

Original

# Ingesta de flúor a través del consumo de agua de abastecimiento público en la cohorte INMA-Gipuzkoa



Ana Jiménez-Zabala<sup>a,b</sup>, Loreto Santa-Marina<sup>a,b,c,\*</sup>, Mónica Otazua<sup>a</sup>, Mikel Ayerdi<sup>a</sup>, Ane Galarza<sup>d</sup>, Mara Gallastegi<sup>b,e</sup>, Enrique Ulibarrena<sup>f</sup>, Amaia Molinuevo<sup>c</sup>, Asier Anabitarte<sup>b</sup> y Jesús Ibarluzea<sup>a,b,c,g</sup>

<sup>a</sup> Subdirección de Salud Pública y Adicciones de Gipuzkoa, Departamento de Salud del Gobierno Vasco, Donostia-San Sebastián, España

<sup>b</sup> Instituto de Investigación Sanitaria BIODONOSTIA, Donostia-San Sebastián, España

<sup>c</sup> CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), España

<sup>d</sup> Facultad de Farmacia, Departamento de Ingeniería Química, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), España

<sup>e</sup> Facultad de Medicina, Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), España

<sup>f</sup> Laboratorio de Salud Pública de Gipuzkoa, Departamento de Salud del Gobierno Vasco, Donostia-San Sebastián, España

<sup>g</sup> Facultad de Psicología, Departamento de Procesos psicológicos básicos y su desarrollo, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido el 15 de noviembre de 2016

Aceptado el 22 de febrero de 2017

On-line el 22 de mayo de 2017

### Palabras clave:

Flúor  
Exposición humana  
Aguas de consumo  
Embarazo  
Infancia  
Estudio de cohortes  
INMA

## RESUMEN

**Objetivo:** Estimar la ingesta de flúor en mujeres embarazadas y sus hijos/as de la cohorte INMA-Gipuzkoa a través del consumo de agua de la red municipal y comparar estas ingestas con los valores recomendados. En Euskadi, la fluoración del agua de consumo es obligatoria en abastecimientos de más de 30.000 habitantes.

**Método:** Se han incluido 575 mujeres embarazadas (reclutamiento en 2006-2008) y 424 niños/as de 4 años (seguimiento en 2010-2012). Las concentraciones de fluoruros en el agua se obtuvieron del sistema de información de aguas de consumo de Euskadi (EKUIS). Los hábitos de consumo de agua y las variables socioeconómicas se obtuvieron mediante cuestionario.

**Resultados:** El 74,9% de las mujeres y el 87,7% de los/las niños/as consumían agua de red municipal. En agua fluorada, el valor medio de fluoruro fue de 0,805 mg/l (desviación estándar [DE]: 0,194) durante el periodo de reclutamiento, y de 0,843 mg/l (DE: 0,080) durante el seguimiento de los/las niños/as. La ingesta media de flúor y el percentil 95 en las zonas fluoradas fueron de 0,015 y 0,026 mg/kg al día en las mujeres y de 0,033 y 0,059 mg/kg al día en los/las niños/as. Considerando solo el flúor aportado por el agua, el 8,71% de los/las niños/as residentes en zonas con fluoración superaban la ingesta de 0,05 mg/kg al día recomendada por la European Food Safety Authority.

**Conclusión:** Los resultados obtenidos muestran que las ingestas de flúor a través del agua de consumo pueden superar lo recomendado en población infantil, y propician futuros estudios que aporten evidencias que puedan ayudar en las políticas de fluoración de las aguas de consumo público.

© 2017 SESPAS. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Fluoride intake through consumption of water from municipal network in the INMA-Gipuzkoa cohort

### ABSTRACT

### Keywords:

Fluoride  
Human exposure  
Drinking water  
Pregnancy  
Childhood  
Cohort study  
INMA

**Objective:** To estimate fluoride intake through consumption of water from the municipal network in pregnant women and their children from the INMA-Gipuzkoa cohort and to compare these intakes with recommended levels. In Euskadi (Spain), fluoridation of drinking water is compulsory in water supplies for more than 30,000 inhabitants.

**Method:** 575 pregnant women (recruitment, 2006-2008) and 424 4-year-old children (follow-up, 2010-2012) have been included. Fluoride levels in drinking water were obtained from the water consumption information system of the Basque Country (EKUIS). Water consumption habits and socioeconomic variables were obtained by questionnaire.

**Results:** 74.9% and 87.7% of women and children consumed water from the municipal network. Average fluoride levels in fluoridated water were 0.805 (SD: 0.194) mg/L during baseline recruitment and 0.843 (SD: 0.080) mg/L during follow up, at 4 years old of the children. Average and 95th percentile of fluoride intake were 0.015 and 0.026 mg/kg per day in women and 0.033 and 0.059 mg/kg per day in children. Considering only fluoride provided by drinking water, 8.71% of children living in fluoridated areas

\* Autora para correspondencia.  
Correo electrónico: [ambien4ss-san@euskadi.eus](mailto:ambien4ss-san@euskadi.eus) (L. Santa-Marina).

exceeded intake level recommended by the European Food Safety Authority, consisting in 0.05 mg/kg per day.

**Conclusion:** The results show that ingested levels of fluoride through consumption of municipal water can exceed the recommended levels in children and encourages further studies that will help in fluoridation policies of drinking water in the future.

