

# ANÁLISIS DE FLUORUROS EN BEBIDAS REFRESCANTES

Grado en Farmacia

Curso 2023/2024



Pablo Bello Alonso

[Alu0101220369@ull.edu.es](mailto:Alu0101220369@ull.edu.es)

Tutora: Soraya Paz Montelongo

Cotutor: Samuel Alejandro Vega

# Índice

Resumen .....	3
Abstract.....	3
1.Introducción.....	4
2.Objetivos.....	6
3.Material y métodos .....	6
3.1 Muestras .....	6
3.2 Determinación de Fluoruro.....	7
3.3 Análisis Estadístico .....	7
3.4 Evaluación de la exposición y caracterización del riesgo .....	7
4.Resultados y Discusión.....	8
4.1 Concentración de Fluoruro .....	8
4.2 Evaluación de la exposición .....	10
4.3 Caracterización del riesgo .....	10
5.Conclusiones.....	14
6.Bibliografía.....	15

## Resumen

Es posible relacionar una elevada exposición al flúor con diferentes efectos adversos, como por ejemplo la fluorosis dental y ósea, además de problemas en el desarrollo cognitivo y endocrino. Las principales fuentes dietéticas de fluoruro son el agua y los extractos de té, debido a esto, se han encontrado concentraciones significativas en bebidas que los contienen como son los refrescos. Se analizaron un total de 40 muestras de bebidas refrescante (16 aromatizados, 12 zumos de frutas y 12 extractos) mediante potenciometría selectiva de iones fluoruro. Se estimó un consumo de 330 mL/día de estas bebidas para realizar la evaluación de la exposición y una posterior caracterización del riesgo debido al consumo. La concentración promedio más alta encontrada fue en las bebidas refrescantes de extractos (0,62 mg/L), seguido de las bebidas refrescantes aromatizadas (0,43 mg/L) y de las bebidas refrescantes de zumo de frutas (0,33 mg/L). El sabor con la concentración más elevada fue el de limón (0,98 mg/L) y los de menor concentración fueron los de melocotón (0,35 mg/L), fresa (0,34 mg/L) y naranja (0,33 mg/L). La contribución de estas bebidas, considerando los valores de referencia UL (nivel superior) establecidos por la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) se encuentran entre el 1,51% y el 21,47%, en función del género y de la edad.

## Abstract

It is possible to relate high fluoride exposure to different adverse effects, such as dental and bone fluorosis, as well as problems in cognitive and endocrine development. The main dietary sources of fluoride are water and tea extracts, and because of this, significant concentrations have been found in beverages containing fluoride, such as soft drinks. A total of 40 soft drink samples (16 flavored, 12 fruit juices and 12 extracts) were analyzed by selective potentiometry of fluoride ions. A consumption of 330 mL/day of these beverages was estimated for exposure assessment and subsequent risk characterization due to consumption. The highest average concentration found was in extract soft drinks (0.62 mg/L), followed by flavored soft drinks (0.43 mg/L) and fruit juice soft drinks (0.33 mg/L). The flavor with the highest concentration was lemon (0.98 mg/L) and those with the lowest concentration were peach (0.35 mg/L), strawberry (0.34 mg/L) and orange (0.33 mg/L). The contribution of these beverages, considering the UL (upper level) reference values established by EFSA (European Food Safety Authority), is between 1.51% and 21.47%, depending on gender and age.

# 1.Introducción

El concepto de bebida refrescante se encuentra en el Real Decreto 650/2011, de 9 de mayo, indicando que: “los refrescos, carbonatados o no, preparados con agua para consumo humano, aguas preparadas, agua mineral natural o agua de manantial, que contenga uno o más de los siguientes ingredientes; dióxido de carbono, azúcares,..., aromas u otros ingredientes alimentarios”[1]. Estas bebidas son muy populares en la población, pese a esto, no se deben de tomar a la ligera sus peligros potenciales. Debido a esta popularidad, los refrescos se han visto sometidos a diversos estudios en los que se exponen los diferentes peligros asociados a un consumo elevado, como un mayor riesgo de eventos cardiovasculares, cáncer de páncreas y la presencia de caries, entre otros [2,3,4]. En el caso de este trabajo, el interés se centrará en la relación entre el fluoruro y las bebidas refrescantes.

Como se ha indicado anteriormente, las bebidas refrescantes contienen agua, aditivos, azúcares, etc. Algunas de ellas, como los refrescos y los jugos o zumos embotellados, pueden contener fluoruros procedentes de forma natural, ya sea a partir del agua utilizada en la preparación de estos productos o por la presencia de extractos de frutas y, especialmente, de té [5,6,7]. Es por ello por lo que, considerando el consumo elevado de este tipo de bebidas, especialmente en zonas cálidas como las Islas Canarias, puede conducir a un riesgo por ingesta elevada de fluoruro.

