

## **Trabajo de Fin de Grado de Farmacia**

**“Contenido de fluoruro en infusiones comerciales y de  
herbolario. Evaluación del riesgo.”**

**Alonso Prieto Pérez**

**Tutor: Arturo Hardisson de la Torre**

**Co-tutor: Samuel Alejandro Vega**

**Área: Toxicología**

**Curso académico: 2023-2024**

# Índice

Resumen.....	4
Abstract.....	5
Glosario.....	6
1. Introducción.....	7
2. Objetivos.....	9
3. Materiales y métodos.....	10
3.1 Muestras.....	10
3.2 Material.....	10
3.3 Procedimiento.....	11
3.4 Análisis estadístico.....	11
3.5 Evaluación de la exposición y caracterización del riesgo.....	11
4. Resultados y discusión.....	12
4.1 Determinación de la concentración de fluoruro.....	12
4.2 Evaluación de exposición.....	14
4.3 Caracterización del riesgo.....	15
7. Conclusiones.....	17
8. Referencias bibliográficas.....	19

**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.	2824
Números de palabras del resumen.	244
Números de palabras del abstract.	217

## Resumen

El fluoruro es un ión que se comporta como una hormetina. A dosis bajas presenta efectos beneficiosos a nuestro organismo como puede ser en la prevención de la osteoporosis o en la prevención de la caries dental pero que, a dosis más altas puede provocar la fluorosis dental o la fluorosis ósea.

En este trabajo se pretende determinar la concentración de fluoruros en 41 muestras infusiones divididas en comerciales o herbolario mediante la técnica de potenciometría con electrodo de ión selectivo de fluoruro, evaluar la exposición a fluoruros de los distintos grupos poblacionales, dependientes de su edad, y caracterizar su riesgo haciendo comparación entre ellas. Las infusiones comerciales presentan mayor cantidad de fluoruros que las de herbolario. Dentro de las comerciales, las que mayor presencia de fluoruros contiene son las de té rojo y té blanco, siendo el té verde el que representa los valores más bajos. Dentro de las de herbolario, el té blanco es el que posee mayor proporción de fluoruros. La evaluación del riesgo de este trabajo destaca, que el grupo de población de niños de 1-3 años son los que presentan mayor valor de porcentaje de contribución de fluoruros. En cuanto a los niños adolescentes de 15-17 años y adultos, muestran valores normales.

Se concluye que no hay riesgo en el consumo de estas bebidas, siempre y cuando, no se sobrepase la exposición a fluoruros en el resto de la dieta que se lleve a lo largo del día.

PALABRAS CLAVES: *fluoruro, infusiones, té, exposición, evaluación del riesgo*

## Abstract

Fluoride is an ion that behaves like a hormetin. At low doses it has beneficial effects on our organism such as in the prevention of osteoporosis or in the prevention of dental caries, but a higher dose it can cause dental fluorosis or bone fluorosis.

The objective of this work is to determine the concentration of fluorides in 41 samples of commercial or herbal infusions by means of the fluoride ion selective electrode technique, to evaluate the exposure to fluorides of different population groups, depending on their age, and to characterize their risk by comparing them. Commercial infusions have a higher concentration of fluoride than herbal teas. Among the commercial infusions, those with the highest presence of fluorides are red tea and white tea, while green tea has the lowest values. Among the herbal teas, white tea has the highest proportion of fluorides. The risk assessment of this work highlights that the population group of children aged 1-3 years is the one with the highest value of percentage of fluoride contribution. As for adolescent children aged 15-17 years and adults, normal values stand out.

It is concluded that there is no risk in the consumption of these beverages, as long as the fluoride exposure in the rest of the diet throughout the day is not exceeded.

KEY WORDS: *fluoride, infusions, tea, exposure, risk assessment*

# Glosario

*EFSA: Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria*

*R.D: Real Decreto*

*IDE: Ingesta Diaria Estimada*

*ISE: Electrodo Selectivo de Iones*

*IDA: Ingesta Diaria Admisible*

*UL: Tolerable Upper Intake Level, Nivel de ingesta máxima tolerable*

*LOQ: Límite de cuantificación*

# 1. Introducción

El flúor es el elemento químico más reactivo y electronegativo de la tabla periódica y pertenece al grupo de los halógenos. Debido a su alta reactividad hace que forme diferentes compuestos, entre los que se puede encontrar en forma de fluoruro de hidrógeno (en el agua), fluoruro de calcio (en el hombre), etc (*Marichal, 2022*).