© 2017 SESPAS. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

El flúor es un halógeno muy reactivo que forma compuestos inorgánicos y orgánicos llamados fluoruros. Las personas están expuestas al flúor principalmente a través de la dieta. El aporte de flúor por los alimentos es en general bajo y la ingesta diaria total viene determinada fundamentalmente por la cantidad presente en el agua de bebida y en el agua utilizada para la preparación de alimentos<sup>1</sup>. Otra fuente importante de exposición, que pasa casi inadvertida, es el flúor añadido como aditivo en pastas dentales, enjuagues bucales y suplementos dietéticos. Este aporte adicional es especialmente importante en los/las niños/as pequeños/as debido a la deglución involuntaria durante el cepillado de los dientes con pastas fluoradas<sup>2</sup>.

El flúor no es un elemento esencial para el crecimiento y el desarrollo humanos, pero por su carácter preventivo frente a la caries recibe una consideración similar a los oligoelementos en cuanto a que hay establecida una ingesta recomendada. Las ingestas dietéticas de referencia para la población española publicadas por la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética varían, en función de la edad y el sexo, entre 0,5 y 4 mg/día<sup>3</sup>.

De igual modo que los oligoelementos, el flúor presenta tanto propiedades beneficiosas como tóxicas, en función de la dosis. Los efectos adversos más estudiados son la fluorosis dental y ósea, pero también se han descrito efectos en la reproducción, osteosarcoma, hipotiroidismo y neurotoxicidad<sup>4</sup>. Por este motivo, entre otros, la utilización del flúor en el control de la caries dental mediante la fluoración de las aguas de consumo público representa una de las más controvertidas intervenciones en salud pública.

El primer programa de fluoración comunitaria del agua potable se desarrolló en 1945 en Grand Rapids, Michigan, Estados Unidos<sup>5</sup>. Posteriormente, la Environmental Protection Agency (EPA) recomendó la fluoración del agua con concentraciones de fluoruro entre 0,7 y 1,2 mg/l<sup>6</sup>. Estudios más recientes mostraron que, en los países desarrollados, el aporte de flúor a través de varias fuentes podía llegar a ser de 2 a 3,5 veces superior a lo recomendado en áreas con fluoración óptima<sup>1</sup>. A consecuencia de ello, en 2011 la EPA recomendó disminuir a 0,7 mg/l el valor objetivo de fluoruro en el agua, basándose fundamentalmente en minimizar los efectos indeseables sobre los dientes y los huesos<sup>7</sup>.

En 1988 se publicó en Euskadi el Decreto 49/1988 siguiendo las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su Resolución de la 28<sup>a</sup> Asamblea de mayo de 1975, por la que se instaba a los Estados a fomentar el empleo de métodos adecuados para la prevención de la caries, recomendando expresamente la fluoración del agua de abastecimiento público<sup>8</sup>. Este decreto obligó a fluorar el agua a los proveedores y distribuidores que abastecían a poblaciones de más de 30.000 habitantes, siempre que la concentración de fluoruros fuese inferior a 0,7 mg/l y el estado de salud dental de la población no alcanzase los niveles recomendados por la OMS. La fluoración se instauró de forma paulatina, y desde 1995 cerca del 80% de la población de Euskadi recibe agua fluorada en su domicilio. Al principio se fijó una concentración objetivo de 0,9 mg/l, pero recientemente, en noviembre de 2015, se redujo a 0,7 mg/l como resultado del estudio de

revisión sobre la conveniencia de mantener la fluoración llevado a cabo aplicando la metodología de la evaluación del impacto en la salud<sup>9,10</sup>.

Existen muy pocos datos sobre la exposición al flúor en Europa. Se desconocen las cantidades de flúor a las que está expuesta la población de Euskadi y cuál es la contribución de la fluoración de las aguas a la exposición total. El proyecto INMA (Infancia y Medio Ambiente; [www.proyectoinma.org](http://www.proyectoinma.org)) es un estudio multicéntrico de cohortes de base poblacional formado por mujeres embarazadas y sus hijos/as, cuyo objetivo es evaluar el impacto de la exposición a contaminantes ambientales en el crecimiento y el desarrollo fetal e infantil<sup>11</sup>. La cohorte INMA-Gipuzkoa ofrece la oportunidad de obtener datos sobre exposición a flúor y su efecto en la salud. El objetivo de este estudio es estimar la ingesta de flúor en las mujeres embarazadas y en sus hijos/as a los 4 años de edad a través del consumo de agua de la red de abastecimiento público, y comparar estas ingestas con los valores recomendados.

## Métodos

### Población y área de estudio

La población de estudio la integran las mujeres embarazadas y sus hijos/as a los 4 años de edad de la cohorte INMA-Gipuzkoa. En el primer trimestre de embarazo se reclutaron 638 mujeres en el Hospital de Zumarraga coincidiendo con la primera ecografía (reclutamiento en 2006-2008)<sup>11</sup>, y a los 4 años 505 niños/as continuaban en el estudio (seguimiento en 2010-2012). En este trabajo se han incluido 575 mujeres (90%) y 424 niños (84%) que completaron los cuestionarios administrados por un entrevistador entrenado. El cálculo de la ingesta de flúor se ha realizado únicamente en las mujeres y los/las niños/as que consumen agua de red municipal, en total 431 mujeres y 372 niños.

El área de estudio está definida por el área de influencia del Hospital de Zumarraga, que incluye 25 municipios (aproximadamente 89.000 habitantes) del Goierri y del Alto y Medio Urola, en Gipuzkoa. Estos municipios se abastecen de agua procedente de varios embalses, manantiales, pozos y regatas que conforman un total de 25 zonas de abastecimiento. La fluoración del agua se realiza en dos zonas de abastecimiento, las más importantes, que abastecen totalmente o en parte a 13 municipios de INMA. La [figura 1](#) muestra el mapa de fluoración del área de estudio.

