

ESTUDIO 2

Estudio de las características físico-químicas de las aguas del Balneario de Paracuellos de Jiloca (Zaragoza)

Title in English: *Study of the physico-chemical characteristics of the waters of Paracuellos de Jiloca Spa (Zaragoza)*

María Esperanza Torija Isasa^{1,*}, Mercedes García Mata², María Dolores Tenorio Sanz², José Ignacio Alonso Esteban², José Luis López Colón³

¹Académica Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia. ²Dpto. Nutrición y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia UCM. ³Instituto Toxicológico de la Defensa. *metorija@farm.ucm.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 84, Special Issue (2018) pp. 43-56.

RESUMEN

Las aguas mineromedicinales de Paracuellos de Jiloca se conocen desde tiempos muy antiguos y se han utilizado a lo largo de los siglos. Estas aguas fueron declaradas de utilidad pública el 31 de marzo de 1869. En relación a los caracteres organolépticos, destaca su olor a huevos podridos, debido a su elevado contenido de ácido sulfhídrico. Se trata de aguas hipotermales, que surgen a una temperatura de 17 °C; su pH es de 7,2. Se caracterizan por un elevado residuo seco, muy próximo a 15000 mg/L (a 180 °C) y una conductividad eléctrica también muy elevada (12800 µS/cm), lo que da idea de su fuerte mineralización. Entre sus características más destacadas se encuentran los elevados contenidos de cloruros (más de 4000 mg/L), sulfatos (cerca de 4000 mg/L), calcio (del orden de 970 mg/L), magnesio (en torno a 750 mg/L), lo que se relaciona con una dureza de más de 5000 mg CaCO₃/L. El contenido de sodio fue superior a los 3700 mg/L. Por los análisis realizados se pueden considerar estas aguas como hipotermales, de mineralización fuerte, cloruradas, sulfatadas, fluoradas, sulfuradas, sódicas, cálcicas, magnésicas y muy duras

Palabras clave: Aguas mineromedicinales; análisis físico-químico; balneario de Paracuellos de Jiloca (Zaragoza).

ABSTRACT

The mineral-medicinal waters of Paracuellos de Jiloca have been used over the centuries and were declared waters of public utility on March 31, 1869. The most important organoleptic character of these waters is their rotten eggs smell, due to their high content of hydrogen sulfide. These hypothermal waters arise at a temperature of 17 °C and their pH is 7.2. They have a very high dry residue (at 180 °C) and electrical conductivity, very close to 15000 mg/mL and 12800 µS/cm, respectively; which gives an idea of their strong mineralization. Among their most relevant characteristics are the high contents of chlorides (more than 4000 mg/mL), sulfates (slightly less than 4000 mg/mL), calcium (around 970 mg/mL) and magnesium (close to 750 mg/mL), these last two minerals are responsible of a hardness of more than 5000 mg CaCO₃/L. Due to the results obtained, the waters can be considered as hypothermal, of strong mineralization, chlorinated, sulfated, fluoridated, sulfured, sodic, calcic, magnesian and very hard.

Keywords: Mineromedicinal water; physico-chemical analysis; Paracuellos de Jiloca Spa (Zaragoza).

1. INTRODUCCIÓN

Las aguas del Balneario de Paracuellos de Jiloca se conocen desde la más remota antigüedad y se han utilizado a lo largo de los siglos. Estas aguas fueron declaradas de utilidad pública el 31 de marzo de 1869 (1).

Al revisar distintas publicaciones sobre Paracuellos de Jiloca y su balneario encontramos el nombre del río escrito con G, con J o incluso con X o F, lo que queda reflejado más adelante.

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 Paracuellos de Jiloca, principalmente las publicaciones anteriores al siglo XX, y a continuación haremos mención a las más importantes.

En distintos casos los médicos directores presentaron Memorias sobre el Balneario, sus aguas y su funcionamiento, y en la Tabla 1 se incluye únicamente la primera que publicó cada uno de ellos.

