

Ingesta de Aluminio en Lactantes Alimentados con Fórmulas Infantiles

*Navarro Blasco, Iñigo**, *Alvarez Galindo, José Ignacio** y *Villa Elízaga, Ignacio***

* Dpto. Química y Edafología. Universidad de Navarra. Pamplona.

** Dpto de Pediatría y Cirugía Pediátrica. Hospital General Universitario "Gregorio Marañón". Madrid.

Nº de páginas: 15

Nº de tablas: 3

Nº de figuras: 1

Agradecimientos: Los autores desean agradecer al Gobierno de Navarra por la financiación del presente trabajo de investigación

Enviar la correspondencia a:

Iñigo Navarro Blasco
Dpto de Química y Edafología
Fac. de Ciencias
Universidad de Navarra
Irunlarrea s/n
31.080 Pamplona (Navarra)

Tfno. 948 425600

Fax. 948 425649

Email: inavarro@unav.es

Ingesta de Aluminio en Lactantes Alimentados con Fórmulas Infantiles

Navarro Blasco I*, Alvarez Galindo JI* y Villa Elízaga I.**

* Dpto. de Química y Edafología. Universidad de Navarra. Pamplona.

** Dpto de Pediatría. Hospital Gregorio Marañón. Madrid.

RESUMEN

Las fórmulas infantiles comerciales deber proporcionar una alternativa eficaz a la leche humana, aportando una fuente nutricional segura y adecuada a las necesidades del lactante. La posibilidad de que el aluminio pueda ocasionar problemas de toxicidad justifica el objeto principal de este estudio: la comparación de la ingesta proporcionada con las fórmulas infantiles investigadas y la ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) establecidas por el Comité Mixto FAO/OMS de expertos en Aditivos Alimentarios. Asimismo resulta interesante valorar el aporte de aluminio a la dieta del lactante a través del agua utilizada en la reconstitución de los biberones, dado que según la legislación vigente, se pueden aportar contenidos similares a los suministrados por las fórmulas infantiles.

Los niveles de concentración de aluminio se han analizado mediante espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito, empleándose escrupulosos protocolos de toma y tratamiento de la muestra para evitar la contaminación metálica.

Las fórmulas para toda la lactancia, las adaptadas de inicio y continuación proporcionan las menores ingestas de aluminio (4 % de la ISTP), seguidas de las formulas especiales (11 - 12 %), siendo las fórmulas de soja las que aportan una mayor ingesta (15 %). Las fórmulas para prematuros presentan una ingesta del 8 - 10 %, muy lejos de los valores aportados por la leche humana de madres españolas (0,1 %) y del límite superior del valor de referencia bibliográfico de leche humana (1,3 %).

El contenido de aluminio en el agua de reconstitución no constituye un gran riesgo potencial para la salud de los lactantes, aunque es necesario considerar la variabilidad en el agua potable dependiendo del medio geoquímico.

Palabras clave: Elementos traza, Ingesta Semanal Tolerable Provisional (ISTP) y Nutrición infantil.

Keywords: Trace elements, Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) and Infant Nutrition

INTRODUCCION

Hasta hace poco tiempo, el aluminio permanecía predominantemente bajo especies químicas poco biodisponibles para los seres vivos, a pesar de su carácter omnipresente y su abundancia en la naturaleza. Sin embargo, el dramático incremento de su concentración bajo formas solubles con el incremento de la lluvia ácida y el masivo empleo de los fertilizantes químicos ha supuesto su aparición en la mayoría de los ecosistemas biológicos. Así por tanto, se puede considerar que la exposición humana a este elemento es contante debido a su ingesta a través del agua y los alimentos.

En la actualidad, el papel fisiológico del aluminio se conoce parcialmente. Se han establecido varias asociaciones en las que se implica a este elemento con diversas patologías (1). En niños y lactantes, las manifestaciones clínicas de intoxicación se asocian con patologías que cursan con fallo renal o a la nutrición parenteral (2-4).

No queda claro, aunque si suficientemente argumentado, el desarrollo de neurotoxicidad en el caso de dos neonatos fallecidos con fallo renal, alimentados mediante una fórmula infantil con alto contenido en aluminio (5, 6). Por tanto, si bien no existe una vinculación directa de mayor riesgo entre altos valores de concentración de aluminio en los lactantes con función renal normal, no queda demostrado específicamente su inocuidad para aquellos lactantes nacidos a término con cierto grado de alteración renal o los recién nacidos pretérmino con función renal inmadura o comprometida.

