

# Calcio en el agua de bebida en la infancia: ¿molesto o necesario?

I. Vitoria Miñana

Pediatra. Hospital «Lluís Alcany». Xàtiva. Valencia. Departamento de Salud Pública. Universidad de Valencia

**Nutrición  
infantil**

## Resumen

Las aguas duras se someten a menudo a procesos de intercambio iónico o de ósmosis inversa para eliminar el calcio. Estos procesos generan aguas poco recomendables para la infancia (exceso de sodio o déficit de flúor). En los enfermos con nefrolitiasis cálcica lo más importante es aumentar la ingestión de agua, siendo la mejor el agua bicarbonatada y pobre en calcio. El calcio del agua tiene una biodisponibilidad semejante a la de la leche y además logra una frenación mayor de la resorción ósea si se toma a lo largo del día. Por ello, en los niños y personas sin nefrolitiasis, el agua con concentración de calcio entre 100 y 200 mg/L puede suponer una fuente importante de aporte dietético de calcio, ya que supone entre el 16 y el 60% de los aportes adecuados recomendados diarios de calcio.

Palabras clave: Agua, calcio, agua mineral, dureza, nefrolitiasis

## Summary

Ionic change and reverse osmosis are the two most usual methods to treat water hardness. These processes produce a non-recommendable kind of water for children (sodium excess or fluoride deficit). In order to prevent recurrent calcium nephrolithiasis it is very important to raise fluid intake and to drink bicarbonate-rich and soft mineral water. Calcium bioavailability from water is similar to that from milk and induces a suppressive effect of bone resorption if child drinks calcium-rich water several times a day. Therefore, in the case of children and people without nephrolithiasis, water with calcium concentrations between 100 and 200 mg/L may be an important dietary source of calcium, because it contributes about 16-60 % of the recommended daily adequate intake.

Key words: Water, calcium, mineral water, hardness, nephrolithiasis

(*Acta Pediatr Esp* 2002; 60: 99-109)

## Introducción

Cuando se revisan las recomendaciones sobre el tipo de agua de consumo público en la infancia se acostumbra a restarle importancia al calcio<sup>1</sup>. Los dos motivos fundamentales son los inconvenientes de las incrustaciones en los sistemas de conducción de las aguas duras, así como la posible asociación entre aguas duras y nefrolitiasis. Sin embargo, el calcio del agua es un componente nutricional que no parece que deba ser despreciado y más ante la tendencia de nuestra sociedad de consumir bebidas refrescantes ricas en fosfatos desde la infancia, con lo que se produce una menor absorción de calcio<sup>2</sup>.

Los objetivos de la presente revisión son:

- Analizar el concepto de dureza del agua y sus componentes. Tras comentar las repercusiones en el sabor y en las conducciones domésticas, revisamos las repercusiones del ablandamiento del agua.

- Revisar las repercusiones que sobre la salud presentan las aguas duras, con especial referencia a las nefrolitiasis y a las enfermedades cardiovasculares.

- Comparar las recomendaciones de las ingestas dietéticas de calcio en la infancia con los aportes del agua consumida.

## Dureza del agua

### Componentes

La dureza del agua se debe a los cationes metálicos divalentes ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Sr}^{++}$ ,  $\text{Fe}^{++}$ ,  $\text{Mn}^{++}$  y  $\text{Ba}^{++}$ ), que se combinan con aniones como sulfato ( $\text{SO}_4^{-}$ ), cloruro ( $\text{Cl}^{-}$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^{-}$ ), silicato ( $\text{SiO}_3^{-}$ ) y bicarbonato ( $\text{HCO}_3^{-}$ ). De los distintos cationes, el calcio y el magnesio son los más abundantes, y su suma, determina el concepto clásico de dureza, que se suele expresar<sup>3</sup> como mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .

Tabla 1

Tipos de aguas según el grado de dureza

| Ca (mg/L) | CaCO <sub>3</sub> (mg/L) | Grado de dureza |
|-----------|--------------------------|-----------------|
| <40       | <100                     | Muy blanda      |
| 40-60     | 100-150                  | Blanda          |
| 60-120    | 150-300                  | Intermedia      |
| 120-200   | 300-500                  | Dura            |
| >200      | >500                     | Muy dura        |

### Origen

La dureza del agua es muy variable, como reflejo de la naturaleza de la geología del área donde asienta el acuífero. Las aguas duras se asocian con cuencas de captación de rocas sedimentarias, de las que las más comunes son piedra caliza y creta, mientras las aguas blandas suelen haber estado en contacto con rocas impermeables como el granito. Asimismo, en general, las aguas superficiales suelen ser más blandas que las subterráneas<sup>4</sup>.

Una de las clasificaciones<sup>5</sup> más empleadas para expresar la dureza de las aguas es la que se observa en la tabla 1. También podemos encontrar datos sobre dureza del agua expresados en grados hidrotimétricos franceses (1 ° F equivale a 10 mg/L de carbonato cálcico).

La concentración de calcio del agua puede calcularse a partir de la dureza del siguiente modo:

mg/L de CaCO<sub>3</sub> = mg/L Ca<sup>++</sup> × Peso equivalente CaCO<sub>3</sub> / Peso equivalente Ca<sup>++</sup>

Por tanto, mg/L de CaCO<sub>3</sub> = mg/L Ca<sup>++</sup> × 2,495.

Así pues, 150 mg/L de CaCO<sub>3</sub> equivalen a 60 mg/L de Ca<sup>++</sup>

### Propiedades organolépticas de las aguas duras

El umbral del sabor para el calcio tiene un amplio rango entre 30 y 120 mg/L de Ca<sup>++</sup> dependiendo del anión asociado, aunque también son aceptables para los consumidores concentraciones mayores; sin embargo, niveles mayores de 210 mg/L de Ca<sup>++</sup> pueden producir un sabor desagradable<sup>6</sup>.

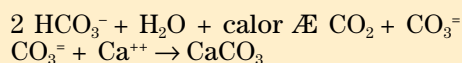
### Problemas domésticos del agua dura

La dureza del agua se manifiesta a nivel doméstico porque:

- Precipita los jabones, impidiendo la formación de espuma.
- Dificulta la cocción de legumbres al formar sales insolubles (pectatos).
- Produce incrustaciones en las conducciones<sup>5</sup>.

Inicialmente, la dureza del agua se medía en función de su capacidad para destruir una capa de espuma de jabón (como ocurría con los primeros detergentes comercializados). Con una dureza >150-200 mg/L de

CaCO<sub>3</sub> (equivalen a 60-80 mg/L de Ca<sup>++</sup>) comienzan las incrustaciones en el sistema de conducción. El fundamento químico reside en la formación de gruesas escamas de carbonato cálcico secundarias a la liberación de ión carbonato tras el calentamiento del bicarbonato del agua:



Este CaCO<sub>3</sub> se deposita sobre la superficie de tuberías y calderas. Si el grado de dureza está en torno a 150 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, se formará una película protectora de CaCO<sub>3</sub> sobre la superficie interior de las cañerías, con lo que se evita una corrosión mayor. Si es >200-300 mg/L de CaCO<sub>3</sub> (90-120 mg/L de Ca<sup>++</sup>) y dependiendo de la interacción con otros factores como el pH y la alcalinidad, las incrustaciones se depositarán en las conducciones del agua y se formarán depósitos de escamas de CaCO<sub>3</sub> en los recipientes donde se caliente el agua dura. Sin embargo, las aguas blandas, con una dureza <100 mg/L de CaCO<sub>3</sub> (40 mg/L de Ca<sup>++</sup>), pueden tener una capacidad amortiguadora menor y ser, por tanto, más corrosivas para las tuberías de conducción, con la consiguiente liberación de iones como cobre, cadmio, plomo o cinc al agua de bebida<sup>7</sup>. El grado de corrosión y solubilización de metales también depende del pH, la alcalinidad y la concentración de oxígeno disuelto.

