

CAPÍTULO II

Análisis físico-químico de las aguas del Balneario de Valdelateja

TORIJA ISASA, M.^a E.*; ORZÁEZ VILLANUEVA, M.^a T.*;
GARCÍA MATA, M.*; TENORIO SANZ, M.^a D.* y
LÓPEZ COLÓN, J. L.**

** Departamento de Nutrición y Bromatología II. Bromatología.
Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid.
Ciudad Universitaria. 28040-Madrid.*

***Servicio de Toxicología.
Instituto de Medicina Preventiva de la Defensa.*

RESUMEN

Este trabajo recoge el estudio de las aguas del Balneario de Valdelateja. Se hace una referencia histórica a algunos análisis antiguos, para comentar, a continuación, los resultados obtenidos por nosotros. Se realizaron análisis de las aguas del manantial al que denominamos «Río» y del punto correspondiente al interior del balneario al que denominamos «Termas»; para los distintos análisis se utilizaron métodos oficiales o recomendados. Los valores obtenidos para los diferentes parámetros se comentan y comparan con otros datos, haciendo referencia a las normativas que regulan las aguas potables y/o minerales para establecer el tipo de aguas de que se trata. Finalmente se clasifican dichas aguas en función de sus características. Se trata de aguas hipotermales, de mineralización muy débil, blandas y acratotermas.

Palabras clave: Aguas mineromedicinales.—Análisis físico-químico.—Balneario de Valdelateja.

ABSTRACT**Physico-chemical analysis of the minero-medicinal waters of Valdelateja hot spring**

The present work considers the physico-chemical analysis of the waters to Valdelateja. The historic old data are mentioned. The results obtained applying modern methods are commented in comparison with the values obtained by other authors. The samples analysed corresponded to those taken directly in the natural source of the water, and in the point of distribution into the building of the hot spring. According to the chemical and physical composition found in the samples, the minero-medicinal waters of Valdelateja are low mineralization and over 20° C temperature.

Key words: Minero-medicinal water.—Physico-chemical analysis.—Valdelateja baths.

ANTECEDENTES

En el Valle de Sedano, al norte de la provincia de Burgos, Comunidad Autónoma de Castilla y León (España) se encuentra la localidad de Valdelateja. La comarca es conocida por los Cañones de los ríos Ebro y Rudrón; se trata de un enclave excepcional, por lo que ha sido declarada Paisaje Protegido.

La vegetación de la zona es muy variada; en los bosques existen avellanos, cerezos, encinas y en las riberas de los ríos se pueden encontrar tilos y madroños; en el río, truchas y barbos, y en los alrededores corzos y jabalíes; además, es famoso el Coto de San Felices próximo a Valdelateja.

El pueblo de Valdelateja pertenece al cañón del río Rudrón y próximo a él se encuentra el Balneario de Valdelateja, motivo de este trabajo.

Las cualidades terapéuticas del manantial se conocen desde antiguo a nivel local y se considera que el Balneario tiene su origen en 1872. En 1884 las autoridades tenían conocimiento de la utilización de las aguas mineromedicinales de Valdelateja, aunque no estaba permitida su utilización oficial (1). En 1887, por Real Orden de 26 de abril, las aguas fueron declaradas de utilidad pública para uso en

«Bebida, baños, duchas y pulverizaciones», y se consideró que eran aguas «Bicarbonatadas, sódicas y templadas».

En el año de 1894, el Doctor Gallo refiere que el agua del manantial: «Viene siendo aplicada de manera empírica de mucho tiempo atrás por los naturales del país», y añade que se trata de un agua: «De bebida fácil y agradable» y cuyas características son las de «Bicarbonatada-sódica-nitrogenada». El Doctor Calderón y Arana, por su parte, dice que son «Bicarbonatadas-cálcicas-termales».

En la Figura 1 se recogen las portadas de dos Guías de Balnearios españoles, correspondientes a los años 1927 y 1935, en los que aparece mencionado el Balneario de Valdelateja.



