

DEPARTAMENTO DE HIDROGEOLOGIA
Facultad de Ciencias. Universidad de Granada

DEPARTAMENTO DE QUIMICA BASICA Y APLICADA
E.T.S.I. Industriales. Universidad de Sevilla

CONTENIDO REGIONAL EN FLUORUROS DE LAS AGUAS DE
ABASTECIMIENTO DE LOS MUNICIPIOS DEL CINTURON
URBANO DE GRANADA CAPITAL. SIGNIFICACION GEOQUIMICA

Castillo, A. y Gracia, I.

RESUMEN

En el presente trabajo se exponen los contenidos regionales en fluoruros hallados para las aguas de abastecimiento de los municipios del cinturón urbano de Granada capital. Asimismo, se intenta explicar, con el apoyo de estudios más amplios, las principales significaciones geoquímicas de los contenidos hallados.

ABSTRACT

In the present paper the regional fluorides contents found in the supplied waters of the villages near the Granada city are shown. In the same way and with the support of more extensive studies, I try to explain the main geochemical significations of such fluorides contents.

INTRODUCCION

La presencia de flúor en las aguas, en forma de ión fluoruro, es motivo de continuos estudios geoquímicos y, fundamentalmente epidemiológicos, desde que se descubrió su estrecha relación con la salud dental. Como se sabe, concentraciones inferiores a 0.5 mg./l. y superiores a 1.5 mg./l. son propensas a producir procesos de caries y fluorosis dental, respectivamente, afecciones que suelen ser irreversibles a partir de la edad de 10 años. En casos extremos pueden presentarse también cuadros clínicos gastrointestinales y alteraciones neuromusculares.

A este respecto, la situación de los abastecimientos españoles es estudiada, entre otros, por SANCHEZ y MARIÑO (1), que sitúan en un 95 % el índice de abastecimientos con concentraciones en fluoruros inferiores a 1 mg./l.; en la misma estadística establecen que un 70 % de los abastecimientos presentan contenidos inferiores a 0.5 mg./l. Esta deficiencia general en flúor es con-

trastada inequívocamente con una altísima incidencia de los procesos de caries dental. Así, para Granada capital el porcentaje de prevalencia de caries dental es cifrado (2) en un 68 % de los escolares comprendidos entre 6 y 14 años.

Esta situación, ampliamente constatada ya a nivel epidemiológico, de hipofluorosis de los abastecimientos españoles y, más concretamente, en los andaluces, ha impulsado a la administración sanitaria de Andalucía a una campaña de fluoración de los abastecimientos deficitarios de más de 50.000 habitantes. Sin embargo, frente a esta medida, es notoria una amplia laguna en los estudios geoquímicos de flúor de los sistemas hídricos (superficiales y subterráneos) de los que se abastece la población, siendo prácticamente inexistentes los registros evolutivos y estudios de carácter regional.

En esta línea, el presente trabajo pretende ser una aportación al conocimiento de la distribución espacio-temporal de este ión y de sus connotaciones geoquímicas para toda el área de influencia comarcal de Granada capital (ver figura 1), la cual agrupa a una población estable de más de 380.000 habitantes (48 % provincial), distribuida en 27 núcleos municipales (ver Tabla I).

La labor de recogida de muestras de agua se extendió desde Septiembre de 1983 a Marzo de 1984, y en ella se recogieron y analizaron más de 200 muestras de aguas superficiales y subterráneas del área estudiada (Fig. 1), prestando especial atención a las captaciones de los abastecimientos urbanos.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras de agua fueron tomadas principalmente de ríos, manantiales, pozos y sondeos. En el caso de abastecimientos la toma se efectuó antes de procederse a la potabilización y/o distribución. Las muestras fueron almacenadas en botellas de polietileno de 250 cc. de capacidad. Para la determinación de los fluoruros se siguió el método potenciométrico, por simplicidad, rapidez y precisión, descrito en RODIER (3).

