

Las aguas sulfuradas de los balnearios españoles. Aplicaciones e indicaciones

Francisco Armijo^{1,2}, Iluminada Corvillo^{1,2}, Iciar Vázquez^{2,3},
José Manuel Carbajo¹, Francisco Maraver^{1,2}

¹ Escuela Profesional de Hidrología Médica, Facultad de Medicina, Universidad Complutense, Madrid, España

² Departamento de Medicina Física y Rehabilitación. Hidrología Médica, Facultad de Medicina, Universidad Complutense, Madrid, España

³ Instituto Geológico Minero de España (IGME), Tres Cantos-Madrid, España

Recibido: 25/5/2017

Aceptado: 15/6/2017

RESUMEN:

En España, se consideran aguas mineromedicinales sulfuradas aquellas que contienen azufre reducido con valencia 2-, como (SH₂) y (SH-), a partir de 1 mg/L. El objetivo del trabajo es determinar el contenido de estas sustancias en las aguas mineromedicinales de 91 balnearios españoles. Así como sus aplicaciones e indicaciones en los distintos sistemas o aparatos del cuerpo humano. De las aguas de los 91 balnearios analizadas 26 (28,5 %) pueden clasificarse como sulfuradas, 6 (6,6 %) presentaron azufre reducido aunque sin llegar a la concentración necesaria para ser consideradas como sulfuradas. El rango de concentraciones varía de 44,5 a 1 mg/L. Las aplicaciones de las aguas en estos balnearios son en aparato locomotor, respiratorio y dermatología, por este orden.

Palabras Clave: Agua Sulfurada, Sulfuro de Hidrógeno, Sulfito, Análisis Químico, Balnearios Españoles

The sulphurous spring waters of spanish spas. Applications and indications

ABSTRACT:

In Spain, sulphurous spring waters are considered those containing sulphur reduced valence 2-, as (SH₂) and (SH-), from 1 mg/L. The aim of this work is to determine the content of these substances in the water of 91 spanish spas. As well as the application and indications in different systems or apparatus of human body. From the waters of the 91 spas analyzed 26 (28.5%) can be classified as sulphur water, 6 (6.6%) had reduced sulfur, but without reaching a concentration of 1 mg/L. The range concentration from 44.5 to 1 mg/L. Applications these spas are rheumatic, respiratory and dermatology diseases, in this order.

Key words: Sulphur Spring Water, Hydrogen Sulfide, Bisulfide Ion, Chemical, Analysis, Spanish Spas

Correspondencia:

Francisco Maraver

Escuela Profesional de Hidrología Médica. Facultad de Medicina - UCM

28040 Madrid. Correo electrónico: fmaraver@med.ucm.es

INTRODUCCIÓN

El azufre fue conocido por el hombre desde los tiempos más remotos: Se le cita en la Odisea, en la Biblia, Plinio da lugares donde se encuentra en Sicilia y en los escritos árabes, no sólo se le alude con mucha frecuencia, sino que se le caracteriza con gran acierto (8).

Debido a la debilidad del SH₂ como ácido, sus sales normales y ácidas se hidrolizan cuando se disuelven en agua. Las soluciones acuosas de SH₂ no son estables y el oxígeno absorbido causa la formación de azufre elemental y estas soluciones se enturbian rápidamente.

El gas sulfhídrico produce colapso y la muerte por parada respiratoria, bajas concentraciones pueden producir irritación de la conjuntiva y de las mucosas (30).

El azufre se presenta con cuatro valencias principales 2⁻, 3⁺, 4⁺, 6⁺, y en función del estado de oxidación se pueden originar gran cantidad de oxiácidos y sulfuros. En las aguas mineromedicinales interesan los compuestos con valencia 2⁻, esto es sulfuro de hi-

drógeno (SH₂), sulfhidratos (SH⁻) y sulfuros (S²⁻), y los de estado 6⁺, los sulfatos.

La relación entre las diferentes formas iónicas e incluso de la molécula no disociada SH₂ depende del pH (Figura 1), debiéndose descartar la presencia de sulfuros cuando los valores del pH son inferiores a 10 y de sulfhidratos cuando son inferiores a 4 (13-66).

El sulfuro de hidrógeno es un gas inflamable y venenoso, de olor característico a huevos podridos que se hace perceptible en el aire hasta concentraciones de 2 µg/L. Es soluble en el agua, 1 g de SH₂ se disuelve en 187 ml de agua a 10 °C y en 324 ml a 30 °C.