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) asegura que los fluoruros no son considerados nutrientes esenciales y por ello, no se pueden definir los requisitos para el desempeño de las funciones fisiológicas (EFSA, 2013). Sin embargo, se establece es un valor de referencia que es 0,05 mg/kg peso al día, que se refiere al AI (Ingesta Adecuada) proveniente de todas las fuentes posibles para los niños, adultos, embarazadas y lactantes (EFSA, 2013).

Este ion (F-) ha sido considerado como una hormetina (*Repetto & Repetto, Toxicología fundamental, 2009*). Esto significa que cuando se absorbe a pequeñas dosis, ejerce un efecto beneficioso sobre los procesos fisiológicos, pero que a dosis más altas o dosis bajas repetidas producen efectos tóxicos. Por ello, cuando se excede en la concentración de flúor esto puede derivar en fluorosis dental, caracterizada por la alteración de la mineralización del esmalte generando manchas y provocando la aparición de caries, o en fluorosis ósea, donde se acumula demasiada cantidad de este ión provocando cambios en su composición derivando en huesos frágiles y sensibles a fracturas (*Fernández, 2022*).

Los efectos de los fluoruros hay que destacarlos ya que, cuando estos están en condiciones óptimas pueden ser beneficiosos para la salud. El fluoruro es capaz de transformar la hidroxiapatita en fluorohidroxiapatita que es más resistente a la descalcificación ósea. También, protege frente a la erosión de los ácidos debido a la inhibición de las reacciones de glucólisis de la placa bacteriana en el diente. Induce nuevos núcleos de mineralización, ya que actúa como catalizador de la mineralización del esmalte. Por último, se puede destacar, la capacidad que tiene el flúor de hacer ganar dureza a los huesos (*Cerdán Pérez, 2021*) (*Maita Vilca, 2017*).

Son dos las vías principales a través de las cuales los seres humanos podemos exponernos al fluoruro (Fig. 1). Por un lado, a través de la vía respiratoria o inhalatoria, inhalando fluoruros que se pueden encontrar en el aire y, por otro lado, y que

constituye una de las principales vías de absorción, sería la vía digestiva, principalmente por la ingesta de agua, otras bebidas y algunos alimentos (*Repetto & Camean, Toxicología Alimentaria, 2006*). Considerando la vía digestiva, este trabajo se centrará en la ingesta de fluoruros a través del consumo de infusiones, dado que se ha comprobado que algunas infusiones, especialmente, los tés, contienen niveles destacables de este anión (*Smyth, Taracido, & Gestal, 1992*).