### Cuestionarios

Durante el primer y el tercer trimestres del embarazo, coincidiendo con las visitas ecográficas, se cumplimentaron dos cuestionarios generales y de frecuencia alimentaria para recoger información sobre las madres y su entorno: residencia y cambio de la misma, edad, país de origen, nivel educativo, peso e índice de masa corporal (IMC). A partir del tipo de trabajo de la madre se construyó la variable «clase social» según la Clasificación Nacional de Ocupaciones de España (CNO94)<sup>12</sup>, y los cinco niveles se agruparon en dos categorías: clase manual o inferior (IV y V) y clase no manual/experta o superior (I-III). A los 4 años se recogió

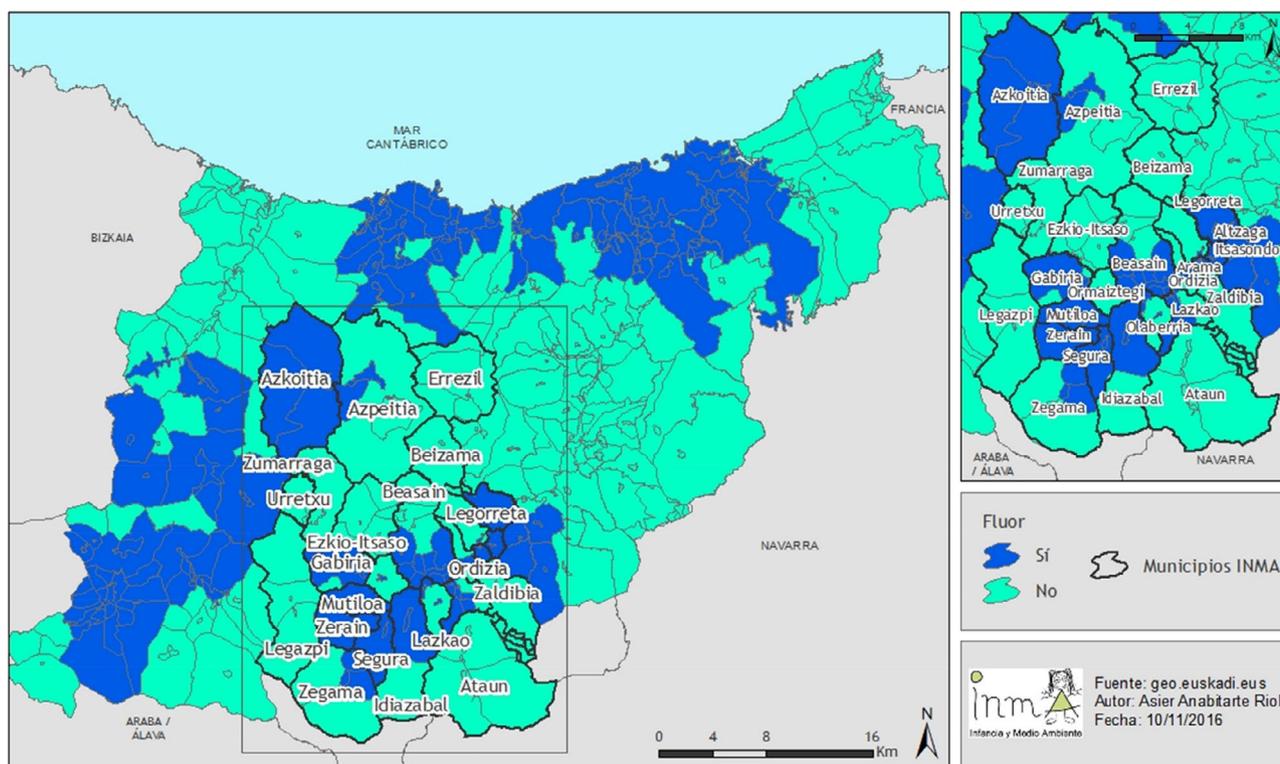


Figura 1. Mapa de fluoración en el área de estudio INMA-Gipuzkoa.

información sobre la medida del peso, la talla y el IMC de los/las niños/as. Para el cálculo de los consumos de agua en mujeres y niños/as se recogieron dos variables: origen (bebe agua directamente de la red municipal, pozo privado y agua embotellada) y cantidad (número de vasos al día). Se consideró que en las mujeres un vaso de agua era equivalente a 250 cc, y en los/las niños/as, a 200 cc.

#### Fluoruros en el agua de consumo

Para el análisis de fluoruros se empleó el método de potenciometría con electrodo selectivo. Los resultados se obtuvieron del sistema de información de las aguas de consumo de la Comunidad Autónoma del País Vasco (EKUIS)<sup>13</sup>. Se calculó la concentración media en cada una de las zonas de abastecimiento a partir de los resultados obtenidos en los análisis realizados en todos los municipios que integran las diferentes zonas durante los dos periodos estudiados: 2006-2008 (embarazo) y 2010-2012 (4 años).

#### Ingestas de flúor

Se calcularon las ingestas de las mujeres y de los/las niños/as que referían consumir agua de la red municipal. En primer lugar se identificaron las zonas de abastecimiento que suministraban a los domicilios teniendo en cuenta los cambios de domicilio en cada uno de los periodos de estudio. Se calculó la ingesta diaria de flúor (mg/día) multiplicando la concentración media de fluoruros en el agua por los litros de agua consumidos al día. Se calculó también la cantidad ingerida de flúor (mg/kg al día) dividiendo la ingesta diaria entre el peso corporal. En el caso de las mujeres, se utilizó el peso del primer trimestre de embarazo.

