

## ESTUDIO 2

### Estudio de las características físico-químicas de las aguas del Balneario de San Nicolás (Almería)

**Title in English:** *Study of the physico-chemical characteristics of the waters of the Balneario San Nicolás (Almería)*

María Esperanza Torija Isasa<sup>1,\*</sup>, Mercedes García Mata<sup>2</sup>, María Dolores Tenorio Sanz<sup>2</sup>, José Ignacio Alonso Esteban<sup>2</sup>, José Luis López Colón<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Académica Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia. <sup>2</sup>Dpto. Nutrición y Bromatología II. Bromatología Facultad de Farmacia UCM. <sup>3</sup>Instituto Toxicológico de la Defensa. \*metorija@farm.ucm.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 83, Special Issue (2017) pp. 38-53.

RESUMEN	ABSTRACT
<p>Las aguas del balneario de San Nicolás, de Alhama de Almería, fueron declaradas de utilidad pública por Real Orden de 16 de mayo de 1877, bajo la denominación de aguas de Alhama la Seca; en 1928 fue confirmada la utilidad pública de las aguas mineromedicinales de Alhama de Almería. Existen diferentes estudios de las aguas de este balneario, especialmente en el siglo XIX, en los que se comenta el tipo de aguas y su clasificación, y la mayoría de autores hacen referencia a una temperatura de las mismas superior a 40°C. Se analizaron las aguas correspondientes al origen del manantial, a una de las bañeras y a la fuente que se encuentra en uno de los patios. Las aguas surgen a una temperatura de 48°C; su pH es cercano a 8. El residuo seco, a 180°C, es superior a 600 mg/L. La dureza es cercana a 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, y predomina el calcio, cuyo contenido es ligeramente superior a 100 mg/L. De los aniones, bicarbonatos y sulfatos son mayoritarios; el contenido de estos últimos, ligeramente superior a los 200 mg/L, permite considerar estas aguas como sulfatadas. Los fluoruros se encuentran en cantidad ligeramente superior a 1 mg/L, lo que indica que se pueden considerar fluoradas. Los análisis realizados nos indican que se trata de aguas hipertermales, de mineralización media, muy duras, sulfatadas y fluoradas.</p> <p><b>Palabras clave:</b> Aguas mineromedicinales; análisis físico-químico; balneario San Nicolás (Almería).</p>	<p>The waters of Balneario San Nicolás, in Alhama de Almería, were declared waters of public utility by Real Orden of 16th May 1877, under the name of Alhama la Seca. In 1928, the public utility of mineromedicinal waters of Alhama de Almería was confirmed. There are different studies of these waters, especially in the 19th century, in which the type of water and its classification are discussed, and most of authors refer to a water temperature higher than 40°C. The water samples were taken in the spring, in one of the bathtubs and in a fountain. The waters emerge at 48°C; its pH is close to 8. Dry residue, at 180°C, is higher than 600 mg/L. Water hardness is close to 500 mg CaCO<sub>3</sub>/L, and calcium predominates, with a content slightly higher than 100 mg/L. In terms of anions content, bicarbonates and sulfates are the most abundant. The sulfates content is higher than 200 mg/L, so the waters can be considered sulfated. Fluorides are slightly higher than 1 mg/L, reason why these waters can be considered fluoridated. The analysis carried out indicate that these waters are hyperthermal, of medium mineralization, very hard, sulfated and fluoridated.</p> <p><b>Keywords:</b> Mineromedicinal water; physico-chemical analysis; Balneario San Nicolás (Almería).</p>

## 1. INTRODUCCIÓN

Las aguas del Balneario de San Nicolás, de Alhama de Almería, fueron declaradas de utilidad pública por Real Orden de 16 de mayo de 1877, bajo la denominación de aguas de Alhama la Seca, con las características de termo-acídulo-bicarbonatadas. En 1928 fue confirmada la utilidad pública de estas aguas minero-medicinales según el Estatuto sobre la Explotación de los manantiales de aguas minero-medicinales (1). Francés et al. (2), en esta misma monografía, hacen referencia a que en 1928 ya se especifica que las aguas del Balneario de San Nicolás podían ser calificadas como minero-medicinales.

Existen diferentes estudios de las aguas de este balneario, especialmente en el siglo XIX, en los que se comenta el tipo de aguas y su clasificación. En la Tabla 1 se recogen los principales autores que han tratado las aguas del Balneario de San Nicolás de la localidad de Alhama la Seca o Alhama de Almería, denominaciones dadas en función de la época, y a continuación comentamos algunas de sus referencias.

Fernández Navarrete (3), en 1732, escribió un manuscrito inédito titulado “Idea de la Historia Natural de Granada con varias observaciones físicas, médicas y botánicas” en el que se cita el “Baño de Alhama la Seca”, texto que se considera la primera referencia a las aguas motivo de estudio.

El Dr. Juan Bautista Solsona, en 1824 (4) (Figura 1), al hablar de las aguas de Alhama la Seca, las califica como aguas termales y saladas. Entre los comentarios que hace de las aguas, al hablar de las observaciones por los sentidos, dice: “No

*hace gorgoritas ni tiene olor particular..., sin gusto mientras caliente, algo terreo y estiptico luego que se enfria, para lo que gasta algunas horas: quedando muy cristalina y buena para beber y cocer las legumbres”.*

Madoz (5), por su parte, se refiere a Alhama la Seca y habla de dos manantiales, comentando: “...son dos nacimientos diferentes que luego se unen, el uno con dos partes de agua en extremo caliente, y el otro con una tercera de fría, y juntos forman un agua termal accidula fria que obra muy buenos efectos”.