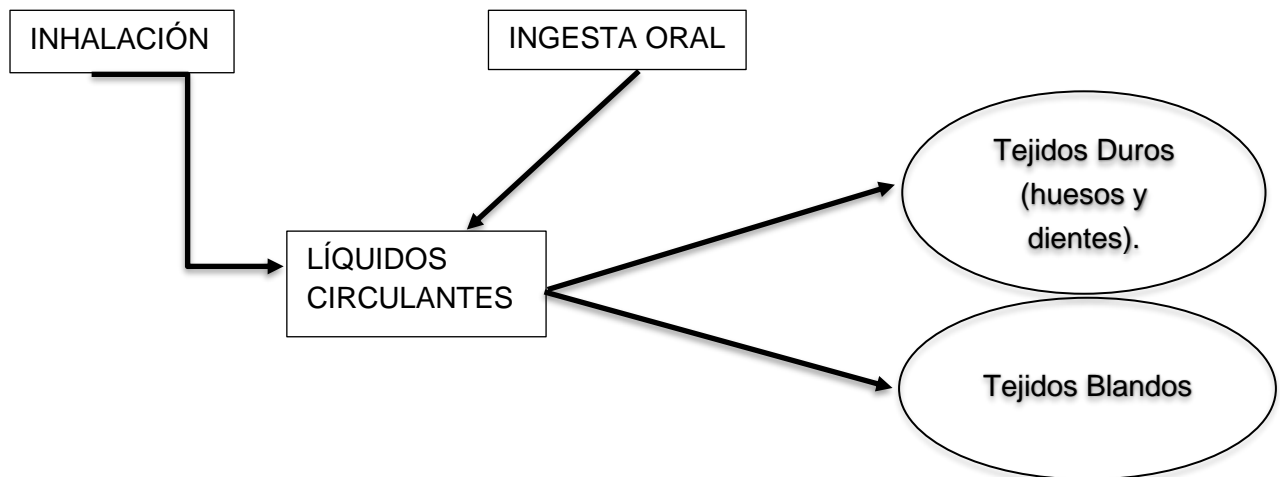


Figura 1. Esquema del metabolismo del flúor en el hombre (*Smyth, Taracido, & Gestal, 1992*).

Las infusiones, según el RD 3176/1983 que aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de especies vegetales para infusiones de uso alimentario, “es el producto líquido obtenido por la acción del agua, a temperatura de ebullición, sobre la especie vegetal, con el objeto de extraer las sustancias solubles de la misma (*Gobierno de España, 1983*). Por ello, este tipo de bebida es de especial relevancia en cuanto a su evaluación del riesgo tóxico porque van a contener fluoruros ya sea, por su presencia en el fruto o hierba, o en el agua empleada para su elaboración.

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación aporta un gran flujo de información acerca de la compra de infusiones y tés, tanto en España como en Canarias. A nivel nacional, el consumo total de infusiones en el año 2022 fue de 6.167.350 de litros, siendo 5.753.660 litros de infusiones envasadas y 413.690 litros de infusiones a granel. En la Comunidad Autónoma de Canarias, el consumo total de infusiones en el año 2022 fue de 335.820 litros, siendo 316.710 litros de infusiones envasadas y 19.110 litros de infusiones a granel. El tipo de infusión más consumida



tanto en España como en Canarias fue el té, siendo 1.636.170 litros y 72.410 litros, respectivamente (*Ministerio de Agricultura, Datos anuales del panel de consumo alimentario en hogares, 2022*).

Respecto al tipo de consumidor, el más común es la población mayor de 50 años, especialmente el grupo de 50-64 años, sabiendo que sus compras de infusiones en 2022 fueron del casi el 35% respecto a la compra total. En cambio, la población menor de 35 años es la que menos proporción de infusiones adquieren, siendo casi el 11% de las compras totales (*Ministerio de Agricultura, Informe del consumo alimentario en España., 2022*).

Hay que destacar que Canarias es una de las comunidades autónomas que presenta mayor nivel de fluoruro en el agua de abastecimiento debido a su origen volcánico. De este modo, la región norte de la isla de Tenerife ha sido caracterizada por su fluorosis endémica, ya que produce las manchas características en los dientes en gran parte de la población debido a la alta concentración de fluoruros en el agua de consumo (*Marichal, 2022*). Sin embargo, hoy día, el consumo de agua de bebida envasada ha eliminado la posibilidad de aparición de diente moteado.

## 2. Objetivos

El objetivo principal del trabajo es la determinación de fluoruros en infusiones comerciales y de herbolario comercializados en Tenerife (Islas Canarias, España).

Así mismo, como objetivos secundarios se establecen los siguientes:

- Estudiar posibles diferencias estadísticas entre las infusiones debido a su composición y origen de producción.
- Evaluar la exposición a este anión para valorar su riesgo en la población por el consumo de infusiones
- Caracterizar el riesgo de exposición a fluoruro por consumo de las infusiones analizadas.

## 3. Materiales y métodos

### 3.1 Muestras

Para la realización de este trabajo, se ha utilizado un total de 41 muestras divididas en 26 muestras de infusiones comerciales y 15 muestras de infusiones a granel de herbolario (Tabla 1).