Las fórmulas infantiles comerciales deber proporcionar una alternativa eficaz a la leche humana, aportando una fuente nutricional segura y adecuada a las necesidades del lactante, cuando su suministro no sea posible o éste sea insuficiente. En este sentido la leche humana sirve de referencia en cuanto al contenido de micronutrientes y elementos metálicos potencialmente tóxicos, ya que, por razones de ética, dichos datos no pueden ser obtenidos desde lactante humanos en buen estado de salud.

Los niveles presentes de aluminio en la leche humana, a pesar de su notable variabilidad, permanecen muy por debajo de los valores encontrados en las fórmulas infantiles, en un intervalo entre 3 y 160 veces menor. A modo de referencia se puede establecer un intervalo de concentración para la leche humana desde los valores hallados en la bibliografía entre 3-79 $\mu\text{g/L}$ (7-9), aunque algunos autores describen valores muy superiores (10, 11).

Ballabriga et al. (12) y Fernández-Lorenzo et al. (13) han encontrado en leche humana procedente de madres españolas, unos intervalos que se pueden englobar

dentro del considerado como nivel de referencia ($n = 16$, $0,9 - 19,8 \mu\text{g/L}$ y $n = 45$, $7 - 42 \mu\text{g/L}$, respectivamente).

El presente trabajo de investigación establece la ingesta teórica tóxica de aluminio de los lactantes alimentados mediante las fórmula infantiles de estudio, comparativamente con el valor de Ingesta Semanal Tolerable Provisional ($7 \text{ mg/kg}\cdot\text{día}$) propuesto por un Comité Mixto de la FAO (Food and Agriculture Organization) - OMS (Organización Mundial de la Salud) (14), y determina el grado de implicación del agua de reconstitución de las fórmulas infantiles, valorando el riesgo potencial para la salud de los lactantes.

MATERIAL Y METODOS

Fórmulas infantiles

Se analizaron 82 fórmulas infantiles correspondientes a 9 casas comerciales diferentes comercializadas en todo el territorio nacional. Las muestras se obtuvieron a través de los diferentes laboratorios comerciales y algunos almacenes de distribución.

Las formulas infantiles contempladas en este estudio incluyen fórmulas lácteas ($n = 75$) y de soja ($n = 7$). Entre las fórmulas lácteas se encuentran: Fórmulas para toda la lactancia ($n = 4$), Fórmulas adaptadas de inicio ($n = 16$), Fórmulas de continuación ($n = 19$), Fórmulas para prematuros ($n = 7$) y Fórmulas Especiales (Sin lactosa, $n = 7$, Hipoalérgicas, $n = 12$ y Dietas para ciertas patologías de nacimiento, $n = 10$).

Los recipientes se almacenaron en las condiciones especificadas por los fabricantes, conservándose en sus propios recipientes, en un lugar fresco y protegido de la humedad hasta su posterior apertura en el laboratorio limpio.

Agua potable de consumo público

La recogida de las muestras de agua de consumo público se realizó en la Comunidad Foral de Navarra. Para ello se dividió la provincia en varias zonas representadas por las diferentes Areas de Salud, considerando Pamplona, y sus barrios periféricos, como una nueva Area independiente debido a la alta densidad poblacional que posee.

Se seleccionaron 39 puntos de toda la geografía navarra basándose en el censo de población de hecho proporcionado por la Delegación del Instituto Nacional de Estadística. Se tomaron 18 muestras en las Areas de Salud de ámbito rural y 21 puntos en Pamplona y su comarca.

Las muestras de agua se recogieron en lugares públicos: fuentes, centros de salud, bares, etc.; realizándose el muestreo por duplicado.

Toma y tratamiento de la muestra de análisis

Las operaciones de toma y tratamiento de muestra para el análisis ha sido descrita en detalle con anterioridad (15). Se preparó un protocolo exhaustivo de toma de muestra que garantiza la fiabilidad de los resultados, detallándose todas las operaciones con especial meticulosidad para evitar la contaminación metálica.

El ataque de las muestras de fórmula infantil se llevó a cabo con ácido nítrico subboiling en bombas de digestión de Teflon de alta presión en sistema cerrado de digestión mediante microondas (Milestone MLS 1200). Finalizado el programa de calentamiento optimizado, se transfirió la muestra atacada a un matraz aforado diluyéndose posteriormente con agua desionizada ultrapura.