Se han desarrollado varios índices para caracterizar el potencial de corrosión de un agua determinada. La mayoría de ellos asume que el agua con tendencia a depositar escamas de CaCO<sub>3</sub> en las superficies metálicas será menos corrosiva. En este sentido, el índice Langelier es la diferencia entre el pH actual de un agua y su «pH de saturación», que es el pH en el cual el agua de una misma alcalinidad y dureza está en equilibrio con CaCO<sub>3</sub> sólido<sup>8</sup>. Además de la dureza y la alcalinidad, para el cálculo del pH de saturación se tienen en cuenta la concentración de sólidos totales disueltos, así como la temperatura. Así, las aguas con un pH menor que el de su pH de saturación, estarán menos saturadas respecto al CaCO<sub>3</sub> y serán consideradas más agresivas. De manera ideal, el agua distribuida de consumo público debería tener un índice Langelier ligeramente positivo para evitar ser corrosiva.

**Tabla 2**

**Concentración mínima exigida para las aguas potables de consumo público que hayan sido sometidas a un tratamiento de ablandamiento**

| Parámetros                         | Expresión de los resultados | Concentración mínima exigida (aguas ablandadas) | Observaciones                   |
|------------------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------|
| Dureza total                       | mg/L de Ca                  | 60  | Calcio o cationes equivalentes  |
| Concentración en ión H Alcalinidad | pH                          | –   | El agua no debería ser agresiva |
| Oxígeno disuelto                   | mg/L de HCO <sub>3</sub>    | 30  |                                 |
|                                    | –                           | –   |                                 |

### Ablandamiento de las aguas de consumo<sup>9-11</sup>

A pesar de la ventaja de usar aguas domésticas ligeramente duras (menor corrosión y menor liberación de iones de metales pesados), hay un interés en ablandar el agua para evitar las molestas incrustaciones en la grifería. Hay dos tipos fundamentales de ablandamiento del agua: el empleo de resinas de intercambio iónico y la osmosis inversa.

Los sistemas de intercambio iónico utilizan una resina en la cual ciertos iones son adsorbidos y reemplazados por otros. Las resinas más empleadas son las ceolitas naturales, que son silicatos de aluminio y sodio. La reacción usual es la del intercambio de los iones calcio y magnesio por iones sodio, lo que reduce la dureza. El intercambio de iones continúa mientras haya en la resina suficientes iones para reemplazarse. La resina se regenera con la inyección de una solución concentrada de agua salada. La mayoría de los ablandadores de agua domésticos funcionan con este principio. Los dos inconvenientes que puede plantear su uso en la infancia son:

- Las aguas ablandadas pueden tener excesivas concentraciones de sodio, por lo que no deberán utilizarse para la reconstitución de la fórmula infantil.

- Si se emplean filtros en vez de resinas, éstos pueden servir de verdadero medio de cultivo bacteriano si no se reciclan con asiduidad.

La osmosis inversa se basa en el uso de una membrana semipermeable. El agua se fuerza a pasar a través de la membrana bajo presión mientras los materiales disueltos se quedan atrás. Esto asegura que haya un gradiente constante de concentración con el líquido que pasa a través de la membrana desde el lado concentrado. Esto significa que hay una producción de agua residual en la cual todos los iones estarán concentrados y de los que deberemos desprendernos. Por este método se eliminan el calcio y el magnesio en un 94-98%, el sodio en un 87-93% y los nitratos en un 60-75%. Pero también se eliminan los iones cloruro y fluoruro (87-93%), así como algunos metales como hierro y manganeso.

Es importante, sin embargo, que las aguas no sean excesivamente ablandadas o descalcificadas, para evitar la corrosión sobre las conducciones con la consiguiente liberación de los metales de los materiales de la conducción. En este sentido, el Reglamento Técnico Sanitario (RTS) sobre la calidad de las aguas potables de consumo público especifica que las aguas que hayan sido sometidas a un tratamiento de ablandamiento deben tener unos valores mínimos de calcio y alcalinidad (tabla 2)<sup>12</sup>.

## Dureza del agua y salud

### Dureza del agua y enfermedades cardiovasculares

En la mayoría de los estudios de mayor duración se ha encontrado una relación inversa entre la dureza del agua de bebida y las enfermedades cardiovasculares<sup>13,14</sup>. No obstante, en otros trabajos esta asociación no se ha evidenciado<sup>15</sup>.

El grado en que determinadas variables se comportarían como factores de confusión, como las climáticas, las socioeconómicas o los mismos clásicos factores mayores de riesgo, ha inducido a realizar nuevos trabajos. En este sentido, en el de Pocock y cols.<sup>16</sup> se siguió encontrando la relación inversa entre dureza del agua y enfermedades cardiovasculares tras controlar factores climáticos y socioeconómicos. Por su parte, Nerbrand y cols.<sup>17</sup> también hallaron esa misma relación tras controlar factores de riesgo como hipertensión, hábitos de consumo de tabaco e hiperlipidemia.

A pesar de existir la asociación, no hay, según la OMS, suficientes criterios para afirmar que ésta sea causal<sup>7</sup>.

Otros estudios de tipo ecológico han tratado también de encontrar un efecto protector de la dureza del agua frente a determinados tipos de cáncer<sup>18,19</sup>.

### Dureza del agua y litiasis urinaria

Podría pensarse que la ingestión de aguas ricas en calcio debería asociarse con una mayor incidencia de litiasis en el sistema excretor. De hecho, en algún estudio ecológico se ha establecido esta asociación<sup>20</sup>, sin

embargo, trabajos posteriores no han conseguido demostrarla<sup>21, 22</sup>.

Al igual que en el adulto, los cálculos que contienen Ca más frecuentemente identificados en niños son los de oxalato y fosfato, seguidos de los cálculos de estruvita y carbonato de apatita, en los que se implican factores infecciosos<sup>23</sup>.

La tendencia de la orina a formar cálculos de oxalato cálcico, por ejemplo, depende de la actividad iónica de los iones Ca y  $C_2O_4^-$  (oxalato). La actividad iónica es la concentración de cada ión disponible para combinarse con uno de carga opuesta y, por tanto, iniciar un proceso de formación de cristales (nucleación).

El producto de las concentraciones de ión libre se llama producto de actividad, y depende de: la concentración de iones en la orina, su pH, la presencia de otros iones inorgánicos y moléculas orgánicas (glucosaminoglucanos), y el volumen de orina (diuresis).

Cuando aumenta la concentración iónica de ambos iones por encima de un determinado valor denominado producto de solubilidad, se produce una sobresaturación. La proporción entre producto de actividad y de solubilidad se define como proporción de producto de actividad (PPA). Cuando su valor es  $>1,0$  empiezan a formarse los cristales.

