# CONTENIDO EN FLUOR DE LAS AGUAS DE ABASTECIMIENTO DE LA PROVINCIA DE SORIA Y SU INCIDENCIA EN LA CARIES INFANTIL

Jesús Sanz Pérez (\*) y Eugenio Sanz Pérez (\*\*)

### RESUMEN

Las concentraciones en flúor de las aguas de abastecimiento de Soria no suelen superar los 0'2 mg/l, y su distribución geográfica está relacionada con las características litológicas y geológicas del territorio. Los valores máximos están ligados a formaciones arcillosas del Mioceno de la Cuenca de Almazán.

El análisis estadístico realizado demuestra la relación existente entre la incidencia en la caries de la población infantil del contenido en flúor de las aguas de abastecimiento. Se ha comprobado que también hay otros factores que ejercen esta influencia, como los de la higiene bucal y los de la dieta carogénica.

# RÉSUMÉ

Les taux de concentration en fluor des eaux d'alimentation de Soria ne dépassent pas normalement 0,2 mg/l, et leur répartition géographique est en relation avec les caractéristiques lithologiques de la zone. Les valeurs maximales correspondent aux formations argileuses du Miocene du Bassin de Almazán

L'analyse statistique réalisée démontre qu'il existe une relation entre la présence de caries dans la population infantile en zone rurale et la teneur en fluor des eaux d'alimantation. Mais on a également constaté que d'autres facteurs entrent en jeu, comme l'hygiene buccale ou un régime alimentaire carogenique.

## **SUMMARY**

The concentration of fluorine salts in the water supply in Soria is not normally above 0.2% and its geographical distribution is related to the lithological and geological features of the zone, the highest concentration being related to the Miocene clay formations of the Almazán Basin.

The statistical analysis carried out reveals a connection between the incidence of tooth decay among

the children of rural areas and the fluor content of the drinking water. Other factors such as oral hygiene and diet are found to contribute to this decay.

# 1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Como se sabe, el fluoruro es uno de los componentes esenciales de todas las dietas y es en el agua de bebida de donde procede la mayoría del flúor necesario para el organismo. Una pequeña fracción del fluoruro ingerido se acumula en la dentadura y en el esqueleto, y la mayor parte se elimina en la orina y en el sudor.

La mayoría de las aguas naturales superficiales contienen menos de 0'3 mg/l de fluoruros (aunque en las aguas subterráneas es mayor), por lo que se ha convertido en práctica frecuente la adición de compuestos fluorodados a las aguas de abastecimiento. El otro extremo de la situación aparece cuando la concentración de fluoruros supera la cantidad de 1'5 mg/l según el Código Alimentario Español, lo cual puede provocar fluorosis. Este exceso de flúor puede ser eliminado mediante diversas técnicas que se operan en las captaciones de agua (López et al. 1990).

Los estudios epidemiológicos de Dean (1946) establecieron una relación inversa entre la concentración de fluoruros en el agua potable y la prevalencia de caries dental. La concentración óptima de fluoruros en el agua proporciona una protección máxima contra la caries y una probabilidad mínima para la fluorosis dental. No existe por otra parte un acuerdo comúnmente admitido sobre el mecanismo exacto de la acción anticaries del fluoruro, pero no hay duda sobre su efecto beneficioso.

La Federación Dentaria Internacional (FDI) reconoce la necesidad de una adecuada ingestión de fluoruros para prevenir la caries. El Servicio de Salud Pública de Estados Unidos continua recomendando el uso de fluoruros para la prevención de la caries (Ripa, 1993) y la Organización Mundial para la Salud ha respaldado la fluoración del agua de abastecimiento público para reducir la caries dental. Se admite que la concentración óptima de fluoruros en los abastecimientos de agua oscila entre

<sup>(\*)</sup> Doctor en Medicina Preventiva y Social. Odontólogo. INSALUD. Soria

<sup>(\*\*)</sup> Profesor Titular de Universidad. Esc. Téc. Sup. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Ciudad Universitaria s/n. 28040- Madrid.