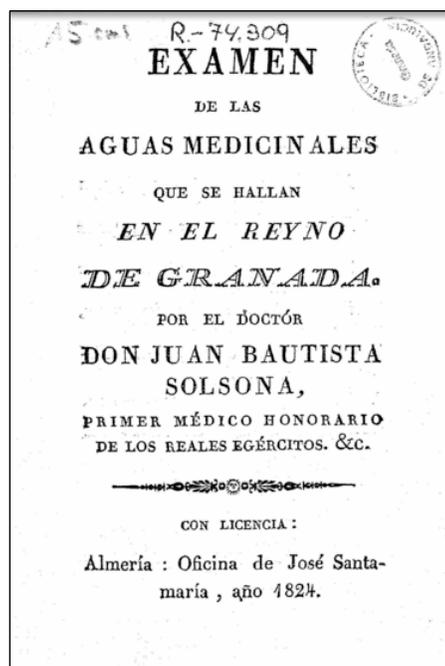


Figura 1. Portada del libro de Solsona.

Pedro M<sup>a</sup> Rubio (6) clasifica las aguas de Alhama la Seca como acídulo-carbónicas sin hierro. Dice que el agua es clara, transparente, inodora, de sabor acídulo; habla de dos manantiales; comenta que el la derecha de la caverna tiene una temperatura de 35°R y en el de la izquierda solo se alcanzan 25°R; mezcladas estas aguas quedan a la temperatura de 31°R. Comenta que se bebe, y se bañan los enfermos en la balsa.

Otón Parreño (8 – 10), fue médico director del Balneario de Alhama la Seca y publicó distintas memorias a lo largo de los años, desde el año 1878. Comenta que *“según la clasificación de la Gaceta de 28 de mayo, estas aguas pertenecen a las bicarbonatadas cálcicas variedad ferruginosa, pero teniendo en cuenta los muchos fosfatos que contienen y los marcados efectos de éstos en el organismo deberían clasificarse de bicarbonatadas cálcicas fosfatadas, variedad ferruginosa”*. En 1880 ya se refiere a estas aguas como de Alhama de Almería y sigue publicando memorias hasta 1885, año en el que comenta que baja la temperatura por movimientos de tierra. En 1883 cita una temperatura de 46°C; hace referencia al análisis de las aguas y destaca el contenido de sulfato cálcico como la sal más abundante, seguida de sulfato magnésico; también cita un contenido importante de bicarbonato cálcico. Las clasifica como bicarbonatadas cálcicas variedad ferruginosa y, posteriormente, en 1884, las denomina bicarbonatadas cálcicas fosfatadas, variedad ferruginosa.

García López (7), en 1869, habla de los baños de Alhama la Seca; comenta: *“...nacen dos manantiales distantes entre sí treinta varas, y mezclando sus aguas, corren juntas por una larga mina, á cuya boca se ha excavado una zanja que las conduce a un gran estanque ó balsa. El agua es clara y transparente, inodora, de sabor acidulo; teniendo en el manantial que está a la derecha de la caverna 44º de temperatura, y en el de la izquierda solo 31. Mezcladas estas aguas, quedan a la temperatura de 37º”*. Este mismo autor (13), en 1889, en el Tomo I de su Hidrología médica, habla de Alhama de Almería, y cita: *“En terreno siluriano, en el contacto de las calizas con las pizarras, brota un manantial llamado Fuente Nueva ó de la Fé, cuya temperatura es de 46º en el punto de su emergencia, y en los baños de 45º. La temperatura de la estufa es de 41º”*. Comenta que el análisis practicado en 1875 por D. Gil Rodríguez (citado por Francés et al., 2), dio unos resultados que coinciden con los que comenta Minagorre (15). Dice, además, que estas aguas se incluyen en las bicarbonatadas cálcicas, variedad ferruginosa y fosfatada.

Minagorre (15, 16), médico director, en 1895, refiere que: *“Las aguas brotan a una temperatura de 46ºC, y desde su emergencia son conducidas al balneario por una galería subterránea, dentro de la cual nada se nota en particular en ellas, sino la gran cantidad de vapor que desprende...”*; comenta que las principales sales son: “bicarbonato de cal, de magnesia y de hierro; sulfato de cal y de magnesia; cloruro de litio y de magnesio”. En la portada de su libro refleja las características del agua en

cuanto a su clasificación y temperatura y dice que son bicarbonatadas, cálcicas, fosfatadas, litínicas y ferruginosas (Figura 2).

Martínez Reguera (18), en 1896, en la segunda parte de su Bibliografía Hidrológico-médica española, habla de Alhama la Seca y cita los médicos directores; a modo de ejemplo, entre ellos, menciona que en 1878 era Otón Parreño.

Menéndez et al. (19) citan que uno de los manantiales se llama de la Fe, lo que ya decía García López (13); comentan que la temperatura es de 46<sup>o</sup> y clasifican las aguas como bicarbonatadas cálcicas, fosfatadas litínicas ferruginosas. Gilbert y Carnot (20), también citan 46<sup>o</sup>; hacen referencia al ya mencionado análisis de Gil Rodríguez que recogen Francés et al. (2). Manaut (21) habla de las aguas de Alhama la Seca como: bicarbonatadas cálcicas, variedad ferruginosas ácido gaseosas.