En primer lugar hemos de referirnos al Doctor Alfonso Limón Montero (2), quien en su obra *Espejo cristalino de las aguas de España* (1697), en el Capítulo VI se refiere a “De la Fuente de Paracuellos de Giloca y de sus medicinas”, en el número 51, dice: “El color de dichas aguas es cristalino, como de las aguas comunes; el sabor es à cieno con un olor molesto y nada gustoso, y es tan intenso este olor que se siente algunos pasos antes de llegar à la fuente, y los que beben el agua alli suelen tomar algunos anises para disimular el mal sabor, y olor: estas aguas no las usan por bebida ordinaria los naturales; sino por medicina, y esto por causa del dicho olor desagradable, y sabor à cieno, y porque el beberlas les suelta el vientre en copiosas camaras...”.

En el número 52, comenta: “Hemos de inquirir quales sean los minerales que alteran esta agua, y las comunican sus facultades, para que de ay deduzcamos para que enfermedades son utiles, y se pueden, y deben aplicar por medicina. Y lo primero es cierto que esta agua tienen azufre, y esto no como quiera, sino en mucha cantidad. La prueba es el remanente, que dexan esta agua evaporandolas, este es casi puro azufre, como yo he experimentado en el remanente que de ellas me embio el Dr. D. Joseph Fernandez, Medico docto de la noble Ciudad de Calatayud...”.

Tabla 1. Principales textos en que se trata de las aguas de Paracuellos de Jiloca.

AÑO	AUTOR	TEXTO
1697	Alfonso Limón Montero (2)	Espejo cristalino de las aguas de España
1815	Antonio Ballano (3)	Diccionario de Medicina y Cirugía, ó Biblioteca Manual Médico-quirúrgica
1827	Sebastián de Miñano (4)	Diccionario Geográfico-Estadístico de España y Portugal
1832	Sociedad de Literatos (5)	Diccionario Geográfico Universal. Tomo VII.
1848	Simón Moncín (6)	Memoria sobre las aguas minero-medicinales de Paracuellos de Giloca en la provincia de Zaragoza
1850	Simón Moncín (7)	Aguas y baños minerales de Paracuellos de Giloca
1853	José Pérez de la Flor y Manuel González de Jonte (8)	Novísimo Manual de Hidrología Médica Española
1853	Pedro M ^a . Rubio (9)	Tratado Completo de las Fuentes Minerales de España
1856	Gregorio Guedea (10)	Memoria balnearia correspondiente al año 1856
1867	José Fernando González (11)	Crónica de la Provincia de Zaragoza
1869	Anastasio García López (12)	Aguas minerales. Tratado de Hidrología médica con guía del bañista y el mapa balneario de España
1870	Juan Detrell (13)	Memoria sobre el Establecimiento balneario de Paracuellos de Giloca
1875	Mariano Viejo y Bacho (14)	Memoria anual de los baños de Paracuellos de Giloca (provincia de Zaragoza), correspondiente al año de 1875
1876	Félix Sáenz de Tejada y España (15)	Memoria anual de los baños y aguas minero-medicinales de Paracuellos de Giloca, provincia de Zaragoza: temporada de 1876
1878	Eduardo Menéndez Tejo (16)	Paracuellos de Jiloca: Memoria de temporada oficial de 1878
1881	Manuel Millaruelo (17)	Memoria de los baños de Paracuellos de Jiloca en la temporada de 1881
1881	Marcial Taboada (18)	Anales de la Sociedad Española de Hidrología Médica. Tomo IV. Núm. 8
1892	Leopoldo Martínez Reguera (19)	Bibliografía Hidrológico-médica española
1914	Joaquín M ^a . Aleixandre (20)	Memoria quinquenal de las aguas minero-medicinales de Paracuellos de Jiloca. 1914 - 1918
1931	Felipe García Serrano (21)	Aguas clorurado-sódicas sulfurosas magnesianas de Paracuellos de Jiloca (Calatayud) Provincia de Zaragoza

Como en otros balnearios españoles, en Paracuellos de Jiloca era habitual que los médicos directores encargaran, comentaran e incluso hicieran análisis de las aguas, los cuales eran recogidos en las diferentes memorias anuales que elaboraban. Por otra parte, Paracuellos de Jiloca también aparece en diversos diccionarios sobre diferentes materias y algunos textos se comentan más adelante.