El fluoruro es un anión de elevada reactividad, que se encuentra de forma natural en el agua, los minerales, etc. Este elemento es utilizado en odontología por vía tópica, pues desempeña un papel crucial en la prevención de la caries dental, así mismo, debido a que este anión promueve la generación de fluorohidroxiapatita en el esmalte dental, le confiere una mayor resistencia y dureza [8,9,10]. A pesar de esto, organismos como la EFSA (European Food Safety Authority) no consideran que el fluoruro sea un elemento esencial, descartando que sea necesario incorporar diariamente este anión como se hace con el resto de los elementos traza [6].

El fluoruro se incorpora al organismo principalmente a través de la ingesta de agua o alimentos. Mientras que el fluoruro de los alimentos se absorbe entre un 50% y un 80%, el proveniente del agua lo hace casi en su totalidad, dado que se encuentra principalmente en su forma iónica libre [11]. Tras ingresar al organismo, el fluoruro se absorbe en el estómago en primer lugar en su forma no ionizada, debido al pH ácido. Alcanza concentraciones séricas máximas de manera rápida y se retiene en mayor proporción en niños que en adultos [12,13]. Por esta razón se debería tener especial cuidado con el consumo de este mineral en personas no adultas.

La ingesta excesiva de fluoruro a edades tempranas puede ser un desencadenante de diversos problemas de salud dental [14]. El de mayor prevalencia es la denominada fluorosis dental [8], que se caracteriza por la aparición de manchas blancas en el esmalte,

debido a una alteración de la mineralización y un aumento de la porosidad. En los casos más severos se ha observado un aumento de la tonalidad de estas manchas, siendo estas amarillas o marrones. De la misma manera se ha observado que dicho exceso de fluoruro puede llegar a ser un factor de riesgo frente a algunas enfermedades, por ejemplo, el hipotiroidismo, la diabetes o la obesidad [3,4,15,16].

Diferentes estudios han demostrado que una exposición excesiva de fluoruro conlleva a un impacto negativo sobre el sistema endocrino. Su efecto sobre el sistema endocrino se debe a que puede llegar a afectar a los niveles normales de insulina, disminuyendo estos niveles y provocando una tolerancia anormal a la glucosa. También se ha demostrado que el fluoruro de sodio aumenta los niveles de hormona estimulante de la tiroides (TSH), lo que produce una disminución de las concentraciones de T3 y T4 [17]. De la misma manera se ha comprobado que el fluoruro tiene actividad citotóxica, ya que provoca daño mitocondrial al activar la liberación de citocromo C, lo que a su vez induce la apoptosis de la célula [15,18].

La exposición prolongada a este anión provoca numerosas complicaciones a nivel neurológico, por ejemplo, el deterioro de la memoria, la disminución de la concentración y el sueño. De la misma manera puede acelerar la progresión de trastornos neurodegenerativos y atravesar la barrera hematoencefálica, pudiendo llegar a producir retraso del desarrollo cognitivo en niños [12,15]. También se ha demostrado que el fluoruro puede afectar la función de la mielina y los neurotransmisores en ratas, siendo esto extrapolable a la función cerebral en humanos [4,19,20,21].

Se ha observado que el fluoruro sódico está relacionado con la toxicidad del sistema reproductivo. Diferentes estudios realizados en ratas demostraron que influye en la calidad de los espermatozoides disminuyendo la fertilidad en un 33% [15]. De la misma manera se ha descrito que tiene un efecto genotóxico en las células germinales del ratón, lo cual puede llevar a un aumento de las aberraciones cromosómicas y de la cadencia de deformidad de los espermatozoides [20,22,23].

El agua potable es la principal fuente dietética de fluoruro. Esto se debe a la erosión del agua con las rocas y minerales que se encuentran en las galerías subterráneas. Cuando existen condiciones de alta acidez y alcalinidad se ve favorecida la liberación de fluoruro que se encuentra en la fluorita mediante la formación de carbonato cálcico. Se ha observado que, en los suelos con una menor concentración de calcio, como los volcánicos, existe una mayor cantidad de fluoruro en el equilibrio, y esto explica porque Canarias es una zona con concentraciones altas de fluoruro [13,24,25,26,27,28]. La cantidad de fluoruro presente en las aguas de consumo está regulada bajo el amparo del Real Decreto 3/2023, del 10 de Enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro [29]. Aunque el agua sea la principal fuente dietética de fluoruro no es la única, pudiéndose encontrar concentraciones elevadas de fluoruro en otro tipo de bebidas o incluso en algunos alimentos como las frutas y el té [5,6,7].

## 2. Objetivos

Los objetivos planteados en este trabajo de fin de grado son los que se recogen a continuación:

1. Determinar la concentración de fluoruro en diferentes tipos de bebidas refrescantes.
2. Evaluar la exposición dietética al fluoruro procedente del consumo de las bebidas refrescantes analizadas.
3. Caracterizar el riesgo debido a la ingesta de estas bebidas considerando diferentes escenarios de consumo y edades.
4. Establecer recomendaciones para los posibles grupos de edad en riesgo por consumo de estas bebidas.