0'7-1'2 mg/l. Existe la posibilidad sin embargo, de otros usos optativos de fluoruros, como los dentífricos o las aplicaciones tópicas, cuando hay una concentración insuficiente en el abastecimiento de agua doméstica. Así están enfocados algunos programas de salud buco-dental en las diversas comunidades de España (JJCC y León, 1991; Solleras et al. 1994).

En el presente trabajo se pretende analizar el contenido y distribución del flúor y su posible origen relacionándolo con las características geológicas de la provincia de Soria. Se observa en este sentido que la mayor concentración en flúor en las aguas subterráneas está ligado a las formaciones arcillosas del Mioceno de la Cuenca de Almazán, aunque los valores son bastante bajos, ya que la mayor parte del territorio tiene contenidos de menos de 0'2 mg/l. Podemos citar un trabajo similar para los acuíferos de la Comunidad de Madrid de Gómez et al. (1983). Finalmente se ha podido establecer una clara relación entre la incidencia de la caries infantil y el contenido en flúor de las aguas de abastecimiento, relación que en principio no se pudo observar con una muestra más pequeña al quedar enmascarada con la fuerte incidencia de la dieta alimenticia (Sanz et al. 1995).

# EL CONTENIDO Y DISTRIBUCION DEL FLUOR EN LAS AGUAS DE ABASTECIMIENTO

El flúor prácticamente sólo se encuentra en las aguas naturales en forma de fluoruros (F<sup>-</sup>) los cuales pueden formar complejos solubles con diversos cationes. En España se pueden citar los siguientes minerales que contienen flúor: Apofilita, fluorita, criolita, fluellita, ambligonita, apatito, betafita, humita, clinohumita, turmalina, lepidolita, biotita y zinnwaldita (Galán y Mirete, 1979). A veces forma parte de la red de piroxeno y anfiboles en sustitución del ión OH<sup>-</sup> que tiene un radio iónico similar.

En lo que se refiere al estudio que nos ocupa, se han dispuesto de 502 análisis de flúor correspondientes a 458 núcleos de población (Jefatura de Sanidad de Soria, Sanz, et al. 1995), que son la mayor parte de los pueblos existentes en la provincia de Soria, por lo que podemos considerar que la muestra es grande y representativa. En las cuarenta principales poblaciones se repitieron las determinaciones en años distintos, comprobándose que los resultados eran prácticamente iguales.

La mayor parte de los abastecimientos de Soria se realizan con aguas subterráneas (manantiales y sondeos) y sólo una pequeña parte se surten de aguas superficiales (ríos, embalses o canales), aunque entre estos últimos están las ciudades más importantes: Soria capital y Almazán, que juntos superan los

40.000 habitantes, lo que supone el 44% de la población de Soria (Sanz y Sanz, 1995). Sólo viente de los núcleos que cuentan con análisis de flúor se abastecen con aguas superficiales, y el resto (438) con aguas subterráneas, por lo que estos datos nos van a servir para caracterizar muy bien la distribución del flúor en las aguas subterráneas de Soria, a lo que hay que añadir que los núcleos están diseminados de manera uniforme por todo el territorio, como suele corresponder a las regiones de Castilla La Vieja.

Parece oportuno por tanto, sintetizar algunos aspectos de las aguas subterráneas de esta provincia (Fernández et al. 1989; López Geta et al. 1989): en el mapa esquemático de la figura 1 se representan las principales unidades acuíferas y sus recursos hidráulicos subterráneos, en las que predominan los acuíferos carbonatados, que están prácticamente sin explotar. Gran parte del territorio provincial está ocupado sin embargo por terrenos poco permeables. Se sitúan en extensas zonas del norte: Facies Weald de Pinares. Cebollera, Tierra de Yanguas y Oncala, etc. y en la canal del Duero, desde el límite con Burgos hasta más allá con el de Zaragoza. A pesar que dichos terrenos se consideran en general poco permeables, en ellos se localizan manantiales de caudal modesto y sondeos que extraen caudales suficientes para atender a la mayor parte de los pequeños y medianos núcleos de población de la provincia, que totalizan 50.000 habitantes; es decir, la mayor parte de la población de Soria se abastece mediante aguas subterráneas procedente de terrenos que no son considerados acuíferos importantes, y no han merecido ser incluidos por ejemplo en el mapa de unidades acuíferas de España. Esta provincia no es un caso aislado, sino que seguramente es la tónica general de lo que ocurre en gran parte de España. Muy importante es también el abastecimiento a la cabaña ganadera, sobre todo a las granjas de porcino (hay más de 300.000 cabezas) que se surten casi todas de sondeos.