#### Valores de referencia

Las ingestas calculadas se compararon con los siguientes valores de referencia:

- Ingestas dietéticas de referencia de 3 y 1 mg/día para embarazadas y niños/as de 4-5 años, respectivamente (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética)<sup>3</sup>.
- Ingesta dietética de referencia de 0,05 mg/kg al día para niños/as y adultos/as (European Food Safety Authority [EFSA])<sup>14</sup>.
- Límite mínimo de riesgo de 0,05 mg/kg al día, derivado de una exposición oral crónica a fluoruro basándose en los efectos esqueléticos, manifestados como un aumento de la tasa de fracturas (Agency for Toxic Substances and Disease Registry [ATSDR])<sup>15</sup>.
- Límite superior del consumo tolerable de 0,12 mg/kg al día en personas adultas, basado en el riesgo de fractura ósea, y de 0,1 mg/kg al día en niños/as hasta los 8 años de edad, basado en el riesgo de fluorosis dental (EFSA)<sup>16</sup>.

#### Análisis estadístico

Las diferencias en el consumo de agua de la red municipal de las madres y los/las niños/as según las variables descriptivas se analizaron con la prueba de ji al cuadrado de Pearson. Las diferencias en las ingestas de flúor en mg/día y mg/kg al día de las mujeres y sus hijos/as según residan en zona fluorada o no fluorada se analizaron con la prueba t de Student. El nivel de significación establecido fue del 5%. El análisis descriptivo se realizó mediante el paquete R versión 3.3 para Windows.

#### Resultados

La figura 2 recoge el número de mujeres y niños/as que participaron en el estudio según el consumo de agua de la red municipal

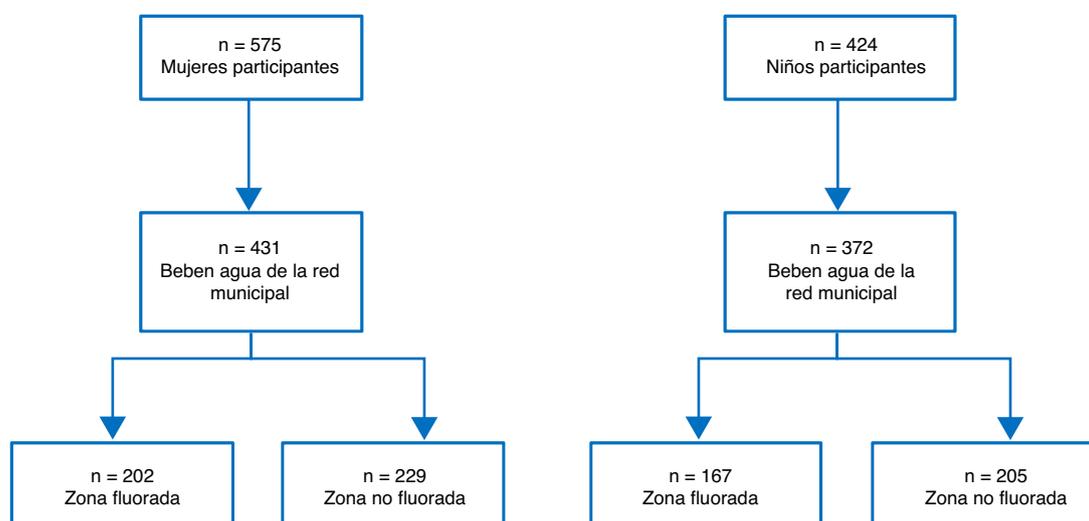


Figura 2. Población a estudio (embarazadas = 575 y niños = 424) en la cohorte INMA Gipuzkoa.

Tabla 1  
Características sociodemográficas de los participantes

Características	Zona no fluorada Media ± DE n (%)	Zona fluorada Media ± DE n (%)
<b>Madres</b>	N = 260	N = 315
<i>Edad (años)</i>	31,6 ± 3,7	31,0 ± 3,3
<30	115 (44,2)	114 (45,7)
30-34	86 (33,1)	124 (39,4)
>34	59 (22,7)	47 (14,9)
<i>Clase social</i>		
No manual	145 (55,8)	191 (60,6)
Manual	115 (44,2)	124 (39,4)
<i>Educación</i>		
Primaria	36 (13,9)	39 (12,4)
Secundaria	95 (36,7)	110 (34,9)
Universitaria	129 (49,4)	166 (52,7)
<i>País de origen</i>		
España	250 (96,2)	301 (95,6)
Otros	10 (3,8)	14 (4,4)
<i>IMC</i>		
<18,5 Bajo peso	18 (6,9)	6 (1,9)
(18,5-25) Saludable	191 (73,5)	249 (79,0)
(>25-30) Sobrepeso	42 (16,2)	42 (13,3)
>30 Obesidad	9 (3,5)	18 (5,7)
<b>Niños/as</b>	N = 183	N = 241
<i>Edad</i>	4,0 ± 0,1	4,1 ± 0,1
<i>Sexo</i>		
Niño	96 (52,5)	112 (46,5)
Niña	87 (47,5)	129 (53,5)
<i>Peso</i>	17,3 ± 2,3	17,4 ± 2,2
<i>IMC</i>	16,3 ± 1,4	16,3 ± 1,4

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal (kg/cm<sup>2</sup>).

y la residencia en zona fluorada o no. La tabla 1 resume las características sociodemográficas de las 575 madres y los/las 424 niños/as participantes. En el embarazo, 315 mujeres (54,8%) residían en zonas fluoradas y 260 (45,2%) en zonas no fluoradas. A los 4 años, 241 niños (56,8%) residen en zonas fluoradas y 183 (43,2%) en zonas no fluoradas.