## 3. Material y métodos

### 3.1 Muestras

Se analizaron un total de 40 muestras de refrescos de diferentes características: 16 bebidas refrescantes aromatizadas (12 cola y 4 fresa), 12 bebidas refrescantes de zumo de frutas (12 naranja) y 12 bebidas refrescantes de extractos (4 té helados de limón, 4 mango-piña y 4 melocotón). A los refrescos carbonatados se les aplicó ultrasonidos durante 5/6 minutos para evitar la interferencia del ácido carbónico.

*Tabla 1. Características de la muestra.*

<b>Denominación</b>	Bebidas refrescantes aromatizadas	Bebidas refrescantes de zumo de frutas	Bebidas refrescantes de extractos
<b>Sabor</b>	Cola y Fresa	Naranja	Tés helados (Limón, Mango-Piña y Melocotón)
<b>Número de muestras</b>	16	12	12
<b>Ingredientes</b>	Agua carbonatada, azúcar, ácido cítrico, citrato de sodio, edulcorantes, sorbato potásico, cafeína, aspartamo (como fuente de fenilalanina), ...	Agua carbonatada, zumo de naranja (8%) a partir de concentrado, azúcar, ácido cítrico, ácido málico, ácido ascórbico, edulcorante, aspartamo...	Agua, azúcar, zumo de frutas a partir de concentrado, ácido cítrico, extracto de té, citrato de sodio, ácido ascórbico, sucralosa, acesulfamo K...

### *3.2 Determinación de Fluoruro*

La determinación de fluoruros se realizó mediante potenciometría selectiva de iones fluoruro utilizando el potenciómetro HACH SensION-MM 340 (HACH, Düsseldorf, Alemania). Los parámetros instrumentales son: rango de medición (0,01-19000 mg/L), rango de pH (4-8), rango lineal (0,1-19000 mg/L), pendiente (59 mV/pF), temperatura de trabajo (5-50°C) y posibles interferencias, eliminadas con la solución acondicionadora ( $\text{Fe}^{3+}$  y  $\text{Al}^{3+}$ ).

Se utilizó ácido ortofosfórico 0,75M como solución acondicionadora [30], a partir de ácido ortofosfórico concentrado al 85% (Honeywell-Fluka, Alemania). Para la determinación de fluoruro realizó una recta de calibrado de NaF ( $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-1}$ M), a partir de NaF calidad analítica (SigmaAldrich, Alemania), manteniendo una relación ortofosfórico 0,75M: agua destilada de 50:50 mL.

De cada una de las muestras se tomaron tres alícuotas a las cuales se les realizaron tres medidas. Esto se llevó a cabo en recipientes de plástico con una proporción de muestra: solución acondicionadora de 25:5 mL.

### *3.3 Análisis Estadístico*

El estudio estadístico se ha llevado a cabo usando el programa GraphPad Prism 10.2.2 (California, EEUU) para Windows™.

Se realizó, en primer lugar, el estudio de la normalidad de los datos aplicando los test de D'Agostino & Pearson, Anderson-Darling, Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov. El conjunto de los datos no sigue una distribución normal. Dado que los resultados no siguen una distribución normal, se procede a aplicar test no paramétricos para la determinación de posibles diferencias significativas, en concreto, se aplica el test no paramétrico de Mann-Whitney de dos colas (two-tailed). Se considera diferencia significativa valores de  $p < 0.05$ .

### *3.4 Evaluación de la exposición y caracterización del riesgo*

La exposición dietética y las evaluaciones posteriores se basaron en la obtención de la ingesta diaria estimada, IDE (Ingesta Diaria Estimada) (Ecuación 1) y su posterior comparación con los valores de referencia propuestos por la EFSA a través de la contribución porcentual (Ecuación 2) [6], para el Tolerable Upper Intake Level. Cabe destacar que la referencia para una ración en este estudio se estableció en 0,33 L de bebida y que el grupo poblacional al que va dirigido el estudio comienza a partir del primer año de vida, ya que desde esa edad los padres comienzan a darle refrescos a los niños.

$$IDE = \text{Concentración de fluoruro} \left( \frac{mg}{L} \right) \times \text{Consumo diario} \left( \frac{L}{día} \right)$$

Ecuación 1: Cálculo de la Ingesta Diaria Estimada (IDE)

$$\% \text{Contribución} = \left( \frac{IDE \left( \frac{mg}{día} \right)}{\text{Valor de referencia} \left( \frac{mg}{día} \right)} \right) \times 100$$

Ecuación 2: Cálculo del porcentaje de distribución.

## 4. Resultados y Discusión

### 4.1 Concentración de Fluoruro

Las concentraciones más elevadas de fluoruros, según la denominación comercial, se encontraron en las bebidas refrescantes de extractos (0,62 mg/L), seguidas de las bebidas refrescantes aromatizadas (0,43 mg/L). En cambio, la concentración más baja corresponderá a las bebidas de zumo de frutas (0,33 mg/L) (Tabla 2)

Tabla 2. Concentraciones de fluoruro en función de la denominación.