Los recursos hídricos subterráneos estimados en Soria ascienden a 429 hm³/año (López Geta et al. 1989). Y en cuanto a las características físico-químicas de las aguas subterráneas son bastante parecidas de unos acuíferos a otros; predomina la facies bicarbonatada cálcica, como corresponde a aguas que atraviesan materiales carbonatados. Hay algunas excepciones poco significativas, como son los manantiales salinos del Valle del Jalón, la fuente mesotermal de Andaluz (sulfatado cálcica), etc.

En la figura 2 se representa la situación de las muestras de las aguas subterráneas de abastecimiento y las isoconas de F<sup>-</sup> con equidistancia de 0'1 mg/l. Los valores extremos oscilan entre 0'0 mg/l, que es

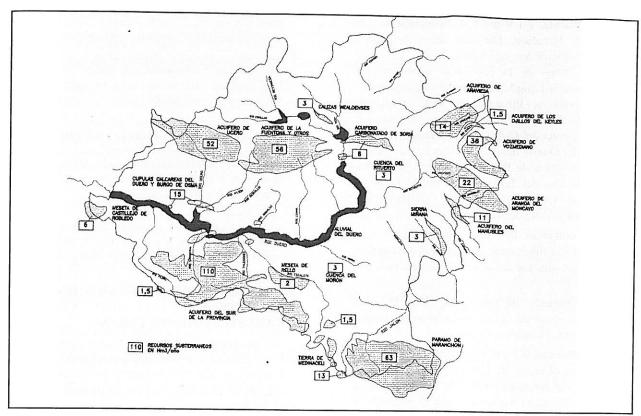


FIG. 1 - LOS RECURSOS SUBTERRANEOS DE SORIA POR UNIDADES ACUIFERAS

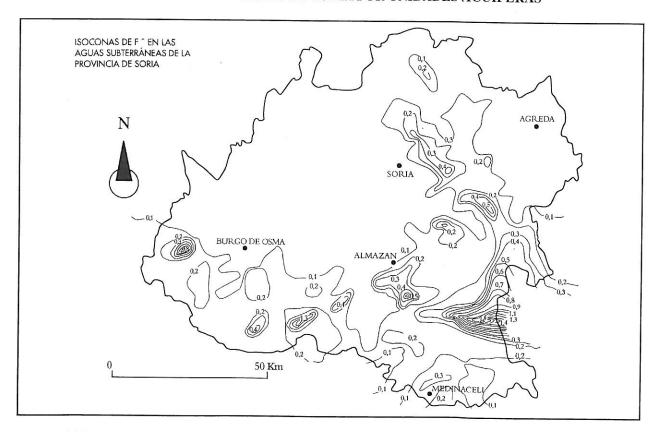


FIG. 2 - ISOCONAS DE F - EN LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LA PROVINCIA DE SORIA

bastante frecuente, y 1'9 mg/l, correspondiente a la localidad de Almaluez. De este mapa se pueden hacer las observaciones siguientes:

- Amplias zonas de la provincia tienen valores inferiores a 0'1 mg/l. Ocupan el tercio noroccidental (zona de Pinares, El Valle, Sierra de Cabrejas, Campiña de Cidones, Pinares de Almazán, zona del Cubo de la Solana, y margen derecha del Duero, desde Almazán hasta el límite con la provincia de Burgos), Norte de la provincia (Valle alto del Tera y Valle del Cidacos), y tierras de Olvega y Agreda (Moncayo, La Rinconada y Valle de Alhama).
  - En estas comarcas, la vegetación, litología y usos del suelo son diferentes, aunque quizá tengan en común que son las áreas relativamente más lluviosas.
- 2. Hay un contenido "de fondo" entre 0'1 y 0'2 mg/l que ocupa el sur de la provincia (margen izquierda del Duero) y cuadrante sureste.
- 3. Los valores entre 0'3 y 0'4 mg/l aparecen de forma general en el sector de la cuenca del río Deza y Nágima, y al sur de Almazán. De forma puntual se sitúan en Mioceno medio de carácter arcilloso en la zona suroccidental.
- 4. El punto de Vilde (0'7 mg/l) es un valor anómalo y no representativo pues este pueblo se abastece de un antiguo sondeo surgente de investigación petrolífera, cuyas aguas provienen de la Facies Utrillas a 2.000 m de profundidad.
- 5. Los valores relativamente más altos del contenido en F<sup>-</sup> siempre se sitúan en el Mioceno medio arcilloso, que aflora en la margen izquierda del Duero y no en la derecha, donde las facies terciarias o pliocuaternarias son más detríticas (IGME, 1971). En el Keuper de Medinaceli las aguas contienen entre 0 y 0'3 mg/l de F<sup>-</sup>. El Weald suele contener valores bajos salvo en los alrededores de Almarza. Esta asociación del alto contenido en F<sup>-</sup> con las arcillas está acorde con lo que suele ser general en otras partes del mundo (Davis y De Wiest, 1966).
- 6. Se aprecia muy clara una alineación de isoconas de valores altos de dirección SE-NO que coincide con las directrices geológicas de afloramientos concretos del Mioceno y Paleozoico que se extienden desde Deza hasta Mazaterón, bordeando el límite norte de la Cuenca de Almazán (ITGE, 1991-c).
- 7. Los valores altos de Almazul (1'8), Utrilla (1'6) y Arcos de Jalón (1'6) coinciden con que ambos puntos se localizan sobre una formación geológica específica del Mioceno medio de la Cuenca de Almazán, de naturaleza arcillosa, y que está constituida por 60% de filosilicatos (que la mayor

- parte son micas), 25 % de Montmorillonita y 20% de caolinita (ITGE, 1991-a y 1991-b).
- Las zonas con mayor contenido en F- corresponden también con las áreas más áridas.
   Esto también suele ser frecuente en otras regiónes (Appelo y Postma, 1993).
- 9. No hay casi F<sup>-</sup> en las aguas del Buntsandstein ni en los acuíferos calcáreos, lo cual puede estar acorde con que las aguas subterráneas que tienen mayor concentración de Ca<sup>2+</sup> contienen menos Fque las que tienen baja concentración (Appelo y Postma, 1993, Manda, 1975).
- 10. El contenido en F- de las aguas superficiales es prácticamente cero, mientras que en el de las aguas subterráneas son frecuentes las que oscilan entre 0'1 y 0'2 mg/l.