Algunos factores que influyen fundamentalmente en este proceso son el pH (aumenta o disminuye la solubilidad de productos susceptibles de formar cálculos), la diuresis y la presencia de inhibidores de cristalización, como los iones pirofosfato o los citrato, que inhiben la nucleación espontánea de los cristales de calcio.

Así pues, la tendencia a formar cálculos idiopáticos cálcicos en el sistema excretor urinario no depende sólo de la concentración urinaria de calcio, sino también del pH, la oxaluria y la citrituria, entre otros.

La primera pregunta relativa a la bebida de distintos tipos de agua es: ¿las aguas ricas en calcio producen una hipercalcemia? Como era de esperar, la respuesta es afirmativa<sup>24</sup>, aunque en algunos trabajos<sup>24,25</sup> además se asocia a una menor oxaluria, lo que es una ventaja adicional, ya que evitaría la precipitación de cristales de oxalato cálcico.

Para comprobar la influencia del Ca del agua mineral en las condiciones de cristalización en enfermos recurrentes de urolitiasis, Ackerman y cols.<sup>25</sup> sometieron a 19 pacientes a una dieta constante suplementada con agua mineral rica (386 mg/L) o pobre (10 mg/L) en calcio. La ingestión de agua rica aumentó la calciuria y disminuyó la oxaluria. Cuando estas personas eran sometidas a una dieta de 900 mg diarios de oxalatos alimentarios (en forma de ruibarbo o espinacas), la bebida simultánea de aguas duras lograba una relativa menor oxaluria, así como un PPA calcio-oxalato menor. La posible explicación sería la formación de oxalato cálcico en el intestino, con lo que no

se eliminarían por la orina<sup>26</sup>. Por otro lado, la ingestión de 2,4 litros diarios de agua rica y pobre en calcio se asoció con una menor saturación de calcio y fosfato, lo que demostraba el papel de la diuresis.

Un paso más en este sentido es el que aportan Bellizzi y cols.<sup>27</sup>, quienes compararon la ingestión de aguas conteniendo 255 y 22 mg/L de calcio (2 litros diarios) en 18 pacientes con nefrolitiasis idiopática. Las aguas duras aumentaron un 50% la calciuria y no modificaron la oxaluria; sin embargo, multiplicaron por tres el índice calcio-citrato. Según los autores, habría que evitar las aguas ricas en calcio en los enfermos con nefrolitiasis idiopática. Por su parte, Coen y cols.<sup>28</sup> también encuentran un mayor producto de actividad calcio-fosfato, lo que supondría un mayor riesgo de precipitación cuando se comparan ingestiones de aguas con 370 mg/L de calcio frente a aguas con menos de 20 mg/L de Ca. La discordancia entre los tres estudios anteriores respecto a la oxaluria probablemente reside en la elevada ingestión de agua del primer trabajo.

Por último, las aguas con unas concentraciones de calcio superiores a 500 mg/L no parecen adecuadas de ningún modo en la infancia. Así, se ha publicado un caso de un cálculo coraliforme en un lactante de 8 meses que precisó una pielolitotomía. Este niño tomaba 1.650-1.750 mg/día de calcio desde los 2 a los 5 meses y 1.300 mg/día hasta los 7 meses. El agua que empleaba tenía una concentración de 550 mg/L de calcio<sup>29</sup>. Sin embargo, este lactante además tomaba 1.480 UI de vitamina D (la dosis recomendada en Francia es de 1.000 UI/día), lo que probablemente también favoreció la litiasis.

Así pues, podríamos resumir:

- La ingestión de aguas ricas en calcio aumenta la calciuria, pero no es una condición suficiente para la precipitación de cristales.

- Para prevenir la recurrencia de nefrolitiasis debe aumentarse la diuresis, por lo que se deberá incrementar el aporte acuoso.

- El riesgo de formación de cristales de oxalato cálcico en los casos de ingestión elevada de oxalatos puede ser contrarrestado por la bebida simultánea de aguas duras.

- Los estudios realizados en enfermos con nefrolitiasis idiopática en los que se concluye que deben beberse aguas con poco calcio, emplearon como aguas duras concentraciones de 255-386 mg/L de Ca.

Como idea complementaria del calcio en la prevención de las recurrencias de nefrolitiasis idiopática, parece útil señalar que el empleo de aguas ricas en bicarbonato (1.715 mg/L)<sup>30</sup> sería beneficioso en adultos por lograr un aumento del pH, una menor excreción de ácido oxálico y una mayor excreción de citrato en orina.

#### **Biodisponibilidad del calcio del agua**

Couzy y cols.<sup>31</sup> comprobaron la biodisponibilidad del Ca aportado a partir de las aguas

## Tabla 3

Contenido en calcio en el agua de consumo de 333 poblaciones españolas<sup>41</sup>

| Contenido (mg/L) | Poblaciones    |                    | Habitantes     |                    |
|------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
|                  | Frec. absoluta | Frec. relativa (%) | Frec. absoluta | Frec. relativa (%) |
| >200             | 4              | 1,2                | 91.589         | 0,7                |
| 100-200          | 110            | 33,0               | 5.411.933      | 35,7               |
| < 100            | 219            | 65,8               | 9.627.206      | 63,6               |
| Total            | 333            |                    | 15.130.728     |                    |

ricas en calcio (467 mg/L) comparándolo con el de la leche de vaca en 9 mujeres jóvenes. Las tasas de absorción fueron  $25,0 \pm 6,7\%$  para la leche y  $23,8 \pm 4,8\%$  para el agua. Asimismo, la excreción urinaria de Ca no difirió ni se vio influida por la concentración de sulfatos del agua.

Este porcentaje de absorción no parece constante. Así, con aguas con menor concentración (100 mg/L), el porcentaje absorbido es mayor ( $47,5\%$ )<sup>32</sup>. Actualmente, se acepta que el Ca del agua se absorbe como mínimo como el de los productos lácteos<sup>33, 34</sup>.

Guillemant y cols.<sup>35</sup> quisieron comprobar los efectos que medio litro de agua rica en calcio (aporte de 172 mg en 500 mL de agua) ejercían sobre la función paratiroidea y la resorción ósea, frente a la ingestión de aguas con menos de 10 mg/L de Ca. Tras la ingestión del agua rica en calcio, la PTH sérica era significativamente más baja; además, se observaba un descenso importante en la concentración de un marcador de resorción ósea (telopéptido colágeno tipo 1). Este descenso fue también comprobado al cabo de 1, 2, 3 y 4 horas de ingestión del agua frente a la de agua blanda en 12 jóvenes sanos. Así pues, una dosis de calcio de 172 mg tenía efectos significativos tanto sobre la PTH como sobre la resorción ósea.

En los niños que toman insuficiente calcio, se acostumbra a administrar suplementos, que suelen tomarse una sola vez al día. Sin embargo, los suplementos con mayor cantidad de Ca inhiben la PTH y la resorción ósea de forma más intensa pero durante menor tiempo, por lo que se viene recomendando fraccionar las tomas para lograr una frenación mantenida de la resorción ósea<sup>36, 37</sup>. En este sentido, el empleo del agua de bebida puede ser una alternativa nada despreciable en la alimentación infantil.