*Tabla 1. Información acerca de las muestras analizadas.*

Tipo Infusión	Marca	Sabor	N.º muestras	Composición
Comerciales	Carrefour	Té Rojo	5	Té Rojo
	Carrefour	Té Blanco	5	Té Blanco
	Carrefour	Té Verde	5	Té Verde
	Carrefour	Té Chai	5	Té, Canela (10%), Cardamomo (10%), Jengibre, Aromas, Clavo, Achicoria, Anís, Pimienta
	Pomadour	Manzanilla	3	Manzanilla ( <i>Matricaria chamomilla</i> ), Anís Verde ( <i>Pimpinella anisum</i> ) y aroma de Anís Verde.
	Pomadour	Valeriana	3	Valeriana ( <i>Valeriana officinalis</i> ), Melisa ( <i>Melissa officinalis</i> ), Hierba luisa ( <i>Lippia citriodora</i> ), Salvia ( <i>Salvia officinalis</i> ), Tila ( <i>Tilia</i> ), Pasiflora ( <i>Passiflora incarnata</i> ) y aroma de limón.
Herbolario	Herboristería Condimentos	Té Rojo	5	Té Rojo
	Herboristería Condimentos	Té Blanco	5	Té Blanco
	Herboristería Condimentos	Té Verde	5	Té Verde

### 3.2 Material

Para el proceso de determinación de fluoruros se utilizaron diferentes materiales y reactivos, que se indican a continuación.

- Balanza de precisión.
- Potenciómetro ISE HACH SensION-MM340 (HACH, Düsseldorf, Alemania).
- Electrodo de ión selectivo de fluoruros (HACH ISE F-9655C, Düsseldorf, Alemania).
- Solución acondicionadora de ácido ortofosfórico al 0,75M a partir de ácido ortofosfórico 85% (Honeywell Fluka, Alemania).
- Fluoruro sódico (Merck, Alemania).

- Agua destilada.

### 3.3 Procedimiento

Para realizar la recta de calibrado se utilizó ácido ortofosfórico al 0,75M, ya que actúa como solución acondicionadora y elimina las posibles interferencias. Se hizo esta mezcla en una proporción 50:50, se pesó el fluoruro sódico (NaF) y se realizó unas disoluciones seriadas ( $10^{-5}$  M,  $10^{-4}$  M,  $10^{-3}$  M,  $10^{-2}$  M,  $10^{-1}$  M). Finalmente, se mide su potencial (en mV) teniendo en cuenta, que se empieza de la más diluida ( $10^{-5}$  M) hasta la más concentrada ( $10^{-1}$  M).

La determinación de fluoruro en las infusiones se basó en calentar agua destilada en un microondas (2 minutos y 700W), siguiendo las indicaciones de los fabricantes, y se añadieron a los 5 recipientes plásticos donde se mezclaron las bolsitas, refiriéndose a las infusiones comerciales o, la cantidad pesada refiriéndose a las infusiones de herbolario. Una vez mezcladas, se toman 25 mL de cada muestra y se añaden a 3 recipientes de plásticos por cada una, añadiendo también 10 mL de la disolución de ácido ortofosfórico. Finalmente, se mide su potencial por triplicado.

### 3.4 Análisis estadístico

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

Inicialmente, se realiza el estudio de la normalidad de los datos aplicando las pruebas de D'Agostino & Pearson, Anderson-Darling, Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov. Los estudios demuestran que no siguen una distribución normal, por lo que se procede a usar estudios no paramétricos, en este caso, el test de Mann-Whitney. Se consideran diferencias significativas un valor de  $p < 0.05$ .

### 3.5 Evaluación de la exposición y caracterización del riesgo.

Para la evaluación de la exposición y su caracterización del riesgo, hay que calcular tanto la Ingesta Diaria Estimada (IDE) como también el porcentaje de contribución a la Ingesta Diaria Admisible (IDA) y para ello, se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$\text{IDE (mg/día)} = [\text{Concentración Fluoruros (mg/L)}] * \text{Consumo Diario (L/día)}$$

### Ecuación 1. Cálculo de la IDE

$$\% \text{ Contribución IDA} = [\text{IDE (mg/día)} / \text{UL (mg/día)}] * 100$$

### Ecuación 2. Cálculo % contribución al UL

El valor de UL (Upper Level) que hace referencia a qué valores se toman como niveles superiores a las ingestas tolerables van a depender del tipo de población que afecte y a su edad (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de UL según edad y grupo de población.