La tabla 2 describe los consumos de agua de la red municipal según las características sociodemográficas de los/las participantes. El 74,9% de las mujeres y el 87,7% de los/las niños/as referían beber agua del grifo. La edad materna media fue de 31,3 años; el 95,8% eran españolas y más de la mitad tenían estudios

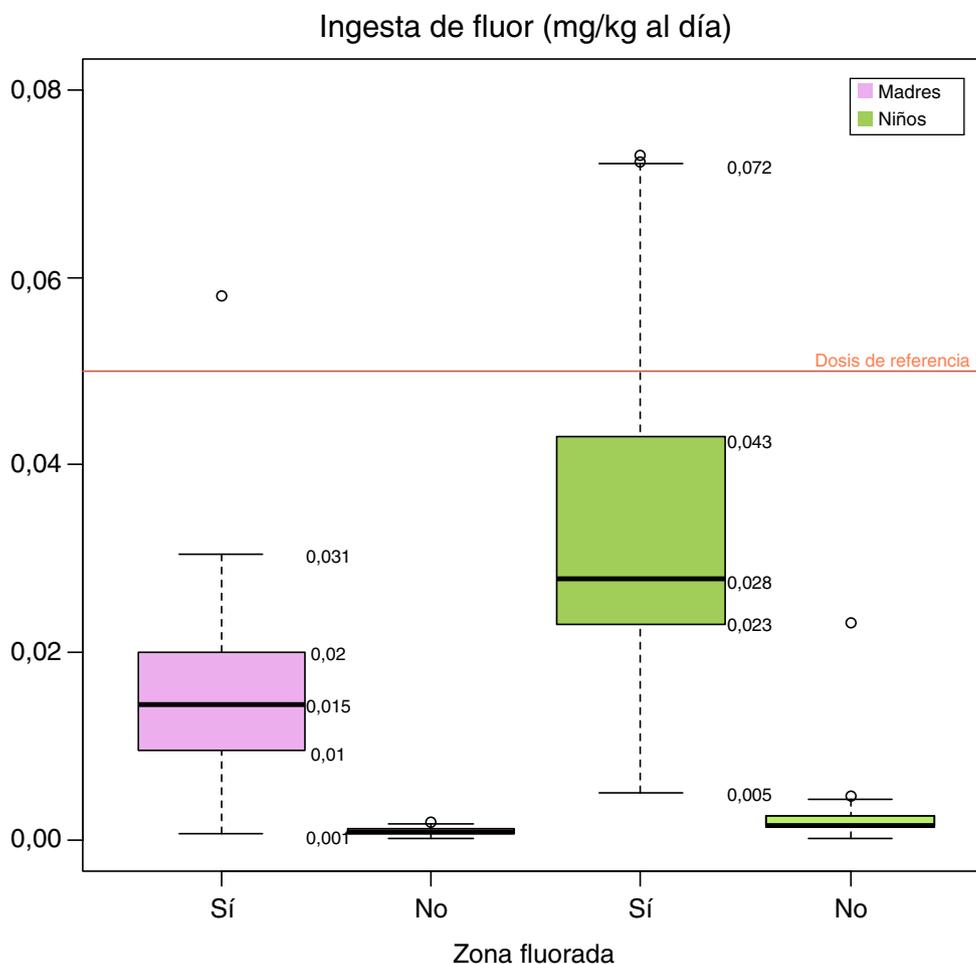
Tabla 2  
Consumo de agua de la red según las características sociodemográficas

Características	Media ± DE n (%)	Consumo agua red municipal (%)	p
<b>Madres</b>	N = 575		
<i>Edad (años)</i>			0,42
<30	259 (45,0)	73,0	
30-34	210 (36,5)	78,1	
>34	106 (18,4)	73,6	
<i>Clase social</i>			1,00
No manual	336 (58,4)	75,0	
Manual	239 (41,6)	74,9	
<i>Educación</i>			0,25
Primaria	75 (13,0)	68,0	
Secundaria	205 (35,7)	74,1	
Universitaria	294 (51,1)	77,2	
<i>País de origen</i>			0,23
España	551 (95,8)	75,5	
Otros	24 (4,2)	62,5	
<i>IMC</i>	61,6 ± 10,6		0,25
<18,5 Bajo peso	24 (4,2)	58,3	
(18,5-25) Saludable	440 (76,5)	75,9	
(>25-30) Sobrepeso	84 (14,6)	76,2	
>30 Obesidad	27 (4,7)	70,4	
<b>Niños/as</b>	N = 424		
<i>Sexo</i>			0,24
Niño	208 (49,1)	89,8	
Niña	216 (50,9)	85,6	

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal (kg/cm<sup>2</sup>).

universitarios. Los/las niños/as presentaban una edad media de 4,1 años en el momento del seguimiento, con un porcentaje similar de niños y niñas. No se observaron diferencias significativas en el consumo de agua de las madres y sus hijos/as según las variables sociodemográficas.

Las concentraciones medias de fluoruros en el agua según la zona (fluorada/no fluorada) y el periodo de estudio se recogen en la tabla 3. En la tabla 4 se detallan las ingestas diarias de agua (l/día) y flúor (mg/día), y la ingesta de flúor (mg/kg al día) de las mujeres y sus hijos/as a través del agua de la red municipal según residan en una zona fluorada o no fluorada. El consumo medio de agua de las mujeres y de sus hijos/as a los 4 años fue 1,21 l/día (rango: 0,25-1,5 l/día) y 0,64 l/día (rango: 0,08-1,30 l/día), respectivamente. No se observaron diferencias en los consumos según si la zona de residencia era fluorada o no fluorada. La ingesta media



**Figura 3.** Ingesta de flúor en mujeres embarazadas y niños/as de 4 años según lugar de residencia en zona fluorada o no fluorada. Se representa mediante una línea roja la dosis de ingesta de referencia (0,05 mg/kg al día).