Se consideran aguas mineromedicinales sulfuradas aquellas que tienen una concentración igual o superior a un mg/L de azufre reducido, con valencia 2⁻, como (SH₂) y (SH⁻) (42-44).

De especial relevancia son también los productos derivados, concretamente los barros terapéuticos o peloides, denominados biogleas, fabricados y madurados con aguas mineromedicinales sulfuradas (29-32-45-70).

La acción farmacodinámica de las aguas sulfuradas se debe a la capacidad de óxido-reducción del

34

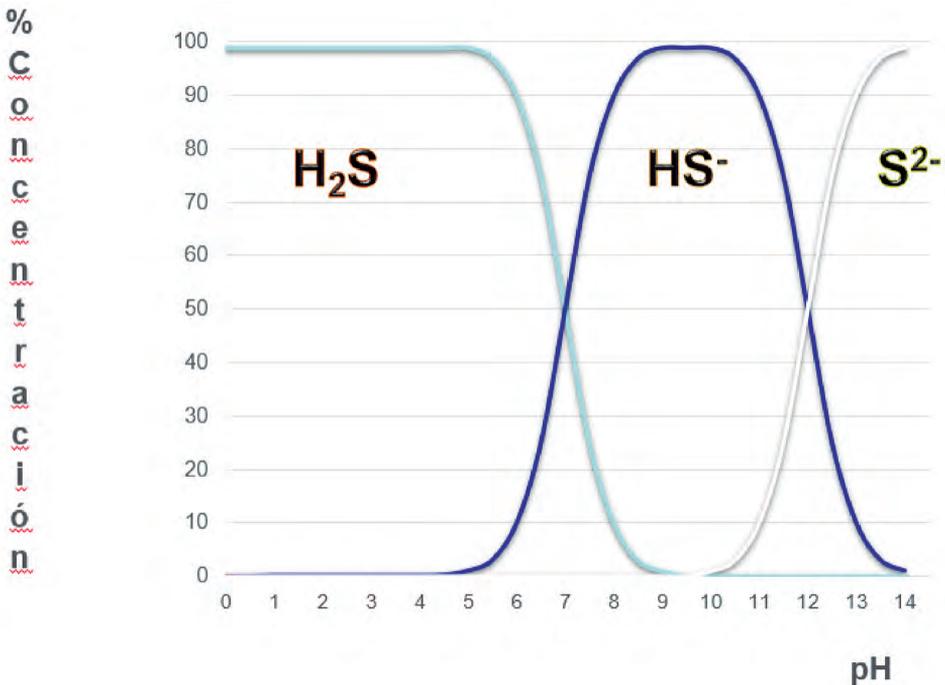


Figura 1: Relación sulfhídrico, sulfhidrato y sulfuro en las aguas, en función del pH

azufre bivalente. Entre las acciones principales se destaca su acción desensibilizante, mejorando la respuesta anafiláctica atribuible a una disminución de la tasa de globulinas plasmáticas. Sobre la piel el azufre reducido se comporta como reductor y queratoplástico. A nivel de aparato respiratorio ejercen una acción mucolítica, mejoradora de la circulación local, antiinflamatoria, eutrófica y cicatrizante. Sobre el aparato digestivo, destaca la acción protectora del hepatocito que se vincula al efecto directo del componente azufrado, a la elevación del glucógeno y a efectos antitóxico. A nivel de aparato locomotor, se manifiesta con disminución de los marcadores inflamatorios y de degradación del cartílago articular y efecto anti-oxidante manifiesto (5-6-9-11-13-19-23-33-56-66-69).

Las principales indicaciones de las aguas sulfuradas en afecciones de vías respiratorias y otorrinolaringológicas se deben a la recuperación en procesos inflamatorios crónicos, tales como rinitis crónicas, hipertróficas o atróficas; faringitis; sinusitis, laringitis, bronquitis crónicas y procesos asmáticos (54-60-61-66), dando muy buenos resultados en edad pediátrica (1-73).

En las afecciones de la piel se indica en el ecema crónico tórpido que evoluciona favorablemente. La psoriasis puede evolucionar satisfactoriamente con tratamiento en aplicaciones tópicas, facilitando las fases de blanqueamiento y la mejoría temporal del proceso (20-22-28-36-46-47).

En afecciones reumatológicas se dan los mejores resultados (26-54), tanto en procesos crónicos degenerativos e inflamatorios de diferentes localizaciones, como en la fibromialgia, dolor de espalda crónico, espondilitis anquilosante, etc., la balneación con estas aguas puede determinar mejorías funcionales considerables y de la calidad de vida (17-18-24-25-34-35-50).