FIGURA 1. *Guías de Balnearios de los años 1927 y 1935.*

En la primera de ellas, la «*Guía Oficial de Establecimientos Balnearios y Aguas medicinales de España*» (2), correspondiente al año 1927, aparecen los análisis realizados por el Doctor Calderón y Arana, quien ofrece los siguientes datos:

Composición de un litro de agua del Balneario de Valdelateja

Acido carbónico		77 cc.
Oxígeno		2 cc.
Nitrógeno		10 cc.
Gramos		
Bicarbonato	cálcico	0,12649
	magnésico	0,05881
	ferroso	0,01209
	sódico	0,10182
	potásico	0,00545
Sulfato cálcico		0,01047
Cloruro sódico		0,01833
Sílice		0,01900

Bicarbonatadas-cálcicas, termales, radioactivas

Según consta en la «*Guía Oficial de Balnearios Españoles*» de 1935 (3), las aguas del Balneario de Valdelateja se consideran: **Oligometálicas, Acratotermas, Bicarbonatado-cálcicas, Radioactivas, Azoadas.**

Por otra parte, en el Vademécum de aguas mineromedicinales españolas (4), las aguas del Balneario de Valdelateja se clasifican como hipotermas, de mineralización débil, blandas y en las que predominan los bicarbonatos y el calcio.

CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS

En el mes de mayo de 2007 se procedió a una primera toma de muestras de las aguas de Valdelateja para la realización de unos análisis preliminares. Posteriormente, a fines de marzo de 2008, se tomaron las muestras para los análisis definitivos, en los puntos que se denominaron: *Río y Termas* (tomada en el interior del Balneario) siguiendo la misma nomenclatura que utilizan Mosso y cols. en esta misma memoria (5).

Se llevaron a cabo los análisis a pie de manantial y para las determinaciones que se van a realizar en el laboratorio se recogieron

las muestras, conservando en nevera y en frascos estériles las destinadas a la determinación de la oxidabilidad al permanganato y otros.

A pie de manantial se tomó la temperatura del agua y del ambiente, se hizo una determinación previa del pH y se cuantificó el anhídrido carbónico, realizando la preparación para la determinación del oxígeno disuelto. En todos los casos se utilizaron métodos oficiales o recomendados.

Dado que no existe normativa específica para las aguas minero-medicinales, los comentarios a los resultados los haremos en relación, principalmente, con el Real Decreto 1074/2002 (6), por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas (antes Real Decreto 1164/1991), y el Real Decreto 140/2003 (7), por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano; en éste, se indica, en el artículo 3 correspondiente al ámbito de aplicación, *«que se incluyen todas aquellas aguas mineromedicinales de establecimientos balnearios que se rijan por Real Decreto-ley 743/1928, de 25 de abril, que aprueba el Estatuto, sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales, y por la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas»*. En la nomenclatura de algunos parámetros se ha tenido en cuenta la Orden MAM/3207/2006 (8), sobre *«Instrucción técnica complementaria MMA-EECC-1/06, determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de las aguas»*.

En función de los primeros análisis se vio que las aguas de los distintos puntos tienen características similares. Se trata de aguas hipotermales, con un pH entre 7,0 y 7,8 y con una conductividad inferior a 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En cuanto a su contenido de sales, por el residuo seco, podemos considerarlas de mineralización muy débil. De los cationes destaca el calcio y de los aniones los bicarbonatos.

La baja oxidabilidad al permanganato y la presencia de algunos compuestos nitrogenados, en muy pequeña cantidad, nos dan idea de que se trata de un agua que estaría dentro de las consideradas potables.

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Una vez realizados los ensayos preliminares y tras los análisis definitivos en las muestras correspondientes a 2008, los resultados obtenidos en los puntos denominados «Río» y «Termas», se comentan a continuación.

Las primeras tablas recogen los datos más generales. En la Tabla 1 se recogen los correspondientes a las constantes físico-químicas; en ella podemos apreciar que la temperatura ambiente, a finales del mes de marzo, era del orden de 24° C. La temperatura del agua fue algo superior a los 20° C. El pH de 7,7 es superior al que se indica en el Vademécum de aguas mineromedicinales españolas (4, 6, 8).