Denominación comercial	N	Media [F] mg/L	DS [F] mg/L	MIN de [F] mg/L	MAX de [F] mg/L
Bebida refrescante aromatizada	16	0,43	0,09	0,33	0,56
Bebida refrescante de zumo de frutas	12	0,33	0,01	0,31	0,34
Bebidas refrescantes de extractos	12	0,62	0,26	0,34	0,99

En el estudio de las diferencias entre los tipos de bebidas, se encontró que no existen diferencias significativas entre bebida refrescante aromatizada vs bebida refrescante de zumo de frutas ( $p = 0.2222$ ), bebida refrescante de extractos vs bebida refrescante aromatizada ( $p = 0.1463$ ) y bebida refrescante de extracto vs bebida refrescante de zumo de frutas ( $p = 0.0549$ ).

De la misma manera se analizaron las bebidas según el sabor, y se observó que los té helados de sabor limón fueron los de mayor concentración (0,98 mg/L), con una diferencia significativa al resto de té helados. A estos le siguen los sabores de mango-piña (0,53 mg/L) y cola (0,50 mg/L) respectivamente. Mientras que las bebidas con una menor concentración de fluoruros fueron las de melocotón (0,35 mg/L), fresa (0,34 mg/L) y naranja (0,33 mg/L), en ese orden. Ninguna de ellas supera el límite máximo recomendado para aguas de consumo en España (1,5 mg/L) (Tabla 3)

Tabla 3. Concentraciones de fluoruros en función de los sabores.

Sabor	N	Media [F] mg/L	DS [F] mg/L	MIN de [F] mg/L	MAX de [F] mg/L
Cola	12	0,50	0,07	0,39	0,56
Fresa	4	0,34	0,003	0,33	0,34
Naranja	12	0,33	0,01	0,31	0,34
Té Helado (Limón)	4	0,98	0,01	0,96	0,99
Té Helado (Mango- Piña)	4	0,53	0,02	0,50	0,55
Té Helado (Melocotón)	4	0,35	0,01	0,34	0,35

En cuanto al estudio de las diferencias por sabores, se ha obtenido que el sabor de cola no tiene diferencias significativas con los sabores de naranja ( $p = 0.1333$ ), fresa ( $p = 0.0571$ ) y de mango-piña ( $p = 0.7429$ ), mientras que, si tiene diferencias significativas el sabor de cola con el sabor de melocotón ( $p = 0.0286$ ) y con el sabor de limón ( $p = 0.0286$ ). En el caso del sabor de naranja no tiene tampoco diferencias significativas con los sabores de fresa ( $p = 0.700$ ), mango-piña ( $p = 0.333$ ), melocotón ( $p = 0.2667$ ) y limón ( $p = 0.0667$ ). Para el sabor de fresa, sucede lo mismo, no obteniéndose diferencias estadísticas con respecto al resto de sabores: mango-piña ( $p = 0.0571$ ), melocotón ( $p = 0.2857$ ) y limón ( $p = 0.0571$ ).

Sin embargo, en el caso de los sabores de los té helados, sí existen diferencias significativas entre el sabor de mango-piña vs melocotón ( $p = 0.0286$ ), mango-piña vs limón ( $p = 0.0286$ ) y melocotón vs limón ( $p = 0.0286$ ).

Las diferencias entre las bebidas de extractos pueden ser debidas a diversos factores que alteran la cantidad de fluoruro total en este tipo de bebidas. En primer lugar, el tipo de extracto utilizado juega un papel importante, ya que el té negro y el té verde, por ejemplo, tienen diferentes niveles de fluoruro debido a sus distintos procesos de fermentación. Además, la región donde se cultivan las plantas de té influye en la absorción de fluoruro, ya que suelos y aguas con diferentes concentraciones de este mineral afectan el contenido final en las hojas de té. Así mismo, la madurez de las hojas de té tiene un impacto significativo, en donde las hojas más longevas tienden a acumular más fluoruro que las jóvenes. Por último, el tiempo de preparación del té helado afecta a la extracción de fluoruro de las hojas, observándose una proporcionalidad entre el tiempo y la cantidad de fluoruro extraída. En los té helados comerciales, la adición de otros ingredientes como agua, azúcares y saborizantes puede diluir la concentración de fluoruro [31,32,33,34]

El resto de las diferencias pueden ser debidas al agua utilizada durante la producción de estas bebidas, al contener diferentes niveles de fluoruro según su origen. De la misma manera las aguas de consumo humano pueden tener pequeñas concentraciones de fluoruros, mientras que las aguas subterráneas pueden contener concentraciones de

fluoruros que varían de forma natural [9,24,25,26,27]. También puede influir el origen de los ingredientes naturales, como los zumos de frutas, ya que el contenido de fluoruro en la fruta y en el suelo donde se cultiva puede variar [35]. Finalmente, cada marca utiliza fórmulas específicas para sus productos, lo que incluye variaciones en el tipo y cantidad de ingredientes y agua utilizada. Esto puede dar lugar a un conjunto de diferencias entre los distintos tipos de bebidas de cada marca.