Grupo de población	Edad (años)	UL (mg/día)
Niños	1-3	1.5
	4-8	2.5
Adolescentes	9-14	5
	15-17	7
Adultos	≥ 18	7

## 4. Resultados y discusión

### 4.1 Determinación de la concentración de fluoruro

Como se observa en la tabla 3, se puede apreciar que la infusión comercial con más cantidad en fluoruro es el té rojo (3,32 mg/L) mientras que la que menos es el té verde (1,41 mg/L). Hay que destacar, que tanto las muestras de manzanilla como de valeriana fueron procesadas, obtuvieron resultados inferiores límite de cuantificación del método.

Tabla 3. Concentraciones de fluoruros en muestras analizadas.

Tipo	Infusión	Marca	Peso (g)	[F-] máxima (mg/L)	[F-] mínima (mg/L)	[F-] media (mg/L)
Comercial	Manzanilla	Pomadour	1,35	0,04	0,02	<LOQ*
	Valeriana	Pomadour	2	0,14	0,10	<LOQ*
	Té Rojo	Carrefour	2	3,65	2,35	3,32
	Té Blanco	Carrefour	1,35	2,61	2,30	2,44
	Té Verde	Carrefour	1,50	1,73	1,25	1,41
	Té Chai	Hornimans	2	1,97	1,52	1,65
Herbolario	Té Rojo	Herboristería Condimentos	2,10	1,39	1,15	1,28
	Té Blanco	Herboristería Condimentos	2,06	1,69	1,25	1,49
	Té Verde	Herboristería Condimentos	2,14	1,57	1,29	1,41

\*LOQ= Límite de cuantificación

El té chai se estudió por la reciente incorporación de estos productos en el mercado y hábitos de consumo de la población. Por ello, se decidió valorar su concentración (1,65 mg/L) para comprobar si ésta pudiera suponer un aporte significativo a la ingesta diaria de dicho elemento.

Si nos referimos a las infusiones de herbolario en la tabla 3, la que presenta una mayor concentración de fluoruro es el té blanco (1,49 mg/L), mientras que la infusión que posee menor cantidad es el té rojo (1,28 mg/L).

Se han estudiado las posibles diferencias en cuanto al tipo de infusión y se han obtenido los siguientes datos: té blanco vs té rojo ( $p=0.9705$ ), té rojo vs té verde ( $p=0.3427$ ), té rojo vs té Chai ( $p>0.9999$ ) y té blanco vs té Chai ( $p=0.4572$ ) no tienen diferencias significativas. Mientras que para el té verde vs té blanco ( $p=0.0117$ ) y el té verde vs té Chai ( $p=0.0280$ ) sí tienen diferencias significativas. Esto podría deberse a la manera en la que se extrae la planta y se procesa. Por ejemplo, se sabe que el té verde ni se fermenta ni se marchita. Se obtiene la hoja directa de la planta y se seca de forma natural. En cambio, en el té blanco se obtiene la hoja que acaba de brotar y la yema nueva de cada temporada y se deja marchitar ligeramente (Sivasubramaniam, 2024).

Cuando analizamos posibles diferencias significativas en cuanto a las marcas, se tiene que las marcas Herboristería Condimentos vs Hornimans ( $p=0.0117$ ) y Herboristería Condimentos vs Carrefour ( $p=0.0016$ ) sí tienen diferencias significativas. Mientras que, la marca Carrefour vs Hornimans ( $p=0.1680$ ) no presenta diferencias significativas. Esto podría ser debido a que tanto la marca Carrefour y Hornimans, al ser infusiones comerciales se procesan de modo similar, se empaquetan en tisanas o bolsas de té y contienen el mismo pesaje cada bolsa de cada caja. En cambio, en la Herboristería Condimentos o en cualquier establecimiento de herbolario, se obtienen a modo de granel y no un pesaje único para cada infusión.

Considerando los puntos de venta de la muestra, se detectó que las infusiones procedentes de herbolario vs infusiones comerciales ( $p=0.0004$ ) son estadísticamente diferentes. Estimando que las muestras de té analizadas proceden de la misma planta, solo quedaría como posibles variables el origen de la planta (cultivo, condiciones de riesgo, contaminación ambiental) así como, el procesado de cada industria (almacenamiento, empaquetado, etc.).