## Calcio en las aguas de bebida

### Calcio en el agua de consumo público

Ni el RTS ni la OMS en su última revisión establecen un límite máximo de calcio de las aguas basándose en la falta de evidencia de asociación entre dureza del agua y salud<sup>7</sup>.

El nivel conveniente según el RTS es de hasta 100 mg/L<sup>38</sup>, siguiendo la adecuación a la normativa europea vigente<sup>39</sup>. No obstante, la nueva directiva 98/83 del consejo de la Unión

Europea, y que debe entrar en vigor antes de 2003, no establece ni valor máximo ni orientador de calidad para la concentración de calcio para las aguas destinadas al consumo humano<sup>40</sup>.

La concentración en el agua de consumo es muy variable, siendo la composición del acuífero el parámetro determinante. En un estudio realizado con aguas de consumo de nuestro país<sup>41</sup> se pudo comprobar (tabla 3) que, en un 34% de 333 análisis efectuados, las aguas contienen más de 100 mg/L de calcio. La mayoría de estas ciudades pertenece a las provincias de la zona costera mediterránea (Tarragona, Barcelona, Comunidad Valenciana), aunque también en Aragón, La Rioja y Córdoba existen localidades que cumplen esta condición.

### Calcio en el agua de bebida envasada

Según la legislación relativa a las aguas de bebida envasadas, se distinguen las aguas de manantial, las minerales naturales, las preparadas y las de consumo público envasadas. De ellas, sólo las minerales naturales están obligadas a mencionar en el etiquetado ciertas características peculiares del agua. En este sentido, para poder etiquetar el agua como cálcica debe contener más de 150 mg/L de calcio<sup>42</sup>.

El contenido de las aguas de bebida envasadas, comercializadas en nuestro país, se expresa en las tablas 4-6, en las que se puede observar que, de 73 aguas minerales naturales sin gas, 9 contienen entre 100 y 200 mg/L de calcio y 30 contienen entre 50 y 100 mg/L. De 8 aguas minerales naturales con gas, la mitad tienen más de 100 mg/L de calcio, llegando en un caso a 374 mg/L.

En una revisión sobre el contenido mineral de aguas envasadas de Norteamérica<sup>43</sup>, en 4 de 18 marcas el calcio es  $>100$  mg/L.

Por último, y a partir de datos publicados en Internet por las propias casas comerciales, hemos podido confeccionar la tabla 7, en la que se especifican los contenidos en calcio de aguas comercializadas en diversos países europeos. La muestra no es representativa ni completa, pero es muy ilustrativa de la gran variedad de concentración de calcio de las aguas de un mismo país o de una misma región en función de la composición del acuífero donde asienta (compárese, por ejemplo, las tres aguas francesas seleccionadas: Perrier®, Vichy® y Vittel®). Asimismo, también sirve para aclarar la idea de que un

## Tabla 4

Contenido en calcio de aguas minerales naturales sin gas comercializadas en España<sup>41</sup>

| Marca                 | Provincia | Calcio | Flúor | Sodio   |
|-----------------------|-----------|--------|-------|---------|
| Schönborn Quelle      | GC        | 184,0  | 0,17  | 14,0    |
| Insalus               | SS        | 161,9  | 0,10  | 11,2    |
| Peñaclar              | LO        | 141,0  | 0,76  | 13,9    |
| Alhama                | AL        | 122,0  | 1,50  | 21,2    |
| Agua de Sierra        | V         | 118,0  |       |         |
| Font Sol              | V         | 118,0  | 0,62  | 80,1    |
| Bastida               | PM        | 104,2  | 0,05  | 33,7    |
| El Cañar              | Z         | 104,2  |       |         |
| Betelu                | NA        | 100,8  | 0,30  | 157,0   |
| Font Jaraba           | Z         | 98,6   | 0,30  | 38,6    |
| Lunares               | Z         | 97,0   | 0,30  | 38,6    |
| Montepinos            | SO        | 93,8   |       | 1,8     |
| Fontecabras           | Z         | 93,0   |       |         |
| Fuente En Segures     | CS        | 92,2   | 0,10  | 2,7     |
| Fuente Primavera      | V         | 85,8   | 0,10  | 20,9    |
| Fournier              | B         | 85,0   | 0,20  | 21,3    |
| Villajuiga            | GI        | 83,4   | 2,50  | 568,0   |
| La Ideal              | GC        | 82,6   | 0,27  | 61,0    |
| Pineo                 | L         | 80,9   | 0,10  | 1,2     |
| Fontemilla            | GU        | 80,2   | 0,20  | 4,1     |
| Fuentecilla           | AB        | 80,0   | 0,50  | 27,0    |
| Evian                 | GI        | 78,0   |       | 5,0     |
| Font del Pi           | L         | 77,7   | 0,90  | 28,1    |
| L' Avella             | CS        | 73,7   | 0,10  | 2,6     |
| Solares               | S         | 72,9   | 0,10  | 89,3    |
| Agua de Cañizar       | TE        | 71,3   | 0,10  | 1,4     |
| Aguas De Ribagorza    | HU        | 71,3   | 0,30  | 23,8    |
| Ribagorza             | HU        | 71,3   |       | 25,1    |
| Fuente Del Marquesado | CU        | 70,5   | 0,10  | 8,0     |
| Veri                  | HU        | 68,0   | 0,10  | 0,6     |
| Fuente Liviana        | CU        | 64,8   | 0,10  | 0,8     |
| Agua del Rosal        | TO        | 63,3   | 0,53  | 48,8    |
| Fuensanta             | O         | 63,3   |       | 9,9     |
| Solán de Cabras       | CU        | 60,1   | 0,10  | 5,1     |
| Alzola                | SS        | 59,3   | 0,20  | 45,7    |
| Galea                 | O         | 56,1   | 0,28  | 9,0     |
| Ribes                 | GI        | 54,1   | 0,10  | 4,2     |
| Binifaldo             | PM        | 53,7   | 0,01  | 10,8    |
| Malavella             | GI        | 53,7   |       | 1.113,0 |
| Sierras de Jaén       | J         | 48,2   | 0,00  | 2,5     |
| Vilas del Turbon      | HU        | 47,7   | 0,10  | 0,6     |
| Agua de Cuevas        | O         | 47,3   | 0,10  | 1,4     |
| Pallars               | L         | 44,5   | 0,20  | 45,5    |
| Agua de Albarcin      | GR        | 42,0   | 0,10  | 20,0    |
| Font Vella            | GI        | 40,9   | 0,20  | 13,1    |
| Lanjaron Salud        | GR        | 38,0   | 0,20  | 6,8     |
| Fontselva             | GI        | 35,3   | 0,28  | 41,1    |
| Orotana               | CS        | 32,9   | 0,10  | 8,9     |
| Font del Regàs        | GI        | 28,5   |       | 12,4    |
| Les Creus             | GI        | 28,0   |       | 11,7    |
| Viladrau              | GE        | 25,7   |       | 8,8     |
| Valtorre              | TO        | 25,6   |       | 30,5    |
| El Pinalito           | TF        | 24,6   | 2,10  | 300,7   |
| Fontdor               | GI        | 24,0   |       | 8,3     |
| Fonter                | GI        | 23,6   | 0,10  | 10,2    |
| Fuente Del Val        | PO        | 22,8   | 0,30  | 28,0    |
| San Vicente           | GR        | 22,0   | 0,20  | 5,9     |
| Fontecelta            | LU        | 19,6   | 1,00  | 79,4    |
| La Platina            | SA        | 17,2   | 0,22  | 9,8     |
| San Andrés            | LEON      | 17,0   | <0,5  | 1,0     |
| Sant Aniol            | GI        | 13,9   | 0,15  | 6,8     |
| Panticosa             | HU        | 5,7    | 0,60  | 17,9    |
| Fuenteror             | GC        | 12,0   |       | 28,0    |
| Fonxesta              | LU        | 8,1    | 0,10  | 9,5     |
| Borines               | O         | 5,4    | 0,60  | 31,9    |
| Mondariz              | PO        | 7,5    | 0,50  | 50,0    |
| Fonteide              | TF        | 7,0    | 0,24  | 19,1    |
| Caldes de Bohí        | L         | 6,1    | 1,60  | 36,2    |
| La Breña Alta         | GC        | 6,0    | 0,40  | 45,0    |
| Cabreiroa 2           | OR        | 4,0    | 0,50  | 47,9    |
| Bezoya                | SG        | 2,1    |       | 2,5     |
| Aguasana              | PO        | 0,6    | 0,10  | 6,0     |
| Agua de Quess         | O         | 0,5    | 0,09  | 4,1     |