Así, en el *Diccionario de Medicina y Cirugía, ó Biblioteca Manual Médico-quirúrgica*, de Antonio Ballano (3), publicado en 1815, se habla de aguas minerales y se cita una serie de análisis de las mismas, realizados por Gutiérrez Bueno. Dice que D. Pedro Gutiérrez Bueno les facilitó una lista de aguas y que “nos hubiera comunicado

los análisis de todas las aguas que comprende, si no pensase en publicar una obra que haga esta descripción; é ínterin este laborioso Profesor lo executa, se ofrece gustoso á comunicar las noticias que necesiten los facultativos sobre este objeto; pues así nos lo aseguró quando entregó la siguiente lista”. Esta se presenta como *Razón de las aguas que se han analizado en el Real Laboratorio desde el año 1788 hasta el de 1799 por D. Pedro Gutiérrez Bueno*; en ella aparecen las de *Paracuellos de Xiloca* y se indica que se beben y se usan para baño.

Sebastián de Miñano (4), por su parte, en 1827, hace referencia a las aguas del Balneario de Paracuellos de Jiloca como aguas termales ferruginoso-sulfúreas; esta misma denominación es la que se encuentra en el *Diccionario Geográfico Universal*, publicado en 1832 por una Sociedad de Literatos (5); en esta obra el nombre aparece como *Paracuellos de Filoca*.

Simón Moncín (7), en 1850, en el *Boletín de Medicina, Cirujía y Farmacia*, dice que las aguas de *Paracuellos de Giloca* son hidro-sulfurosas salinas.

En el año 1853, José Pérez de la Flor y Manuel González de Jonte (8), en su *Novísimo manual de Hidrología médica española*, al hablar de las propiedades físicas de las aguas de Paracuellos de Jiloca comentan que “las aguas son claras, transparentes, de olor fétido y cenagoso como á huevos podridos que se nota á larga distancia; su sabor es azufroso y desagradable, deposita un cieno de color agrisado oscuro, untuoso al tacto, y cuando se le quema huele á polvora: su temperatura es de 14º R., y su densidad mayor que la del agua destilada”.

Cuando se refieren al análisis, dicen: “según los ensayos practicados hasta ahora resulta que contienen ácido sulfhídrico, azufre, carbonato y sulfato de cal, sulfato de magnesia é hidrociorato de sosa y magnesia; principios todos que hacen se clasifique estas aguas de sulfurosas”.

Otro de los textos más importantes relativos a las aguas minerales y/o mineromedicinales, es el de Pedro María Rubio (9), de 1853. En él se cita que al pie de un cerro de yeso brota un manantial caudaloso de agua mineral. “Es esta clara y transparente; de sabor y olor hidrosulfuroso: deposita un sedimento gris, bastante untuoso al tacto: su temperatura varia entre 10 y 13º R. Fueron á lo que se dice, analizadas esta agua en el Real laboratorio de Madrid en 1788; pero no se publicó el resultado. De lo que escribió Limón Montero, acerca de sus componentes, infirió Capdevila que contienen: Gas sulfídrico. Cloruro sódico y otras sales. D. Simon Moncin actual director de aquellas aguas decia en 1850 que «una análisis exacta de ellas seria operacion de sumo interés» añadiendo que sus ensayos habian dado por resultado en una libra de agua mineral: Gas sulfídrico gran cantidad. Gas ácido carbónico 1 pulgada cúbica. Sulfato cálcico 20,571 granos. Sulfato magnésico 78,572 granos. Sulfato férrico en combinacion 13,44 granos. Cloruro magnésico 34,285 granos”.

En la clasificación de las aguas la incluye entre las aguas minerales sulfurosas frías. En otra parte de la obra dice que las aguas de Paracuellos de *Giloca* se empezaron a utilizar en 1847.