## 4.2 Evaluación de la exposición

Como se mencionó anteriormente, se ha establecido 0,33L como el volumen de una ración, dado esto y para ser más realistas se planteará un escenario de 1 a 3 raciones para adultos y 1 a 2 raciones para niños. Se realizará la evaluación de la exposición y del riesgo mediante las ecuaciones presentadas en el apartado de materiales y métodos.

En el primer escenario planteado para una ración las IDE calculadas se representan en la siguiente tabla según la denominación comercial y el sabor (Tabla 4). En este caso según la denominación, las bebidas refrescantes de extractos son los que más aportan en la dieta (0,205 mg/día), seguidos de las aromatizadas (0,142 mg/día) y las de zumo de frutas (0,109 mg/día). Mientras que si observamos las IDE basándonos en el sabor el que más aporta es el de limón (0,323mg/día), seguido a una distancia considerable por los sabores de Mango-Piña (0,175mg/día) y Cola (0,165mg/día). Los sabores que menos aportan son los de Melocotón (0,116 mg/día), Fresa (0,112 mg/día) y Naranja (0,109 mg/día) respectivamente.

Tabla 4. Ingesta Diaria Estimada (IDE) para un escenario de consumo de 0,33L/día.

Denominación	IDE (mg/día)
Bebidas refrescantes aromatizada	0,142
Bebidas refrescantes de zumo de frutas	0,109
Bebidas refrescantes de extractos	0,205
Sabor	
Cola	0,165
Naranja	0,109
Mango-Piña	0,175
Melocotón	0,116
Limón	0,323
Fresa	0,112

## 4.3 Caracterización del riesgo

En primer lugar, hay que tener en cuenta que en este estudio se evaluó la exposición a un producto (bebidas refrescantes) y no se realizó una evaluación global de la exposición. En este caso para que un porcentaje al UL sea significativo debe superar el 15-20%. Sabiendo esto las bebidas refrescantes de extractos son las que proporcionan un

porcentaje más elevado al UL (13,57%), para un consumo de 0,33 L/día, no siendo suficiente para ser un porcentaje significativo. (Tabla 5).

*Tabla 5. Porcentaje de contribución al UL establecido por la EFSA, según denominación comercial, para un consumo de 0,33L/día.*

<b>Población</b>	<b>UL (mg/día)</b>	<b>Bebidas refrescantes aromatizadas</b>	<b>Bebidas refrescantes de zumo de frutas</b>	<b>Bebidas refrescantes de extractos</b>
Niños (1-3 años)	1,5	9,45	7,06	13,57
Niños (4-8 años)	2,5	5,67	4,23	8,14
Adolescentes (9-14 años)	5	2,84	2,12	4,07
Adultos (mayores de 15 años)	7	2,03	1,51	2,91

Al observar los porcentajes de aporte al Nivel Superior Tolerable de Ingesta (UL), según los sabores, vemos que se relacionan con los anteriores, siendo el de mayor aporte el sabor limón (4,60-21,47%) y el de menor aporte el sabor naranja (1,51-7,06%). En este caso el sabor limón en niños de 1 a 3 años es el que más se acerca a un porcentaje importante (21,47%), si se tuviera en cuenta la ingesta total de fluoruro (Tabla 6).

*Tabla 6. Porcentaje de contribución al UL establecido por la EFSA, según sabores, para un consumo de 0,33L/día.*

<b>Población</b>	<b>UL (mg/día)</b>	<b>Cola</b>	<b>Naranja</b>	<b>Mango-Piña</b>	<b>Melocotón</b>	<b>Limón</b>	<b>Fresa</b>
Niños (1-3 años)	1,5	10,99	7,06	11,62	7,61	21,47	7,47
Niños (4-8 años)	2,5	6,59	4,23	6,97	4,57	12,88	4,48
Adolescentes (9-14 años)	5	3,30	2,12	3,49	2,28	6,44	2,24
Adultos (mayores de 15 años)	7	2,35	1,51	2,49	1,63	4,60	1,60

Para poder estudiar un escenario con un mayor consumo se plantea uno con dos raciones diarias, es decir, 0,66 L/día, en el cual las IDE de las diferentes denominaciones serían el doble de las calculadas anteriormente. Para los distintos tipos de bebidas serían: bebidas refrescantes de extractos (0,410 mg/día), bebidas refrescantes aromatizadas (0,284 mg/día) y bebidas refrescantes de zumo de frutas (0,218 mg/día). Y según los sabores se

encontrarían el de limón (0,646mg/día), Mango-Piña (0,350 mg/día), Cola (0,330 mg/día), Melocotón (0,232 mg/día), Fresa (0,224 mg/día) y Naranja (0,218 mg/día).

Para las denominaciones, en las bebidas refrescantes aromatizadas y las de extracto existe un porcentaje superior al 18%, pero solamente en las bebidas refrescantes de extractos podrían presentar un riesgo en niños de 1 a 3 años si se tuviera en cuenta la ingesta global, debido a que el porcentaje al UL supera el 20% (Tabla 7).