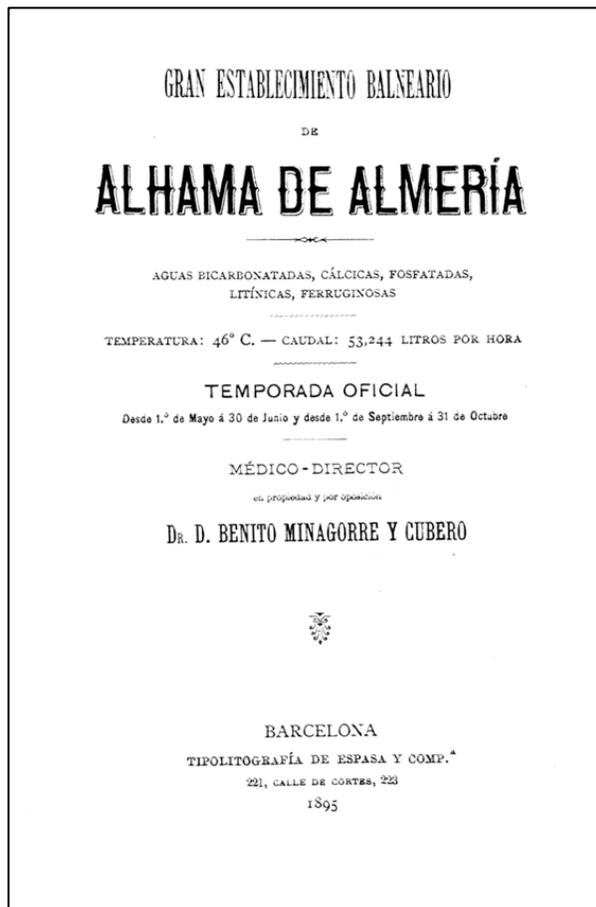


Figura 2. Portada del libro de Minagorre.

**Tabla 1. Principales textos en que se recogen las aguas de Alhama de Almería.**

<b>Año</b>	<b>Autor</b>	<b>Texto</b>
1732	Fernández Navarrete (3)	Idea de la Historia Natural de Granada con varias observaciones físicas, médicas y botánicas
1824	Solsona (4)	Examen de las aguas medicinales que se hallan en el Reyno de Granada
1845	Madoz (5)	Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar. Tomo I
1853	Rubio (6)	Tratado completo de las Fuentes Minerales de España.
1869	García López (7)	Aguas minerales. Tratado de Hidrología médica con guía del bañista y el mapa balneario de España.
1878	Otón Parreño (8)	Memoria anual de los Baños y Aguas minero-medicinales de Alhama la Seca.
1883	Otón Parreño (9)	Breve reseña de las aguas termales de Alhama de Almería
1885	Otón Parreño (10)	Memoria anual de los Baños y Aguas minero-medicinales de Alhama de Almería.
1887	Doz y Builla (11)	Elementos de Hidrología médica
1887	García Fernández (12)	Establecimiento balneario de Alhama de Almería. Memoria reglamentaria correspondiente á las dos temporadas, oficiales, del año de 1887.
1889	García López (13)	Hidrología médica. Tomo I.
1890	García Fernández (14)	Establecimiento balneario de Alhama de Almería. Año de 1890.
1894	Minagorre (15)	Memoria reglamentaria de los baños de Alhama de Almería correspondiente al año 1894.
1895	Minagorre (16)	Gran establecimiento balneario de Alhama de Almería
1896	De la Puerta y Escolar (17)	Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España
1896	Martínez Reguera (18)	Bibliografía Hidrológico-médica española
1907	Menéndez et al. (19)	Guía oficial de las aguas minero-medicinales y establecimientos balnearios de España
1915	Gilbert y Carnot (20)	Crenoterapia española
1918	Manaut (21)	Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España
1927	S.a. (22)	Guía oficial de los establecimientos balnearios y aguas medicinales de España

## **2. ANÁLISIS REALIZADOS**

En el mes de octubre de 2015 se procedió a la recogida de muestras para la realización de los diferentes análisis de las aguas del Balneario de San Nicolás. Las muestras recogidas corresponden a: Pozo “El Sillero”, Bañera y Fuente (Fotos 1, 2 y 3). Dichas muestras coinciden con las utilizadas para realizar los análisis microbiológicos (23).



Se realizaron una serie de análisis a pie de manantial; para las determinaciones que se llevan a cabo en el laboratorio se recogieron las muestras y se conservaron en nevera y en frascos estériles las destinadas a la determinación de la oxidabilidad y otros. A pie de manantial se tomó la temperatura del agua y del ambiente; se hizo una determinación previa del pH y se procedió a determinar el anhídrido carbónico, así como a preparar las muestras para la determinación del oxígeno disuelto. En todos los casos se utilizaron métodos oficiales o recomendados.

