



Original/Valoración nutricional

## Evaluación del riesgo tóxico por la presencia de fluoruro en aguas de bebida envasada consumidas en Canarias

Juan Ramón Jáudenes Marrero<sup>1</sup>, Arturo Hardisson de la Torre<sup>1</sup>, Angel José Gutiérrez Fernández<sup>1\*</sup>, Carmen Rubio Armendáriz<sup>1</sup> y Consuelo Revert Gironés<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Área de Toxicología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de La Laguna. S/C de Tenerife. <sup>2</sup>Área de Fisioterapia. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de La Laguna (S/C de Tenerife), España.

### Resumen

**Introducción:** el flúor, como hormetina, es necesario en el organismo para evitar las caries, pero en cantidades excesivas puede llevar a efectos tóxicos adversos como la fluorosis dental o la fluorosis invalidante. Así, será importante no sobrepasar de forma crónica las IDR (Ingestas Diarias Recomendadas) para cada rango de edad y sexo. Se asume que la principal fuente de aporte de fluoruros es el agua.

**Objetivos:** establecer las concentraciones de fluoruro en determinadas marcas de agua envasada que se consumen en Canarias, para renovar los datos ya desactualizados, y hacer la correspondiente evaluación del riesgo tóxico.

**Método:** se han utilizado 25 muestras de siete marcas registradas y comercializadas diferentes, siendo analizadas mediante determinación potenciométrica con electrodo ion selectivo de fluoruro.

**Resultados:** todas las marcas de agua analizadas cumplen con los criterios de calidad según la legislación actual española, ninguna puede considerarse “agua fluorada” y todas se pueden usar en la preparación de alimentos infantiles. Además, según las ingestas diarias de agua recomendadas por la EFSA para cada rango de edad, no se supera la IDR para ningún individuo mayor de cuatro años ni para ninguna de las marcas de agua analizadas.

**Conclusiones:** las aguas envasadas producidas en Canarias tienen niveles de fluoruro similares a las producidas en la península (todas en un rango de 0,24 a 0,62 mg/L). Los individuos sobre los que recaen las restricciones más amplias de consumo de agua son los menores de un año, pero en cualquier caso, a medida que el individuo crece va aumentando la permisibilidad del aporte de fluoruros (aumenta hasta los 19 años) y, por tanto, aumenta la variedad de aguas envasadas que se pueden consumir sin superar la IDR. En ciertos lugares de la Comunidad Autóno-

### TOXIC RISK ASSESSMENT OF FLUORIDE PRESENCE IN BOTTLED WATER CONSUMPTION IN THE CANARY ISLANDS

#### Abstract

**Introduction:** fluorine, as an hormetin, is necessary in the organism to avoid caries; but large amounts can produce toxic side effects such as dental fluorosis or skeletal fluorosis. Thus, it is important not to exceed chronically the RDIs (Recommended Daily Intakes) per each age and sex range. It is assumed that the main fluoride source is water.

**Objectives:** to establish fluoride concentrations at certain bottled water brands being consumed in the Canary Islands for renovating the outdated data, and to evaluate the subsequent toxic risk.

**Method:** 25 samples have been used from 7 different registered and commercialized brands, being analyzed by a potentiometer with a fluoride ion selective electrode.

**Results:** all analyzed water brands satisfied quality criteria according to the Spanish law, no one could be considered “fluorinated water” and all of them could be used to prepare baby food. Moreover, according to the recommended daily water intake by the EFSA per each age range, no water analyzed brand could exceed the RDI for no one over 4 years old.

**Conclusions:** the bottled waters that are produced in the Canary Islands have similar fluoride concentrations than those that are produced in the Peninsula (all of them have a data range between 0.24 and 0.62 mg/L). The individuals who have more water restrictions are those under 1 year old; but in any case, while the child is growing up, the levels of fluoride consumption can be higher (until 19 years old) and therefore the water brands variety that can be drunk, without exceeding the RDI, is also higher.

**Correspondencia:** Angel José Gutiérrez Fernández.  
Área de Toxicología, Facultad de Ciencias de la Salud,  
Campus de Ofra s/n, 38071. Universidad de La Laguna.  
Santa Cruz de Tenerife, España.  
E-mail: ajguti@ull.es

Recibido: 29-VII-2015.  
Aceptado: 19-VIII-2015.

ma Canaria sería recomendable consumir agua envasada respecto al agua de abastecimiento público.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2261-2268)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9701

Palabras clave: *Fluoruro. Agua envasada. Fluorosis dental. Ingesta Diaria Recomendada. Evaluación del riesgo.*

## Abreviaturas

IDR: Ingesta Diaria Recomendada.