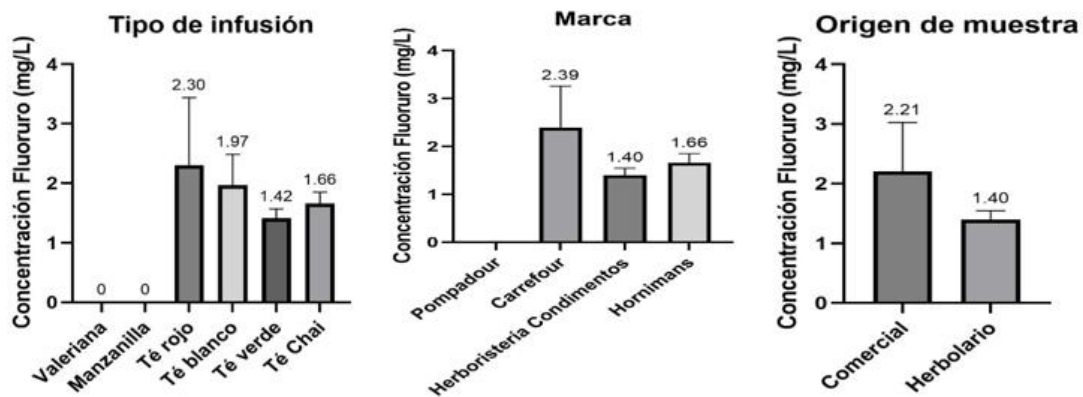


Figura 2. Comparación de [F<sup>-</sup>] entra tipo de infusión (izquierda), marca (centro) y origen (derecha) de la muestra.

## 4.2 Evaluación de exposición

En cuanto a la evaluación de la exposición, se calcula la IDE (Ingesta Diaria Estimada) según el tipo y origen a partir de las mediciones que se han realizado teniendo en cuenta la ración de cada tipo de infusión (Tabla 4).

Tabla 4. Cálculo de la Ingesta Estimada Diaria (IDE) según tipo y origen.

Tipo	Infusión	Marca	Ración (g/día)	Promedio IDE (mg/día)
Comercial	Manzanilla	Pomadour	1,35	<LOQ*
	Valeriana	Pomadour	2	<LOQ*
	Té Rojo	Carrefour	2	0,33
	Té Blanco	Carrefour	1,35	0,24
	Té Verde	Carrefour	1,50	0,14
	Té Chai	Hornimans	2	0,17
Herbolario	Té Rojo	Herboristería Condimentos	2,10	0,13
	Té Blanco	Herboristería Condimentos	2,06	0,15
	Té Verde	Herboristería Condimentos	2,14	0,14

\*LOQ: Límite de cuantificación

Se aprecian diferencias entre los tés según sean adquiridos en centros comerciales o en herbolario. Estas pueden deberse al peso desigual entre cada una ya que, las de herbolario no vienen con un peso establecido y hay que ajustarlo.

En la tabla 5, se calcula la IDE, pero esta vez, según el tipo de infusión. Los valores de los tés se difieren con los de la tabla 4 ya que, en este cálculo se engloban dentro de los tés tanto los comerciales como los de herbolario.

*Tabla 5. Cálculo de la Ingesta Estimada Diaria (IDE) según tipo de infusión*

Tipo de Infusión	Promedio IDE (mg/día)
Manzanilla	<LOQ*
Valeriana	<LOQ*
Té Rojo	0,23
Té Blanco	0,20
Té Verde	0,14
Té Chai	0,17

\*LOQ: Límite de cuantificación

Y, por último, se realizó el cálculo de IDE según su origen o punto de venta y se ven ligeras diferencias entre las comerciales (Carrefour y Hornimans) que suelen tender a valores más altos frente a los de herbolario (Herboristería Condimentos).