Dado que no existe normativa específica que permita caracterizar las aguas mineromedicinales, los comentarios a los resultados los haremos en relación,

principalmente, con el RD 140/2003 (24), texto consolidado en octubre de 2013, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, dado que en algunos casos las aguas de este Balneario se utilizan por vía oral. Este RD tiene una pequeña modificación según RD 1120/2012 (25), que no atañe a nuestro trabajo. Además, haremos referencia al RD 1744/2003 (26), texto consolidado en 2011, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas y al RD 1798/2010 (27), publicado en enero de 2011 y con texto consolidado en 2016, en el que se especifican las características exigidas para aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación iremos comentando los resultados obtenidos comparando con los aportados por otros autores y estableciendo las características de mayor interés que nos van a permitir clasificar las aguas del Balneario de San Nicolás. D. J. M<sup>a</sup> Morcillo, Director-Gerente del Balneario nos proporcionó datos no publicados correspondientes a 2015, que tendremos en cuenta a la hora de la discusión, y que citaremos como San Nicolás (28).

En la Tabla 2 se recogen los datos correspondientes a temperatura y constantes físico-químicas y en la Tabla 3 se presentan las características generales.

**Tabla 2. Constantes físico-químicas.**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Pozo</b>	<b>Bañera</b>	<b>Fuente</b>
<b>Temperatura ambiente</b>	°C	<b>30,0</b>	<b>29,7</b>	<b>20,5</b>
<b>Temperatura del agua</b>	°C	<b>48,6</b>	<b>48,2</b>	<b>37,1</b>
<b>pH</b>	<b>Unidades pH</b>	<b>8,0</b>	<b>8,0</b>	<b>7,9</b>
<b>Densidad</b>	<b>g/cc</b>	<b>1,002</b>	<b>1,002</b>	<b>1,003</b>
<b>Turbidez</b>	<b>FAU</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>&lt; 1</b>

La temperatura ambiente fue del orden de 30°C, algo inferior en la Fuente. La del agua, fue próxima a 48°C, excepto en la Fuente, donde nuevamente fue algo menor, dada su ubicación. Vemos que esta temperatura está de acuerdo con las que se citan en los textos antiguos. En el Vademecum II de Aguas Mineromedicinales Españolas, Maraver et al. (29) y Maraver (30) indican una temperatura 47,6°C. San Nicolás (28), por su parte, cita una temperatura de 47°C. Distintos autores (31, 32) indican que cuando la temperatura del agua es mayor de 37°C deben considerarse hipertermales.

El pH encontrado fue de 8,0. Maraver et al. (29) indican 6, y San Nicolás (28) cita 7,4. Rodier (33), por su parte, comenta que las aguas naturales tienen

normalmente un pH que oscila entre 7,2 y 7,5. En los RD 140/2003 (24) y 1744/2003 (26) se señala un margen para los valores de pH entre 6,5 y 9,5.

En relación a los caracteres organolépticos, se trata de un agua incolora, inodora e insípida. Los gases disueltos, existen en una pequeña cantidad. El contenido de oxígeno disuelto fue de 0,71 mg/L en la Bañera y de 0,24 mg/L en la Fuente. En cuanto al CO<sub>2</sub>, en la Bañera fue de 28,6 mg/L y en la Fuente de 23,1 mg/L; Maraver et al. (29), citan un valor de 21, 8 mg/L, ligeramente inferior al nuestro. San Nicolás (28), refiere un contenido de CO<sub>2</sub> de 42,7 mg/L.

**Tabla 3. Características generales.**

Parámetro	Unidades	Pozo	Bañera	Fuente
Conductividad eléctrica a 20°C	µS.cm <sup>-1</sup>	816,4	816,4	830,0
Residuo seco a 180°C	mg/L	646,0	606,0	622,0
Oxidabilidad al permanganato	mg O <sub>2</sub> /L	1,1	1,1	1,1

La conductividad eléctrica dio un valor ligeramente superior a 800 µS.cm<sup>-1</sup> a 20°C. En el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas, Maraver et al. (29) mencionan una conductividad, a 25°C, de 957 µS.cm<sup>-1</sup>. San Nicolás (28), indica 768 µS.cm<sup>-1</sup> a 20°C. Sánchez Martos et al. (34), al estudiar las aguas del área de Alhama de Almería citan un valor de 743,1 µS.cm<sup>-1</sup> a 20°C. Rodier (33) comenta que aguas con una conductividad entre 666 y 1000 µS.cm<sup>-1</sup> son de mineralización importante.

El residuo seco, determinado a 180°C, es de 646 mg/L en el Pozo y algo menor en Bañera y Fuente. En el RD 1798/2010 (27) se especifica que cuando el residuo seco se encuentra entre 500 y 1500 mg/L, se trata de aguas de mineralización media. Maraver et al. (29), citan 627,2 mg/L y según S. Nicolás (28) es de 646 mg/L. Rodier (33) comenta que las aguas con un residuo seco entre 500 – 1000 mg/L se deben considerar de potabilidad pasable.