TISAB: Total Ionic Strength Adjustment Buffer.

CDTA: Ácido 1,2-diaminociclohexanotetracético.

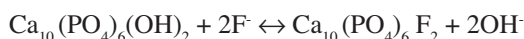
AECOSAN: Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición.

EFSA: European Food Safety Authority.

## Introducción

El Flúor es el elemento más electronegativo de la tabla periódica, lo cual le confiere una gran reactividad química, así como propiedades fisiológicas de la máxima importancia para la salud humana. En la década de los años 30 ya se empezó a observar que el flúor ejerce una influencia particular sobre la dentadura, lo cual precipitó el desarrollo de sus investigaciones<sup>1</sup>.

La principal vía de absorción de los fluoruros es el tracto gastrointestinal, donde el proceso se produce de forma pasiva (la biodisponibilidad puede decrecer según la forma en la que se presente el fluoruro o la presencia de otros iones como el Ca<sup>+2</sup>); además se asume que el principal responsable de este aporte es el agua que consumimos. Una vez se produce la distribución del fluoruro, vemos como se deposita principalmente en el esqueleto y los dientes, sobre todo si el hueso está en proceso de crecimiento; el único tejido blando donde puede encontrarse fluoruro es en la aorta cuando sufre el proceso de calcificación. Este hecho podría explicarse porque éstos tejidos están formados por compuestos cálcicos como la hidroxapatita, lo cual daría lugar en presencia de fluoruros a la formación de fluorapatita; se ha propuesto la siguiente reacción<sup>1</sup>:



La formación de fluorapatita en el diente proporcionará una mayor dureza y por tanto una mayor protección frente a las caries, reduciendo los casos en un 50%; ello también se explica por la inhibición que se produce de las enzimas de los lactobacilos que producen ácido láctico a partir de hidratos de carbono, lo cual daría lugar a las caries.

A pesar de ello, también se ha observado una opacidad y decoloración del esmalte dentario junto con una desfiguración de los dientes en aquellas zonas donde la cantidad de fluoruro en el agua de consumo era alta. A este estado de los dientes se le denomina fluorosis

In some places in the Canary Islands, it would be advisable to consume bottled water in place of tap water.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2261-2268)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9701

Key words: *Fluoride. Bottled water. Dental fluorosis. Recommended Daily Intake. Risk assessment.*

dental endémica crónica o más comúnmente “dientes moteados”. De forma más grave se puede llegar a apreciar un aumento de la densidad del hueso (perceptible radiográficamente en los adultos, pero que no se puede llegar a diagnosticar hasta una fase avanzada), ocasionando al principio síntomas parecidos a la osteoartritis, pero finalmente llega a rigidez de la columna, caja torácica (disnea de esfuerzo) y articulaciones e incluso a cifosis; es una fluorosis invalidante. También se pueden dar manifestaciones neurológicas derivadas de las consecuencias esqueléticas (radiculitis por compresión), manifestaciones viscerales como anemia, gastritis, alteraciones tiroideas o alteración renal con aminoaciduria, y manifestaciones metabólicas como diversos bloqueos enzimáticos tales como la glucólisis (alteración muscular)<sup>1</sup>. Además, en los últimos tiempos se han visto indicios de que podría afectar al neurodesarrollo infantil<sup>2</sup>.

De este modo podemos observar como el Flúor es un elemento necesario para el organismo pero a su vez se le debe establecer unos límites para evitar que se produzcan efectos tóxicos; estas características son las propias de una Hormetina, pudiendo clasificar al flúor como tal. Por ello, se establece una Ingesta Diaria Recomendada (IDR) en función de la edad y el sexo, para cumplir los requerimientos nutricionales.

## Objetivos

Se establecen los siguientes objetivos:

- Determinar la concentración de fluoruro en determinadas marcas de agua de bebida envasada. Más concretamente se han seleccionado las marcas registradas: Fuentealta®, Fonteide®, Lanjarón Salud®, Solán de Cabras®, Font Vella Sacalm®, Aquarel Abetos® y Vichy Catalán®. Todas ellas aguas minerales naturales, excepto Fuentealta que es agua de manantial. Seleccionadas siguiendo el criterio de estar entre las aguas de mayor consumo a nivel nacional<sup>3</sup> pero forzando la selección de Fuentealta® y Fonteide® para tener algún representante del territorio donde se realiza el análisis (Canarias), y Vichy Catalán® para incluir un representante históricamente conocido por tener grandes cantidades de fluoruro. De este modo se podrán renovar los datos ya desactualizados en concentración de fluoruros en aguas de bebida envasada.