La toma de muestra de agua potable se realizó siguiendo rigurosamente un protocolo específico para no contaminar o alterar la muestra de agua recogida y que ésta fuera representativa del abastecimiento (16).

Posteriormente a la determinación del pH, las muestras de agua se acidificaron con 1 mL de ácido nítrico subboiling por litro de muestra para conseguir un pH de 2, aproximadamente. El almacenamiento y la conservación hasta su posterior análisis se realizó por refrigeración a 4 °C.

Determinación analítica de aluminio

El análisis de aluminio en las muestras de agua y fórmulas infantiles se realizó mediante espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito (AAS-GF, GBC GF 2000), empleándose tubos de grafito pirolíticos y plataformas de L'vov.

El contenido de aluminio se analizó procesándose cada muestra por triplicado. Las condiciones instrumentales y el programa de calentamiento optimizado se han presentado anteriormente (17).

La determinación de aluminio se realizó con estándares acuosos mediante calibración directa, empleándose un modificador de matriz para evitar el posible error instrumental que contiene Triton X-100 (Sigma Chemical, St. Louis, USA) y nitrato magnésico hexahidratado suprapur (Merck, Darmstadt, Alemania).

El control de calidad de las determinaciones realizadas con las técnicas de análisis, se estableció con el análisis de blancos analíticos, estándares internos y

muestras de autocontrol, realizándose ejercicios de recuperación (97,4 - 102,1%) que garantizan la exactitud y precisión del método analítico empleado.

Se obtuvo un límite de detección de 3,3 µg/L, calculado de acuerdo a la definición de tres veces la desviación estándar del blanco analítico sobre un total de 12 determinaciones.

Métodos estadísticos

La estadística de los resultados se ha llevado a cabo empleándose el programa informático SPSS v. 9.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estimación de la ingesta de aluminio con las fórmulas infantiles

La posibilidad de que ciertos elementos traza potencialmente tóxicos puedan plantear problemas de salud en los lactantes justifica la comparación de la ingesta dietética proporcionada con las fórmulas infantiles investigadas y las ingestas máximas admisibles (IDA) establecidas por el Comité Mixto FAO/OMS de expertos en Aditivos Alimentarios. Este Comité estableció además, la ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) de varios contaminantes metálicos, incluido el aluminio. Desde el punto de vista toxicológico, es importante observar los límites a largo plazo, ya que los oligoelementos tóxicos se pueden acumular en el organismo del lactante (14).

Considerando que los lactantes en cada periodo de edad observan el mismo régimen alimentario, a modo de comparación con las ISTP, se calcula la ingesta semanal de los elementos tóxicos investigados con los distintos tipos de fórmulas infantiles. Es necesario considerar que los lactantes que consumen las fórmulas adaptadas de continuación acompañan su alimentación con el beikost que incrementará la ingesta de este elemento.

Para llevar a cabo este cálculo teórico se han considerado las concentraciones de aluminio encontradas en las diversas fórmulas infantiles presentadas previamente (17), así como las dosificaciones expresadas por los fabricantes, especificadas para cada fórmula infantil, que establecen el número de tomas diarias y la medida en peso o volumen para cada una de ellas, en función de la forma física del preparado.

La ingesta dietética de aluminio estimada por Dabeka y Mckenzie (18) con la leche materna es de 2 µg/día y 3 µg/día para lactantes canadienses de 0 - 1 y 1 - 3 meses de edad, respectivamente. Si se calcula a partir de un nivel estimado de

referencia a partir de los valores bibliográficos (3 - 79 $\mu\text{g/L}$) (7-9), es algo superior a éstas, 2,4 - 63,2 $\mu\text{g/día}$ (16,8 - 442,4 $\mu\text{g/semana}$). La tabla 1 presenta el aporte semanal de aluminio ingerido por los lactantes alimentados con las diferentes fórmulas infantiles estudiadas. Es notable la gran diferencia expresada en comparación con el aporte desde la leche humana. Con ello queda justificado el especial interés de las organizaciones pediátricas en sus recomendaciones para una reducción sustancial de los niveles de aluminio aportados por la nutrición artificial.

