

Publicaciones del IGME: serie Hidrogeología y aguas subterráneas, nº 14. VI Simposio del Agua en Andalucía. II: 1.237-1.245

## **Calidad general de las aguas de la Vega de Granada. Análisis comparativo de las aguas superficiales, subterráneas y residuales**

Sánchez Díaz, Luis\* y Castillo Martín, Antonio\*\*

\* *Instituto del Agua. Universidad de Granada. C/ Ramón y Cajal, 4. 18071 Granada. E-mail: [acastill@ugr.es](mailto:acastill@ugr.es)*

\*\* *CSIC e Instituto del Agua de la Universidad de Granada*

**Palabras clave:** Hidroquímica, Vega de Granada, aguas superficiales, residuales y subterráneas

### **RESUMEN**

***En esta contribución se expone la calidad general que presentaron las aguas superficiales, subterráneas y residuales de la Vega de Granada durante 2003-04; para ello se realizaron dos muestreos espaciales (septiembre-octubre de 2003 y marzo-abril de 2004) y doce mensuales (junio de 2003 a mayo de 2004). Tras una primera exposición de la calidad de los tres tipos de aguas comentados, se realiza un análisis comparativo, para diferentes parámetros indicadores de calidad.***

### **INTRODUCCIÓN**

La Vega de Granada es una vasta llanura aluvial de 200 km<sup>2</sup> de extensión, formada por los acarreos del río Genil y de sus afluentes de cabecera, entre las poblaciones de Cenes de la Vega al este y Láchar al oeste. Por su carácter deprimido en relación a los relieves circundantes, recibe unos aportes superficiales del orden de 330 hm<sup>3</sup>/a, procedentes de la escorrentía de una cuenca vertiente de 2.900 km<sup>2</sup>. Aproximadamente 120 hm<sup>3</sup> de esas aportaciones superficiales se infiltran en el acuífero aluvial, que posee unos recursos totales, en el momento actual, del orden de 160 hm<sup>3</sup>/a. Por tratarse de un área llana y fértil, el poblamiento de su suelo y laderas más inmediatas siempre fue notable; hoy día la población asentada es de unos 500.000 habitantes, repartidos entre Granada capital (250.000) y los pueblos de su periferia (250.000); las aguas residuales generadas, unos 35 hm<sup>3</sup>/a, son utilizadas para riego, normalmente mezcladas con aguas "limpias" superficiales.

En ese contexto, la calidad de las aguas es muy diferente según los sectores y procedencia de las mismas. Castillo (1986a) hizo una valoración de las diferentes calidades para abastecimiento humano; de modo similar, Castillo (1993) analizó la calidad de las aguas para su uso agrícola.