Por la temperatura, estas aguas se pueden considerar *hipotermales*. Para clasificarla como tal nos hemos basado en la Legislación Alimentaria-Código Alimentario Español (2006) (9), según la cual se consideran aguas *hipotermales* aquéllas cuya temperatura se encuentra entre 20 y 30° C. Otros autores (10-12) las clasifican del mismo modo, ya que se trata de aguas con una temperatura inferior a 35° C.

Los valores de conductividad en torno a los 260,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nos indican que, según Rodier (13), se trata de un agua de mineralización media acentuada, denominación que corresponde a aguas con una conductividad entre 200 y 333 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

TABLA 1. *Constantes físico-químicas de las aguas de Valdelateja*

<i>Parámetro</i>	<i>Unidades</i>	<i>Río</i>	<i>Termas</i>
Temperatura ambiente	°C	23,8	24,0
Temperatura del agua	°C	20,2	21,3
Densidad	g/cc	1,0002	1,0003
pH		7,7	7,7
Conductividad eléctrica a 20° C	$\mu\text{S}/\text{cm}$	261,395	264,583

La Tabla 2 incluye los datos relativos a los gases disueltos. Se observa que existe una pequeña cantidad de oxígeno y algo de anhídrido carbónico, cuyo valor es algo superior al recogido en el Vade-

mécum de aguas mineromedicinales españolas (cita 1,9 mg/L) (4). Las características generales residuo seco, turbidez y oxidabilidad al permanganato se recogen en la Tabla 3.

TABLA 2. Gases disueltos en las aguas de Valdelateja

<i>Parámetro</i>	<i>Unidades</i>	<i>Río</i>	<i>Termas</i>
Oxígeno	mg/L	1,94	1,04
Anhidrido carbónico	mg/L	3,1	8,4

TABLA 3. Características generales de las aguas de Valdelateja

<i>Parámetro</i>	<i>Unidades</i>	<i>Río</i>	<i>Termas</i>
Residuo seco a 180° C	mg/L	162,0	130,0
Turbidez	FAU	< 1	< 1
Oxidabilidad al permanganato	mg O ₂ /L	1,141	1,377

La cantidad total de sales, expresada como residuo seco (a 180° C), nos indica que las aguas de «Río» y «Termas» son aguas de muy baja mineralización, ya que los resultados obtenidos son de 162,0 y 130 mg/L, respectivamente.

Según lo indicado en el CAE (1991) (14) y en la Legislación Alimentaria-Código Alimentario Español (2006) (9) en su clasificación de las aguas minerales y de mesa (residuo determinado a 110° C), se consideran aguas oligometálicas las que tienen hasta 100 mg/L de residuo y de mineralización muy débil aquéllas cuyo residuo se encuentra entre 100 y 250 mg/L, rango en el cual se encuentran las aguas de Valdelateja. El mismo criterio de clasificación lo indican Casares y col. (10), Maraver (11) y Armijo y col. (12), aunque en todos los casos se refiere al residuo calculado a 110° C. El Real Decreto 1074/2002 (antes Real Decreto 1164/1991) (sobre aguas minerales naturales) (6) indica que son aguas oligometálicas o de mineralización débil aquéllas cuyo residuo seco se encuentra entre 50 y 500 mg/L. Por ello, consideramos que las aguas de Valdelateja se incluyen en el grupo de aguas de mineralización muy débil.

Rodier (13), por su parte, considera que un agua cuyo contenido de sales, expresado como residuo seco, es inferior a 500 mg/L, se considera de buena calidad, entre las aguas potables.

Cuando se relaciona el contenido de sales y la temperatura del agua, se puede establecer una denominación de las mismas bajo el término de aguas *acratotermas*, como ya se clasificaban en la Guía de Balnearios de 1935 (3). Actualmente, según indica Ceballos (15), este término corresponde a las aguas mineromedicinales oligometálicas (o de débil mineralización) que tienen una temperatura mayor de 20° C. Por ello, las aguas del Balneario de Valdelateja se pueden considerar *aguas acratotermas*.