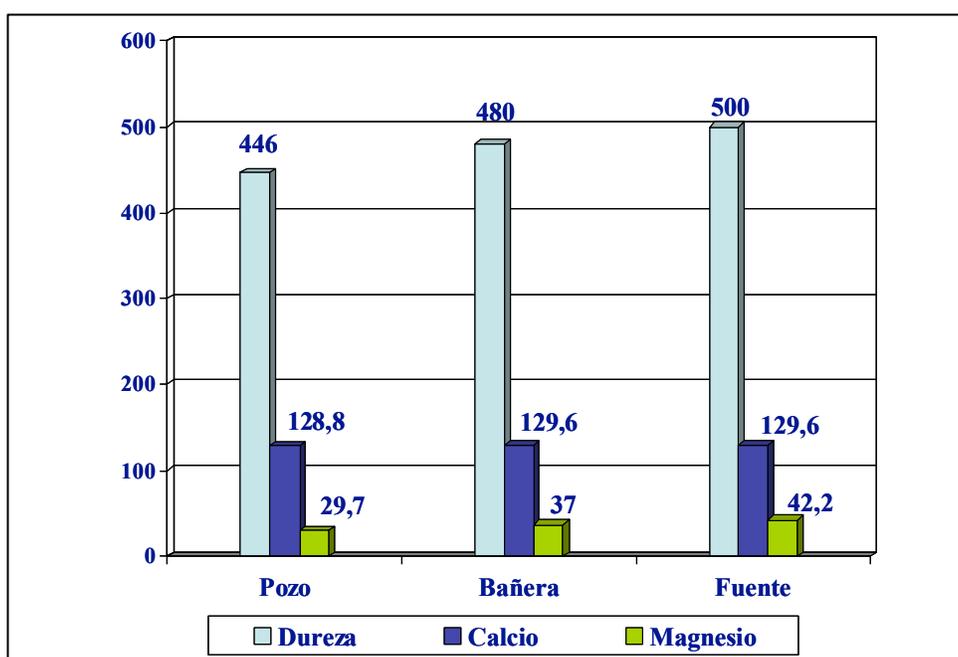
Si observamos los datos del balneario de Sierra Alhamilla (29), cercano al de Alhama de Almería, se observa en las aguas del primero tienen una conductividad superior, de 1323 µS.cm<sup>-1</sup> a 25°C, y un residuo seco a 180°C de 830,4 mg/L; ambos parámetros son superiores a los de San Nicolás, lo que ya nos da idea de la diferencia de sus aguas.

La oxidabilidad al permanganato dio un valor de 1,1 mg de oxígeno por litro en los diferentes puntos. San Nicolás (28), refiere 0,9 mg de oxígeno por litro. Se trata, por tanto, de aguas claramente potables, lo que concuerda con la ausencia de nitratos y nitritos. En el RD 140/2003 (24) que se refiere a aguas de consumo humano y en el

RD 1744/2003 (26) sobre aguas de bebida envasadas, se especifica un valor paramétrico máximo para oxidabilidad de 5 mg O<sub>2</sub>/L.

Al hablar de cationes, el sodio dio un valor de 27 – 28 mg/L y el potasio de 3,0 mg/L. Maraver et al. (29), citan un contenido de sodio de 20,6 mg/L y de potasio, de 2,4 mg/L, similares a los nuestros. Los valores citados por S. Nicolás (28) fueron de 22,0 y 3,0 mg/L respectivamente. En Sierra Alhamilla (29) el sodio se encuentra en una cantidad de 255,7 mg/l y el potasio de 10,3 mg/L.

En las Gráficas 1 y 2 se recogen los valores de calcio, magnesio y dureza de las aguas analizadas (Gráfica 1) y se comparan con datos de otros autores (Gráfica 2).



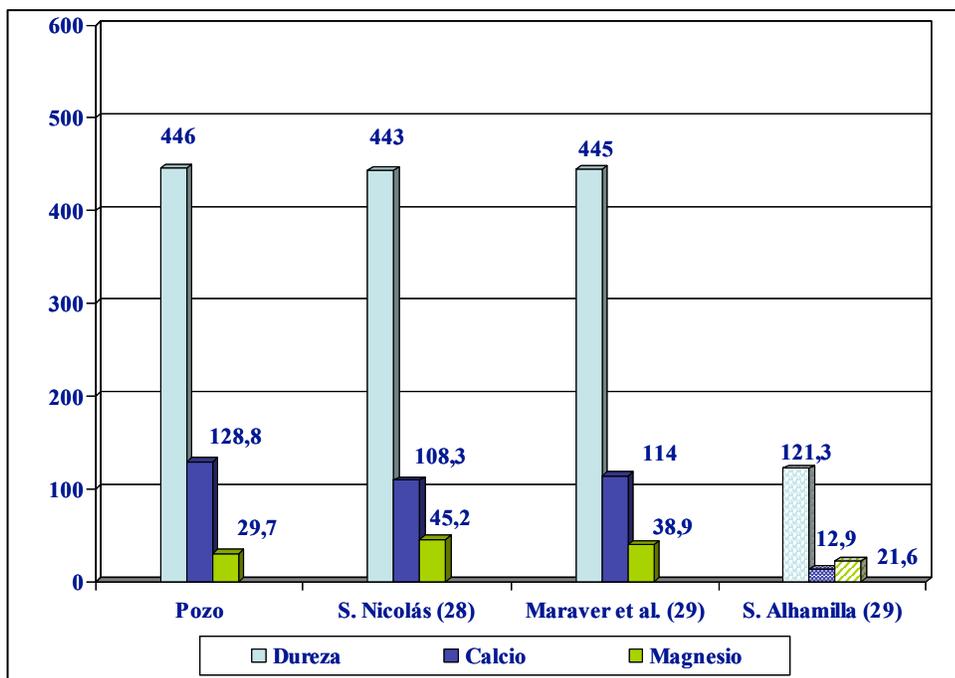
Gráfica 1. Dureza (CaCO<sub>3</sub>), calcio y magnesio de las aguas de San Nicolás (mg/L).