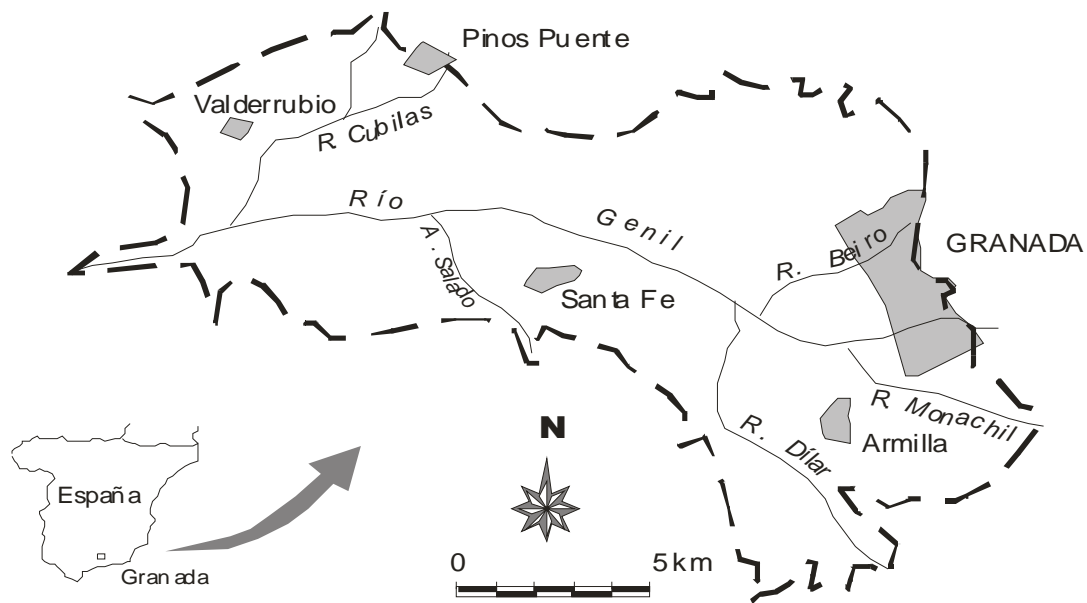


Figura 1.- Localización geográfica de la Vega de Granada

## CALIDAD GENERAL DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

La calidad de las aguas superficiales ha sido estudiada en varias ocasiones. Castillo *et al.* (1985), Castillo (1986b) y Sánchez *et al.* (1986) hicieron una caracterización preliminar de los principales cursos superficiales; Castillo *et al.* (1990 y 1991) realizaron el primer estudio intensivo sobre estas aguas a través de numerosas estaciones de control, en lo que se denominó “Proyecto del Alto Genil. Por fin, Castillo y Sánchez-Díaz (2004) actualizan la calidad de las aguas de la Vega de Granada. Esta contribución es parte de ese último trabajo, realizado para la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

Las aguas superficiales son las que poseen mejor calidad para el riego y el abastecimiento humano, siempre que se seleccionen, para ese último tipo de uso, los cauces y embalses apropiados. Por contrapartida, se trata de aguas sometidas a vertidos, más o menos puntuales y esporádicos, que modifican fuertemente la calidad, lo que es más frecuente en ciertos cauces, tramos y épocas. Por condiciones naturales, la regularidad de la calidad de las aguas no embalsadas, mejor o peor, tampoco está totalmente asegurada, lo cual es un relativo inconveniente para abastecimientos urbanos e industriales.

En síntesis, cabe decir que la calidad general de las aguas superficiales es muy buena para el regadío en la mayor parte de los casos (con la excepción del arroyo Salado y de otros cauces menores), con valores de salinidad normalmente inferiores a 600 mg/l y facies bicarbonatadas cálcicas.

Para el consumo humano cabe hacer algunas matizaciones. Por salinidad, contenido en nitratos y en sustancias no deseables, es de resaltar la buena calidad potencial de todas las cabeceras de los ríos orientales, que drenan materiales fundamentalmente esquistosos del Complejo Nevado-filábride de Sierra Nevada. Las aguas de esta vertiente occidental de Sierra Nevada son las que presentan mejor calidad; este grupo lo integrarían los ríos Dílar, Genil y Monachil, en orden de mejor a peor calidad relativa; es de destacar la excelente calidad de las aguas del río Dílar, muy similar a la del río Genil (embalse de Canales), frente a los indicios de contaminación presentados por las aguas del río Monachil, afectado por vertidos de aguas residuales, y de otros tipos, de la estación de esquí de Solynieve, en Pradollano. En cualquier caso, las aguas de estos ríos dejan de ser de buena calidad para el consumo humano por debajo de las poblaciones de Dílar, Pinos Genil y Monachil, respectivamente, debido a vertidos de aguas residuales urbanas, a esporádicos contactos con plaguicidas, y al aumento de las concentraciones relativas por una merma de los caudales circulantes por derivaciones de riego.

De muy buena calidad también son las aguas de escorrentía de las sierras carbonatadas alpujárrides drenadas por el río Aguas Blancas. Se trata de aguas de mayor mineralización y dureza que las anteriores, pero de excelente calidad, siempre aguas arriba de la población de Quéntar.