La oxidabilidad al permanganato dio valores bajos, del orden de 1-1,5 mg de oxígeno por litro, lo que indica, junto a los valores bajos de nitratos, las trazas de nitritos (Tabla 5) y la ausencia de amoníaco, que se trata de aguas consideradas dentro del grupo de aguas potables (Real Decreto 140/2003) (7). Esto coincide con los resultados obtenidos en el análisis microbiológico por Mosso y cols. (5) para estas mismas aguas.

Los valores de dureza, calcio y magnesio se recogen en la Tabla 4 de forma conjunta, dada la relación entre ellos. En la Figura 2 se hace una comparación de nuestros valores de calcio y magnesio (correspondientes al punto denominado *Termas*) con los obtenidos de otras fuentes. En dicha figura, los valores de nuestros análisis se indican como *Termas nosotros*, y se comparan con los datos que aparecen en el Vademécum de aguas mineromedicinales españolas (4) (*Termas Vademécum*) y la media de otros datos de varios análisis que nos proporcionaron en el propio Balneario de Valdelateja (*Termas otros*).

Por la dureza podemos decir que se trata de aguas blandas según distintas clasificaciones. Así, Casares y cols. (10) dicen que aguas blandas son aquéllas con una dureza entre 70 y 140 mg de CaCO₃/L. Armijo y cols. (12) indican esta misma denominación para aguas cuya dureza se encuentre entre 100 y 200 mg de CaCO₃/L. Rodier (13) comenta que las aguas potables de calidad deberán contener menos de 150 mg de CaCO₃/L.

TABLA 4. Dureza, calcio y magnesio en las aguas de Valdelateja

Parámetro	Unidades	Río	Termas
Dureza total (CaCO ₃)	mg/L	112,0	120,0
Calcio	mg/L	31,2	33,6
Magnesio	mg/L	8,2	8,6

TABLA 5. Aniones en las aguas de Valdelateja

Parámetro	Unidades	Río	Termas
Bicarbonatos	mg/L	192,3	168,2
Cloruros	mg/L	15,85	8,30
Fluoruros	mg/L	0,1	0,1
Nitratos	mg/L	4,1	4,2
Nitritos	mg/L	Trazas	Trazas
Sulfatos	mg/L	89,0	88,2

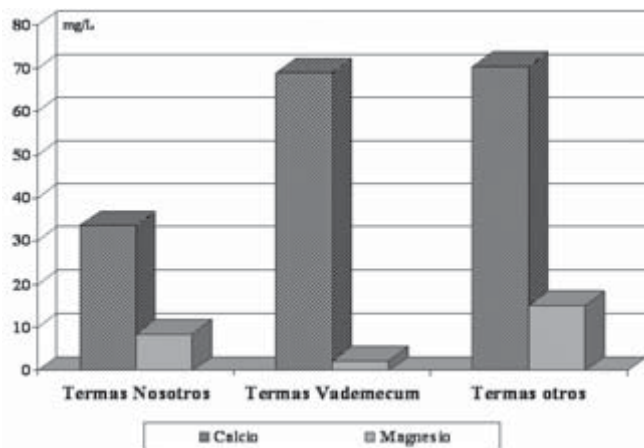


FIGURA 2. Calcio y magnesio en las aguas del Balneario de Valdelateja. Comparación con otros autores.

Al comparar el calcio y el magnesio de nuestras aguas con los datos obtenidos de la bibliografía (Figura 2) observamos que el contenido de calcio hallado por nosotros es inferior al de los otros autores, siendo el de magnesio intermedio al citado por ellos.

El bajo contenido de estos elementos no permite que se clasifiquen ni como aguas cálcicas ni como magnésicas, ya que para esto deberían contener al menos 150 mg/L de calcio y más de 50 mg/L de magnesio (6).

La Tabla 5 recoge los valores de bicarbonatos, cloruros y sulfatos, y la Figura 3 representa de modo comparativo nuestros datos y los obtenidos de otras fuentes, de la misma forma que para el calcio y el magnesio.