**Tabla 3**  
Concentraciones de fluoruros en el agua de la red municipal

	N	Fluoruros, mg/l Media ± DE
<i>Reclutamiento (2006-2008)</i>		
Zona fluorada		
Sí	121	0,805 ± 0,194
No	207	0,051 ± 0,002
<i>Seguimiento 4 años (2010-2012)</i>		
Zona fluorada		
Sí	150	0,843 ± 0,080
No	216	0,065 ± 0,106

DE: desviación estándar.

de flúor en las mujeres que reciben agua fluorada es de 0,015 mg/kg al día. El valor del percentil 95 (P95: 0,026 mg/kg al día) es 13 veces superior a la ingesta de las mujeres que beben agua no fluorada (P95 no fluorada: 0,002 mg/kg al día). En los/las niños/as, la ingesta media de los/las que beben agua fluorada es de 0,033 mg/kg al día. El P95 (0,059 mg/kg al día) es casi 20 veces superior a la ingesta de los/las niños/niñas que toman agua no fluorada (P95 no fluorada: 0,003 mg/kg al día). La **figura 3** muestra las ingestas medias de las mujeres y sus hijos/as que refieren beber agua de la red municipal, según residan en una zona fluorada o no fluorada, con respecto a la ingesta dietética de referencia de 0,05 mg/kg al día<sup>14</sup>. Teniendo en cuenta solo el flúor aportado por el agua, el 8,71% de la población infantil que reside en zonas fluoradas supera la ingesta de flúor recomendada.

## Discusión

Entre los argumentos más destacados a favor de la fluoración del agua de consumo público para el control de la caries dental se encuentran la buena cobertura y la equidad de la medida. En nuestro estudio, el 74,9% de las mujeres y el 87,7% de los/las niños/as consumen agua del grifo. Además, no hemos encontrado diferencias en los consumos de agua según la clase social ni el nivel de estudios, lo que demuestra que esta medida afecta por igual a los diferentes niveles socioeconómicos. Estos resultados respaldan los argumentos de dicha intervención en nuestra comunidad.

En 1988, el Departamento de Salud del Gobierno Vasco impulsó la fluoración del agua de consumo estableciendo un rango de concentración de fluoruro en el agua de 0,7 a 1,2 mg/l<sup>8</sup>. Las concentraciones medias obtenidas en las zonas fluoradas cumplen los límites establecidos en ambos periodos (0,805 y 0,843 mg/l). En las zonas no fluoradas, las concentraciones son bajas (0,051 y 0,065 mg/l) e inferiores a la concentración media en las aguas de consumo público españolas (0,25 mg/l)<sup>17</sup>.

Las ingestas calculadas en las embarazadas y los/las niños/as a través del agua de bebida fluorada (0,97 y 0,57 mg/día) son 3 y 1,7 veces inferiores a las ingestas dietéticas de referencia para la población española (3 y 1 mg/día para embarazadas y niños/as), pero en ambos casos 16 veces superiores a las ingestas de las mujeres y los/las niños/as que beben agua no fluorada. Las ingestas medias según el peso corporal estimadas para embarazadas y niños/as en zonas fluoradas (0,015 y 0,033 mg/kg al día) son 3,3 y 1,5 veces

**Tabla 4**  
Ingestas de agua y flúor por parte de los/las participantes

	Ingesta de agua, l/día Media ± DE	p	Ingesta de flúor, mg/día Media ± DE	p	Ingesta de flúor, mg/kg al día Media ± DE	p
<i>Madres</i>						
Fluoración		0,491		<0,001		<0,001
Sí	1,132 ± 0,374		0,970 ± 0,396		0,015 ± 0,007	
No	1,156 ± 0,347		0,059 ± 0,018		0,001 ± 0,000	
<i>Niños/as</i>						
Fluoración		0,342		<0,001		<0,001
Sí	0,665 ± 0,293		0,569 ± 0,245		0,033 ± 0,015	
No	0,634 ± 0,309		0,035 ± 0,036		0,002 ± 0,002	

DE: desviación estándar.

inferiores a los 0,05 mg/kg al día recomendados por la EFSA y la ATSDR<sup>14,15</sup>.

Sin embargo, en las zonas fluoradas, si se consideran el percentil 95 y el valor máximo, en las embarazadas (0,026 y 0,058 mg/kg al día) y en la población infantil (0,059 y 0,073 mg/kg al día), tanto el valor máximo en las mujeres y los/las niños/as como el percentil 95 en los/las niños/as superan el valor recomendado. Estos valores se concentran en todo caso por debajo del límite superior del consumo tolerable indicado por la EFSA en personas adultas (0,12 mg/kg al día) y en población infantil (0,1 mg/kg al día)<sup>16</sup>.

Se ha estimado solo el aporte de flúor a través del agua de bebida procedente de la red de abastecimiento público. Los datos sobre exposición a flúor en Europa y España son muy escasos. Un estudio realizado en Valencia evaluó la adecuación de las ingestas de 710 escolares (6-9 años de edad) a las recomendaciones dietéticas, y encontró que la ingesta de fluoruro a través de los alimentos y bebidas era de 0,287 mg/día<sup>18</sup>. El Comité Científico sobre Salud y Riesgos Ambientales de la Comisión Europea estimó que las ingestas de flúor a través de fuentes distintas a las del agua de consumo, como son los alimentos, los suplementos dietéticos y los dentífricos, se encontraban entre 0,695 y 0,845 mg/día en las personas adultas (>15 años) y entre 0,567 y 0,767 mg/día en los/las niños/as (1 a 11 años)<sup>19</sup>. El escenario de mayor consumo propuesto por este comité muestra que el aporte de otras fuentes puede ser similar al aporte por el consumo de agua fluorada, lo que duplicaría la ingesta total de flúor. Considerando este supuesto, en las zonas fluoradas de nuestro estudio, aunque el uso de suplementos es improbable, la ingesta media total a través de alimentos, pastas dentales y agua fluorada, si bien se situaría dentro de los valores recomendados en las mujeres, podría haberse superado en los/las niños/as.