José González (11), en su obra *Crónica de la Provincia de Zaragoza*, de 1867, describe que se trata de una fuente de “caudal considerable y agua transparente, de sabor y olor hidro-sulfuroso, depositando un sedimento gris bastante untuoso al tacto. Su temperatura varía entre 12,5º y 16,25º centígrados”. Más adelante, comenta que, según los ensayos analíticos, contiene en una libra: gas sulfhídrico gran cantidad; gas ácido carbónico “una pul. cúb.”; sulfato cálcico, magnésico y férrico; cloruro “*magnético*”, expresados en granos. Resume que estas aguas corresponden “por su temperatura á las frias y por su composición química á las sulfurosas”.

Anastasio García López (12), en 1869, habla de las características de las aguas del Balneario de Paracuellos de *Jiloca* diciendo que se trata de un agua clara, transparente, de olor sulfuroso y sabor amargo y un poco salado; la temperatura es variable desde 13º a 16º, y su composición química es gas sulfhídrico y ácido carbónico; sulfatos cálcico, magnésico y férrico; cloruros magnésico y sódico. “Pertenece á las sulfurosas frías; pero los sulfatos están en proporciones notables, que participan de las propiedades terapéuticas de las sulfatadas”.

En una tabla sobre la clasificación química de las aguas minerales de España, diferencia entre nomenclatura oficial y nomenclatura químico-terapéutica; en ambas clasificaciones las considera sulfurosas frías.

Este autor hace referencia a que el agua también se usaba para beber y comenta que había que pagar 24 rs por beber el agua, con derecho a llevarse cada bañista la que quisiera.

Marcial Taboada (18), en el Tomo IV de los *Anales de la Sociedad Española de Hidrología Médica*, de 1881, hace referencia al análisis realizado por los Sres. Sáez y Utor, sin aportar datos. Define las aguas como clorurado-sódicas, sulfurosas, frías. Además, comenta que las aguas se utilizan en bebida y baños y otras formas de aplicación balneoterápica.

Un documento muy interesante es el de Martínez Reguera de 1892 (19), que recoge numerosas referencias de estudios realizados, dirigidos o encargados por médicos directores de distintos balnearios españoles, entre ellos del Balneario de Paracuellos de *Jiloca*, como pueden ser Simón Moncín, o Gregorio Guedea, entre otros.

En 1931 Felipe García Serrano publica un folleto cuyo título es: *Aguas clorurado-sódicas sulfurosas magnesianas de Paracuellos de Jiloca (Calatayud) Provincia de Zaragoza*. En sus comentarios sobre las características del agua, al hablar de la composición química, transcribe el análisis practicado por el Excmo. Sr. D.

Gabriel de la Puerta el año 1886. Recoge que “la temperatura es de 15°. Grados sulfhidrométricos de Dupasquier por litro de agua 18°. Densidad, 1011. Grados aerométricos de Baumé, 1,6. Gases en “cmms. cúbica”: hidrógeno sulfurado, 6,2. Ácido carbónico, 4,8. Oxígeno, 0,8. Entre las sales y otros principios, incluye sulfuro de sodio, cloruros de sodio, magnesio y calcio; sulfatos de sosa, cal y magnesia; bicarbonatos de cal y de magnesia. Clasifica las aguas como clorurado-sódicas sulfurosas (variedad magnesianas)”.

Al final del folleto incluye una serie de tarifas entre las que se encuentran las relativas a la fonda y “restaurant”, baños y venta de agua; a este respecto comenta que una caja de agua de 25 botellas, “sobre la estación de Paracuellos”, con envase, costaba 25 pesetas, y la de 12 botellas, 12 pesetas. El uso del agua medicinal, por cada prescripción médica, 5 pesetas.

Fernando Cámara Niño (22), en 1950, publica su trabajo *Estudios sobre flora de las aguas minerales*, en el que incluye datos de las aguas de Paracuellos de Jiloca; así, cita un residuo seco de 14595 mg/L; sulfhídrico, 11,2 cc; temperatura 15 °C y dice que se trata de un agua “clor. sódica, sulfurosa, hiperton.”.