*Tabla 7. Porcentaje de contribución al UL establecido por la EFSA, según denominación comercial, para un consumo de 0,66 L/día.*

<b>Población</b>	<b>UL (mg/día)</b>	<b>Bebidas refrescantes aromatizadas</b>	<b>Bebidas refrescantes de zumo de frutas</b>	<b>Bebidas refrescantes de extractos</b>
Niños (1-3 años)	1,5	18,91	14,11	27,13
Niños (4-8 años)	2,5	11,35	8,47	16,28
Adolescentes (9-14 años)	5	5,67	4,23	8,14
Adultos (mayores de 15 años)	7	4,05	3,02	5,81

Según los sabores observamos que en niños de 1 a 3 años existe un porcentaje de aporte al UL superior del 15%, excepto en el sabor naranja (14,11%). De la misma manera en el sabor limón es importante este porcentaje hasta los 7-8 años, siendo realmente peligroso en los niños de 1 a 3 años (42,93%) (Tabla 8).

*Tabla 8. Porcentaje de contribución al UL establecido por la EFSA, según sabores, para un consumo de 0,66 L/día.*

<b>Población</b>	<b>UL (mg/día)</b>	<b>Cola</b>	<b>Naranja</b>	<b>Mango- Piña)</b>	<b>Melocotón</b>	<b>Limón</b>	<b>Fresa</b>
Niños (1-3 años)	1,5	21,97	14,11	23,24	15,23	42,93	14,94
Niños (4-8 años)	2,5	13,18	8,47	13,94	9,14	25,76	8,96
Adolescentes (9-14 años)	5	6,59	4,23	6,97	4,57	12,88	4,48
Adultos (mayores de 15 años)	7	4,71	3,02	4,98	3,26	9,20	3,20

Para poder valorar la ingesta en un sector de la población más consumidora, el cual según el Instituto Nacional de Estadística (INE), abarca desde los 15 hasta los 44 años [36], se plantea un último escenario de tres raciones diarias (0,99 L), en el cual ninguno de los porcentajes de aporte al UL sobrepasa el 14% (Tabla 9), por lo tanto, para este grupo poblacional no sería significativo el riesgo por sobreexposición a fluoruro debido al consumo de estas bebidas, siempre y cuando se realice un consumo moderado.

*Tabla 9. Porcentaje de contribución al UL establecido por la EFSA, según denominación comercial, para un consumo de 0,99 L/día y población adolescente y adulta*

<b>Población Objetivo</b>	<b>Edad</b>	<b>UL (mg/día)</b>	<b>Bebidas refrescantes aromatizadas</b>	<b>Bebidas refrescantes de zumo de frutas</b>	<b>Bebidas refrescantes de extractos</b>
Adolescentes	9-14 años	5	8,51	6,35	12,21
Adultos	15≤ años	7	6,08	4,54	8,72

Como se mencionó con anterioridad a estos datos habría que sumarle el aporte total de fluoruro a través de los alimentos que consumimos diariamente, ya que se ha demostrado que existen diversos alimentos con un porcentaje elevado de fluoruro en su composición como lo son, algunos productos que provienen del mar, y otros como las bebidas, especialmente las de té [37]. También sabemos que el flúor es un componente presente en las pastas de dientes, lo que puede llevar a que su ingesta accidental sea un factor adicional a este problema, sobre todo en el caso de los niños más pequeños, que al usarse pastas de dientes con sabores estos tienden a ingerirlas aumentando la ingesta total de fluoruros en la dieta. Así mismo se conoce que la fuente principal de fluoruro en la dieta es el agua potable que consumimos [24], sabiendo esto también se debería vigilar el agua que se utiliza para cocinar, regar o incluso para hacer los biberones a los niños en época de lactancia.

Relacionando esto con los datos obtenidos en el estudio resalta de la importancia de educar a los padres y cuidadores, tanto del uso adecuado de productos fluorados, como, por ejemplo, la supervisión de los niños durante el cepillado dental, como de lo perjudicial que puede llegar a ser el consumo de este tipo de bebidas en niños a edades inferiores a los tres años.

## 5. Conclusiones

1. La concentración de fluoruro varía según el tipo de bebida refrescante.
2. La ingesta estimada de fluoruro procedente del consumo de estas bebidas no supone un riesgo para la salud de los adolescentes y los adultos siempre que su consumo sea moderado.
3. El consumo excesivo o abusivo de este tipo de bebidas y, especialmente, por parte de los consumidores de menor edad (de 1 a 3 años), puede representar un riesgo para la salud y se recomienda evitar su consumo.
4. Se recomienda realizar campañas educativas para informar a la población sobre los riesgos del consumo excesivo de bebidas con alto contenido de fluoruro, especialmente, en regiones con problema de contaminación natural por fluoruro en el agua de abastecimiento, como el caso de Tenerife.
5. Se considera necesario la monitorización periódica de los niveles de fluoruro en este tipo de bebidas con el objetivo de minimizar los posibles riesgos asociados con su consumo.