*Tabla 6. Cálculo de la Ingesta Diaria Estimada (IDE) según punto de venta.*

Punto de Venta	Promedio IDE (mg/día)
Pomadour	<LOQ*
Herboristería Condimentos	0,14
Hornimans	0,17
Carrefour	0,24

\*LOQ: Límite de cuantificación

### 4.3 Caracterización del riesgo.

El análisis de la caracterización del riesgo se basa en los UL de cada infusión teniendo en cuenta el grupo de población que la toma y su edad. Por ejemplo, referido a la tabla 7, se calcula los porcentajes de contribución al UL según el tipo de infusión y el origen. Se encontró mayor porcentaje de contribución en el té rojo comercial (22,14%) para los niños de entre 1-3 años mientras que el menor porcentaje se encontró en el té blanco comercial (1,83%) para los adolescentes de entre 15-17 años y para adultos.

*Tabla 7. Porcentaje de contribución al UL de fluoruros según tipo y origen*

Grupo poblacionales	Edad (años)	UL (mg/día)	Herbolario			Comercial		
			Té Blanco	Té Verde	Té Rojo	Té Blanco	Té Verde	Té Rojo
Niños	1-3	1.5	9.98	9.42	8.54	16.25	9.46	22.14
	4-8	2.5	5.99	5.65	9.21	5.13	5.68	13.29
Adolescentes	9-14	5	2.99	2.83	4.60	2.56	2.84	6.64
	15-17	7	2.14	2.02	3.29	1.83	2.03	4.75
Adultos	≥ 18	7	2.14	2.02	3.29	1.83	2.03	4.75

Hay que destacar que, en ninguno de los casos, con la excepción de té blanco y rojo para niños de entre 1-3 años, podría suponer un posible riesgo incluso considerando el aporte dietético de fluoruro global de la dieta.

En cuanto al análisis del porcentaje de contribución al UL según tipo de infusión exclusivamente (Tabla 8), se ven como el té blanco y el rojo siguen siendo los protagonistas con los valores más altos (13,11% y 15,34%, respectivamente) en niños de 1-3 años. Referido a los adultos, que es el mayor grupo de población que toma estas infusiones, se aprecia que los valores no suponen un riesgo toxicológico.

*Tabla 8. Porcentaje de contribución al UL de fluoruros según tipo de infusión.*

Grupo poblacionales	Edad (años)	UL (mg/día)	Manzanilla	Valeriana	Té Rojo	Té Verde	Té Blanco	Té Chai
Niños	1-3	1.5	<LOQ*	<LOQ*	15.34	9.44	13.11	11.05
	4-8	2.5	<LOQ*	<LOQ*	9.21	5.67	7.87	6.63
Adolescentes	9-14	5	<LOQ*	<LOQ*	4.60	2.83	3.93	3.31
	15-17	7	<LOQ*	<LOQ*	3.29	2.02	2.81	2.37
Adultos	≥ 18	7	<LOQ*	<LOQ*	3.29	2.02	2.81	2.37

\*LOQ: Límite de cuantificación

Analizando el porcentaje de contribución de fluoruros al UL según marca (Tabla 9), destacan los valores de Carrefour y Hornimans en niños de 1-3 años (15,95% y 11,05%, respectivamente) ya que, son las marcas referidas a los tés comerciales. Respecto a personas más adultas siguen siendo superiores los valores de Carrefour y Hornimans frente a los de Herboristería Condimentos, destacando como valor más bajo (2,00%) en adolescentes de 15-17 años y adultos.



*Tabla 9. Porcentaje de contribución al UL de fluoruros según marca*

Grupos poblacionales	Edad (años)	UL (mg/día)	Pompadour	Carrefour	Herboristería Condimentos	Hornimans
Niños	1-3	1.5	<LOQ*	15.95	9.32	11.05
	4-8	2.5	<LOQ*	9.57	5.59	6.63
Adolescentes	9-14	5	<LOQ*	4.79	2.79	3.31
	15-17	7	<LOQ*	3.42	2.00	2.37
Adultos	≥ 18	7	<LOQ*	3.42	2.00	2.37

\*LOQ: Límite de cuantificación

Finalmente, el análisis del porcentaje de contribución de fluoruros según origen (Tabla 10) hace destacar a los valores más altos de las infusiones obtenidas en establecimiento comercial frente a los obtenidos en herbolario. Exceptuando el valor de las infusiones comerciales en niños de 1-3 años (14,72%), los demás resultados expresan un riesgo bajo a la exposición de fluoruros en infusiones.