El contenido de calcio de las aguas fue próximo a 130 mg/L y el de magnesio cercano a 30 mg/L en el Pozo y algo superior en los otros dos puntos. Los valores son concordantes con los obtenidos por Maraver et al. (29) (114,1 mg/L para calcio y 38,9 mg/L para magnesio); S. Nicolás (28) cita 108,3 mg/L para calcio y 45,2 mg/L para magnesio. Sánchez Martos et al. (34) indican 93,5 mg/L de calcio y 45,2 mg/L de magnesio en la aguas de la zona de Alhama de Almería. Las aguas de Sierra Alhamilla (29) son muy diferentes, ya que contienen 12,9 mg/L de calcio y 21,6 mg/L de magnesio.

El RD 1798/2010 (27), indica que se consideran aguas cálcicas aquellas cuyo contenido de calcio es superior a 150 mg/L y magnésicas cuando tienen más de 50 mg/L de magnesio; por ello no podemos considerar las aguas de Alhama de Almería

como tales. Rodier (33) comenta que las aguas potables de buena calidad contienen habitualmente entre 100 y 140 mg/l de calcio, lo que es nuestro caso.

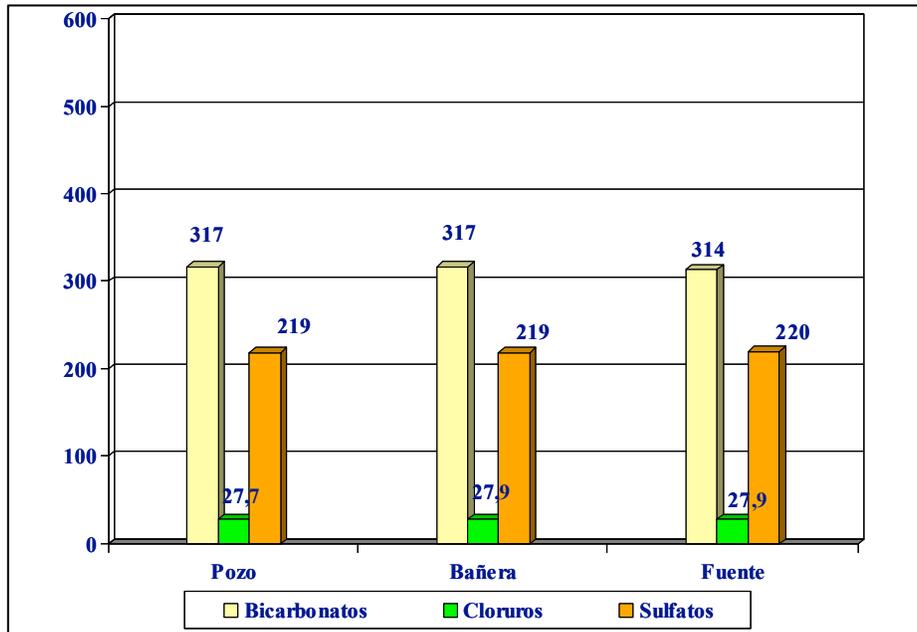
La dureza total del agua fue de 446 – 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, siendo la inferior la encontrada en las aguas del Pozo; los resultados son similares a los citados por otros autores: 443 mg/L de CaCO<sub>3</sub> según S. Nicolás (28) y 445 mg/L de CaCO<sub>3</sub> según Maraver et al. (29).



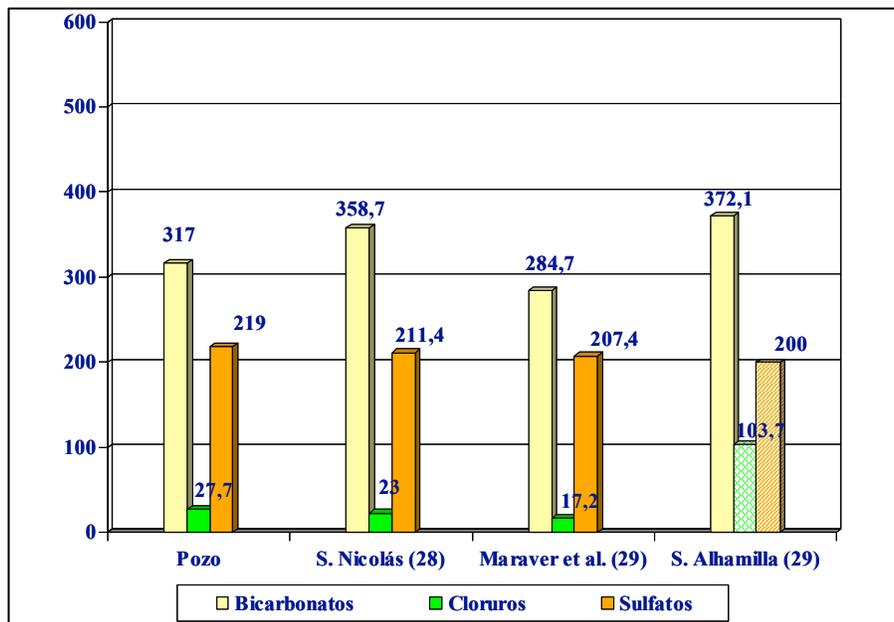
Gráfica 2 . Datos (mg/L) comparativos de dureza (CaCO<sub>3</sub>), calcio y magnesio.