- Evaluar la ingesta de fluoruro que se produciría con cada una de las marcas de agua embotellada, para los distintos grupos poblaciones y respecto a sus IDRs.

ayuda de un embudo en un matraz aforado de 250 mL, disueltas y enrasadas).

## Métodos

### Muestras

Se analizaron 25 muestras tomadas a partir de botellas individuales que fueron adquiridas en una gran superficie comercial y que podían pertenecer o no, al mismo lote de producción. El agua de todas las muestras se encontraba envasada en botellas de plástico a excepción del agua de Vichy Catalán® que solo se presenta a disposición del público en botellas de vidrio. Se adquirieron en la última semana de septiembre de 2014 a temperatura ambiente y nunca se refrigeraron. Permanecieron a temperatura ambiente, resguardadas de la luz del sol y la humedad, en un lugar fresco y seco; y permanecieron cerradas hasta el momento en que se realizó la toma de muestras, en la primera quincena de octubre, realizando la medición inmediatamente después.

A continuación se presenta la tabla I que relaciona la marca registrada, el nombre del manantial del que cada marca extrae el agua, el lugar de explotación de ese manantial, el tipo de botella usado y el nº de muestras de cada una.

### Disoluciones

- Disolución madre de fluoruro  $10^{-1}$  M preparada a partir de NaF disuelto en agua desionizada (4,199 g en 1 L).
- Disolución TISAB-CDTA, de composición: 58 g NaCl, 4g CDTA (Ácido 1,2-diaminociclohexanotetracético) y 57 mL de ácido acético glacial enrasados a 1L tras ajustar el pH a 5-5,5 con una disolución previamente preparada de NaOH al 50% P/V (125 g de lentejas de NaOH introducidas con

### Aparatos

Potenciómetro con electrodo de ión selectivo de fluoruro de la marca CRISON y pHmetro de la misma marca.

### Método de análisis

El método utilizado está basado en el método oficial español para el análisis de fluoruros en aguas de consumo público según la AECOSAN (Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición), especificado en la Orden de 17 de septiembre de 1981 en su Anexo II<sup>4</sup>, en donde se establecen métodos oficiales de análisis de aguas (único punto no derogado por la Orden de 1 de Julio de 1987<sup>5</sup>), que consiste en la determinación del contenido de fluoruro en mg/L, mediante comparación de la medición de un electrodo específico del ion fluoruro, con la curva de calibrado previamente construida con una serie de diluciones de una disolución madre. Este método ha sido validado además por diversos estudios<sup>6,7</sup>.

El fundamento del método radica en un electrodo de membrana cuyo elemento selectivo es un cristal de tierra rara muy insoluble, como puede ser  $\text{LaF}_3$ , que sólo es permeable a iones fluoruro; de ahí su especificidad. Dentro del electrodo se establece un contacto eléctrico entre un alambre de Ag/AgCl y una disolución introducida de NaF y NaCl 0,1 M, y de esta forma cuando el cristal entra en contacto con una disolución problema se produce una diferencia de potencial que dependerá de la concentración de iones fluoruro en contacto con la superficie del cristal<sup>6</sup>. Esta relación viene dada por la ecuación de Nernst, donde influye la actividad de los iones fluoruro que a su vez depende del coeficiente de actividad y la fuerza iónica.

Para hacer equivalente las medidas de las actividades que registran los electrodos, con las medidas de las

**Tabla I**  
*Características de las muestras tomadas según marca registrada*

Marca registrada	Nombre del manantial	Lugar de explotación	Tipo de botella	Nº de muestras
Fuentealta®	Fuentealta	Vilaflor (Santa Cruz de Tenerife)	Plástico 50cL	5
Fonteide®	Fonteide	La Orotava (Santa Cruz de Tenerife)	Plástico 50cL	5
Lanjarón Salud®	Salud	Lanjarón (Granada)	Plástico 75cL	3
Solán de Cabras®	Fuente de Solán de Cabras	Beteta (Cuenca)	Plástico 50cL	3
Font Vella Sacalm®	Font Sacalm	Sant Hilari Sacalm (Girona)	Plástico 50cL	3
Aquarel Abetos®	Los Abetos	Arbúcies (Girona)	Plástico 33cL	3
Vichy Catalán®	Vichy Catalán	Caldes de Malabella (Girona)	Vidrio 50cL	3