Este estudio presenta varias limitaciones. Por una parte, en noviembre de 2015 se rebajó en Euskadi el valor objetivo de fluoruros a 0,7 mg/l, siguiendo la recomendación de la EPA, por lo que las ingestas calculadas se refieren al periodo de estudio y no pueden extrapolarse a las actuales, que serán más bajas. Por otra parte, las ingestas se han calculado teniendo en cuenta la concentración de fluoruros en el agua de los domicilios, y no se han considerado las características del agua consumida en el lugar de trabajo o en la escuela. Es de esperar que esta limitación haya afectado en mayor medida al cálculo de las ingestas de las mujeres, debido a que tienen mayor movilidad geográfica por motivos laborales. Por último, la muestra de población puede no ser representativa de la población general, ya que se trata de mujeres gestantes y en una alta proporción universitarias, lo que podría influir en los hábitos de consumo.

Las estimaciones medias de las ingestas obtenidas en este trabajo indican que el consumo de agua fluorada contribuye eficazmente a alcanzar la cantidad de flúor recomendada para una buena salud bucodental. No obstante, el margen de seguridad es más amplio en las personas adultas que en los/las niños/as,

en quienes un alto consumo de agua fluorada, unido a un bajo peso, puede dar lugar a que se superen los valores recomendados. Merece una mención especial el hecho de que en la cohorte INMA la prevalencia de lactancia materna exclusiva fue del 84,8% al alta hospitalaria, el 53,7% a los 4 meses y el 15,4% a los 6 meses<sup>20</sup>. De las mujeres que residían en zonas fluoradas, el 18,6% utilizaban agua del grifo para preparar los biberones (datos no mostrados). En estos casos, los/las lactantes estarían expuestos a una cantidad de flúor superior a la recomendada, siendo un grupo de población para el que no se ha establecido ningún límite tolerable. Si bien los resultados del estudio epidemiológico de salud bucodental en Euskadi del año 2008 mostraban que la fluoración del agua no estaba originando un problema de fluorosis dental en la infancia<sup>21</sup>, es necesario seguir evaluando la seguridad de la medida en cuanto a otros posibles efectos sobre la salud.

Existe una gran controversia internacional en relación a la fluoración de las aguas de consumo público. Esto ha llevado a varios países a dejar de fluorar el agua potable<sup>22</sup>. Además de en Euskadi, en España existen leyes específicas sobre fluoración en Murcia y Extremadura. En Andalucía y Galicia se derogaron los decretos de fluoración en los años 2009 y 2012<sup>10</sup>. Los datos obtenidos nos llevan a plantear la necesidad de estudiar las concentraciones de flúor en la orina de las madres embarazadas y de sus hijos/as, y analizar en el marco del estudio INMA la posible asociación entre la exposición y los efectos en el desarrollo neuropsicológico de los/las niños/as. Todo ello aportará evidencias que pueden ayudar en un futuro a la decisión de mantener o suspender las políticas de fluoración de las aguas de consumo público.

#### ¿Qué se sabe sobre el tema?

La fluoración de las aguas de consumo se incluye entre los 10 grandes avances de la salud pública en el siglo xx. A pesar de haber llevado a una disminución en la prevalencia y la gravedad de las caries en todos los países donde se ha instaurado, hoy representa una de las más controvertidas intervenciones en salud pública. En los últimos años se ha cuestionado la eficacia de los programas de fluoración en poblaciones con una baja prevalencia de caries dental por diversos motivos. Diferentes estudios indican que, en los países desarrollados, el aporte de flúor a través de varias fuentes puede conducir a dosis por encima de las recomendadas incluso con concentraciones bajas en el agua. La información sobre la exposición al flúor en la población es escasa. Se desconocen las cantidades de flúor a las que está expuesta la población en Euskadi, donde desde el año 1988 existe la obligatoriedad de fluorar las aguas de consumo.

### ¿Qué añade el estudio realizado a la literatura?

Este estudio estima la ingesta de flúor a través del consumo de agua fluorada en mujeres embarazadas y en niños/as de 4 años de edad en Euskadi. La información sobre la exposición al flúor en estos grupos de población resulta especialmente importante teniendo en cuenta que el flúor puede atravesar la barrera placentaria. Los resultados obtenidos plantean la reflexión y la discusión sobre la seguridad de la exposición al flúor en la población, en especial en los/las lactantes y los/las niños/as de corta edad, debido a la evidencia que muestra que ingestas excesivas de flúor se asocian con efectos adversos en la salud. Por otro lado, este trabajo representa el punto de partida para futuras investigaciones que estudiarán los efectos de la exposición a flúor en el neurodesarrollo infantil.

### Editora responsable del artículo

Cristina Linares Gil.

### Declaración de transparencia

La autora principal (garante responsable del manuscrito) afirma que este manuscrito es un reporte honesto, preciso y transparente del estudio que se remite a GACETA SANITARIA, que no se han omitido aspectos importantes del estudio, y que las discrepancias del estudio según lo previsto (y, si son relevantes, registradas) se han explicado.