Las aguas de los ríos Cubillas, Colomera y Velillos, que drenan materiales margosos y carbonatados subbéticos, y detríticos de la Depresión de Granada, son de buena calidad para el regadío y de deficiente a mala calidad para el consumo humano (incluso después de los tratamientos oportunos). La naturaleza más arcillosa de estas subcuencas, con afloramientos salinos en algunos sectores (río Colomera), unida a una mayor ocupación agrícola de las mismas, infiere mayor salinidad y la presencia de compuestos no deseables. En estos cauces son frecuentes los problemas de turbidez después de precipitaciones, incluso moderadas, y todavía son notorios los efectos producidos por el alpechín, bien por vertidos esporádicos ilegales (normalmente en periodos de crecida para enmascarar los efectos), o por filtraciones desde balsas, aunque este tipo de afección se ha minimizado mucho. Del mismo modo, son más abundantes los nutrientes en las aguas, sobre todo el fósforo y nitrógeno, lo que, unido a una moderada temperatura media de las mismas favorece la aparición de procesos de eutrofización incipientes o preocupantes, según los tramos y estaciones del año.

El resto de cauces, la mayor parte de ellos de escorrentía moderada u ocasional, presentan graves deficiencias de calidad, tanto para el riego como, naturalmente, para el consumo humano, bien por vertidos industriales y urbanos (Juncaril, Beiro...), bien por la excesiva salinización de sus aguas al discurrir por terrenos salinos de la depresión de Granada (arroyos Salado, Noniles...). Mención especial merece el arroyo Salado, el cual llega a modificar el quimismo del río Genil tras su confluencia, especialmente en épocas húmedas y de tormenta, aunque este efecto es despreciable en estiaje. Una influencia mucho más acusada es la que infiere a las aguas subterráneas del sector, tanto por filtraciones de las aguas de superficie, aunque este proceso se minimizó bastante con el encauzamiento y cementado del tramo final de dicho arroyo, así como por aportes laterales ocultos desde el borde meridional de la Vega de Granada.

## CALIDAD GENERAL DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

El acuífero de la Vega de Granada es uno de los más importantes de Andalucía, tanto por su extensión (200 km<sup>2</sup>), como por el valor de sus recursos y reservas (160 hm<sup>3</sup>/a, y 1.000 hm<sup>3</sup>, respectivamente). Por esa razón ha sido profusamente estudiado desde puntos de vista muy variados. Por lo que concierne a la hidroquímica, los primeros muestreos analíticos proceden de los proyectos de la FAO (FAO-IGME, 1970 y 1972); el primer estudio de detalle fue realizado por Castillo (1986a), al que siguieron otros muchos, algunos de compuestos específicos (nitratos, Castillo *et al.*, 1997...; microbiología, Castillo y Ramos-Cormenzana, 2002...; plaguicidas, de la Colina, 1996...); Castillo y Perandrés (2002) hicieron una recopilación de los trabajos de calidad de las aguas llevados a cabo desde los tiempos de la FAO; el último trabajo hidroquímico realizado ha sido el ya referido de Castillo y Sánchez-Díaz (2004).

Las aguas subterráneas poseen una excelente calidad para el regadío en general (con la excepción de algunas áreas para el riego del tabaco), siendo esta solo aceptable para el abastecimiento urbano. No obstante, la alta variabilidad espacial existente, permite disponer aún de sectores con aguas de buena calidad para todos los tipos de usos. El riesgo de vertidos o de afecciones puntuales y esporádicas es mucho menor que el comentado para las aguas superficiales; asimismo, por condiciones naturales, la variabilidad hidroquímica temporal es poco importante. La salinidad es moderadamente alta, con un valor medio de conductividad en el momento actual del orden de 1.300 µS/cm, lo que conlleva problemas de dureza elevada en las aguas, origen de manchas de “cal” e incrustaciones en tuberías y aparatos electrodomésticos, afecciones muy sensibles para la población, si bien ello no conlleva consecuencias sanitarias.

Entre los sectores más salinos, de facies sulfatadas y salinidades superiores a 1,5 g/l, habría que destacar los de “Pulianas-Maracena”, “Sierra Elvira-Alitaje” y “Aeropuerto-Romilla” (Castillo, 1986b); en ellos tienen influencia decisiva los lixiviados procedentes de formaciones salinas de borde, interestratificadas dentro del relleno de la Depresión de Granada. Castillo y Sánchez (1994) hicieron un estudio pormenorizado de la hidroquímica de los sectores aludidos y de su influencia en el quimismo del acuífero de la Vega de Granada.