## 6. Bibliografía

- (1) Real Decreto 650/2011, de 9 de mayo, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria en materia de bebidas refrescantes, Pub. L. No. Real Decreto 650/2011, BOE-A-2011-8687 50089 (2011). <https://www.boe.es/eli/es/rd/2011/05/09/650>
- (2) Ocampo, P., & Durán Aguero, S. (2014). Bebidas azucaradas, más que un simple refresco. *Revista chilena de nutrición*, 41, 90-97. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182014000100013>
- (3) Tojo Sierra, R. (2003). Consumo de zumos de frutas y de bebidas refrescantes por niños y adolescentes en España. Implicaciones para la salud de su mal uso y abuso. *Anales de Pediatría*, 58(6), 584-593. [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78126-0](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78126-0)
- (4) Alejandro-Vega, S., Hardisson, A., Rubio, C., Gutiérrez, Á. J., Jaudenes-Marrero, J. R., & Paz-Montelongo, S. (2024). Soft Drinks as a Dietary Source of Fluoride Exposure. *Biological Trace Element Research*, 202(8), 3816-3828. <https://doi.org/10.1007/s12011-023-03937-0>
- (5) Loyola-Rodriguez, J., Pozos-Guillen, A., & Hernández-Guerrero, J. (1998). Bebidas embotelladas como fuentes adicionales de exposición a flúor. *Salud Pública de México*, 40. <https://doi.org/10.1590/S0036-36341998000500008>
- (6) *Opinión científica sobre los valores dietéticos de referencia de flúor— 2013—EFSA Journal—Wiley Online Library*. (s. f.). Recuperado 10 de junio de 2024, de <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2013.3332>
- (7) Rubio Armendáriz, C., Bethencourt Barbuzano, E., Alejandro Vega, S., Niebla Canelo, D., Gutiérrez Fernández, Á., Hardisson de la Torre, A., & Montelongo, S. P. (2022). Ingesta de Fluoruro a partir de zumos y néctares de frutas. Evaluación del riesgo en población infantil y adolescente. *Farmacéuticos comunitarios*, 14(Extra 1 (X CONGRESO NACIONAL DE FARMACÉUTICOS COMUNITARIOS)), 12.
- (8) López, A. M. (s. f.). *REGENERACIÓN DEL ESMALTE DENTAL*.
- (9) Aoba, T., & Fejerskov, O. (2002). Dental Fluorosis: Chemistry and Biology. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 13(2), 155-170. <https://doi.org/10.1177/154411130201300206>
- (10) Vitoria, I., Maraver, F., & Almerich-Silla, J. M. (2014). Flúor en aguas de consumo público españolas y prevención de la caries dental. *Gaceta Sanitaria*, 28(3), 255-256. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2013.10.010>
- (11) Martínez Yllescas, Y. L. (2023). *Disposición de fluoruro inorgánico en la exposición concurrente con arsénico en ratones expuestos a ambos contaminantes* [masterThesis, Tesis (M.C.)--Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. Departamento de Toxicología]. <https://repositorio.cinvestav.mx/handle/cinvestav/4300>
- (12) Tang, Q., Du, J., Ma, H., Jiang, S., & Zhou, X. (2008). Fluoride and Children's Intelligence: A Meta-analysis. *Biological Trace Element Research*, 126(1), 115-120. <https://doi.org/10.1007/s12011-008-8204-x>
- (13) Salazar Pérez, C. (2016). *Adsorción de fluoruro por alúmina activada*. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/2918>