Por otra parte, y aunque en nuestro país, no se utilizan con estos fines, dan buenos resultados en odontología, actúan favorablemente sobre la placa dental, esencialmente, por su acción óxido-reductora. En Ginecología, se utilizan en procesos crónicos en forma de irrigaciones y pulverizaciones o en procesos vasculares. Así mismo, por vía oral pueden indicarse en alteraciones funcionales de la digestión y en litiasis renal, las de baja mineralización (16-21-38-66).

MATERIAL Y MÉTODO

Material. Muestras de aguas mineromedicinales españolas recogidas en su manantial de noventa y un

balnearios, en frascos de 1 litro de vidrio dotados de cierre hermético, estabilizadas inmediatamente con cuatro gotas de acetato de cinc 2N y NaOH hasta pH superior a nueve y conservadas a 4° C hasta su análisis. La toma de muestra se realizó por personal de la Cátedra de hidrología médica para lo cual realizo desplazamientos programados a diferentes zonas de España.

Método de análisis. El contenido de azufre reducido se valoró yodométricamente. Las concentraciones de SH₂ y SH⁻ se calcularon en función de la temperatura, el residuo seco, la conductividad y el pH. Hemos seguido principalmente las técnicas de Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater en su 21.ª edición (SM), Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (2).

RESULTADOS

En la Tabla I se reúnen los resultados del análisis de las aguas sulfuradas de los balnearios españoles estudiados, indicando su situación geográfica y mostrando el contenido de azufre reducido, SH₂, SH⁻ y Residuo seco a 110 ° C en mg/L.

El rango de concentraciones de azufre reducido varía de 44,5 a 1 mg/L.

DISCUSIÓN

El mapa adjunto (Figura 2) muestra un número importante de balnearios con aguas sulfuradas. Se encuentran mayoritariamente, situados en el noroeste de España en las comunidades de Galicia y Castilla-León en el dominio del Macizo Hercínico constituido por gran variedad de materiales paleozoicos con circulación de aguas a niveles profundos.

No hemos encontrado correlación entre el contenido de azufre reducido y otros analitos y parámetros medidos en estas aguas como el residuo seco la mineralización predominante, la temperatura y la radiactividad.

A partir de la información recogida en la ficha de los 26 balnearios españoles que tienen este tipo de agua incluidas en el Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas (44), hemos confeccionado la Tabla II teniendo en cuenta el orden de la indicación (Primera, Segunda y Tercera) y la especialidad (Locomotor, Respiratorio, Piel, Otros...) de los diferentes centros termales. De la observación de la mis-



Figura 2: Mapa de las aguas sulfuradas analizadas de los balnearios españoles



Figura 3: Balneario de Retortillo (Salamanca). Captación y sulfuraria del rebosadero.

Tabla I: Situación geográfica, contenido de azufre reducido (SH⁻, SH²) y Residuo seco a 110 ° C en mg/L

NOMBRE	Provincia	SH ⁻	SH ²	RS
Chiclana	Cádiz	20,6	23,9	16983
Fuente Podrida	Valencia	16,3	27,3	2728
Baños Viejos de Carballo	Coruña	23,7	4,6	489
Paracuellos de Jiloca	Zaragoza	12	12,4	16026
Baños de Montemayor	Cáceres	12	8,3	261
Caldas de Boí	Lleida	12,4	2,4	271
Guitiriz	Lugo	11,5	1,3	244
Retortillo	Salamanca	9,9	0,9	364
Baños da Brea	Pontevedra	8	1,5	445
Lugo	Lugo	6,9	2,4	450
Vallfogona de Riucorb	Tarragona	2,9	5,7	31682
Archena	Murcia	5,9	2,6	3700
Arnoia	Orense	6,5	0,7	299
Almeida	Zamora	6,4	0,3	538
El Salugral	Cáceres	4,7	0,1	393
Corconte	Burgos	2,1	2,7	993
Carballino	Orense	4,3	0,2	218
Baños de Tredós	Lleida	3,6	0,4	135
San Gregorio de Brozas	Cáceres	2,0	2,0	304
Carabaña	Madrid	3,4	2,0	76935
Liérganes	Cantabria	2,9	0,5	2899
San Vicente de Torelló	Lleida	2,3	0,6	194
Laias	Orense	1,5	1,2	536
Termas de Cuntis	Pontevedra	2,1	0,1	367
Rio Pambre	Lugo	1,0	0,2	211
Ledesma	Salamanca	1,0	0,0	451

