salud Bucodental y el Uso de Fluoruros (1993 : Ginebra, Switzerland), World HO. Los fluoruros y la salud bucodental : informe de un Comité de Expertos de la OMS en el Estado de la Salud Bucodental y el Uso de Fluoruros. 1994.
- (7) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies,(NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fluoride. *EFSA Journal* 2013;11(8):3332.
- (8) René Antonio Rocha Barrasa, Vicenta Devesa i Pérez, Dinoraz Vélez Pacios. Fluoruro en alimentos: contenidos, bioaccesibilidad y absorción por el epitelio intestinal. *Universitat Politècnica de València*; 2013.
- (9) From the Centers for Disease Control. Public Health Service report on fluoride benefits and risks. *JAMA* 1991 Aug 28;266(8):1061-7.
- (10) González Sacramento N, Rubio Armendáriz C, Gutiérrez Fernández ÁJ, Luis González G, Hardisson de la Torre, Arturo, Revert Girones C. Tap water as a dietary source of exposure to fluoride in Tenerife; risk assessment. *Nutrición Hospitalaria* 2015 Apr,;31(4).
- (11) Dirección General de Salud Pública del Servicio Canario de Salud. III Estudio epidemiológico de la salud oral en escolares de Canarias. Gobierno de Canarias 2008.
- (12) Martín Delgado M. Ma, Suárez Fraga MA, Hardisson de la Torre, A., Álvarez Marante R. Metabolismo y toxicología del ión fluoruro. *Cir Far* 1991(309):3-24.

(13) Valdez-Jiménez L, Soria Fregozo C, Miranda Beltrán ML, Gutiérrez Coronado O, Pérez Vega MI. Efectos del flúor sobre el sistema nervioso central. *Neurología* 2011;26(5):297-300.

Facultad de Farmacia

(14) Green R, Lanphear B, Hornung R, Flora D, Martinez-Mier EA, Neufeld R, et al. Association Between Maternal Fluoride Exposure During Pregnancy and IQ Scores in Offspring in Canada. *JAMA Pediatr* 2019 Oct 1;173(10):940-948.

(15) Choi A, Sun G, Zhang Y, Grandjean P. Neurotoxicidad del fluoruro en el desarrollo: una revisión sistemática y un metanálisis. *Perspectiva de salud ambiental*. 2012;120(10):1362-1368.

(16) Lu Y, Sun Z, Wu L, Wang X, Lu W, Liu S. Efecto del agua con alto contenido de flúor sobre la inteligencia de los niños. 2000;33(2):74-78.

(17) EFSA, European Food Safety Authority. TOLERABLE UPPER INTAKE LEVELS FOR VITAMINS AND MINERALS. Parma, Italy; 2006.

(18) Jha SK, Mishra VK, Sharma DK, Damodaran T. Fluoride in the environment and its metabolism in humans. *Rev Environ Contam Toxicol* 2011;211:121-142.

(19) Jaudenes JR, Gutiérrez ÁJ, Paz S, Rubio C, Hardisson A. Fluoride Risk Assessment from Consumption of Different Foods Commercialized in a European Region. *Applied Sciences* 2020;10(18).

(20) Gobierno de España. Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro. 2023 Jan 11,.

(21) Rubio C, Rodríguez I, Jaudenes JR, Gutiérrez AJ, Paz S, Burgos A, et al. Fluoride levels in supply water from a volcanic area in the Macaronesia region. *Environ Sci Pollut Res Int* 2020 Apr;27(11):11587-11595.

(22) Gobierno de España. Real Decreto 650/2011, de 9 de mayo, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria en materia de bebidas refrescantes. 2011 May 09,.

(23) WPR. World Population Review. Tea consumption by Country 2024. Available at: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/tea-consumption-by-country>. Accessed Jun 14, 2024.

(24) Ruvalcaba C, vasquez-garibay E, Romero-Velarde E, Troyo-Sanromán R, Cabrera C, Magaña O. Consumo de refrescos y riesgo de obesidad en adolescentes de Guadalajara, México. *Boletín médico del Hospital Infantil de México* 2009 /12/01;66:522-528.

(25) Statista. Volumen del consumo per cápita de bebidas refrescantes y gaseosas en España desde 2011 hasta 2022. Available at:

<https://es.statista.com/estadisticas/503465/consumo-per-capita-de-refrescos-en-espana/>. Accessed Jun 14, 2024.

(26) MAPA. Informe del consumo alimentario en España 2022. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2023.

(27) Rodríguez I, Burgos A, Rubio C, Gutiérrez AJ, Paz S, Rodrigues da Silva Júnior, Flavio M., et al. Human exposure to fluoride from tea (*Camellia sinensis*) in a volcanic region—Canary Islands, Spain. *Environmental Science and Pollution Research* 2020;27(35):43917-43928.

(28) Paz S, Jaudenes JR, Gutiérrez AJ, Rubio C, Hardisson A, Revert C. Determination of Fluoride in Organic and Non-organic Wines. *Biol Trace Elem Res* 2017;178(1):153-159.