### Contribuciones de autoría

A. Jiménez-Zabala, L. Santa-Marina y J. Ibarluzea: concepción y diseño del estudio. A. Jiménez, L. Santa-Marina y M. Otazua: revisión de la literatura científica, diseño de la estructura del artículo y redacción de todos los apartados del artículo. M. Ayerdi y M. Gallastegi: revisión de la literatura científica, recogida y depuración de los datos, y revisión crítica de los borradores. E. Ulibarrena: análisis de muestras de agua, revisión y depuración de resultados analíticos, y revisión crítica de los borradores. A. Molinuevo: diseño de la estructura del artículo, análisis estadístico y revisión crítica de los borradores. A. Galarza y A. Anabitarte: modelización y cartografía de los abastecimientos de agua, recogida y depuración de datos espaciales, y revisión crítica de los borradores. J. Ibarluzea: dirección metodológica, revisión crítica de los borradores y autor del proyecto en que se enmarca la investigación. Todos/as los/las autores/as han aprobado la versión final del artículo.

### Agradecimientos

Agradecemos a las familias INMA su desinteresada participación en todas las fases de seguimiento, sin cuya colaboración no sería posible el desarrollo de este proyecto.

### Financiación

Este estudio forma parte del proyecto INMA (Infancia y MedioAmbiente). Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Sanidad y Consumo (FIS-FEDER; Expedientes PI060867

y PS09/00090), por la Diputación Foral de Gipuzkoa (Expediente DFG15/009) y por el Departamento de Salud del Gobierno Vasco.

### Conflictos de intereses

Ninguno.

### Bibliografía

- Environmental Protection Agency (US). Fluoride: exposure and relative source contribution analysis. Health and ecological criteria division office of water; 2010. Informe técnico N.º: 820-R-10-015.
- García-Camba de la Muela JM, García-Hoyos F, Varela M, et al. Absorción sistémica de flúor en niños de secundaria al cepillado con dentífrico fluorado. *Rev Esp Salud Publica*. 2009;83:415–25.
- Ingestas dietéticas de referencia (IDR) para la población española, 2010. *Actividad Dietética*. 2010;14:196–7.
- Environmental Protection Agency (US). Fluoride: dose-response analysis for non-cancer effects. Health and ecological criteria division office of water; 2010. Informe técnico N.º: 820-R-10-019.
- Arnold FA Jr, Likins RC, Russell AL, et al. Fifteenth year of the Grand Rapids Fluoridation Study. *J Am Dent Assoc*. 1962;65:780–5.
- Department of Health, Education, and Welfare (US). Public Health Service drinking water standards, revised 1962. Washington, DC: US Public Health Service, Department of Health, Education, and Welfare, 1962; PHS Publication N.º: 956.
- Department of Health and Human Services (US). Federal Panel on Community Water Fluoridation. Public Health Service recommendation for fluoride concentration in drinking water for the prevention of dental caries. *Public Health Reports*. 2015;130:318–31.
- Decreto 49/1988, de 1 de marzo, sobre fluoración de aguas potables de consumo público. BOPV n.º 53.(16 de marzo de 1988).
- Onaindia C, Alonso E, García R. Aplicación de la metodología de evaluación de impacto en salud. Experiencia en el análisis de la fluoración del agua de consumo en la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Revista de Salud Ambiental*. 2015;15:21–9.
- Gobierno Vasco. Departamento de Salud. Fluoración del agua de consumo en la CAPV. Informe final EIS. (Consultado el 15/9/2016.) Disponible en: <http://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/sanidad.ambiental/es.1249/adjuntos/agua%20-%20documentos%20tecnicos/fluoracion.es.pdf>
- Ribas-Fitó N, Ramón R, Ballester F, et al. Child health and the environment: the INMA Spanish Study. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 2006;20:403–10.
- Domingo-Salvany A, Regidor E, Alonso J, et al. Una propuesta de medida de la clase social. Grupo de Trabajo de la Sociedad Española de Epidemiología y de la Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria. *Atención Primaria*. 2000;25:350–63.
- Gobierno Vasco. Departamento de Salud. Sistema de Información de Aguas de Consumo de la CAPV. (Consultado el 19/7/2016.) Disponible en: <http://www.osakidetza.euskadi.net/r85-cksalu10/es/j15aWar/j15aindex.jsp>
- European Food Safety Authority. Scientific opinion on dietary reference values for fluoride. *EFSA Journal*. 2013;11:3332.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for fluorides, hydrogen fluoride, and fluorine. U.S. Department of Health and Human Services; 2003.
- European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the tolerable upper intake level of fluoride. *EFSA Journal*. 2005;192:1–65.
- Vitoria I, Maraver F, Almerich-Silla JM. Flúor en aguas de consumo público españolas y prevención de la caries dental. *Gac Sanit*. 2014;28:253–9.
- Morales-Suárez-Varela M, Rubio-López N, Ruso C, et al. Anthropometric status and nutritional intake in children (6–9 years) in Valencia (Spain): the ANIVA study. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12:16082–95.
- European Commission. Scientific Committee on Health and Environmental Risks. Critical review of any new evidence on the hazard profile, health effects, and human exposure to fluoride and the fluoridating agents of drinking water, 2010.
- Oribe M, Lertxundi A, Basterrechea M, et al. Prevalencia y factores asociados con la duración de la lactancia materna exclusiva durante los 6 primeros meses en la cohorte INMA de Guipúzcoa. *Gac Sanit*. 2014;29:4–9.
- Gobierno Vasco. Departamento de Sanidad y Consumo. Tercer estudio epidemiológico de Salud Bucodental de la CAPV; 2008.
- McLaren L, Singhal S. Does cessation of community water fluoridation lead to an increase in tooth decay? A systematic review of published studies. *J Epidemiol Community Health*. 2016;70:934–40.