Casares et al. (31), consideran que aguas cuya dureza se encuentra entre 350 y 500 son duras. La OMS (35), por su parte, menciona que las normas internacionales de 1971 señalaron que el grado máximo permisible de dureza del agua de consumo era de 10 mEq/L (500 mg de CaCO<sub>3</sub>/L), basado en la aceptabilidad del agua para el uso doméstico. Posteriormente, la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicadas en 1984, concluyó que no existían pruebas sólidas de que el consumo de agua dura provocara efectos adversos en la salud de las personas y se estableció un valor de referencia de 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub> para la dureza, basado en consideraciones sobre el sabor y el uso doméstico. En ningún caso establece una clasificación de las aguas según su dureza.

El contenido de aniones se recoge en la Gráfica 3 y se compara con los obtenidos por otros autores en la Gráfica 4; los bicarbonatos se encuentran alrededor de 315 mg/L; los cloruros son del orden de 28 mg/L y los sulfatos próximos a 220 mg/L.



Gráfica 3. Bicarbonatos, cloruros y sulfatos de las aguas de San Nicolás (mg/L).



Gráfica 4. Datos (mg/L) comparativos de bicarbonatos, cloruros y sulfatos.

Según el RD 1798/2010 (27) un agua puede ser considerada bicarbonatada si supera los 600 mg/L; clorurada si supera 200 mg/L y sulfatada si su contenido de sulfatos supera los 200 mg/L. En función de los datos obtenidos, podemos decir que las aguas de Alhama de Almería se pueden considerar sulfatadas.

Sánchez Martos et al. (34) comentan que las aguas del área de Alhama de Almería tienen baja salinidad, su facies es bicarbonatada cálcica como consecuencia de la litología calizo dolomítica del acuífero. Los valores que citan para las aguas de la zona son: 348,2 mg/L de bicarbonatos, 12,2 mg/L de cloruros y 139,6 mg/L de sulfatos.

En el balneario de Sierra Alhamilla (29), los bicarbonatos se encuentran en un valor algo superior, de 372,1 mg/L; los cloruros son muy superiores: 103,7 mg/L y los sulfatos inferiores: 171,1 mg/L. Nuevamente observamos las diferencias entre ambos Balnearios.

La cantidad de fluoruros encontrada en las aguas de San Nicolás fue de 1,3 mg/L. S. Nicolás (28) cita 1,39 mg/L y Maraver et al. (29), 1,2 mg/L. Díaz Puga et al. (36) estudian el flúor en las aguas subterráneas de la Sierra de Gádor, encontrando que el contenido del mismo varía entre 0,03 y 4,3 ppm. En función de lo establecido en el RD 1798/2010 (27), estas aguas se pueden considerar fluoradas, ya que contienen más de 1 mg/L de flúor.

En la Tabla 3 se incluyen los resultados de diferentes metales obtenidos para las aguas de San Nicolás. Todos los metales se encuentran por debajo del valor paramétrico.

**Tabla 3. Metales (Expresados en µg/L).**

<b>Elemento</b>	<b>Bañera</b>	<b>Fuente</b>	<b>Valor paramétrico</b>
Aluminio	2,0	< 4	200
Antimonio	0,9	0,9	5
Arsénico	27,0	28,0	10
Boro	< 0,1	< 0,1	1
Cadmio	< 0,1	< 0,1	5
Cobre	1	< 1	2000
Cromo	< 1	< 1	50
Hierro	29,0	2	200
Manganeso	< 1	< 1	50
Mercurio	< 0,2	< 0,2	1
Níquel	< 1	< 1	20
Plomo	< 1	< 1	10
Selenio	< 1	< 1	10

En relación al hierro, teniendo en cuenta el RD 1798/2010 (27), nuestras aguas no pueden considerarse ferruginosas, ya que se especifica que para denominarlas como tales, deben contener más de 1 mg/L.

#### **4. CONCLUSIONES**

De los resultados obtenidos en este trabajo, se deduce que las aguas del Balneario de San Nicolás, de Alhama de Almería, son: hipertermales, de mineralización media, muy duras, sulfatadas y fluoradas.

#### **5. BIBLIOGRAFÍA**

1. Real decreto-Ley aprobando el Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales. Presidencia del Consejo de Ministros. BOE nº 117, de 26 de abril de 1928. Texto consolidado. Última modificación: 24 de julio de 1973.
2. Francés MC, López Guzmán J, López González M<sup>a</sup>. El balneario de San Nicolás (Almería). Historia y generalidades. An. Real Acad. Farmacia 2017; 83 número extraordinario: 14-38.
3. Fernández Navarrete, F. Idea de la Historia Natural de Granada con varias observaciones físicas, médicas y botánicas. En: García Campra, E. Aguas y baños de Alhama de Almería. El Eco de Alhama 1996; nº1.
4. Solsona JB. Examen de las aguas medicinales que se hallan en el Reyno de Granada. Almería: Oficina de José Santamaría, 1824.
5. Madoz P. Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus Provincias. Tomo I. Est. Literario-tipográfico de P. Madoz y L. Sagasti, 1845. Disponible en: (<http://www.bibliotecavirtualdeandalucia.es/>) y en: (<https://bibliotecadigital.jcyl.es>).
6. Rubio PM. Tratado completo de las Fuentes Minerales de España. Madrid: Establecimiento Tipográfico de D.R.R. de Rivera, 1853.
7. García López A. Aguas minerales. Tratado de Hidrología médica con guía del bañista y el mapa balneario de España. Madrid: Imprenta y estereotipia de M. Rivadeneyra, 1869.
8. Otón Parreño I. Memoria anual de los Baños y Aguas minero-medicinales de Alhama la Seca, provincia de Almería, según previene la Regla 9<sup>a</sup> del artículo 57 del Reglamento vigente del Ramo. Manuscrito. 1878.