El Comité Mixto FAO/OMS ha establecido, tras ciertos estudios de ingesta, exposición humana de los alimentos, absorción y distribución de aluminio, considerar una ISTP de 7 mg de aluminio por kg de peso, aplicable para todos los intervalos de edad (14). La figura 1 compara la ingesta semanal de aluminio (porcentaje calculado de la ISTP) que aportan las formulas estudiadas, reflejando claramente las diferencias en el contenido de aluminio de las fórmulas estándar frente a las fórmulas especiales o de soja (17). Las fórmulas para toda la lactancia, las adaptadas de inicio y continuación proporcionan la menores ingestas de aluminio, entorno a un 4 % de la ISTP. Las formulas especiales permanecen en un margen intermedio con las fórmulas hipoalérgicas a la cabeza (11 - 12 % de la ISTP), siendo las fórmulas de soja las que aportan una mayor ingesta (15 % de la ISTP).

La tabla 2 contiene el cálculo realizado de ingesta tóxica semanal y porcentaje de ISTP proporcionado por las fórmulas para prematuros, considerando el peso corporal de estos lactantes y el régimen alimenticio expresado por las especificaciones orientativas pediátricas y las recomendaciones de algunas casas comerciales. Las fórmulas para prematuros proporcionan una ingesta tóxica que se asemeja a las fórmulas especiales, entorno 8 - 10 %, quedando muy lejos de los valores aportados por la leche humana de madres españolas (0,1 %) y del hipotético valor suministrado por el límite superior establecido como valor de referencia de leche humana (1,3 %). Una vez más se pone de manifiesto la necesidad de monitorizar los contenidos de aluminio en este tipo de fórmulas, dado el peculiar riesgo padecido por estos lactantes, de manera que se vigile y controle la elaboración de estos preparados para que contengan como máximo un nivel similar a los límites superiores hallados en leche humana, avalado por estudios que garanticen la inocuidad para la salud del lactante pretérmino (17, 19).

Finalmente, se podría concretar el contenido hipotético de una fórmula infantil necesario para sobrepasar la ISTP entre 6000 y 8000 $\mu\text{g/L}$. Ninguna fórmula infantil comercializada lo supera y tan solo el caso puntual de una fórmula de soja que

proporciona 3480 µg/L (17), es la que más se acerca a dicha concentración tóxica calculada.

Aporte complementario a la ingesta de aluminio con el agua empleada en la reconstitución de las fórmulas infantiles

Las concentraciones de aluminio en las aguas superficiales y subterráneas es muy variable, y depende de numerosos factores geológicos y quimicofísicos. Generalmente, el aluminio se encuentra en las aguas naturales en forma libre o de ligandos inorgánicos u orgánicos. Los niveles de concentración en las aguas de pH neutro son bajos, entre 1-50 µg/L, incrementando notablemente su concentración a pH más ácido (500-1000 µg/L) (20).

En múltiples plantas potabilizadoras, el tratamiento para su purificación incluye la floculación de la materia en suspensión con sulfato de aluminio, pudiendo quedar retenido de manera residual, una pequeña parte suministrada en el agua de consumo público. La actual legislación Comunitaria (Directiva 80/778/CEE), transpuesta en España con el Real Decreto 1138/1990 de 14 de septiembre (BOE, 20 de septiembre de 1990) aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria para el Abastecimiento y Control de Calidad de las Aguas Potables de Consumo Público, permite una concentración de hasta 200 µg/L con un valor guía de 50 µg/L (21).

El nivel de concentración permitido es similar al que podemos encontrar en las fórmulas infantiles estándar (17). Como consecuencia es interesante valorar el aporte de aluminio a la dieta del lactante a través del agua utilizada en la reconstitución de los biberones debido su notable consumo diario. La importancia de esta estimación radica en que la ingesta de aluminio potable, según la legislación vigente, puede aportar contenidos similares en comparación con los suministrados por las fórmulas infantiles.

Para establecer la incidencia del agua de consumo público se han utilizado los valores de concentración de aluminio halladas en diferentes núcleos urbanos y rurales de Navarra, así como la dosificación especificada en el etiquetado de las fórmulas infantiles en polvo por las casas comerciales, número de tomas diarias y medida de agua para la preparación de los biberones.

La tabla 3 suministra la información del aporte de aluminio por el agua potable de Navarra, no encontrándose diferencia estadística alguna entre los municipios urbanos y rurales. El aporte de aluminio a la ingesta semanal por el agua de reconstitución es similar al proporcionado por el límite inferior de la leche humana

(tabla 2). A su vez, cabe señalar que su aporte a las formulaciones en polvo, en todos los casos, es muy inferior, del orden del 10 % de las fórmulas estándar y del 2 - 3 % de las fórmulas especiales y soja (tabla 1).