concentraciones, conviene que haya una concentración salina adecuada. Además para evitar las interferencias, se usaran agentes complejantes que evitan que cationes polivalentes ( $\text{Si}^{+4}$ ,  $\text{Al}^{+3}$  o  $\text{Fe}^{+2}$ ) formen complejos solubles con el fluoruro y hagan indetectables cantidades del ion. Junto con esto, hemos de tener en cuenta el control del pH, ya que en disoluciones ácidas ( $\text{pH} < 5$ ) los iones  $\text{H}^+$  se combinan con los iones  $\text{F}^-$ , reduciendo su concentración detectable en la disolución analizada; y en disoluciones básicas ( $\text{pH} > 8$ ) los iones  $\text{OH}^-$  pueden dificultar e interferir en la respuesta del electrodo. Por ello se recurren a disoluciones acondicionadoras como TISAB (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) que contienen cloruro sódico y acético glacial (ajustándose a pH adecuado con disolución  $\text{NaOH}$ ), siendo la indicada en el caso del agua aquella que usa el CDTA como complejante, tal y como se indica en el método oficial español y que se corrobora en diversos estudios<sup>8</sup>.

De este modo lo primero que se hizo, cada uno de los días que se realizaron nuevas mediciones, fue calibrar el aparato con dos disoluciones comerciales de la casa CRISON de pH 7 y pH 4 (permanentemente refrigeradas, pero puestas a temperatura ambiente a la hora de la calibración) y un pHmetro, y posteriormente a partir de la disolución madre de fluoruro que se preparó previamente, se prepararon diluciones seriadas para obtener concentraciones de  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$  M, las cuales se midió su potencial para elaborar una representación gráfica de naturaleza semilogarítmica, que se linealizó para obtener la ecuación de una recta que se usó como patrón para extrapolar los datos de potencial, que se obtuvieron de las mediciones de la muestra problema analizadas ese día; es necesario realizar este proceso diariamente debido a la naturaleza variable de los parámetros constantes de estos aparatos según instrucciones del aparato y bibliografía. Tanto para las mediciones de los patrones

como para las muestras problemas, se tomaron 10 mL de alícuota en un recipiente plástico (el vidrio, debido a su composición podría interferir en la concentración de fluoruro medible, lo cual se evita con el uso de polímeros que componen el plástico) y a ello se añadió 10 mL de disolución acondicionadora TISAB-CDTA. Durante las mediciones se usó un agitador magnético para crear una agitación constante, que homogenice la disolución, obteniendo así una buena lectura.

## Resultados

Una vez obtenidos los datos de potencial de cada muestra en mV, se trataron para que, a partir de la recta patrón realizada cada día respectivamente (ambas con buenos coeficientes de correlación, del orden de 0,9918 y 0,9876), extrapolar la concentración de fluoruros (al realizarlo con la ecuación linealizada, obtuvimos de forma directa el logaritmo neperiano de la concentración, al cual le aplicamos el antilogaritmo para obtener la concentración Molar; teniendo en cuenta el PM de flúor (se tomó el valor redondeado de 19 Da), se obtuvo finalmente la concentración de cada muestra en g/L). Los datos aportados para esta memoria son datos a los cuales se le han aplicado las reglas internacionales de redondeo (ver Tabla II).

La concentración de fluoruros media de las marcas analizadas es de 0,37 ppm y su  $\sigma$  (desviación estándar) es de 0,15; con valores mínimos de 0,24 y máximos de 0,62 mg/L. Además, como hemos visto, aguas envasadas que no pertenecen al mismo lote de producción, aunque pertenezcan a la misma marca registrada, no mantendrán los niveles de fluoruros a pesar de que, por definición, se deberían mantener los niveles constantes en este tipo de aguas (Fig. 1).