El electrodo ión-selectivo utilizado fue de Orion Research Inc. (F 1052 F/0), al igual que el de referencia de calomelanos (90-04); los potenciales de electrodo fueron medidos en un potenciómetro Radiometer PHM-62.

Las determinaciones fueron realizadas en el Departamento de Química Básica y Aplicada (E.T.S.I. Industriales) de la Universidad de Sevilla, donde se determinaron, asimismo, los contenidos de otros constituyentes mayoritarios y minoritarios de las mismas muestras de agua (4). Las lecturas, efectuadas por duplicado, permitieron constatar la precisión del método e instrumental utilizado, muy fiable para tiempos de utilización de la célula del electrodo ión-selectivo inferiores al año.

RESULTADOS OBTENIDOS

Las figuras 1, 2 y 3 y la Tabla I, ilustran acerca de los contenidos en fluoruros hallados para las aguas superficiales y subterráneas del área estudiada.

El 77 % de los cauces de aguas superficiales muestreados (referencia de Marzo de 1984) presentaron contenidos en fluoruros inferiores a 0.5 mg./l. (el 23 % inferiores a 0.2 mg./l.), siendo los valores extremos hallados los del río Genil en Pinos Genil, con 0,12 mg./l., y el del río Beiro en el Cuartel de Ingenieros con 0.63 mg./l. Mención aparte merecen las aguas del arroyo Juncañil, presumiblemente contaminadas por vertidos industriales procedentes de baños electrolíticos o de la elaboración de vidrio, las cuales presentaron contenidos de varios miligramos por litro.

Núcleo municipal	Habitantes	Abast.	F-
Albolote	7.447	Subt. 1	0.38
Alhendín	3.291	Subt. 2	0.25
Armilla	11.471	Subt. 2	0.09
Atarfe	9.501	Subt. 1	0.38
Cájar	1.465	Subt. 2	0.08
Cenes de la Vega	1.291	Super.	0.10—0.47*
Cijuela	1.059	Super.	0.43
Cúllar Vega	1.438	Subt. 2	0.09
Chauchina	3.821	Subt. 1	0.20
Churriana	4.284	Subt. 2	0.08
Dílar	1.305	Subt. 1	0.14
Fuente Vaqueros	3.779	Subt. 2	0.15
Gabia, Las	5.270	Subt. 2	0.14
Gójar	1.833	Subt. 1	0.14
Granada	256.191	Super.	0.10—0.47*
Huétor Vega	5.089	Subt. 2	0.31
Jun	903	Subt. 1	0.39
Láchar	2.080	Super.	0.43
Maracena	10.451	Subt. 1	0.38
Monachil	3.711	Subt. 1	0.12
Ogijares	2.539	Subt. 2	0.15
Peligros	5.090	Subt. 1	0.39
Pinos Puente	13.394	Subt. 1	0.38
Pulianas	2.203	Subt. 1	0.39
Santafé	11.747	Subt. 2	0.11
Purchil (V. Genil)	2.694	Subt. 2	0.09
Zubia, La	6.890	Subt. 2	0.10

TABLA 1.- Habt.- Población de derecho a 31 de Marzo de 1984 / Abast.-Subt. 1 = manantial; Subt. 2 = pozo o sondeo / F-.- \bar{x} de IX-1983 y III-1984; valores en mg./l.* Intervalo abastecimiento río Genil (0,10) o embalse de Quéntar (0,47).

Para las aguas subterráneas estudiadas (referencia, asimismo, de Marzo de 1984), la proporción de valores de concentración inferiores a 0.5 mg./l. fue del 77 % (el 40 % inferiores a 0.2 mg./l.); los valores extremos hallados oscilaron entre 0.03 (pozo de Espinosa; Alhendín) y 2.33 mg./l. (pozo del "Cruce"; Chauchina)

Con respecto a los niveles de fluoruros hallados para las aguas de abastecimiento (15 % de procedencia superficial y el resto de procedencia subterránea) de los 27 núcleos municipales estudiados (incluida Granada capital), decir que en ningún caso se superaron los 0.5 mg./l. de contenido medio (ver Tabla I; el 48 % presentó contenidos inferiores a 0.2 mg./l.); los valores medios extremos hallados fueron los procedentes del agua de los abastecimientos de Churriana de la Vega y de Cijuela/Láchar, con niveles de 0.08 y 0.43 mg./l. de fluoruros respectivamente.