*Tabla 10. Porcentaje de contribución al UL de fluoruros según su origen*

Grupos poblacionales	Edad (años)	UL (mg/día)	Herbolario	Comercial
Niños	1-3	1.5	9.32	14.72
	4-8	2.5	5.59	8.83
Adolescentes	9-14	5	2.79	4.42
	15-17	7	2.00	3.16
Adultos	≥ 18	7	2.00	3.16

## 7. Conclusiones

1. Las concentraciones más altas de fluoruros se registraron en las muestras de las marcas comerciales, especialmente té rojo (3,34 mg/L) y blanco (2,44 mg/L) frente a los de herbolario que eran inferiores.
2. Las diferencias significativas entre tipos de infusiones pueden deberse a su método de cultivo (si fermenta o no, si marchita o no, etc.), almacenamiento, empaquetamiento, condiciones ambientales, etc.
3. La mayor IDE la presentan las infusiones provenientes de establecimientos comerciales tanto Carrefour como Hornimans (0,24 mg/día y 0,17 mg/día, respectivamente).
4. Los valores más altos de los porcentajes de exposición de fluoruros al Tolerable Upper Intake Level (UL) los presentaban los niños de 1-3 años. Los valores más bajos los presentaban los adolescentes de 15-17 años y los adultos.

5. No hay riesgo grave para ningún grupo poblacional de los estudiados. Sin embargo, el grupo de niños (1-3 años de edad) es el que presenta los valores más altos, por lo que hay que tener especialmente cuidado con su dieta y controlarla para que no se exceda la ingesta de fluoruros.
6. En el caso de la población de la isla de Tenerife, se recomienda encarecidamente el uso de agua embotellada o de ósmosis para la elaboración de infusiones, especialmente, en el caso de los tés.

## 8. Referencias bibliográficas

1. R.D 3176/1983, (28 de Diciembre de 1983) , de 16 de noviembre, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de especies vegetales para infusiones de uso en alimentación.
2. Bethencourt Barbuzano, E., Rubio Arméndariz, C., Alejandro Vega, S., Niebla Canelo, S., Gutiérrez Fernández, A., Hardisson de la Torre, A., & Paz Montelongo, S. (2022). Ingesta de fluoruro a partir de zumos y néctares de fruta. Evaluación del riesgo en población infantil y adolescente. X Congreso Nacional de Farmacéuticos Comunitarios.
3. Cerdán Pérez, S. (2021). Determinación de fluoruros en bebidas infantiles. Evaluación del riesgo tóxico. Universidad de La Laguna.
4. EFSA. (2013). Revisión de los valores dietéticos de referencia para el Flúor. Erika.
5. EFSA. (2013). Scientific opinion on Dietary Reference Values for fluoride. EFSA Journal, 1.
6. Fernández, M. D. (2022). Determinación del contenido de fluoruros en bebidas vegetales. Evaluación del riesgo tóxico. Universidad de La Laguna.
7. Maita Vilca, L. (2017). Comportamiento de la concentración de fluoruro en pastas dentífricas prescritas para niños. Universidad de La Laguna.
8. Marichal, D. S. (2022). Exposición dietética a fluoruro procedente del café listo para su consumo. Universidad de La Laguna.
9. Ministerio de Agricultura, P. y. (2022). Datos anuales del panel de consumo alimentario en hogares.
10. Ministerio de Agricultura, P. y. (2022). Informe del consumo alimentario en España. Gobierno de España.
11. Repetto, M., & Camean, A. (2006). Toxicología Alimentaria. Ediciones Díaz de Santos.
12. Repetto, M., & Repetto, G. (2009). Toxicología fundamental. Ediciones Díaz de Santos.
13. Shibamoto, T., & Bjeldanes, L. (1996). Introducción a la toxicología de los alimentos. Editorial Acribia, S.A.

14. Sivasubramaniam, S. (24 de Abriél de 2024). Encyclopedia Britannica, Britannica. Obtenido de Britannica: <https://www.britannica.com/topic/tea-beverage>
15. Smyth, E., Taracido, M., & Gestal , J. (1992). El flúor en la prevención de la caries dental. Ediciones Díaz de Santos.