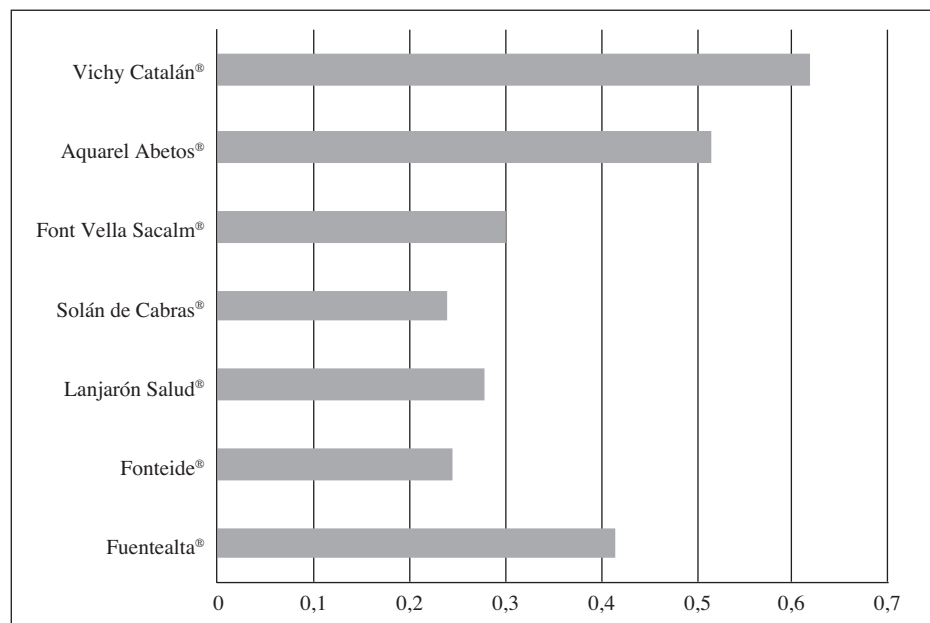


Fig. 1.—Concentración de Fluoruros (mg/L).

**Tabla II**  
*Concentraciones de fluoruros en las diferentes muestras de aguas envasadas*

<i>Marca</i>	<i>Muestra</i>	<i>Concentración (mg/L)</i>	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
Fuentealta®	1	0,44	0,42	0,02	0,39	0,44
	2	0,41				
	3	0,41				
	4	0,39				
	5	0,43				
Fonteide®	1	0,25	0,25	0,00	0,24	0,25
	2	0,24				
	3	0,24				
	4	0,25				
	5	0,25				
Lanjarón Salud®	1	0,30	0,28	0,02	0,27	0,30
	2	0,27				
	3	0,27				
Solán de Cabras®	1	0,24	0,24	0,00	0,24	0,24
	2	0,24				
	3	0,24				
Font Vella Sacalm®	1	0,31	0,30	0,00	0,30	0,31
	2	0,30				
	3	0,30				
Aquarel Abetos®	1	0,46	0,51	0,09	0,46	0,62
	2	0,62*				
	3	0,46				
Vichy Catalán®	1	0,62	0,62	0,01	0,61	0,62
	2	0,62				
	3	0,61				

\*Este dato corresponde a una muestra de un lote diferente a otros.

## Discusión

Según los criterios de calidad del agua de consumo humano establecidos por el RD 140/2003 de 7 de febrero, la concentración máxima de fluoruro para considerar el agua salubre es de 1,5 mg/L<sup>9</sup>; si tiene niveles superiores debe venir indicado inmediatamente al lado de la denominación de venta: «contiene más de 1,5 mg/L de flúor: no adecuada para el consumo regular de los lactantes y niños menores de siete años», siendo el valor máximo permitido de comercialización de 5 mg/l para aguas minerales naturales (la mayoría en este estudio) y 1,5 mg/L para aguas de manantial según el RD 1798/2010 de 30 de Diciembre<sup>10</sup>. Valores superiores a 1 mg/L en un agua, implican una consideración para la declaración del agua envasada respectiva como “agua fluorada” según el mismo RD 1798/2010. Sin embargo, en España no existe ninguna normativa

específica para las aguas envasadas que puedan llevar la mención “indicada para la preparación de alimentos infantiles”, considerándose propias aquellas con niveles de fluoruro <1mg/L sin tener en cuenta el posible riesgo; en otros países sin embargo como Francia y Alemania, la legislación establece límites de 0,5 y 0,7 mg/L respectivamente para aguas de uso en lactantes (Arrêté du 28/12/2010<sup>11</sup> y Verordnung vom 1/08/1984 (BGBl. I S 1036)<sup>12</sup>).

De esta forma, y según la legislación actual, todas las aguas analizadas cumplen criterios de calidad, y ninguna puede ser considerada agua fluorada; por ello, en principio y a fecha de hoy, todas pueden ser utilizadas en lactantes y para la preparación de alimentos infantiles.

Teniendo en cuenta que el Fluoruro es una hormona, debemos tener en cuenta sus IDRs de referencia por rango de edad y sexo<sup>13</sup>, asumiendo el consumo de

agua diario que recomienda la EFSA (European Food Safety Authority) en estos rangos<sup>14</sup> (Tabla III).

Según estas ingestas, podemos determinar qué aguas de las analizadas son las más propicias (desde el punto de vista de los fluoruros) para usar como fuente de agua según cada rango de edad:

- 0-6 meses: Ninguna de las marcas analizadas.
- 7-12 meses: Todas las marcas analizadas a excepción de Vichy Catalán® y Aquarel Abetos®.
- 1-3 años: Todas las marcas analizadas a excepción de Vichy Catalán®.
- 4-8 años: Todas las marcas analizadas.
- 9-13 años: Todas las marcas analizadas.
- 14-18 años: Todas las marcas analizadas.
- 19 años en adelante: Todas las marcas analizadas (para ambos sexos).