DISCUSION

(NOTA.- No se hace referencia explícita a las aguas de abastecimiento urbano —Tabla I—, al quedar incluidas en el grupo de las aguas superficiales o subterráneas que se comentan a continuación).

AGUAS SUPERFICIALES

En general, los cursos de aguas superficiales procedentes de Sierra Nevada (Genil, Monachil y Dílar), los más importantes en caudal del área estudiada, presentan contenidos en fluoruros inferiores a 0.20 mg./l., contenidos que, por el contrario, son máximos en los cauces Salado, Juncaril y Beiro, en los que se superan los 0.50 mg./l. de media anual. En la figura 1 puede observarse la relación obtenida entre la concentración en fluoruros y la conductividad para las aguas de los cursos de superficie muestreados (referencia de Marzo de 1984).

Las variaciones estacionales detectadas fueron notables, y en algunos casos importantes; en general, se pusieron de manifiesto mínimos de concentración después de aguaceros y en el deshielo (ríos de Sierra Nevada), frente a máximos para las aguas del caudal de base (estiaje).

Los valores analíticos obtenidos, con el apoyo imprescindible de la información hidrogeoquímica extraída de investigaciones más amplias (4), permiten hacer la siguiente clasificación geoquímica (flúor) de las aguas de los cursos de superficie estudiados:

a) *Ríos drenantes de dolomías y calizo-dolomías alpujárrides (Trías medio-superior).*

A este punto pertenecerían los ríos Genil, Monachil y Dílar, con contenidos medios (base) inferiores a 0.20 mg./l. y gran irregularidad en las evoluciones temporales. Los cauces Darro, Aguas Blancas, "canal" de Aynadamar (nacimientos de Alfacar) y "canal" de Cacin (embalse de Los Bermejales),

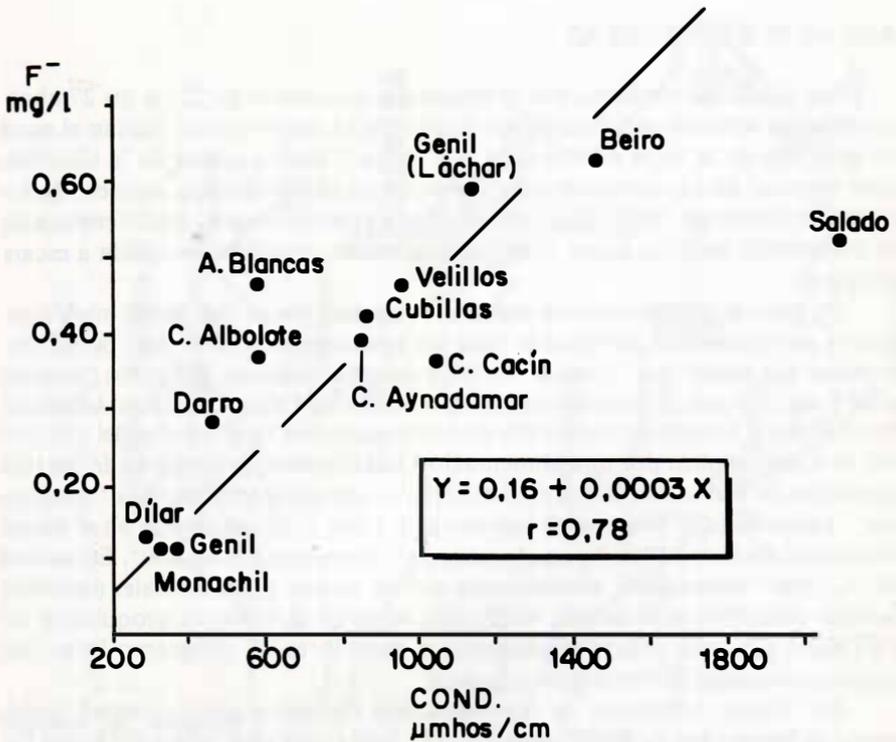


Fig. 1.- (Referencia de Marzo de 1984).