2. ANÁLISIS REALIZADOS

En el mes de noviembre de 2016 se procedió a la recogida de muestras de las aguas del Balneario de Paracuellos de Jiloca para la realización de los diferentes análisis. Las 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 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 procedió a determinar el anhídrido carbónico, el ácido sulfhídrico, 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 Paracuellos de Jiloca.

En cuanto a los caracteres organolépticos, se trata de un agua incolora, de sabor salino, y con olor a huevos podridos.

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.

La temperatura ambiente fue del orden de 18 °C y la del agua fue de 17 °C. Esta temperatura está de acuerdo con la que se cita en el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas (28), de 14,2 °C. Distintos autores (28-30) indican que cuando la temperatura del agua es menor de 37 °C deben considerarse hipotermales.

Tabla 2. Constantes físico-químicas de las aguas de Paracuellos de Jiloca.

Parámetro	Unidades	Manantial
Temperatura ambiente	°C	18,1
Temperatura del agua	°C	17
pH	Unidades pH	7,2
Densidad	g/cc	1,0121
Turbidez	FAU	< 1

El pH encontrado fue de 7,2. En la ficha correspondiente a los datos del Balneario de Paracuellos de Jiloca (28), se indica un pH de 6,9. Rodier (31) 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 gases disueltos, no se aprecia contenido de oxígeno disuelto. El dióxido de carbono se encuentra en una cantidad de 6,2 mg/L; en el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas (28) se indica 1,9 mg/L. El ácido sulfhídrico dio un valor de 3,7 mg/L. Rodier (31) comenta que una cantidad superior a 0,05 mg/L de este ácido da origen a un sabor desagradable.

La conductividad eléctrica dio un valor próximo a $13000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a 20°C . En el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas, Maraver *et al.* (28) mencionan una conductividad, a 25°C , de $26040 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Rodier (31) comenta que aguas con una conductividad superior a $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ son de mineralización excesiva.

Tabla 3. Características generales de las aguas de Paracuellos de Jiloca

Parámetro	Unidades	Manantial
Conductividad eléctrica a 20°C	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	12834,5
Residuo seco a 180°C	mg/L	14920,0
Oxidabilidad al permanganato	mg O_2 /L	27,6

El residuo seco, determinado a 180°C , es de 14920 mg/L . En el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas al. (28), se citan 15726 mg/L . Rodier (31) comenta que las aguas con un residuo seco tan elevado se deben considerar de potabilidad momentánea.

En el RD 1798/2010 (27) se especifica que cuando el residuo seco es superior a 1500 mg/L , se trata de aguas de mineralización fuerte.

La oxidabilidad al permanganato dio un valor de $27,6 \text{ mg}$ de oxígeno por litro. 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 $5 \text{ mg O}_2/\text{L}$.

El dato obtenido es muy elevado, pero debemos considerar que, en este caso, no da idea de la potabilidad del agua, sino que se trata de una interferencia en la determinación analítica debida al elevado contenido de cloruros, ya que, según Rodier (31) una concentración demasiado alta de iones cloruro (50 mg/L o más) puede falsear los resultados. En relación a la potabilidad, tenemos que hacer referencia a que el bajo contenido de nitratos (menor de 1 mg/L) y la ausencia de nitritos nos indica que no existe problema al respecto.

Si nos detenemos ahora en las diferentes sales presentes en las aguas del Balneario de Paracuellos de Jiloca, en relación a los cationes, el sodio dio un valor de 3777 mg/L y el potasio de 15 mg/L . En el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas (28) se citan contenidos de sodio de 3718 mg/L y de potasio de $25,9 \text{ mg/L}$.

En el RD 1798/2010 (27) se especifica que cuando el contenido de sodio supera los 200 mg/L , las aguas se pueden considerar sódicas.

En la Figura 1 se recogen los valores de calcio, magnesio y dureza de las aguas analizadas y se comparan con los recogidos en el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas (28).