**Tabla 5****Contenido en calcio de aguas minerales naturales con gas comercializadas en España<sup>41</sup>**

| Marca                 | Provincia | Calcio | Flúor | Sodio   |
|-----------------------|-----------|--------|-------|---------|
| Amn Carbonica Insalus | GUIP      | 367,4  | 0,15  | 11,2    |
| Font Sol              | V         | 118,0  | 0,62  | 80,1    |
| Fontpicant            | B         | 114,6  | 0,46  | 62,7    |
| Lanjaron Fontefor     | GR        | 80,6   | 0,30  | 108,5   |
| La Ideal II-Gaseada   | GC        | 59,3   | 0,22  | 40,9    |
| Vichy Catalán         | GI        | 51,1   | 7,00  | 1.110,0 |
| Fontecelta Gaseada    | LU        | 19,6   | 0,90  | 79,4    |
| Sant Anoi GAS         | GI        | 13,9   | 0,15  | 6,8     |

**Tabla 6****Contenido en calcio de aguas de manantial sin gas comercializadas en España<sup>41</sup>**

| Marca         | Provincia | Calcio | Flúor | Sodio |
|---------------|-----------|--------|-------|-------|
| La Zarza      | Z         | 104,2  | 0,60  | 3,9   |
| Font Sorda    | PM        | 83,4   | 0,30  | 26,8  |
| Cortes        | CS        | 82,0   | 0,57  | 6,4   |
| La Ideal II   | GC        | 59,3   | 0,22  | 40,9  |
| Font Agudes   | GI        | 52,9   | 1,30  | 44,7  |
| Fontdalt      | T         | 50,1   | 0,10  | 4,6   |
| Arinsal       | B         | 32,5   | 0,10  | 3,2   |
| Almedijar     | CS        | 22,0   | 0,15  | 7,1   |
| Fuente Umbria | GC        | 5,4    | 0,62  | 28,2  |

**Tabla 7****Contenido en calcio de aguas de bebida envasadas comercializadas en Europa**

| Marca               | Dirección URL                   | Calcio | Sodio | Flúor | País               |
|---------------------|---------------------------------|--------|-------|-------|--------------------|
| San Bernardino      | www.mineralwaters.org           | 663    | 14    | 0,82  | Suiza              |
| Alpenrose           | www.alpenrosewater.com          | 569    | 5,4   | 0,4   | Suiza              |
| Hepar               | www.hepar.tm.fr                 | 555    | 14    |       | Francia            |
| Sanfaustino (gas)   | www.sanfaustino.it/             | 420    | 20    | 0,13  | Italia             |
| Dorna               | www.dorna.ro                    | 360    | 22    |       | Rumania            |
| Ilidzanski Dijamant | www.mineralwaters.org           | 358    | 118   | 0,39  | Bosnia-Herzegovina |
| Borsec              | www.mineralwaters.org           | 310    | 53    |       | Rumania            |
| Narzan              | www.mineralwaters.org           | 300    | 130   |       | Rusia              |
| Klastorna           | www.mineralwaters.org           | 290,5  | 71    |       | Eslovenia          |
| Rospot              | www.mineralwaters.org           | 295    | 66,1  |       | Luxemburgo         |
| Aqua Leggera        | Bibco.planet.ro                 | 270,7  | 102   |       | Rumania            |
| Budis               | www.mineralwaters.org           | 237,8  | 439   | 1,86  | Eslovenia          |
| Alpquell            | www.alpquell.com/               | 242,9  | 3,8   | <0,2  | Austria            |
| Kekskuti            | www.mineralwaters.org           | 242    | 40    | 1     | Hungría            |
| Gold Aqua           | www.mineralwaters.org           | 228    | 79    | 0,1   | Hungría            |
| Mihalkovo           | www.mineralwaters.org           | 218    | 436,3 | 3,2   | Bulgaria           |
| Vittel              | www.mineralwaters.org           | 202    | 3,8   | 0,28  | Francia            |
| Hassia              | www.hassia.com                  | 186    | 228   |       | Alemania           |
| Podebradka          | www.podebradka.cz               | 171    | 514   | 1,34  | República Checa    |
| Kristalyviz         | www.mineralwaters.org           | 150    | 154   | 2,4   | Hungría            |
| Perrier             | www.perrier.com                 | 139,4  | 14,5  | 0,12  | Francia            |
| Pelisterka          | www.mineralwaters.org           | 140    | 139   | 0,22  | Macedonia          |
| Glenpatrick         | www.mineralwaters.org           | 123    | 13    |       | Irlanda            |
| Sacramora           | www.sacramora.com               | 114,5  | 52    |       | Italia             |
| Jamnica             | www.jamnica.hr                  | 112,5  | 936,1 | 0,9   | Croacia            |
| Güssinger           | www.guessinger.com/             | 114,6  | 292,2 | 1,2   | Austria            |
| Ballygowan          | www.mineralwaters.org           | 114    | 15    |       | Irlanda            |
| Henniez             | www.mineralwaters.org           | 106    | 7     | 0,1   | Suiza              |
| Val d'Aisne         | www.distrival.be                | 104    | 6,4   |       | Bélgica            |
| Original Grand Cru  | www.mineralwaters.org           | 101    | 6,6   |       | Bélgica            |
| Nash's              | www.mineralwaters.org           | 101    | 22    |       | Irlanda            |
| Beckerick           | www.mineralwaters.org           | 96,5   | 2,8   |       | Luxemburgo         |
| Apollinaris         | www.apollinaris.de              | 100    | 410   |       | Alemania           |
| Długopolanka        | www.dlugopole.uzdrowisko.com.pl | 93,6   | 13,5  |       | Polonia            |
| Adelholzener.de     | www.adelholzener.de             | 94     | 4,6   | 0,08  | Alemania           |
| Vichy Célestines    | www.mineralwaters.org           | 90     | 1.265 | 5     | Francia            |
| Studena             | www.podravka.com/en/index.html  | 62,25  | 9,5   | 0,15  | Croacia            |
| Sarajevska Voda     | www.mineralwaters.org           | 72,9   | 414   | 0,04  | Bosnia-Herzegovina |