Si comparamos la situación actual con datos anteriores de análisis de fluoruro, podemos decir que en general los datos han mejorado. Algunos ejemplos obtenidos en el año 1990 y 2001 se reflejan en la tabla IV.

Esto ha sido posible, ya que a pesar de que los manantiales tienden a concentrar sus sales al irse agotando, la legislación permite una serie de tratamientos mínimos al agua pudiendo seguir considerándola con denominación de “Agua Mineral Natural” o “Agua de Manantial”, y entre esos tratamientos se encuentra la separación de fluoruros mediante alúmina activada, tal y como está establecido en el Reglamento 115/2010 de la Comisión de 9 de febrero de 2010<sup>17</sup>; sin embargo esto se ha de comunicar a las autoridades sanitarias para su vigilancia y control. Gracias a estas, hoy en día se pueden obtener aguas de mayor calidad y aptas para los más pequeños.

Es habitual en las diferentes comunidades autónomas del territorio español, que el agua de consumo sea la misma que el agua de abastecimiento público, ya que su contenido de fluoruros es adecuado<sup>18</sup>. Sin em-

bargo, si nos centramos en la comunidad autónoma en la que se realizó este trabajo, Canarias, veremos que es más habitual consumir agua envasada debido a que el agua de abastecimiento se obtiene de manantiales cuya composición en sales minerales, está variando continuamente debido a las características geológicas del territorio (es un suelo volcánico de carácter poroso y permeable), que permite que el agua procedente de la lluvia se filtre hasta los manantiales, arrastrando cantidades de fluoruro que toma del suelo; tratándose así de una contaminación natural.

Éste acontecimiento se pone de manifiesto de forma especial en los municipios del norte de la isla de Tenerife, donde la Dirección General de Salud Pública del Gobierno de Canarias ha establecido de forma histórica restricciones de consumo por no cumplir los parámetros de calidad<sup>19</sup>; se da esta situación en los siguientes municipios: San Cristóbal de La Laguna, El Sauzal, La Matanza de Acentejo, La Victoria de Acentejo, Santa Úrsula, San Juan de la Rambla, Icod de los Vinos, Garachico, El Tanque, Los Silos y Buenavista del Norte. Si nos basamos en un estudio realizando recientemente por otro grupo de investigación de este mismo departamento en esta misma universidad<sup>20</sup> (Área de Toxicología de la Universidad de La Laguna), donde podemos ver la concentración media de fluoruros en el agua de abastecimiento público de éstos municipios, podemos establecer que todas estas aguas podrían clasificarse como aguas fluoradas, y sería aconsejable recurrir las aguas envasadas como fuente de abastecimiento de agua (a excepción de las marcas restringidas en cada rango y citadas anteriormente) en las situaciones estipuladas en la tabla V.

En el caso de los niños de 0 a 6 meses será la lactancia materna la que aporte las ingestas de fluoruros; en general estos niveles suelen ser bajos, pero dependerá del tipo de agua ingerida por la madre. Para los niños de 6 a 12 meses el aporte será de la lactancia materna y bebidas complementarias, debiendo procurar no acudir a las marcas restringidas para estos rangos; sin embargo, teniendo en cuenta que la mayoría del aporte de agua en estos rangos de edad proviene de la lactancia materna, y que ésta aporta niveles mínimos, se puede ser un poco permisivo con los niveles de fluoruro

**Tabla III**  
*Consumo estándar de agua e IDR de fluoruro por rango de edad*

Rango de edad	IDR de fluoruro diaria	Ingesta diaria de agua
0-6 meses	0,1 mg	0,68 L*
7-12 meses	0,5 mg	0,8 - 1 L*
1-3 años	0,7 mg	1,2 L
4-8 años	1 mg	1,6 L
9-13 años	2 mg	2,1 L (niños)/1,9 L (niñas)
14-18 años	3 mg	Consideración de adultos
19 años en adelante	Hombre 4 mg	2,5 L
	Mujer 3 mg	2 L

\*A partir de la leche materna y alimentos y bebidas complementarias que correspondan.