# 3. INCIDENCIA EN LA CARIES INFANTIL DEL CONTENIDO EN FLUOR EN LAS AGUAS DE ABASTECIMIENTO URBANO

Es de general asentimiento que el contenido de flúor en el agua de bebida influye en la estructura de los dientes y por lo tanto en la prevención de la caries. Si el contenido es bajo, la incidencia en las caries dentales de los niños hace que estas desciendan según aumenta el contenido en flúor; pero su exceso favorece la fluorosis y a este respecto el Código Alimentario Español recomienda que dicha concentración sea inferior a 1'5 mg/l. El contenido óptimo para niños de 6 años se suele fijar en 1'0 mg/l. Si tomamos los datos de Gimeno de Saude et al. (1978) sobre 15 valores de contenido en flúor, Cf, (desde 0'05 mg/l hasta 2'80 mg/l) en las aguas de bebida y sus correspondientes índices CO a los 6 años se deduce una recta de regresión de expresión CO= 3'25-0'79 Cf, con un coeficiente de correlación r= -0'877 y un error típico de la estima s= 0'78. Según estos resultados, aunque el coeficiente de correlación (-0'877) es bueno, también es alto el error típico de la estima (0'78) lo que añade incertidumbre a las mejoras esperadas aumentando el aporte de flúor; quiere ello indicar que hay otros factores que también condicionan la caric infantil y así se puso de manifiesto en el trabajo de Sanz (1995) que analizaba la influencia de la ingesta de alimentos dulces y de la higiene bucal en la carie dental de los niños. El mismo coeficiente de la recta de regresión (-0'79) se puede considerar bajo y así mientras una ausencia de flúor daría un índice CO= 3'25, para la concentración óptima de 1'0 mg/l daría CO= 2'46 lo que supone un descenso relativo del índice CO, del 24'3 %, significativamente inferior al que según el trabajo de Sanz citado se consigue con el lavado diario de la boca (33'2%) o más todavía mejorando el

riesgo de la dieta carogénica (74'3%).

Los datos de concentración en flúor del agua de los abastecimientos urbanos que aquí se presentan nos brindan una ocasión de comprobar su influencia en la carie infantil confrontando dichos contenidos en flúor con los resultados de las revisiones bucales efectuadas por el INSALUD de Soria durante el curso 1994-95 en la zona rural soriana que abarca toda la provincia exceptuando la capital. Sin embargo, debido a la escasa población infantil en los pueblos cuyas aguas tenían cierto contenido en flúor, solo ha sido posible efectuar un contraste entre los dos agregados siguientes de población infantil: Los residentes en núcleos urbanos cuyas aguas tienen un contenido en flúor igual o superior a 0'5 mg/l y el resto. El primer grupo sólo comprende 33 niños de los 14 pueblos siguientes: Monteagudo de las Vicarias, Santa María de Huerta, Utrilla, Allaló, Fuentelmonje, Torluenga, Villaseca de Almazán, Velilla de San Esteban, Villanueva de Gormaz v Vildé. El resto de la zona rural provincial abarca una muestra de 607 niños y en el 90% de sus pueblos las aguas de consumo urbano no contienen flúor.

Los resultados del examen bucal en niños de 6 años para estos dos agregados de la zona rural soriana son como se reflejan en el cuadro

# EXAMEN BUCAL EN PUEBLOS DE SORIA SEGUN QUE SUS AGUAS DE BEBIDA CON-TENGAN O NO FLUOR

TASAS E INDICES	CON	SIN
	FLUOR	FLUOR
Tamaño de la muestra (N°)	33	707
Tasas de prevalencia (%)	36′4	58′3
Indice CO	0′94	1′83
Indice COA	0′03	0′28
Indice de morbilidad (CO+COA) 0'97		211

A la vista de estos resultados queda patente la mejor salud dentaria en el grupo de niños que beben agua con algún contenido en flúor que en el resto. Las diferencias en tasas e índices de estos dos agregados son todas significativas y en general se puede decir que quedan reducidas a la mitad cuando el agua contiene flúor respecto a las que no lo contienen. En particular es de destacar la diferencia en el índice COA que al afectar a los dientes permanentes hace suponer que esta comparación de la salud dentaria establezca diferencias más grandes entre la población adulta.

### 4. CONCLUSIONES

De la exposición realizada anteriormente podemos establecer dos conclusiones principales:

- 1°. Las concentraciones en flúor de las aguas de abastecimiento de Soria son bastante bajas, siendo infrecuente que superen los 0'2 mg/l. La distribución geográfica de las concentraciones quedan explicadas por la naturaleza litológica del substrato ya que guardan una estrecha relación con las características geológicas. Se observa una amplia área de valores máximos en el Este de la provincia asociada a formaciones arcillosas del Mioceno. Dentro de la Cuenca Terciaria de Almazán se localizan otros máximos relativos más aislados.
- 2°. Queda comprobada la incidencia en la caries de la población infantil del medio rural de Soria con el contenido en flúor de las aguas de abastecimiento urbano. Se ha comprobado que también hay otros factores que ejercen esta influencia, como los de la higiene bucal y los de la dieta carogénica.