que también se incluyen dentro de este mismo grupo, presentan, sin embargo, mayores contenidos medios y regularidad evolutiva, lo cual se relaciona con sus regímenes no nivales y con una mayor participación de las aguas subterráneas en los caudales circulantes. En todos los casos aludidos, el contenido base en fluoruros debe provenir fundamentalmente de las mineralizaciones de fluorita que contienen las formaciones carbonatadas alpujárrides, origen del grupo geoquímico comentado.

Las aguas de los ríos Cubillas, Velillos y del "canal" de Albolote (manantial de Deifontes), procedentes del drenaje de materiales carbonatados subbéticos (Jurásico), presentan características muy similares a las referidas para los cursos anteriores.

b) *Ríos y arroyos procedentes de terrenos evaporíticos (Mioceno).*

A este grupo, el de mayor variabilidad química temporal, pertenecen los cauces Salado, Juncaril y Beiro, caracterizados por presentar contenidos en fluoruros normalmente superiores a 0.5 mg./l. En este caso, el contenido base procedería del ataque y disolución de minerales fluorados relacionados geoquímicamente con depósitos salinos (5,6).

AGUAS SUBTERRANEAS

Las aguas subterráneas son el origen del suministro de 23 de los 27 abastecimientos urbanos estudiados, los cuales, en su mayor parte, captan el agua del acuífero de la Vega de Granada. La figura 2 ilustra acerca de la distribución espacial de los contenidos en fluoruros en dicho sistema acuífero (referencia de Marzo de 1984), distribución que, a grandes rasgos, y a diferencia de lo comentado para las aguas superficiales, puede considerarse válida a escala temporal.

En general, la distribución espacial de contenidos se rige por el mismo esquema de explicación comentado para las aguas superficiales. Así, podrá observarse que existe una "lengua" de baja concentración en fluoruros (inferior a 0.25 mg./l.) que se extiende desde los núcleos de Cájar-La Zubia-Alhendín hasta Fuente Vaqueros, siguiendo aproximadamente la dirección del río Genil, lo que se explica por una alimentación fundamental procedente de los ríos que bajan de Sierra Nevada. Por el contrario, llaman la atención dos "anomalías" positivas (con contenidos superiores a 1 mg./l.), localizadas en el borde occidental de Sierra Elvira y en el sector de "Aeropuerto-Romilla". En ambos casos, estas "anomalías" se relacionan con las únicas aguas termales (también salinas) existentes en el sector, hecho que refuerza la hipótesis geoquímica de PETROV (7), que relaciona contenidos superiores al miligramo-litro con aguas profundas, normalmente termales.

Por último, comentar la representación fluoruros-conductividad (referencia de Septiembre de 1983) expuesta en la figura 3, la cual refleja un ajuste no significativo para valores de conductividad inferiores a 1.200 micromhos/cm.; este hecho se contradice, en cierta forma, con el gráfico de la figura 1, y viene a apoyar la hipótesis de SCHOELLER (8), en el sentido de que la usual dispersividad del flúor en las formaciones geológicas impide la manifestación de una clara relación de los contenidos hallados con los terrenos atravesados por las aguas, y consecuentemente con la salinidad total de las mismas.