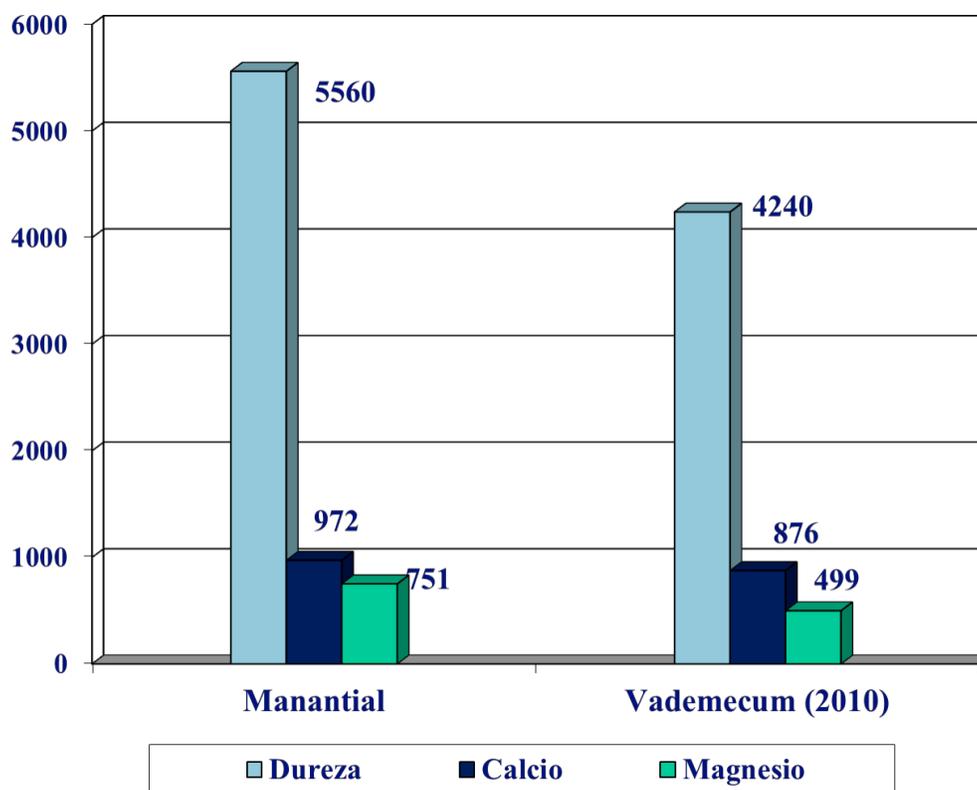


Figura 1. Dureza (CaCO_3), calcio y magnesio de las aguas de Paracuellos de Jiloca (mg/L).

El contenido de calcio de las aguas fue próximo a 980 mg/L y el de magnesio cercano a 750 mg/L. Como se observa en la Figura 1, nuestros datos son algo superiores a los obtenidos por Maraver *et al.* (28), que aparecen reflejados en el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas de 2010.

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 podemos considerar las aguas de Paracuellos de Jiloca cálcicas y magnésicas.

La dureza total del agua fue de 5560 mg/L de CaCO_3 . Según Maraver *et al.* (28) la dureza de estas aguas es superior a 4000 mg/L de CaCO_3 .

Casares *et al.* (30), consideran que aguas cuya dureza se encuentra entre 350 y 500 mg/L de CaCO_3 son duras.

La OMS (32), 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 CaCO₃/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 de CaCO₃/L 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. En función de este dato citado por la OMS, deberíamos considerar que todas las aguas que superan los 500 mg/L de CaCO₃ son muy duras. No obstante, Maraver *et al.* (28, 29) clasifican las aguas del Balneario de Paracuellos de Jiloca como extremadamente duras; independientemente de cómo se clasifiquen, según Rodier (31), se trata de aguas de difícilmente utilizables.

El contenido de aniones se recoge en la Figura 2, donde se compara con los obtenidos por Maraver *et al.* (28). Los bicarbonatos se encuentran alrededor de 210 mg/L; los cloruros son del orden de 4550 mg/L y los sulfatos próximos a 3900 mg/L.