Entre los sectores donde la salinidad es menor, con aguas de aceptable calidad para el consumo humano, estaría todo el área suroriental y algunos enclaves localizados en el eje central del acuífero (cada vez más escasos), en los que la conductividad media es del orden de 600 µS/cm .

No obstante, el problema de calidad más acuciante para el consumo humano se relaciona con los moderados a altos contenidos en nitratos, cuya evolución futura es muy probable que siga siendo al alza, por cuestiones relacionadas con el modelo de gestión aguas superficiales-subterráneas del sistema, y no por un incremento en los *inputs* de nitrógeno (al menos de los procedentes de fertilización; Castillo, *et al.*, 1995). No obstante, como en el caso de la salinidad natural, existe una clara distribución espacial de diferentes niveles de concentración; en general, el sector suroriental del acuífero (Churriana, Armilla, La Zubia, Cájar, etc) presenta valores en torno a 30 mg/l;

por el contrario, el sector de Valderrubio-Escóznar ostenta los máximos contenidos, con puntos que superan los 350 mg/l, dentro de un fondo regional en el área superior a 100 mg/l; el resto del acuífero presenta valores promedio muy dispares, comprendidos habitualmente entre 40 y 80 mg/l. La concentración media actual de las aguas subterráneas de la Vega de Granada es de 65 mg/l, cuando el máximo permitido por la legislación europea (y española) para aguas de bebida es de 50 mg/l.

Los compuestos metálicos y los plaguicidas (de la Colina, 1996), así como otros compuestos tóxicos más específicos, se encuentran, en general, ausentes en las aguas subterráneas, si bien existen áreas muy localizadas, en las proximidades de instalaciones industriales, con incipientes procesos de afección derivados, sobre todo, de vertidos líquidos incontrolados al suelo y a acequias.

La contaminación microbiológica afecta aproximadamente a un 20 % de las captaciones (Castillo y Ramos Cormenzana, 2002), y está directamente relacionada con vertidos puntuales próximos y recientes, y con áreas con nivel piezométrico inferior a 40 m. Especialmente significativa es el área de afección de Granada capital, ligada a fugas de la red de saneamiento. El resto de sectores contaminados se relacionan con riegos por inundación con aguas residuales sin depurar, lo que aún es práctica frecuente en la Vega de Granada.

## **CALIDAD GENERAL DE LAS AGUAS RESIDUALES**

La caracterización de la calidad de las aguas residuales ha sido la menos estudiada, y la más complicada de realizar. Castillo (1986b) hizo una primera analítica de estas aguas; Castillo *et al.* (1990) y Ramos-Cormenzana *et al.* (1991) realizaron sendos estudios, con la inclusión de determinaciones microbiológicas y físico-químicas muy variadas; Gómez (1991) realizó un completo estudio bacteriológico; por último, Castillo y Sánchez-Díaz (2004) han llevado a cabo una actualización de la calidad de las acequias de aguas residuales más importantes de la Vega de Granada.

Las aguas residuales urbanas, tanto brutas como depuradas, poseen una calidad deficiente para el regadío en general. No obstante, su mezcla habitual con aguas "blancas", procedentes de derivaciones de ríos y embalses, aporta calidad suficiente. La abundante carga orgánica que caracterizan a este tipo de aguas viene bien a ciertos tipos de cultivos, como los forrajeros y madereros (choperas en la Vega de Granada), y, en general, a la mayor parte de los cultivos en fase productiva, siempre que los riegos se manejen adecuadamente, sin abusar de las capacidades y tolerabilidades de los cultivos; todo ello en ausencia de vertidos puntuales y esporádicos de naturaleza industrial, que se suelen producir, con demasiada frecuencia, a las acequias de aguas residuales.

Los riegos con aguas residuales en etapas germinativas suelen resultar intolerables para los cultivos. Por motivos bien diferentes, en este caso de salud pública, deben evitarse los riegos con aguas residuales brutas o deficientemente

depuradas de productos de huerta y de consumo en crudo que se mojen con el riego, así como los de praderías y forrajes utilizados en verde por el ganado productor de leche. Al respecto, Castillo *et al.* (1994) elaboraron para la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía unos criterios y normas sanitarias para la reutilización en regadío (y otros tipos de usos) de las aguas residuales urbanas.