Los bicarbonatos son los aniones que se encuentran en mayor proporción; han dado valores entre 160 y 200 mg/L. Actualmente, estas aguas no se pueden considerar como bicarbonatadas, ya que no alcanzan los 600 mg/L que se indican en el Real Decreto 1074/2002 (antes Real Decreto 1164/1991) (6), que permitiría clasificarlas como tal, en base a lo establecido para aguas minerales naturales.

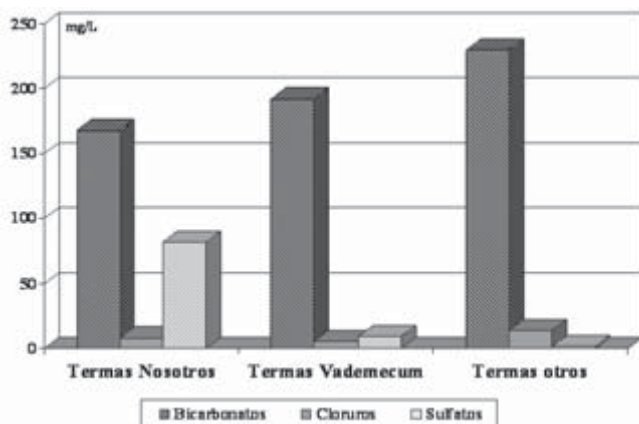


FIGURA 3. *Aniones en las aguas del Balneario de Valdelateja. Comparación con otros autores.*

Los cloruros se encuentran entre 8 y 16 mg/L, valores muy bajos, lo que tampoco permite su denominación como aguas cloruradas ya que no alcanzan los 250 mg/L que permitiría su denominación como

tal, según Real Decreto 1074/2002 (antes Real Decreto 1164/1991) (6) o según la normativa para aguas de consumo humano (7).

En relación con los sulfatos, tampoco alcanzan la cifra de 250 mg/L, que permitiría su clasificación como aguas sulfatadas en función de los dos Reales Decretos citados para los cloruros. Rodier (13) se refiere a los sulfatos y comenta que en los terrenos cuya mineralización no es importante, el contenido será entre 30 y 50 mg/L y en zonas con yeso puede llegar hasta 300 mg/L; nuestras aguas contienen aproximadamente 90 mg/L, como hemos visto.

Los datos de bicarbonatos encontrados por nosotros son inferiores a los citados en el Vademécum de aguas mineromedicinales españolas (4) y en otros análisis (Figura 3); los cloruros se han encontrado en cantidades similares y nuestros sulfatos son superiores a los de las otras fuentes.

En la Tabla 6 se incluyen los valores obtenidos en la determinación de metales, pero antes comentaremos de forma independiente los resultados encontrados para los elementos alcalinos sodio y potasio. En ambos casos el contenido fue inferior a 10 mg/L, si bien hay alguna diferencia entre las aguas de «Río» y «Termas» en lo que al sodio se refiere. Los resultados fueron de 5,2 y 4,8 mg/L de potasio para «Río» y «Termas» y de 2,6 y 8,3 mg/L en el caso del sodio para los mismos puntos de muestreo.

Solamente cuando las aguas tienen más de 200 mg/L de sodio (6) pueden considerarse aguas sódicas, por lo que nuestras aguas no pueden denominarse como tal.

En relación con los metales incluidos en la Tabla 6, debemos destacar la cantidad de hierro y manganeso que aparecen de forma conjunta en la naturaleza; si bien no se encuentran en cantidad muy elevada, sí lo hacen en mayor proporción que el resto de metales estudiados. Especialmente aquellos que podrían representar un problema para la salud, como As, Cd, Hg, Pb, se encuentran en cantidades muy pequeñas, por debajo de los límites señalados en las normas legislativas ya comentadas.