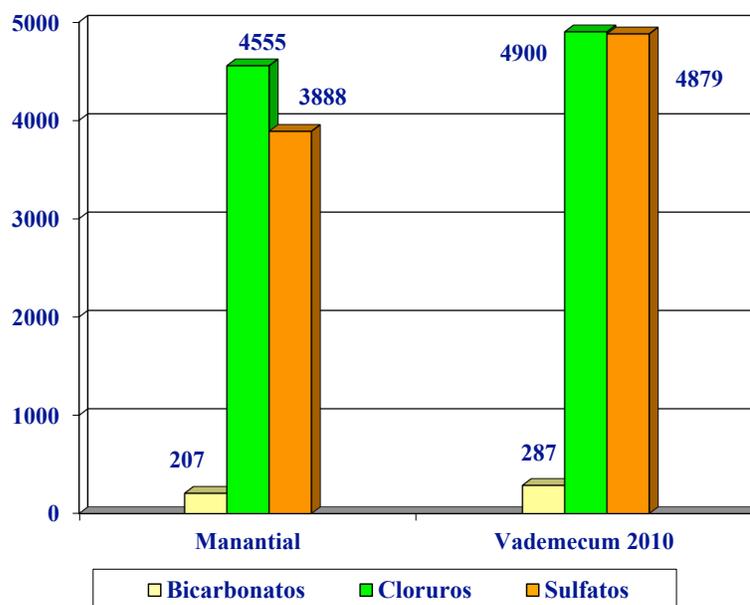


Figura 2. Bicarbonatos, cloruros y sulfatos de las aguas de Paracuellos de Jiloca (mg/L).

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 Paracuellos de Jiloca se pueden considerar cloruradas y sulfatadas.

El contenido de fluoruros fue de 4 mg/L. Según el RD 1798/2010 (27) se puede considerar fluorada un agua cuyo contenido de fluoruro sea superior a 1 mg/L.

Tabla 4. Metales de las aguas de Paracuellos de Jiloca (Expresados en µg/L).

Elemento	Manantial	Nivel de referencia	Elemento	Manantial	Nivel de referencia
Aluminio	< 4	0 - 200	Hierro	1	0 - 200
Arsénico	< 1	0 - 10	Manganeso	12,3	0 - 50
Boro (mg/L)	0,4	0 - 1	Mercurio	< 0,2	0 - 1
Cadmio	< 0,1	0 - 5	Níquel	1,4	0 - 20
Cobre	4	0 - 2000	Plomo	< 1	0 - 25
Cromo	< 1	0 - 50	Selenio	< 1	0 - 10

En ningún caso los metales estudiados superan los valores paramétricos recogidos en el RD 1798/2010 (27).

4. CONCLUSIONES

En los principales estudios sobre las aguas de Paracuellos de Jiloca llevados a cabo en el siglo XIX, al clasificar estas aguas la mayor coincidencia se da en cuanto a su denominación de sulfurosas y los distintos autores comentan el contenido de sales, en el que no todos coinciden. A finales del citado siglo y principios del XX se incluyó también la denominación de clorurado-sódicas.

De los resultados obtenidos en este trabajo se deduce que las aguas del Balneario Paracuellos de Jiloca se pueden considerar: hipotermas, de mineralización fuerte, cloruradas, sulfatadas, fluoradas, sulfuradas, sódicas, cálcicas, magnésicas y muy duras.

5. REFERENCIAS

1. Francés MC, López Guzmán J, López González M^a. Centro Termal Balneario Paracuellos de Jiloca (Zaragoza): historia y generalidades. Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia 2018; 84, Special Issue: 16-42.
2. Limón Montero A. Espejo cristalino de las aguas de España. Alcalá: Francisco García Fernández, Impresor de la Universidad, y a su costa 1697.
3. Ballano DAB. Diccionario de Medicina y Cirugía, ó Biblioteca manual médico-quirúrgica, Tomo primero A-B. Madrid: Francisco Martínez Dávila, Impresor de Cámara de S.M 1815.
4. Miñano S. de. Diccionario geográfico-estadístico de España y Portugal, tomo VI. Madrid: Imprenta de Pierart 1827.