**Tabla IV**  
*Histórico de presencia de Fluoruros en diferentes muestras de agua<sup>15,16</sup>*

Origen	Características	Concentración de F <sup>-</sup> (mg/L)
Tenerife 1990	Manantial	1,22
Tenerife 2001	Manantial	2,77
Tenerife 1990	Mineral Natural	0,96
Cataluña 1990	Minero Medicinal	14,94
Cataluña 2001	Minero Medicinal	13,77

**Tabla V**

*Municipios del norte de la isla de Tenerife donde se recomienda el consumo de agua envasada según grupo poblacional*

<i>Grupos poblacionales</i>	<i>Municipios</i>
Todos los niños de entre 1 y 14 años	San Cristóbal de La Laguna, El Sauzal, La Matanza de Acentejo, La Victoria de Acentejo, Santa Úrsula, San Juan de la Rambla, Icod de los Vinos, Garachico, El Tanque, Los Silos y Buenavista del Norte
Todos los individuos de entre 14 y 18 años, así como las mujeres de 19 años en adelante	San Cristóbal de La Laguna, El Sauzal, La Matanza de Acentejo, La Victoria de Acentejo, Icod de los Vinos, Garachico, El Tanque, Los Silos y Buenavista del Norte
Todos los hombres de 19 años en adelante	San Cristóbal de La Laguna, El Sauzal, La Matanza de Acentejo, La Victoria de Acentejo, Icod de los Vinos, Garachico, Los Silos y Buenavista del Norte

que pueda aportar cada agua, ya que el volumen que se aportará de ésta no corresponde con el total (variará según el caso).

Otro caso distinto sería el de la lactancia artificial, donde la leche en polvo ha de ser diluida con agua; en este caso el aporte de fluoruro se supone mucho mayor que la materna, ya que es el propio agua que usamos la que contiene un nivel determinado de fluoruro, que debería aparecer en el producto final, aunque podría darse el caso de que los fluoruros interaccionen con el calcio o las proteínas de la leche en polvo y se reduzca la concentración detectable. Esto debería ser objeto de estudios en futuros trabajos de investigación, pero por el momento se podría asumir que el aporte es mayor al de la lactancia materna.

## Conclusiones

1. Hoy en día, los niveles de fluoruro en las aguas envasadas analizadas, son niveles de calidad según el RD 140/2003 de 7 de febrero, habiendo mejorado a lo largo del tiempo respecto a datos más antiguos. Ninguna es capaz de considerarse agua fluorada; por lo que todas son, al menos según la legislación actual española, aptas para la preparación de alimentos infantiles. No tienen esta consideración si acudimos a la legislación de otros países, que son más restrictivos.
2. Las aguas envasadas analizadas de Canarias tienen niveles de fluoruro en un rango de 0,25 a 0,42 mg/L. Mientras que las aguas analizadas procedentes del resto de la península ibérica analizadas contienen niveles que están entre 0,24 y 0,62 mg/L.
3. Si asumimos un consumo diario estándar de agua para cada rango de edad, y que se acude siempre a la misma marca registrada de agua analizada con determinados niveles de fluoruros, podemos determinar el aporte de fluoruros que supondría este consumo y determinar si existe un riesgo toxicológico según la IDR.

- En general desde 1 año en adelante no tendremos problema con ninguna de las marcas ana-

lizadas, teniendo cuidado con alguna excepciones como Vichy Catalán®.

- Los niños aun en periodo de lactancia han de tener cuidado con el tipo de agua que consumen. A medida que crecen en el primer año de edad, se aumenta la permisibilidad.
4. Desde el punto de vista de los aportes de fluoruros, se podría recomendar evitar en la medida de lo posible la lactancia artificial al menos durante los 6 primeros meses, ya que en ésta se utiliza leche en polvo diluida con agua envasada (o no), y sea cual sea el tipo de agua que utilizemos (aún si es envasada), para el volumen que se requiere, podría darse el caso de superar la IDR para los consumidores de este rango de edad. En principio, superados los 7 meses, se prevé menor riesgo toxicológico al emplear cualquiera de las marcas analizadas (a excepción de las indicadas en el apartado anterior para este rango de edad). Estas recomendaciones, no obstante, deberían confirmarse con estudios específicos en el tema.
  5. En ciertos lugares de la Comunidad Autónoma Canaria no es recomendable para ciertos rangos de edad consumir el agua de abastecimiento público, siendo preferible acudir a aguas de bebida envasada; tal y como se indica en la Tabla 5.