TABLA 6. *Metales en las aguas de Valdelateja*

<i>Elemento</i>	<i>Unidades</i>	<i>Río</i>	<i>Termas</i>
Aluminio	µg/L	13,0	0,8
Antimonio	µg/L	0,01	0,02
Arsénico	µg/L	1,0	1,7
Boro	µg/L	0,01	0,01
Cadmio	µg/L	< 0,1	< 0,1
Cobre	µg/L	< 20	< 20
Cromo	µg/L	0,3	0,1
Hierro	µg/L	226	146
Magnesio	µg/L	5,5	6,4
Manganeso	µg/L	42,5	15,5
Mercurio	µg/L	< 0,1	< 0,1
Níquel	µg/L	0,3	0,1
Potasio	µg/L	5,2	4,8
Plomo	µg/l	< 0,1	< 0,1
Selenio	µg/L	< 0,1	< 0,1

CONCLUSIONES

Al estudiar las aguas del Balneario de Valdelateja podemos concluir que se trata de aguas:

Hipotermales.

De mineralización muy débil.

Acratoterms.

Blandas.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) FRANCÉS, M.^a C. (2008): «El Balneario de Valdelateja. Historia y generalidades», en *An. R. Acad.Nac. Farm.* 74 (E) (en el estudio de este balneario).
- (2) GUÍA OFICIAL DE ESTABLECIMIENTOS BALNEARIOS Y AGUAS MEDICINALES DE ESPAÑA (R. O. de 28 de agosto de 1926). S. A. Editorial y de Publicidad Rudolf Mosse. Nicolás M.^a Rivero, 11, Madrid-Barcelona, 1927.
- (3) GUÍA OFICIAL DE BALNEARIOS ESPAÑOLES. Asociación Nacional de la Propiedad Balnearia. Publicada por su órgano oficial en la prensa. La Información Española Científica y Comercial. 1935.

- (4) VADEMÉCUM DE AGUAS MINEROMEDICINALES ESPAÑOLAS (2003). Edita el Instituto de Salud Carlos III. Madrid, 2003.
- (5) MOSSO ROMEO, M.^a A.; SÁNCHEZ BELTRÁN, M.^a C.; PINTADO GARCÍA, C.; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, C., y DE LA ROSA JORGE, M.^a C. (2008): «Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Valdelateja», en *An. R. Acad. Nac. Farm.* 74 (E) (en el estudio de este balneario).
- (6) REAL DECRETO 1074/2002, de 18 de octubre de 2002, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebidas envasadas. Refunde en un texto único y substituye al Real Decreto 1164/1991, de 22 de julio, modificado por el Real Decreto 781/1998, de 30 de abril, y las disposiciones relativas a las aguas de bebidas envasadas de la Directiva 98/83/CE. 2002.
- (7) REAL DECRETO 140/2003, BOE número 45, de 21 de febrero de 2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. 2003.
- (8) ORDEN MAM/3207/2006, de 25 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MMA-EECC-1/06, determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de las aguas.
- (9) LEGISLACIÓN ALIMENTARIA. Código Alimentario español y disposiciones legales complementarias (2006). 7.^a edición actualizada. Ed. Tecnos (Grupo Anaya, S. A.). Madrid.
- (10) CASARES LÓPEZ, R.; GARCÍA OLMEDO, R., y VALLS PAYÉS, C. (1978): *Tratado de Bromatología*. 5.^a ed. Pub. Dpto. Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado. UCM. Madrid.
- (11) MARAVER EYZAGUIRRE, F. (2003): «Importancia terapéutica de las aguas mineromedicinales», en *Vademécum de aguas mineromedicinales españolas*. Edita: Instituto de Salud Carlos III. Madrid.
- (12) ARMIJO, F.; HURTADO, I., y MARAVER, F. (2003): «Aguas mineromedicinales españolas», en *Vademécum de aguas mineromedicinales españolas*. Edita: Instituto de Salud Carlos III. Madrid.
- (13) RODIER, J. (1998): *Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar*. 3.^a ed. Ed. Omega, Barcelona.
- (14) CÓDIGO ALIMENTARIO ESPAÑOL, 6.^a ed. Madrid. Ed. Boletín Oficial del Estado. Colección Textos Legales. 1991.
- (15) CEBALLOS HERNANSANZ, M.^a A. (2006): «Diccionario termal. Glosario de términos hidrológicos médicos», en *Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia. Informe de Evaluación de Tecnologías Sanitarias*, n.º 50. Instituto de Salud Carlos III. Madrid.