9. Otón Parreño I. Breve reseña de las aguas termales de Alhama de Almería, de su situación geográfica, su análisis químico, sus usos medicinales y su Establecimiento Balneario. Sevilla: Imprenta y librería de D. Rafael Tarasco. Disponible en: (<http://www.cervantesvirtual.com>).
10. Otón Parreño I. Memoria anual de los Baños y Aguas minero-medicinales de Alhama de Almería según previene la Regla 9ª del artículo 57 del Reglamento vigente del ramo. Manuscrito. 1885.
11. Doz Gómez E, Builla Alegre A. Elementos de hidrología médica. Oviedo: Imprenta Pardo, Gusano y Cía, 1887.
12. García Fernández, S. Establecimiento balneario de Alhama de Almería. Memoria reglamentaria correspondiente á las dos temporadas, oficiales, del año de 1887, presentada por su actual Médico Director en propiedad. Manuscrito. 1887.
13. García López, A. Hidrología médica. Tomo I. 2ª ed. Madrid: Pinto Impresor, 1889.
14. García Fernández, S. Establecimiento balneario de Alhama de Almería. Año de 1890. Memoria reglamentaria correspondiente á las dos temporadas, oficiales, del presente año elevada al Ilmo. Sr. Director Gral. de Beneficencia y Sanidad por el Médico Director en propiedad. Manuscrito. 1890.
15. Minagorre y Cubero B. Memoria reglamentaria de los baños de Alhama de Almería correspondiente al año de 1894 Manuscrito. 1894. Disponible en: (<http://www.cervantesvirtual.com>).
16. Minagorre y Cubero B. Gran establecimiento balneario de Alhama de Almería. Barcelona: Tipolitografía de España y Compª, 1895. Disponible en: (<http://www.cervantesvirtual.com>).
17. De la Puerta y Escolar R. Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España. Madrid: Imprenta Colonial, 1896.
18. Martínez Reguera L. Bibliografía hidrológico médica española. Segunda parte. Tomo I. Madrid: Establecimiento Tipográfico Sucesores de Rivadeneyra, 1896.
19. Menéndez y Fernández C, Miguel y Paredes E, Martínez Carrillo F. Guía oficial de las aguas minero-medicinales y establecimientos balnearios de España temporada de 1907. Madrid: Imprenta Hijos de J.A. García, 1907.
20. Gilbert A, Carnot P. Crenoterapia española. Barcelona: Salvat y Cia., 1915.
21. Manaut P. Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España. Barcelona: Baxarias, 1918. Disponible en: (<http://bipadi.ub.edu>).

22. Guía Oficial de los Establecimientos Balnearios y aguas medicinales de España. Año 1927. Madrid; Barcelona: Rudol Mosse, 1927.
23. De la Rosa Jorge MC, Pintado García C, Rodríguez Fernández C. Microbiología del agua mineromedicinal del Balneario de San Nicolás An. Real Acad. Farmacia 2017; 83 número extraordinario: 63-78.
24. Real Decreto 140/2003 BOE nº 45 de 21 de febrero de 2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. 2003.
25. Real Decreto 1120/2012, de 20 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
26. Real Decreto 1744/2003, de 19 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1074/2002, de 18 de octubre, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas. Publicado en BOE núm. 312 de 30 de Diciembre de 2003.
27. Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano. B.O.E. Núm. 16 miércoles 19 de enero de 2011.
28. San Nicolás. Datos no publicados. Facilitados por D. JM Morcillo Director Gerente del Balneario. 2015.
29. Maraver F, Hurtado I, Armijo F. Capítulo 4. Aguas mineromedicinales españolas. 4.1. Análisis y fichas. En Maraver Eyzaguirre F, Armijo Castro F. Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas. 1ª ed. Madrid: Ed. Complutense, 2010.
30. Maraver Eyzaguirre F. Capítulo 4. Aguas mineromedicinales españolas. 4.2. Clasificaciones. En Maraver Eyzaguirre F, Armijo Castro F. Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas. 1ª ed. Madrid: Ed. Complutense, 2010; pp. 297-310.
31. Casares López R, García Olmedo R, Valls Payés C. Tratado de Bromatología. 5ª ed. Madrid: Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado, UCM, 1978.
32. Legislación Alimentaria. Código Alimentario Español y disposiciones legales complementarias. 7ª edición actualizada. Madrid: Tecnos, 2006.
33. Rodier, J. Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. 3ª ed. Barcelona: Omega, 1998.

34. Sánchez Martos F, Pulido Bosch A, Vallejo A, Molina L, Gisbert J. Rasgos hidrogeoquímicos de las aguas termales en los acuíferos carbonatados del Bajo Andarax (Almería). *Geogaceta* 2004; 35: 171-175.
- 35 OMS 2008. Guías para la calidad del agua potable, tercera edición. Volumen 1: Recomendaciones (Libro en Internet). Ginebra (Suiza): OMS. Organización Mundial de la Salud. Disponible en: ([www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/)).
- 36 Díaz Puga MA, Daniele L, Vallejo A, Pulido-Bosch A, Corbella M. Flúor en las Aguas subterráneas de Sierra de Gádor (SE, -España). *Revista de la Sociedad Española de Mineralogía*. Macla 2011; 15.