## Referencias

1. Martín Delgado M. M<sup>a</sup>, Suárez Fraga MA, Hardisson de la Torre A, Álvarez Marante R. Metabolismo y toxicología del ión fluoruro. *Cir Far* 1991; (309): 3-24.
2. Valdez-Jiménez L, Soria Fregozo C, Miranda Beltrán ML, Gutiérrez Coronado O, Pérez Vega ML. "Efectos del flúor sobre el sistema nervioso central". *Neurología* 2011; 26(5): 297-300.
3. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; Mercasa. Alimentación en España. Producción, Industria, Distribución y Consumo; 2014. 17<sup>a</sup> ed. En: Mercasa – Distribución y consumo, editor. Aguas envasadas. Madrid (España); 2014-2015. p. 350-354. [Publicación en Internet]. [Citado 25 julio 2015]. Disponible en: [http://www.mercasa-ediciones.es/alimentacion\\_2014/AE2014/index.html#352](http://www.mercasa-ediciones.es/alimentacion_2014/AE2014/index.html#352)
4. España. Orden de 17 de septiembre de 1981 por la que se establecen métodos oficiales de análisis de aceites y grasas, aguas, carnes y productos cárnicos, fertilizantes, productos fitosan-

- tarios, leche y productos lácteos, piensos y sus primeras materias, productos orgánicos fertilizantes, plantas, suelos, productos derivados de la uva y similares y toma de muestras. *BOE*, 7 octubre 1981 (246): 24003-24034.
5. España. Orden de 1 de julio de 1987 por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis físico-químicos para aguas potables de consumo público. *BOE*, 9 julio 1987 (163): 20911-21919.
  6. Martín Delgado MM<sup>a</sup>, Álvarez Marante R, Hardisson de la Torre A. Revisión de las principales metodologías analíticas para la determinación de fluoruros. *Aplicaciones. Alimentaria* 1990; (55): 54-62.
  7. Aguilar Rodríguez P. Validación del método potenciométrico por ión selectivo para la determinación de flúor en sal, agua y orina. *Rev Med Exp* 2001; (XVIII): 1-2.
  8. Martín Delgado MM, Hardisson de la Torre A, Álvarez Marante R. Determinación Potenciométrica de fluoruros en bebidas alcohólicas y analcohólicas. Estudio comparativo de distintas disoluciones acondicionadoras. *An Real Acad Farm* 1991; (57): 471-483.
  9. España. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. *BOE*, 21 febrero 2003 (45): 7228-7245.
  10. España. Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano. *BOE*, 19 enero 2011 (16): 6111-6133.
  11. Francia. Arrêté du 28 décembre 2010 fixant les conditions dans lesquelles l'établissement de santé met à la disposition du public les résultats publiés chaque année des indicateurs de qualité et de sécurité des soins. *JORF*, 5 janvier 2011 (0003): 340, texte n° 30.
  12. Alemania. Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser (Mineral- und Tafelwasser-Verordnung) vom 1. August 1984 (BGBl. I S. 1036). Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz.
  13. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes; Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine of the National Academies. Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. Washington (DC): National Academy Press (US). 1977; p. 146-189.
  14. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water. *EFSA Journal* 2010; 8(3): 1459.
  15. Martín Delgado MM<sup>a</sup>, Hardisson de la Torre A, Espino Mesa M, Álvarez Marante R. Determinación potenciométrica de fluoruros en aguas de bebida envasada. *An Real Acad Farm* 1990; (56): 569-576.
  16. Hardisson A, Rodríguez MI, Burgos A, Díaz Flores L, Gutiérrez R, Várela H. Fluoride Levels in Publicly Supplied and Bottled Drinking Water in the Island of Tenerife, Spain. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 2001; (67): 163-170.
  17. España. Reglamento (UE) n° 115/2010 de la Comisión, de 9 de febrero de 2010, por el que se fijan las condiciones de utilización de alúmina activada para la eliminación de los fluoruros en las aguas minerales naturales y en las aguas de manantial. *DOUE*, 10 febrero 2010 (37): 13-15.
  18. Margalef Esteve M. La importancia del agua en la salud humana. Estudio comparativo sobre la composición de diversas aguas potables españolas. *Química e industria* 2004; (550): 28-40.
  19. Servicio Canario de Salud; Dirección General de Salud Pública; Gobierno de Canarias. Restricciones de uso del agua de consumo humano por superación del valor paramétrico establecido para el FLUORURO en la Comunidad Autónoma de Canarias. [Monografía en Internet]. [Citado 23 febrero 2015]. Disponible en: [http://www3.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/content/1245a268-ebdc-11df-a8c9-83c6cd81a189/01\\_Fluoruro\\_Tabla\\_restricciones\\_municipio.pdf](http://www3.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/content/1245a268-ebdc-11df-a8c9-83c6cd81a189/01_Fluoruro_Tabla_restricciones_municipio.pdf)
  20. González Sacramento N, Rubio Armendáriz C, Gutiérrez Fernández AJ, Luis González G, Hardisson de la Torre A, Revert Girones C. El agua de consumo como fuente de exposición crónica a fluoruro en Tenerife. *Evaluación del Riesgo. Nutr Hosp* 2015; 31(4): 1787-1794.