## Tabla 7

**Contenido en calcio de aguas de bebida envasadas comercializadas en Europa (Continuación)**

| Marca              | Dirección URL                            | Calcio | Sodio | Flúor | País                |
|--------------------|--|--------|-------|-------|---------------------|
| Aquarel            | www.mineralwaters.org                    | 70     | 2     |       | Bélgica             |
| Jaworowy Zdroj     | www.Jaworowyzdroj.pl                     | 57,5   | 17,8  | 0,1   | Polonia             |
| Norwegian          |  |        |       |       |                     |
| spring Water       | www.mineralwaters.org                    | 60     | 2,2   | 0,1   | Noruega             |
| Tellus Natural     | www.h2water.com                          | 60     | 62    |       | Suecia              |
| Tuzlanski Kiseljak | www.kiseljaktz.inet.ba                   | 56,0   | 186,2 | 0,1   | Bosnia-Herzegovina  |
| Ioli               | www.mineralwaters.org                    | 54,1   | 8,2   |       | Grecia              |
| Maestro            | www.h2water.com                          | 55     | 54    | 0,25  | Suecia              |
| Abbey Well         | www.abbey-well.co.uk                     | 54     | 45    | 0,09  | Reino Unido         |
| Galaxy             | www.mineralwaters.org                    | 46,5   | 12,6  |       | Grecia              |
| Sourcy             | www.mineralwaters.org                    | 50     | 10    |       | Holanda             |
| Saint Springs      | www.saintsprings.ru                      | 48,2   | 10,4  | 0,3   | Rusia               |
| Saint Nicholas     | www.mineralwaters.org                    | 48     | 18    |       | Chipre              |
| Magnesia           | www.mattoni.cz                           | 37,7   | 5,4   | 0,2   | República Checa     |
| Studenac           | www.podravka.com/en/index.html           | 39,4   | 803,2 | 9,6   | Croacia             |
| Jurajska           | www.mineralwaters.org                    | 36,7   | 9,5   | 0,34  | Polonia             |
| Ludovicus          | www.mineralwaters.org                    | 35,3   | 2,5   | 0,1   | Eslovenia           |
| Fontana            | www.mineralwaters.org                    | 36     | 34    | 0,8   | Malta               |
| Mivella            | www.mineralwaters.org                    | 26,9   | 123   | 0,41  | Serbia y Montenegro |
| Maarum             | www.mineralwaters.org                    | 30     | 400   | 2     | Dinamarca           |
| Farris             | www.mineralwaters.org                    | 26     | 400   |       | Noruega             |
| Gasteiner          | www.gasteiner.at/epages/eindex.htm       | 24,05  | 15    | 0,58  | Austria             |
| Aqua Bella         | www.fontea.cz                            | 21,2   | 5,6   |       | República Checa     |
| Ty Nant            | www.tynant.com                           | 22     | 22    | 0,15  | Reino Unido         |
| Isbre              | www.isbre.com                            | 19     | 0,24  |       | Noruega             |
| Lombadas           | www.mineralwaters.org                    | 15     | 22    |       | Portugal            |
| Natural Icelandic  | www.mineralwaters.org                    | 5,7    | 4     | 0,25  | Islandia            |
| Santa Claus        |  |        |       |       |                     |
| Spring Water       | www.mineralwaters.org                    | 10,1   | 7,4   | 0,1   | Finlandia           |
| Iceland Arctic     | www.icelandarctic.com                    | 5,5    | 11,6  |       | Islandia            |
| Iceland Spring     | www.thorspring.is/no_flash/index.html    | 4,5    | 11,5  | 0,2   | Islandia            |
| Aqa                | www.mineralwaters.org                    | 6,3    | 2,9   |       | Suiza               |
| Eco Water Predela  | www.ecobottles.ltd.bg                    | 8,8    | 6,2   | 0,2   | Bulgaria            |
| Loutraki           | www.mineralwaters.org                    | 8      | 17    |       | Grecia              |
| Geraci             | www.mineralwaters.org                    | 8      | 4,4   |       | Italia              |
| Radnor Hills       | www.radnor-hills.com                     | 6,2    | 28,3  | 0,09  | Reino Unido         |
| Carvalhelhos       | www.mineralwaters.org                    | 6      | 48,5  |       | Portugal            |
| Aurora             | www.mineralwaters.org                    | 0,5    | 1     | 0,05  | Portugal            |
| Finn Spring        | www.kase.fi/finn-spring                  | 3,9    | 20    |       | Finlandia           |
| Hissar             | www.mineralwaters.org                    | 3,4    | 62,3  | 5     | Bulgaria            |
| St. Laurent        | www.mineralwaters.org                    | 1,2    | 2,5   |       | Luxemburgo          |
| Vilamina           | www.mineralwaters.org                    | 2      | 7     |       | Suecia              |
| Polyana Kupel      | www.riocola.com.ua/eng/polyana_about.htm | 50-125 | 2.000 |       | Ucrania             |
| Mercury            | www.mercury.com.ru                       | 50-150 |       |       | Rusia               |
| Luzhanka           | www.riocola.com.ua/eng/luzh_about.htm    | 50-200 | 900   |       | Ucrania             |

agua rica en calcio puede tener excesivo contenido en sodio (Budis®, Eslovenia) o en flúor (Kristalyviz®, Hungría) o en flúor y sodio (Mihalkovo®, Bulgaria). Además, un agua con poco calcio puede tener excesivo sodio y flúor (Studenac®, Croacia).

## Necesidades de calcio en la infancia y calcio en aguas de consumo

Las recomendaciones actuales sobre la ingestión de calcio en función de la edad y el sexo

se expresan como ingestiones dietéticas o de referencia (DRI), las cuales definen los márgenes de seguridad que evitan el riesgo de carencia. Estas recomendaciones reflejan las cantidades de nutrientes que pueden ser suministrados a partir de dietas que habitualmente se consumen en países occidentales. De las distintas categorías de DRI, la ingestión adecuada o suficiente (AI) de calcio se ha establecido basándose en aquellas cantidades que aseguren la máxima retención de calcio para alcanzar un pico de masa ósea que disminuya el riesgo de osteoporosis en edades adultas<sup>44</sup>. En la tabla 8 se expresan las AI y el criterio por el que se han establecido.