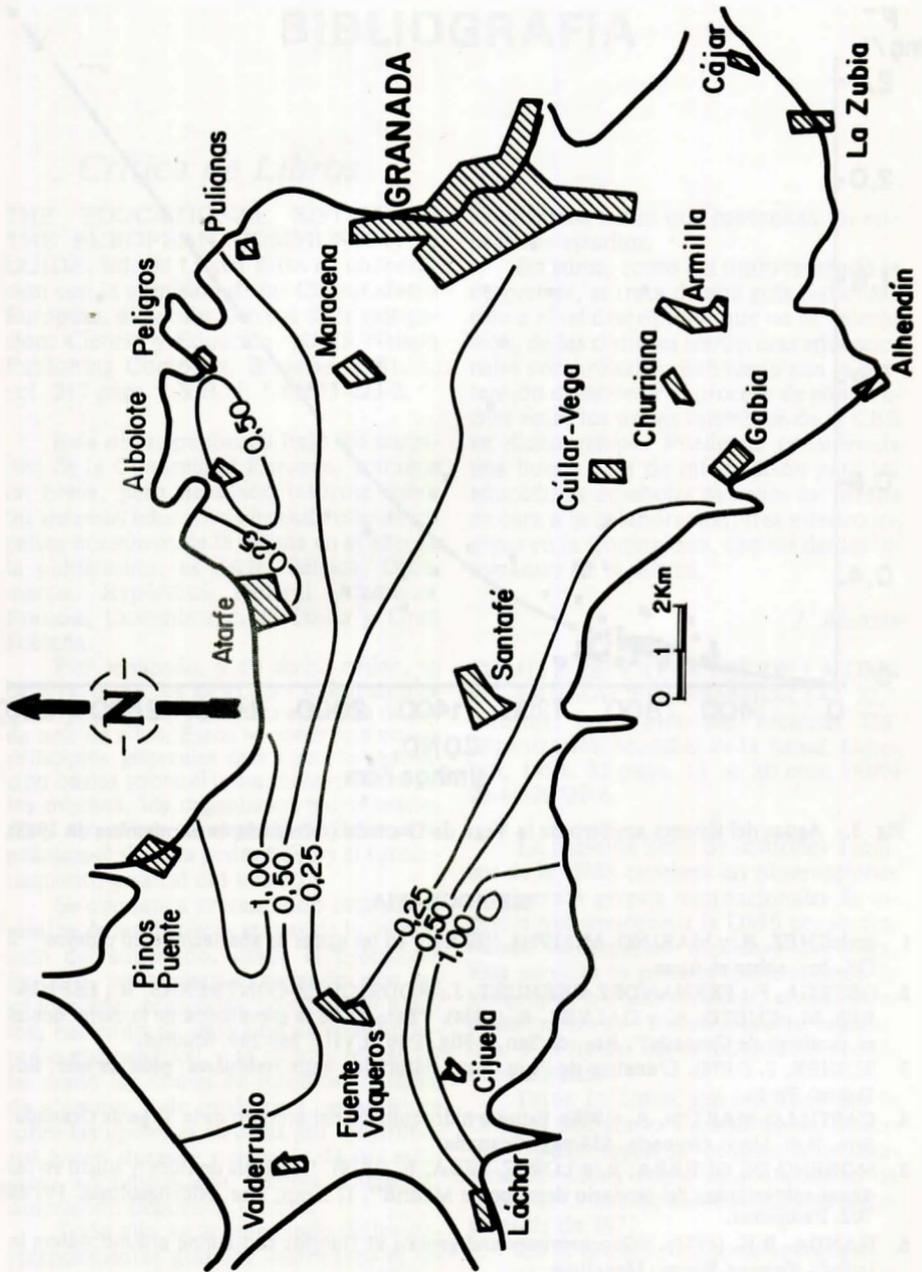


Fig. 2.- Mapa de isocontenidos en fluoruros para las aguas del sistema acuífero de la Vega de Granada; valores en mg./l. (referencia de Marzo de 1984).