### **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer muy sinceramente al personal del laboratorio de la Jefatura de Sanidad de Soria por habernos facilitado los análisis de fluor, y al INSALUD de Soria por habernos proporcionado los datos de caries dentales.

# **BIBLIOGRAFÍA**

- Appelo, C.A.J. and Postma, D. (1993). Geochemistry, groundwater and pollution. Balkema, 536 págs.
- Davis, S.N. and De Wiestt R.J.M. (1996). Hydrogeology. John Wiley Sons, New York, 463 p.
- Dean, H.T. (1946). Epidermiologycal studies in the United States. In: Dental Caries and Fluorine. Moulton. F.R. (Ed.).
- Fernández del Río, G.; Sanz Pérez, E. y Coleto Fiaño, F. (1989).
  Características y calidad química de las aguas subterráneas de la provincia de Soria. III Congreso de Geoquímica de España. pp. 77-85.
- Galán, E. y Mirete, S. (1979). Introducción a los minerales de España. Instituto Geológico y Minero de España. 420 págs.
- Gimeno de Sande et al. (1978). Medicina Preventiva y Social. J. Mira Gutíerrez. Tema 59. Edit. Amaro.
- Gómez Artola, C.; Borregón, J.; Llamas, R. y Sánchez, J.J. (1983). Análisis preliminar del contenido en flúor de las aguas de Madrid y de su incidencia en las caries dentales de los niños.
  III Simposio de Hidrogeología. Hidrogeología y Recursos Hidráulicos, pp. 157-166.

- Hem, D.J. (1970). Study and interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. Second Edition. Geological Suevey Water-Supply, paper n° 1473, pp. 176-178.
- Instituto Geológico y Minero de España (1971). Mapa geológico de España E= 1/200.000. Hoia nº 31 (Soria).
- Instituto Tecnológico Geominero de España (1991-a), Mapa geológico de España E=1/50:000. Hoja nº 407 (Morán de Almazán).
- Instituto Tecnológico Geominero de España (1991-b). Mapa geológico de España E=1/50.000. Hoja nº 435 (Arcos de Jalón).
- Instituto Tecnológico Geominero de España (1991-c). Mapa geológico de España E=1/50.000. Hoja nº 350 (Soria).
- Junta de Castilla y León (1991). Programa de Salud buco-dental.
  Dirección General de Salud Pública y Asistencia. Consejería de Sanidad y Bienestar Social. Valladolid, 154 págs.
- López Geta, J.A.; Layna, P.; Ballester, A.; Martín, J.M.; Sanz, E. y de la Peña, J. (1989). El agua subterránea en Soria. Mapa Hidrogeológico. 20 págs. y Mapa.
- López, M.; Coca, J. y Sastre, M. (1990). Métodos de eliminación

- de fluoruros de aguas potables. Tecnología del Agua nº 65, pp. 17-23.
- Manda, B.K. (1975). Geochemistry and genesis of fluoride-containing ground water in India. Ground Water, 13, 275-281.
- Ripa, L.W. (1993). A Hall-century of Community Water Fluoridation in the United States: Review and Commentary. J. Public Health Dent: 53 (1): 17-44.
- Sanz, J. y Sanz, E. (1994). Las captaciones de agua para abastecimiento urbano en la provincia de Soria. Tecnología del Agua, 119, 9-13.
- Sanz, J.; G~ Yélamos, J. y Sanz, E. (1995). Introducción a los manantiales termales y mineromedicinales de la provincia de Soria. Boletín de Hidrología Médica, 147-155.
- Sanz, J. (1995). Estudio actual de la caries infantil en Soria. Gaceta Dental nº 9. Sept. - Solleras, L.; Bohigas, L.; Cuenca, E.; Martínez, J.M. y Manan, C. (1994). Análisis Coste efectividad de tres programas comunitarios alternativos de uso preventivo del flúor para la prevención de la caries dental en Cataluña. Curso de Epidemiología y prevención de las enfermedades orales. Granada, Docum, nº13,