Al parecer, el contenido de aluminio en el agua de reconstitución no constituye un gran riesgo potencial para la salud de los lactantes, aunque es necesario considerar su variabilidad en el agua potable dependiendo de las características del medio geográfico y geoquímico donde esta emplazados los manantiales o fuentes de abastecimiento.

CONCLUSIONES

Las fórmulas infantiles estudiadas proporcionan una ingesta de aluminio muy superior a la aportada por la leche humana y en mayor medida las fórmulas para prematuros, especiales y soja.

Es muy razonable la preocupación mostrada por los organismos pediátricos internacionales que solicitan una drástica reducción en los niveles de aluminio presentes en las fórmulas infantiles, atendiendo principalmente a los neonatos pretérmino que por su especial situación, forman parte de un importante grupo de riesgo.

Por último, aún todavía son necesarios más estudios de investigación para establecer y conocer las formas químicas bajo las cuales aparece el aluminio en leche humana y fórmulas infantiles, mediante estudios de especiación (22), con la finalidad de establecer el potencial tóxico real de este elemento y evaluar el verdadero riesgo de los lactantes alimentados con fórmulas infantiles.

BIBLIOGRAFIA

1. Sedman AB, Miller NL, Warady BA, Lum GM, Alfrey AC. Aluminum loading in children with chronic renal failure. *Kidney Int.* 1984;26: 201-204
2. Sedman AB, Wilkening GN, Warady BA, Lum GM, Alfrey AC. Encephalopathy in childhood secondary to aluminum toxicity. *J Pediatr.* 1984;105: 836-838.
3. Moreno A, Domínguez C, Ballabriga A. Aluminium in neonate related to parenteral nutrition. *Acta Paediatr.* 1994;83: 25-29.
4. Bishop HJ, Moley R, Chir B, Day JP, Lucas A. Aluminium neurotoxicity in preterm infants receiving intravenous-feeding solutions. *N Engl J Med.* 1997; 336: 1557-1561.

5. Freundlich M, Zilleruelo G, Abitbol C, Strauss J, Faugere MC, Malluche HH. Infant formula as a cause of aluminum toxicity in neonatal uraemia. *Lancet*. 1985;2: 527-529.
6. Freundlich M, Zilleruelo G, Strauss J, Abitol C, Malluche HH. More on aluminum toxic effects in children with uremia. *J Pediatr*. 1990;117: 1007-1009.
7. Koo WW, Kaplan LA, Krug-Wispe SK. Aluminum contamination of infant formulas. *J Parenter Enteral Nutr*. 1988;12: 170-173.
8. Baxter MJ, Burrell JA, Crews H, Massey RC. Aluminium levels in milk and infant formulae. *Food Addit Contam*. 1991; 8 (5): 653-660.
9. Simmer K, Fudge A, Teubner J, James SL. Aluminium concentrations in infant formulae. *J Paediatr Child Health*. 1990; 26: 9-11.
10. Krachler M, Prohaska T, Koellensperger G, Rossipal E, Stingeder G. Concentrations of selected trace elements in human milk and in infant formulas determined by magnetic sector field inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Biol Trace Elem Res*. 2000; 76: 97-112.
11. Coni E, Falconieri P, Ferrante E, Semeraro P, Beccaloni E, Stacchini A, Caroli S. Reference values for essential and toxic elements in human milk. *Ann Ist Super Sanita*. 1990; 26 (2): 119-130.
12. Ballabriga A, Domínguez C, Moreno A. Aluminium toxicity in children. Abstract Book Thematic Symposia. XIX International Congress of Pediatrics. Paris. 1989: 37.
13. Fernández-Lorenzo JR, Cocho JA, Rey-Goldar ML, Couce M, Fraga JM. Aluminum contents of human milk, cow's milk and infant formulas. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 1999; 28(3): 270-275.
14. OMS. Organización Mundial de la Salud. Evaluation of certain food additives and contaminants: thirty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Tech Rep Ser. 1989;776: 1-64.
15. Navarro I, Alvarez JI, Villa I. Contenido de selenio en fórmulas infantiles y estimación de la ingesta dietética de lactantes. *Acta Pediatr Esp* 2000; 58: 521-528.
16. Navarro I. Oligoelementos en la alimentación infantil. Fórmulas infantiles. Tesis Doctoral. 1995.
17. Navarro I, Alvarez JI, Villa I. Niveles de Concentración de Aluminio en Fórmulas Infantiles. *Acta Pediatr Esp* 2003; en prensa.