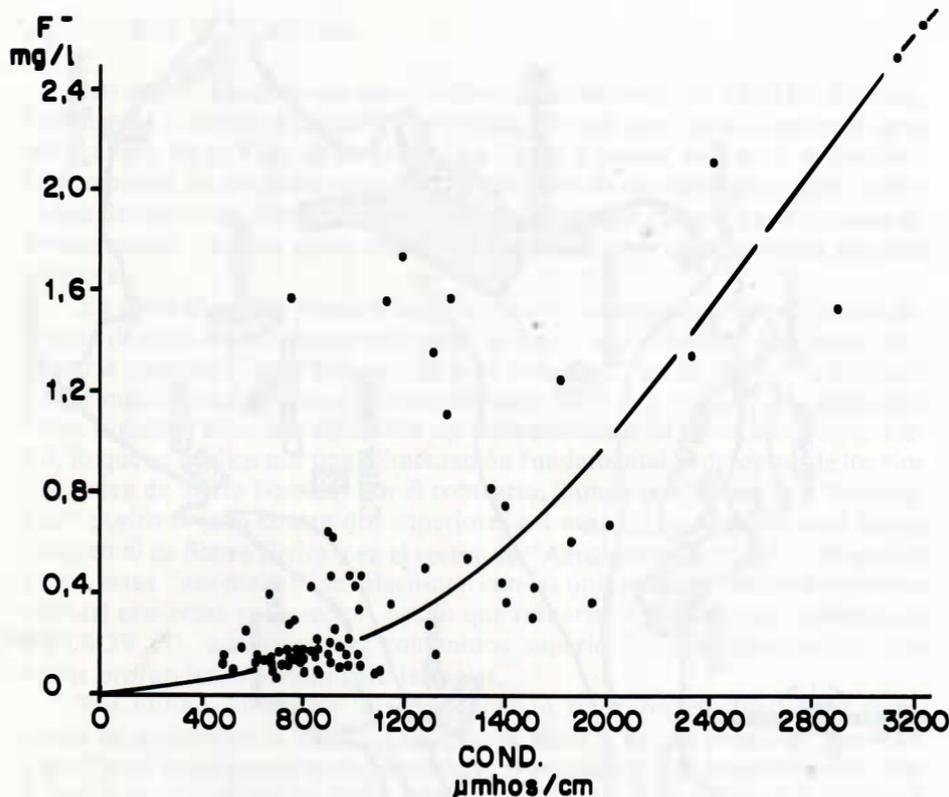


Fig. 3.- Aguas del sistema acuífero de la Vega de Granada (referencia de Septiembre de 1983).

BIBLIOGRAFIA

1. SANCHEZ, B. y MARIÑO, M. (1971). "El flúor en las aguas de abastecimiento público". 2 Col. Inv. sobre el Agua.
2. ORTEGA, F.; FERNANDEZ-CREHUET, J.; RODRIGUEZ-CONTRERAS, R.; ESPIGARES, M.; CUETO, A. y GALVEZ, R. (1984). "Estudio de la prevalencia de la caries dental en escolares de Granada". Rev. de San. e Hig. Púb. LVIII: 269-289. Madrid.
3. RODIER, J. (1978). L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Ed. Dunod. Paris.
4. CASTILLO-MARTIN, A. (1986). Estudio hidroquímico del acuífero de la Vega de Granada. Serv. Pub. Univ. Granada. 658 pág. Granada.
5. MORENO DE GUERRA, R. y LOPEZ VERA, F. (1979). "Análisis de flúor y silicio en las aguas subterráneas del terciario detrítico de Madrid". II Simp. Nac. Hidrogeología. IV: 691-702. Pamplona.
6. HANDA, B.K. (1975). "Geochemistry and genesis of fluoride containing ground waters in India". Ground Water. May-June.
7. PETROV, P.S. (1963). Congress Geol. Intern. Mem. VI: 339-344.
8. SCHOELLER, H. (1963). Recherches sur l'acquisition de la composition chimique des eaux souterraines. E. Drouillard. 231 pág. Bordeaux.