Las aguas residuales presentan en su conjunto una facies bicarbonatada cálcica, excepto en algunos tramos distales de la acequia Gorda y de otras acequias del sector occidental, en los que pasan a ser sulfatadas cálcicas. El origen bicarbonatado cálcico de todas las aguas de abastecimiento urbano, y el escaso aporte de sulfatos tras el uso urbano sería la razón de esta distribución.

Los datos obtenidos muestran incrementos muy notables de la conductividad de las aguas de abastecimiento tras su uso urbano; de 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad media de las aguas servidas a Granada capital se pasa a cerca de 900  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en las aguas residuales brutas, y ello sin tener en cuenta la mineralización de la materia orgánica aún presente en suspensión. Del mismo modo, los niveles de nitrógeno total inorgánico pasaron de 1,5 mg/l en las aguas de suministro a 25 mg/l en las aguas residuales. Igual podría decirse de los fosfatos, ausentes en las aguas de abastecimiento y con niveles del orden de 15 mg/l en las residuales brutas.

La abundante materia orgánica en suspensión, así como los elevados niveles de nutrientes disueltos en las aguas residuales son beneficiosos para los cultivos, siempre que hubiera ausencia de otros productos tóxicos para la biota, como pueden ser los detergentes, aceites y grasas, plaguicidas o metales pesados, si bien no se detectaron en concentraciones alarmantes en ningún caso. Solo en acequias concretas y momentos puntuales se localizaron vertidos altamente contaminantes, procedentes de industrias conectadas a las redes de evacuación, sin instalaciones de depuración.

## **CALIDAD COMPARADA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES, SUBTERRÁNEAS Y RESIDUALES DE LA VEGA DE GRANADA**

Como ha quedado expuesto, la composición y, consecuentemente, la calidad de las aguas de la Vega de Granada es muy dispar. A la variabilidad espacial hay que sumar la temporal, y ambas son de diferente magnitud según el tipo de aguas de que se trate. De este modo, las aguas superficiales poseen una variabilidad espacial muy notable, mientras que la temporal es menor; algo similar les ocurre a las subterráneas, cuyas variaciones espaciales y temporales están más atenuadas que las de las aguas superficiales. Por el contrario, las residuales poseen altas variaciones espaciales y temporales, lo que complica enormemente la caracterización de su calidad.

En la figura 2 se exponen las evoluciones mensuales de conductividad (junio de 2003 a mayo de 2004) obtenidas para las aguas superficiales, subterráneas y residuales de la Vega de Granada. Como puede observarse, la regularidad, a nivel

de valores medios, es alta para las aguas superficiales y subterráneas, y baja para las residuales. Independientemente de ello, la conductividad media de las aguas crece en el sentido aguas superficiales- residuales-subterráneas; en concreto, los valores medios mensuales hallados fueron de 562, 873 y 1.273  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente.

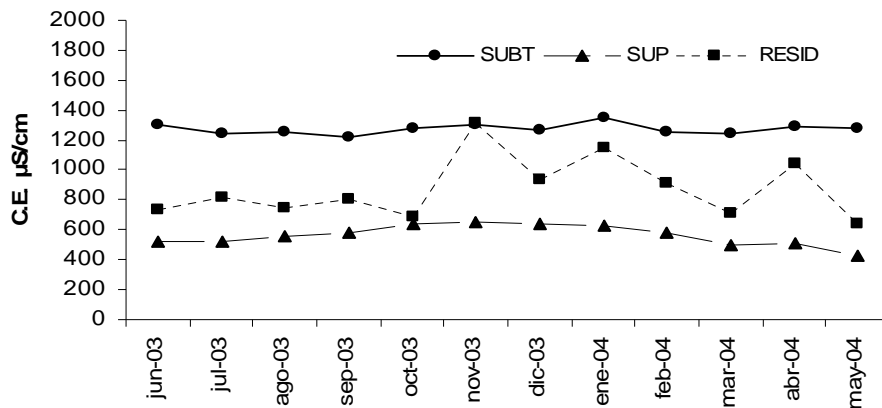


Figura 2.- Evolución mensual (2003/04) de conductividad para las aguas subterráneas, superficiales y residuales de la Vega de Granada