18. Dabeka RW, Mckenzie AD. Aluminium levels in canadian infant formulae and estimation of aluminium intakes from formulae by infants 0-3 months old. *Food Addit Contam.* 1990; 7 (2): 275-282.
19. AAP. American Academy of Pediatrics. Aluminum toxicity in infants and children. *Pediatrics.* 1996; 97 (3): 413-416.
20. OMS. Organización Mundial de la Salud. Aluminium. En: *Guidelines for drinking-water quality.* 2nd ed. WHO, Ginebra. 1998: 3-13.
21. Real Decreto 1138/1990. Reglamentación Técnico Sanitaria para el Abastecimiento y Control de Calidad de las Aguas Potables de Consumo Público. *BOE* de 20 de septiembre de 1990; 226: 27488-27497.
22. Brätter P, Navarro I, Negretti de Brätter V, Raab A. Speciation as an analytical aid in trace element research in infant nutrition. *Analyst.* 1998; 123 (5): 821-826.

Tabla 1. Ingesta de aluminio ($\mu\text{g}/\text{semana}$) con los distintos tipos de fórmulas infantiles y el agua potable empleada en su reconstitución.

<i>Edad</i>	<i>Agua</i>	<i>F. Soja</i>	<i>F. Lácteas</i>					
			<i>Lactan.</i>	<i>Inicio</i>	<i>Contin.</i>	<i>Especiales Sin lac.</i>	<i>HA</i>	<i>Dieta</i>
<i>0 - 2 semanas</i>	85	3766	1036	1085	-	2709	3570	2667
<i>3 - 4 semanas</i>	113	5117	1316	1421	-	3612	4256	3556
<i>2 meses</i>	142	5586	1666	1708	-	4179	5278	4018
<i>3 meses</i>	142	6405	1666	1848	-	4578	5446	4760
<i>4 - 5 meses</i>	166	7385	1981	2065	-	5327	6902	5495
<i>6 meses</i>	99	7931	1799	2114	2072	5551	5978	5922
<i>> 7 mes</i>	76	-	-	-	1743	-	-	-

Tabla 2. Ingesta semanal (mg/semana) y porcentajes de la ISTP de aluminio con las fórmulas para prematuros

<i>Peso (Kg)</i>	<i>Formula prematuros</i>		<i>Leche humana</i>						<i>Agua potable</i>		<i>ISTP</i> mg
	mg	%	<i>Limite inferior</i>		<i>Limite superior</i>		<i>Nacional*</i>		mg	%	
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg
2,0 - 2,5	1,58	10,0	0,008	0,05	0,212	1,3	17,5	0,1	0,010	0,06	15,80
2,5 - 3,0	1,58	8,2	0,010	0,05	0,259	1,3	21,0	0,1	0,010	0,06	19,25
3,0 - 3,5	2,03	8,9	0,012	0,05	0,306	1,3	24,5	0,1	0,012	0,05	22,75
3,5 - 4,0	2,26	8,6	0,013	0,05	0,353	1,3	28,0	0,1	0,014	0,05	26,25
4,0 - 5,0	2,82	9,0	0,016	0,05	0,423	1,3	35,0	0,1	0,017	0,05	31,50

* Calculado considerando el valor medio de concentración ($6,5 \pm 5,3 \mu\text{g/L}$) de leche humana procedente de madres españolas hallado por Ballabriga et al. (12).

Tabla 3. Contenido de aluminio en el agua de consumo público en Navarra ($\mu\text{g/L}$).

<i>Núcleos de población</i>	<i>n</i>	<i>pH</i>	<i>mediana \pm d.s.</i>	<i>rango</i>
<i>Urbano (Pamplona)</i>	21	7,4 – 7,9	22,3 \pm 2,2	11,7 – 56,9
<i>Rural (Navarra)</i>	18	7,4 – 8,3	24,2 \pm 9,3	4,5 – 172,4
<i>Total</i>	39	7,4 – 8,3	22,6 \pm 4,5	4,5 – 172,4

Figura 1. Porcentaje de la ISTP de aluminio con las fórmulas infantiles investigadas.