**Tabla 8****Recomendaciones de ingestiones adecuadas (AI) diarias de calcio en función de la edad y criterios en los que se basa dicha recomendación<sup>38, 39</sup>**

| Edad       | AI (mg/día) | Criterio                                      |
|------------|-------------|---|
| 0-5 meses  | 210         | Leche humana                                  |
| 6-11 meses | 270         | Leche humana y alimentos sólidos              |
| 1-3 años   | 500         | Extrapolación del grupo de edad de 4 a 8 años |
| 4-8 años   | 800         | Máxima retención de calcio                    |
| 9-13 años  | 1.300       |   |
| 14-18 años | 1.300       |   |

**Tabla 9****Porcentaje de ingestión adecuada (AI) diaria de calcio aportado por aguas de bebida cuya concentración en calcio oscile entre 50 y 200 mg/L, en función de la edad y consumos medios de agua**

| Edad       | Ingestión media de agua (mL) | AI (mg/día) | Concentración de Ca en el agua de bebida (mg/L)     |     |     |                |
|------------|------------------------------|-------------|---|-----|-----|----------------|
|            |                              |             | 50  | 100 | 150 | 200            |
|            |                              |             | Porcentaje de AI suministrada por el agua de bebida |     |     |                |
| 0-5 meses  | 1.000                        | 210         | 24  | 48  | 72  | 96             |
| 6-11 meses | 1.500                        | 270         | 28  | 56  | 84  | Excesivo (112) |
| 1-3 años   | 1.500                        | 500         | 15  | 30  | 45  | 60             |
| 4-8 años   | 1.500                        | 800         | 9   | 18  | 27  | 36             |
| 9-13 años  | 2.000                        | 1.300       | 8   | 16  | 24  | 32             |
| 14-18 años | 2.000                        | 1.300       | 8   | 16  | 24  | 32             |

**Tabla 10****Contenido en calcio de alimentos comunes<sup>47</sup>**

| Alimento                       | Cantidad comestible | Calcio (mg) |
|--------------------------------|---------------------|-------------|
| Queso Emmental                 | 100 g               | 1.080       |
| Requesón                       | 100 g               | 1.000       |
| Queso manchego curado          | 100 g               | 848         |
| Queso de bola                  | 100 g               | 760         |
| Leche                          | 250 mL              | 300         |
| Anchoas en aceite              | 100 g               | 273         |
| Chocolate                      | 100 g               | 270         |
| Frutos secos (excepto castaña) | 100 g               | 270         |
| Queso Camembert                | 100 g               | 250         |
| Queso de Burgos                | 100 g               | 186         |
| Cuajada                        | 100 g               | 186         |
| Yogur                          | 100 g               | 176         |
| Agua con 150 mg/L de Ca        | 1.000 mL            | 150         |
| Legumbres                      | 100 g               | 143         |
| Espinacas                      | 100 g               | 126         |
| Queso fresco desnatado         | 100 g               | 120         |
| Langostinos, gambas, camarones | 100 g               | 120         |
| Acelgas, cardos                | 100 g               | 110         |
| Soja fresca                    | 100 g               | 110         |
| Agua con 200 mg/L de Ca        | 500 mL              | 100         |
| Sardina                        | 100 g               | 50          |
| Naranja                        | 100 g               | 41          |

Si el agua de bebida tiene una biodisponibilidad semejante al calcio de los productos lácteos, podemos calcular el porcentaje de AI aportado por aguas de 50, 100, 150 y 200 mg/L de calcio (tabla 9). Asumimos unas ingestiones medias de agua de 1 litro en el lactante menor de 6 meses (para preparar la leche de inicio) y de 1,5 litros en el lactante mayor, ya que entre los 6 y 12 meses se usa el agua para preparar los biberones y la alimentación com-

plementaria. Después, esta cantidad media es la empleada como agua libre desde el año hasta los 9 años. A partir de dicha edad, probablemente la cifra de 2 litros diarios sea más adecuada, ya que las necesidades de líquidos son de 1 a 1,5 mL por kcal metabolizada<sup>45</sup> y parte de los líquidos serán en forma de leche o de los propios alimentos.

Como se desprende de dicha tabla, el agua que contenga 100 (o 200) mg/L de cal-

cio aporta 200 (o 400) mg de calcio diarios al niño de 9 a 13 años, edad en la que la diferencia entre las ingestiones recomendadas y reales de calcio son mayores<sup>46</sup>.

Conocer las fuentes dietéticas de calcio es importante para asegurar que se cumplen las recomendaciones. La principal fuente de calcio dietético para muchos niños y adolescentes son la leche y los productos lácteos (tabla 10). Para llegar a los 1.300 mg diarios, sin embargo, se requiere una mayor variedad en la alimentación. La mayoría de los vegetales contiene calcio pero en menor cantidad, precisándose raciones muy copiosas para lograr aportes semejantes a los conseguidos con los productos lácteos. La biodisponibilidad del calcio de los vegetales es buena, excepto en el caso de las espinacas, por su riqueza en oxalatos. También los cereales integrales tienen una biodisponibilidad baja, por su elevada concentración en fitatos<sup>46</sup>.

Por este motivo, se ha intentado aportar calcio con otras fuentes que habitualmente no lo contienen, como son los zumos de frutas, cuya biodisponibilidad es semejante al calcio de la leche. Otra estrategia ha sido enriquecer la leche, cuya utilidad sigue siendo reducida en las personas con intolerancia a la lactosa.

En suma, creemos que se debe incluir el agua como fuente idónea de aporte de calcio si no hay antecedentes personales de litiasis urinaria. Si la concentración de calcio en el agua está entre 100 y 200 mg/L, el aporte supone entre el 18 y el 60% de las AI en niños de 1 a 8 años y entre el 16 y el 32% de las AI en niños y adolescentes de 9 a 18 años.