En la figura 3 se expone un gráfico de frecuencias de los valores de conductividad de las aguas superficiales, subterráneas y residuales de la Vega de Granada, para un muestreo espacial realizado en septiembre-octubre de 2003. Como puede observarse, las distribuciones son diferentes según los tipos de aguas consideradas. Las aguas superficiales y residuales presentan un primer y brusco pico para el intervalo de 250 a 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , a partir del cual, las aguas residuales ofrecen un descenso suave y progresivo, mientras que las superficiales muestran un segundo pico para el intervalo de 1.250 a 1.750  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , e, inclusive, un último resalte para valores superiores a 3.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Ello sería indicativo de la existencia de varias poblaciones de aguas superficiales, a saber: las procedentes del río Genil y demás afluentes de la mitad oriental de la Vega (valores de 400 a 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ); las de los ríos Cubillas y Velillos, influenciadas, en gran parte, por lixiviados de evaporitas del Mioceno y del Triás (valores de 1.250 a 1.750  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ); y, por último, la pequeña población de aguas muy mineralizadas del arroyo Salado, sector de "Aeropuerto-Romilla-Chauchina", procedentes de lixiviados de evaporitas del Mioceno del sector de la Malahá (valores superiores a 3.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Las aguas subterráneas presentan una distribución relativamente más normalizada, con una amplia meseta de valores comprendidos entre 750 y 1.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En la figura 4 se exponen las evoluciones mensuales de nitratos en las aguas superficiales, subterráneas y residuales de la Vega de Granada (para el periodo 2003-04). Como puede observarse, la regularidad de los valores es alta para las aguas superficiales, media para las subterráneas y baja para las residuales. Aparte de ello, los contenidos en nitratos son mucho mayores en las aguas

subterráneas que en las superficiales, lo que se traduce en una pérdida de calidad muy notoria para el uso de abastecimiento urbano.

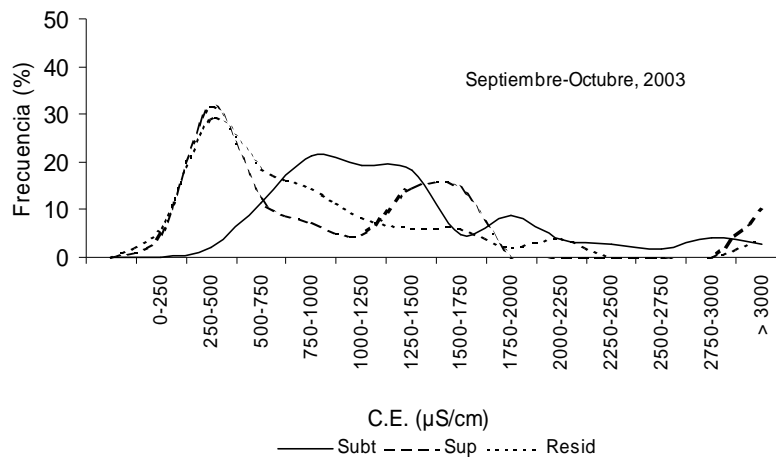


Figura 3.- Distribución probabilística de la conductividad para las aguas subterráneas, superficiales y residuales de la Vega de Granada (septiembre-octubre de 2003)

No se comparan aquí las concentraciones en nitratos de las aguas residuales, que son totalmente ficticias, ya que la mayor parte del nitrógeno está en forma orgánica o amoniacal, por lo que su oxidación y mineralización completa aportará finalmente al medio contenidos en nitratos muy superiores a los medidos.