5. Sociedad de Literatos: S. B. M. F. C. L. D. Diccionario geográfico universal, tomo VII. Barcelona: Imprenta José Torner 1832.
6. Moncín S. Memoria sobre las aguas minero-medicinales de Paracuellos de Giloca en la provincia de Zaragoza. Manuscrito. 1848.
7. Moncín S. Aguas y baños minerales de Paracuellos de Giloca; en el partido de Calatayud. Hidro-sulfurosas salinas de M. Henry. Boletín de Medicina, Cirujía y Farmacia, 3ª serie tomo V, núm. 232, 9 junio 1850.
8. Pérez de la Flor J, González de Jonte M. Novísimo manual de Hidrología Médica Española. Madrid: Imprenta y Librería de Vicente Matute 1853.
9. Rubio PM. Tratado completo de las fuentes minerales de España. Madrid: Establecimiento Tipográfico de D.R.R. de Rivera 1853.
10. Guedea G. Memoria balnearia correspondiente al año 1856. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina, UCM. 1856.
11. González JF. Crónica de la Provincia de Zaragoza. Madrid: Rubio y Compañía 1867.
12. 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.
13. Detrell J. Memoria sobre el establecimiento balneario de Paracuellos de Giloca. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina, UCM. 1870.
14. Viejo y Bacho M. Memoria anual de los baños de Paracuellos de Giloca (provincia de Zaragoza), correspondiente al año de 1875. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina, UCM. 1875.
15. Saénz de Tejada y España F. Memoria anual de los baños y aguas minero-medicinales de Paracuellos de Giloca, provincia de Zaragoza: temporada de 1876. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina, UCM. 1876.
16. Menéndez Tejo E. Paracuellos de Jiloca: Memoria de temporada oficial de 1878. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina, UCM. 1878.
17. Millaruelo Pano M. Establecimiento de los baños nuevos de Paracuellos de Giloca propiedad de D. Jaime García Cortadellas. Zaragoza: Establecimiento tip. "La Derecha" 1882.
18. Taboada M. Director. Anales de la Sociedad Española de Hidrología Médica, tomo IV. Número 8. Madrid: Establecimientos Tipográficos M. Minuesa 1881.
19. Martínez-Reguera L. Bibliografía Hidrológica-Médica Española. Madrid: Imprenta y Fundación de M. Tello 1892.

20. Aleixandre J. Paracuellos de Jiloca. Contribución al estudio de sus manantiales. *Anales de Hidrología médica* 1922.
21. García-Serrano F. Aguas clorurado-sódicas sulfurosas magnesianas de Paracuellos de Jiloca (Calatayud) Provincia de Zaragoza. Zaragoza: Tip. Octavio y Félez 1931.
22. Cámara Niño F. Estudios sobre la flora de las aguas minerales. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 1950: 129-258.
23. De la Rosa C, Fernández García V, Pintado García C, Rodríguez Fernández C. Microbiología del agua mineromedicinal del Balneario de Paracuellos de Jiloca. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia* 2018; 84, Special Issue: 68-80.
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. Vigencia desde 31 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. Maraver F, Hurtado I, Armijo F. Aguas mineromedicinales españolas. 4.1. Análisis y fichas. En: Maraver Eyzaguirre F, Armijo Castro F. *Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas*. Madrid: Complutense 2010.
29. Maraver Eyzaguirre F. Capítulo 4. Aguas mineromedicinales españolas. 4.2. Clasificaciones. En Maraver Eyzaguirre F, Armijo Castro F. *Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas*. Madrid: Complutense, 2010. 297-310.
30. Casares López R, García Olmedo R, Valls Payés C. *Tratado de Bromatología*. 5ª ed. Madrid: Pub. Dpto. Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado, UCM 1978.
31. Rodier J. *Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar*. 3ª ed. Barcelona: Omega 1998.

32. 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).