- (14) Olivares-Keller, D., Arellano-Valeria, M. J., Cortés, J., & Cantín, M. (2013). Prevalencia y Severidad de Fluorosis Dental y su Asociación con Historia de Caries en Escolares que Consumen Agua Potable Fluorurada en Temuco, Chile. *International journal of odontostomatology*, 7(3), 447-454. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2013000300018>
- (15) Zuo, H., Chen, L., Kong, M., Qiu, L., Lü, P., Wu, P., Yang, Y., & Chen, K. (2018). Toxic effects of fluoride on organisms. *Life Sciences*, 198, 18-24. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.02.001>
- (16) Lara Garcia, L. M., & Carrillo Gaona, G. S. (2021). *Efectos adversos del consumo excesivo del flúor en la salud humana, revisión sistemática*. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/37027>
- (17) Peña, M. A. C., Figueroa, J. P. J., Camarillo, G. R., Aguilera, E. M., Chacón, J. G. C., & Amador, D. O. R. (2022). Revisión sobre nuevos efectos en salud asociados a los Fluoruros. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 16, 1-12.
- (18) Avila-Rojas, S. H., Aparicio-Trejo, O. E., Sanchez-Guerra, M. A., & Barbier, O. C. (2022). Effects of fluoride exposure on mitochondrial function: Energy metabolism, dynamics, biogenesis and mitophagy. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 94, 103916. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2022.103916>
- (19) Valdez-Jiménez, L., Soria Fregozo, C., Miranda Beltrán, M. L., Gutiérrez Coronado, O., & Pérez Vega, M. I. (2011). Effects of the fluoride on the central nervous system. *Neurologia (Barcelona, Spain)*, 26(5), 297-300. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2010.10.008>
- (20) Bera, I., Sabatini, R., Auteri, P., Flace, P., Sisto, G., Montagnani, M., Potenza, M. A., Marasciulo, F. L., Carratu, M. R., Coluccia, A., Borracci, P., Tarullo, A., & Cagiano, R. (2007). Neurofunctional effects of developmental sodium fluoride exposure in rats. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 11(4), 211-224.
- (21) Chioca, L. R., Raupp, I. M., Da Cunha, C., Losso, E. M., & Andreatini, R. (2008). Subchronic fluoride intake induces impairment in habituation and active avoidance tasks in rats. *European Journal of Pharmacology*, 579(1-3), 196-201. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2007.10.019>
- (22) Pati, P. C., & Bhunya, S. P. (1987). Genotoxic Effect of an Environmental Pollutant, Sodium Fluoride, in Mammalian in Vivo Test System. *Caryologia*, 40(1-2), 79-87. <https://doi.org/10.1080/00087114.1987.10797811>
- (23) Gofa, A., & Davidson, R. M. (1996). NaF potentiates a K<sup>-</sup>selective ion channel in G292 osteoblastic cells. *The Journal of Membrane Biology*, 149, 211-219.
- (24) Jha, S. K., Singh, R. K., Damodaran, T., Mishra, V. K., Sharma, D. K., & Rai, D. (2013). Fluoride in groundwater: Toxicological exposure and remedies. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B, Critical Reviews*, 16(1), 52-66. <https://doi.org/10.1080/10937404.2013.769420>
- (25) Subba Rao, N. (2011). High-fluoride groundwater. *Environmental Monitoring and Assessment*, 176(1), 637-645. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1609-y>
- (26) Sunitha, V., Reddy, Y. S., Suvarna, B., & Reddy, B. M. (2022). Human health risk assessment (HHRA) of fluoride and nitrate using pollution index of groundwater (PIG) in and around hard rock terrain of Cuddapah, AP South India. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 4, 113-123.

- (27) Rao, N. S. (2009). Fluoride in groundwater, varaha river basin, visakhapatnam district, Andhra Pradesh, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 152, 47-60.
- (28) Rubio, C., Rodríguez, I., Jaudenes, J. R., Gutiérrez, A. J., Paz, S., Burgos, A., Hardisson, A., & Revert, C. (2020). Fluoride levels in supply water from a volcanic area in the Macaronesia region. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(11), 11587-11595. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07702-x>
- (29) 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, Pub. L. No. Real Decreto 3/2023, BOE-A-2023-628 4253 (2023). <https://www.boe.es/eli/es/rd/2023/01/10/3>
- (30) Delgado-Suárez, I., Lozano-Bilbao, E., Lozano, G., Hardisson, A., Rubio, C., González-Weller, D., Paz, S., & Gutiérrez, Á. J. (2021). Characterization of classes of mollusks in the East Atlantic according to their element content. *Environmental Science and Pollution Research International*, 28(23), 30390-30398. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14112-0>
- (31) Rodríguez, I., Burgos, A., Rubio, C., Gutiérrez, A. J., Paz, S., Rodrigues da Silva Júnior, F. M., Hardisson, A., & Revert, C. (2020). Human exposure to fluoride from tea (*Camellia sinensis*) in a volcanic region—Canary Islands, Spain. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(35), 43917-43928. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10319-9>
- (32) Cai, H., Zhu, X., Peng, C., Xu, W., Li, D., Wang, Y., Fang, S., Li, Y., Hu, S., & Wan, X. (2016). Critical factors determining fluoride concentration in tea leaves produced from Anhui province, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 131, 14-21. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.04.023>
- (33) Padilla Nieto, L. S., & Rivera Becerra, P. K. (2021). Comparación de la concentración de flúor en camellia sinesis fermentado (té negro), camellia sinesis no fermentado (té verde) y glycine max (leche de soja). *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11049>
- (34) Szmagara, A., Krzyszcak, A., & Stefaniak, E. A. (2022). Determination of fluoride content in teas and herbal products popular in Poland. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 20(2), 717-727. <https://doi.org/10.1007/s40201-022-00811-4>
- (35) Rodríguez, I., Hardisson, A., Paz, S., Rubio, C., Gutiérrez, A. J., Jaudenes, J. R., Burgos, A., & Revert, C. (2018). Fluoride intake from the consumption of refreshment drinks and natural juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 72, 97-103. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.06.004>
- (36) *Patrón de consumo de determinados alimentos según sexo y grupo de edad. Población de 1 y más años.* (s. f.). INE. Recuperado 14 de junio de 2024, de <https://ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t15/p419/a2017/p03/10/&file=06006.px>
- (37) Rocha Barrasa, R. (2013). *Fluoruro en alimentos: Contenidos, bioaccesibilidad y absorción por el epitelio intestinal*. [Universitat Politècnica de València]. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/27667>