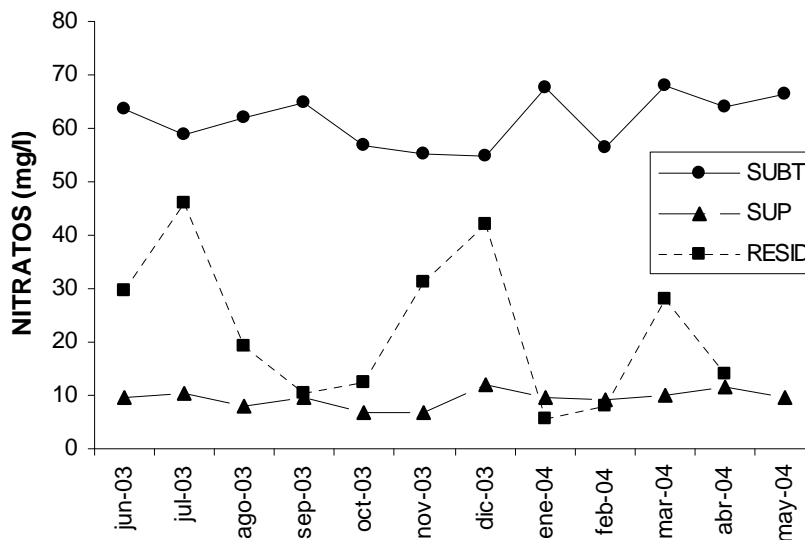


Figura 4.- Evolución mensual (2003/04) de nitratos para las aguas de subterráneas, superficiales y residuales de la Vega de Granada



En la figura 5 se expone un gráfico de frecuencias de los valores de nitratos de las aguas superficiales, subterráneas y residuales de la Vega de Granada (para un muestreo espacial realizado en septiembre-octubre de 2003). Como puede observarse, en este caso las distribuciones poseen formas más normalizadas que las comentadas para la conductividad. En las aguas superficiales se observan claramente dos poblaciones diferenciadas, una para valores de 0 a 20 mg/l y otra de 40 a 60 mg/l, correspondientes a los ríos orientales en el primer caso, y al río Cubillas y Velillos en el segundo. Las aguas subterráneas presentan una amplia meseta con valores comprendidos entre 40 y 80 mg/l, y una pequeñísima población en el intervalo de 120 a 140 mg/l, y otra para valores superiores a 200 mg/l (sector de Valderrubio). Las aguas residuales presentan una población muy definida, comprendida entre 0 y 20 mg/l, regulada como se ha comentado por las condiciones de oxidación-reducción.

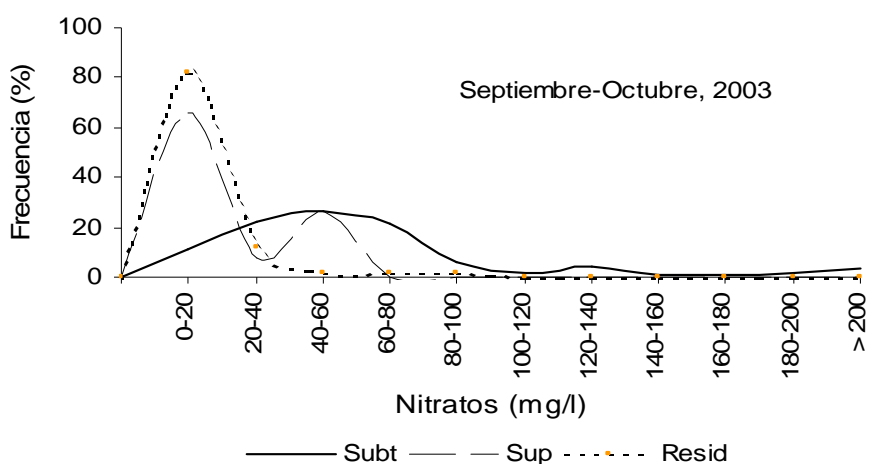


Figura 5.- Distribución probabilística de nitratos para las aguas subterráneas, superficiales y residuales de la Vega de Granada (septiembre-octubre de 2003)

## AGRADECIMIENTOS

Los datos utilizados para la realización de este artículo provienen del contrato de investigación titulado "Estudio de la calidad de las aguas de la Vega de Granada. Aplicación al riego del tabaco", suscrito entre la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y la Universidad de Granada (2002-04). También se ha recibido apoyo del proyecto de investigación BTE2002-00152, del antiguo Ministerio de Ciencia y Tecnología.