## Bibliografía

1. Infante D, Martínez Costa C, Muñoz J, Peña L. Grupo de Trabajo de la Sociedad Española de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica de la AEP. El agua de consumo en la infancia: Recomendaciones. *An Esp Pediatr* 1995; 42: 444-452.
2. Ballabriga A, Carrascosa A. Bebidas en la infancia. En: Ballabriga A, Carrascosa A, eds. *Nutrición en la infancia y adolescencia*. Madrid: Ergon, 2001; 807-821.
3. Rodier J. Medida de la dureza total del agua. En: Rodier J, ed. *Análisis de las aguas*. Barcelona: Ed. Omega, 1981; 216-220.
4. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 15.<sup>a</sup> ed. Washington: Byrd Press ed., 1980.
5. Fernández-Creuet J, Pérez López JA, Mariscal A. Aspectos sanitarios del agua. En: Piédrola G, ed. *Medicina Preventiva y Salud pública*, 9.<sup>a</sup> ed. Masson 1991; 199-211.
6. Zoeteman BCJ. *Sensory assessment of water quality*. Oxford: Pergamon Press, 1980.
7. WHO. *Hardness. Guidelines for drinking-water quality*. Vol 2. En: WHO, ed. *Health criteria and other supporting information*. 2<sup>nd</sup> ed. Geneva: WHO, ed. 1996; 237-242.
8. WHO. *Protection and improvement of water quality*. En: WHO, ed. *Guidelines for drinking-water quality*. Vol 1. *Recommendations*, 2<sup>nd</sup> ed. Geneva: WHO, 1996; 131-142.
9. WHO. *Technical interventions*. En: WHO, ed. *Guidelines for drinking-water quality*. Volume 3. *Surveillance and control of community supplies*, 2<sup>a</sup> ed. Geneva: WHO, 1997; 84-128.
10. WHO. *Health effects of removal of substances occurring naturally in drinking-water with special reference to desmineralized and desalinated water*. Copenhagen: WHO, Regional Office for Europe, 1979.
11. Gray NF. *Alternativas al agua corriente*. En: Gray NF, ed. *Calidad del agua potable. Problemas y soluciones*. Zaragoza: Acribia, 1994; 179-183.
13. Leoni V, Fabián L, Ticchiarelli I. *Water hardness and cardiovascular mortality rate*. En: Abruzzo, Italy. *Arch Environm Health* 1985; 40: 274-278.
14. Smith WC, Crombie JK. *Coronary heart disease and water hardness in Scotland. Is there a relationship?* *J Epidem Commun Health* 1987; 41: 227-228.
15. MacKinnon AU, Taylor SH. *Relationship between sudden coronary deaths and drinking water hardness in five Yorkshire cities and towns*. *Int J Epidem* 1980; 9: 247-249.
16. Pocock SJ, Svardsudd KK, Ek J, Tibbin G. *British Regional Heart Study: geographic variations in cardiovascular mortality and the role of water quality*. *Br M J* 1980; 280:1.243-1.249.
17. Nerbrand C, Shaper AG, Cook DG, Packham RF, Lacy RF, Powell P y cols. *Cardiovascular mortality and morbidity in seven counties in Sweden in relation to water hardness and geological settings. The project: myocardial infarction in mid-Sweden*. *Eur Med J* 1992; 13: 721-727.
18. Chun-Yuh Y, Hui-Fen C, Shang-Shyue T, Ming-Fen C, Meng-Chiao L, Fung-Chang S. *Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from prostate cancer*. *J Toxicol Environm Health* 2000; 60: 17-26.
19. Yang CY, Chiu HF. *Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from rectal cancer*. *Int J Cancer* 1998; 77: 528-532.
20. Allwigh SP. *Mortality and water hardness in three, matched communities in Los Angeles*. *Lancet* 1974; 2: 860.
21. Shuster J, Finlayson B, Scheaffer R, Sierrakowski R, Zoltek J, Dzegede S. *Water hardness and urinary stone disease*. *J Urol* 1982; 128: 422-425.
22. Shuster J, Finlayson B, Scheaffer R, Sierrakowski R, Zoltek J, Dzegede S. *Primary liquid intake and urinary stone disease*. *J Chron Dis* 1985; 38: 907-914.
23. Polinsky M, Kaiser B, Baluarte HJ. *Urolithiasis in childhood*. *Pediatr Clin North Am* 1987; 34: 683-710.
24. Caudarella R, Rizzoli E, Buffa A, Bottura A, Stefoni S. *Comparative study of the influence of 3 types of mineral water in patients with idiopathic calcium lithiasis*. *J Urol* 1998; 159: 658-663.
25. Ackerman D, Baumann JM, Futterlieb A, Zingg EJ. *Influence of calcium content in mineral water on chemistry and crystallization conditions in urine of calcium stone formers*. *Eur Urol* 1988; 14: 305-308.
26. Bataille P, Charransol G, Gregoire I, Daigre JL, Coevoet B, Makdassi R y cols. *Effect of calcium restriction on renal excretion of oxalate and the probability of stones in the various*

- pathophysiological groups with calcium stones. *J Urol* 1983; 130: 218-223.
27. Bellizzi V, De Nicola L, Minutolo R, Russo D, Cianciaruso B, Andreucci M y cols. Effects of water hardness on urinary risk factors for kidney stones in patients with idiopathic nephrolithiasis. *Nephron* 1999; 81: 66-70.
28. Coen G, Sardella D, Barbera G, Ferranini, Comegna C, Ferazzoli F y cols. Urinary composition and lithogenic risk in normal subjects following oligomineral versus bicarbonate-alkaline high calcium mineral water intake. *Urol Int* 2001; 67: 49-53.
29. Saulnier JP, Podevin G, Berthier M, Levard G, Oriot D. Staghorn lithiasis in an infant related to mineral water high in calcium. *Arch Pediatr* 2001; 7: 1.300-1.303.
30. Hesse A, Kessler T. Cross-over study of the influence of bicarbonate rich mineral water on urinary composition in comparison with sodium potassium citrate in healthy male subjects. *Br J Nutr* 2001; 84: 865-871.
31. Couzy F, Kastenmayer P, Vigo M, Clough J, Muñoz-Box R, Barclay D. Calcium bioavailability from a calcium and sulfate rich mineral water, compared with milk in young adult women. *Am J Clin Nutr* 1995; 62: 1.239-1.244.
32. Heaney RP, Dowell Ms. Absorbability of the calcium in a high-calcium mineral water. *Osteopor Int* 1994; 4: 323-324.
33. Bohmer H, Maller H, Resch Kl. Calcium supplementation with calcium-rich mineral waters. A systematic review and meta-analysis of its bioavailability. *Osteopor Int* 2001; 11: 938-943.
34. Wynckel A, Hanrotel C, Wuillai A, Chanard J. Intestinal calcium absorption from mineral water. *Miner Electrolyte Metab* 1997; 23: 88-92.
35. Guillemant J, Le H, Accaries Ch, Tézenas S, Delabroise A, Arnaud M y cols. Mineral water as a source of dietary calcium: acute effects on parathyroid function and bone resorption in young men. *Am J Clin Nutr* 2000; 71: 999-1.002.
36. National Institutes of Health. Consensus conference. Optimal calcium intake. *JAMA* 1994; 272: 1.942-1.948.
37. Guillemant J, Guillemant S, Delabroise A, Arnaud M. Acute effects induced by a calcium-rich mineral water on calcium metabolism and on parathyroid function. *Osteopor Int* 1997; 7: 85-86.
38. BOE. Reglamento técnico sanitario para el abastecimiento y control de la calidad de las aguas potables de consumo público. Real Decreto 1.138/1990 de 14 de septiembre de 1990. BOE 226: 27.488-27.497.
39. Diario Oficial de las Comunidades Europeas: Directiva del Consejo de 15 de julio de 1980 relativa a las aguas destinadas al consumo humano 80/778/CEE.
40. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Directiva del Consejo de 3 de noviembre de 1998 relativa a las aguas destinadas al consumo humano 98/83/CE del Consejo.
41. Vitoria I, Arias T. Importancia nutricional del agua de consumo público y del agua de bebida envasada en la alimentación del lactante. Estudio descriptivo de base poblacional. Barcelona: Nestle, 2000.
42. BOE. Reglamento técnico sanitario para la elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas. Real Decreto 1.164/1991, de 22 de julio de 1991.
43. Garzon P, Eisenberg MJ. Variation in the mineral content of commercially available bottled waters: Implications for health and disease. *Am J Med* 1998; 105: 125-130.
44. Dietary Reference Intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride. Food and Nutrition Board. National Academy of Sciences. Washington: National Academy Press, 1997.
45. Pedrón C, Hernández M. Alimentación del niño preescolar y escolar. En: Hernández M, ed. Alimentación infantil. Madrid: Díaz de Santos, 1993; 61-67.
46. Committee on Nutrition. American Academy of Pediatrics. Calcium requirements of infants, children and adolescents. *Pediatrics* 1999; 104: 1.152-1.157.
47. Mataix J, Mañas M. Tabla de composición de alimentos españoles, 3.ª ed. Granada: Universidad de Granada, 1998.

Fecha de recepción: 10-X-01  
 Fecha de aceptación: 23-XI-01

I. Vitoria Miñana  
 Avda. Peris y Valero, 170, pta. 27  
 46006 Valencia  
 e-mail: vitoria\_isi@gva.es