## BIBLIOGRAFÍA

- Castillo, A. 1986a. Calidad para consumo humano de las aguas de La Vega de Granada. *Sanidad e Higiene Pública*, 60: 1.141-1.152
- Castillo, A. 1986b. *Estudio hidroquímico del acuífero de la Vega de Granada*. Tesis Doct. Univ. Granada. Coed. Serv. Public. Univ. Granada e IGME. 658 pág.
- Castillo, A. 1993. Calidad agronómica de las aguas de riego de La Vega de Granada *Naturalia Baética*: 5, 91-103
- Castillo, A.; Alba-Tercedor, J.; Capitán-Vallvey, L.F.; Cruz-Pizarro, L. y Ramos, A. 1991. Ejemplo de un estudio interdisciplinar para la caracterización integral de la calidad y contaminación de las aguas de una cuenca de superficie. *El Agua en Andalucía*, II: 277-288
- Castillo, A.; Fernández-Rubio, R. y Gracia, I. 1985. Características físico-químicas de las aguas superficiales de La Vega de Granada. Influencia en el quimismo de las pertenecientes al embalse subterráneo. *I Congreso de Geoquímica*. 63-64
- Castillo, A. y Perandrés, G. 2002. Calidad del acuífero de la Vega de Granada. *Libro Homenaje a Manuel del Valle Cardenete*. Ed. IGME, CHG, COPTJA y Diputación de Granada. 185-188
- Castillo, A.; Pulido-Bosch, A. y Martínez-Carmona, N. 1997. Evolution de la pollution par fertilisants dans un grand aquifere detritique du sud de l'Espagne. In: *Freshwater Contamination*. Ed. B. Webb. IAHS Publ. nº 243: 203-209
- Castillo, A. y Ramos-Cormenzana, A. 2002. Sobre la contaminación microbiológica del acuífero de la vega de Granada. *Geogaceta*, 32: 185-188
- Castillo, A. y Sánchez, P. 1994. Influencia de las evaporitas de borde en la hidrogeoquímica del acuífero de la Vega de Granada. *Geogaceta*, 14: 13-14
- Castillo, A. y Sánchez-Díaz, L. (2004). *Estudio de la calidad de las aguas de la Vega de Granada. Aplicación al riego del tabaco*. Inf. restringido para la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. 124 p
- Castillo, A., Sánchez-Díaz, L., Chica, M. y Luque, J.A. 2004. Distribución espacial de nitratos en el acuífero de la Vega de Granada: análisis de las situaciones de 1983 y 2003. *Geogaceta*, 111-114
- Castillo, A. (coord.) y otros, 1990. *Caracterización físico-químico-biológica de las aguas del Alto Genil. Estudio integral de la calidad y contaminación de las aguas*. Inf. Univ. Granada para la Dirección General de Obras Hidráulicas (Madrid). 1 vol. texto 278 pág. y 10 vol. de anexos

De la Colina, C. 1996. *Metodología para la determinación de residuos de plaguicidas en aguas. Aplicación al acuífero de la Vega de Granada*. Tesis Doct. Univ. Granada. 303 pág.

FAO-IGME, 1970. *Estudio hidrogeológico de la cuenca del Guadalquivir*. Informe técnico nº 1; AGL: SF/SPA 9. 115 p

FAO-IGME, 1972. *Proyecto piloto de las aguas subterráneas para el desarrollo agrícola de la cuenca del Guadalquivir; utilización de las aguas subterráneas para la mejora de los regadíos de la Vega de Granada*. Informe técnico nº 2; AGL: SF/SPA 16. 218 p

Gómez, L.1991. *Bacteriología del Alto Genil*. Tesis Licenc. Univ. Granada. 122 p

Ramos Cormenzana y otros 1991. *Proyecto para la reutilización de aguas residuales tratadas en las nuevas estaciones depuradoras (Granada)*. Inf. Para la DGOH . Madrid

Sánchez-Caballero, M.A.; Fernández-Gutiérrez, A. y Castillo, A. 1986. Caracterización físico-química preliminar de las aguas superficiales de la cuenca del Alto Genil. *El Agua en Andalucía*, II: 511-521