37

Tabla II: Indicaciones de las aguas por especialidades

Indicaciones	Locomotor	Respiratorio	Dermatología	Otros*
Primera	65,4 %	7,7 %	7,7 %	19,2 %
Segunda	26,9 %	53,8 %	15,4 %	3,8 %
Tercera	3,8 %	19,2 %	50 %	27 %
Total	96,10%	80,70%	73,10%	50,00%

*Otros: Digestivo, Riñón, Nervioso, Pediatría

ma, puede deducirse que la primera especialidad de estas aguas es el aparato locomotor, ya que la suma de los porcentajes de la primera y segunda indicación supone el 92,3 %; la segunda, el aparato respiratorio el 61,5 %; y la tercera, la dermatología el 23,1 %.

En nuestro país, estos recursos han sido ampliamente estudiados desde el ámbito académico (3-42-44), así como en tesis doctorales y trabajos de investigación dedicados a las aguas mineromedicinales sulfuradas, como las localizadas en El Pirineo (7) o la provincia de Huesca (67); las de diferentes establecimientos balnearios como: Archena (31), Baños de Montemayor (15-39-65), Fuente Amarga de Chiclana (63), Lugo (48-49-62); las recientemente declaradas de utilidad pública en el término municipal de Calatayud (27) o los dedicados a investigación básica (9-10-74).

Así mismo, han sido objeto de estudio los peloides terapéuticos madurados con aguas mineromedicinales sulfuradas, es decir, los de los balnearios de Archena y Caldas de Bohí (4-14-43-55). Y también, desde el punto de vista microbiológico, ya que este tipo de aguas se caracterizan por desarrollar una rica materia orgánica (Figura 3), sirven de ejemplo los de los balnearios de: Archena (52), Baños de Montemayor (40-41-64-71-72), Caldas de Bohí (58-59), Carabaña (51-68), Cuntis (37), Fuente Amarga de Chiclana (57), Fuente Podrida (12), Guitiriz (37), Ledesma (71), Lugo (53) y Retortillo (71).

CONCLUSIONES

De las aguas de los noventa y un balnearios analizadas, veintiséis (28,5 %) pueden clasificarse como sulfuradas, seis (6,6 %) presentaron azufre reducido aunque sin llegar a la concentración necesaria para ser consideradas como sulfuradas. De las veintiséis aguas sulfuradas, diecinueve son oligominerales; y de las siete que superan los 1000 mg/L, tres son sulfatadas, una clorurada y tres cloruradas-sulfatadas.

Por especialidades, estas aguas mineromedicinales están indicadas primordialmente en las afecciones de aparato locomotor, respiratorio y piel, por este orden.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Grupo de Investigación 911757 (Hidrología Médica - Universidad Complutense de Madrid)

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilera L, Corvillo I, Martin-Megias AI, Maraver F. Balneoterapia en Pediatría. *Med Naturista*. 2015;9(1):59-60.
2. APHA, AWWA, WEF. Standard methods for examination of water and wastewater. 21 st ed. Washington. Centennial Ed. 2005.
3. Armijo F, Corvillo I, Vázquez I, Carbajo JM, Maraver F. Sulphur wáter o spanish spas. Proceedings of the 41 st World Congress of International Society of Medical Hydrology and Climatology; 2016 May 19-21; Bucarest-Rumania. *Balneo Research Journal*. 2016;7(2):21.
4. Armijo O. Estudio de los Peloides españoles [tesis]. Madrid: Universidad Complutense, 2007.
5. Benedetti S, Benvenuti F, Nappi G, Fortunati NA, Marino L, Aureli T, et al. Antioxidative effects of sulfurous mineral water: protection against lipid and protein oxidation. *Eur J Clin Nutr*. 2009;63(1):106-12.
6. Benedetti S, Canino C, Tonti G, Medda V, Calcaterra P, Nappi G, et al. Biomarkers of oxidation, inflammation and cartilage degradation in osteoarthritis patients undergoing sulfur-based spa therapies. *Clin Biochem*. 2010;43(12):973-8.
7. Berdonces JL. Aguas minerales pirenaicas [tesis]. Madrid: Universidad Complutense, 1992.
8. Blas L. Agenda del químico. Madrid. Aguilar Ed. 1954.
9. Braga PC, Dal Sasso M, Culici M, Spallino A, Marabini L, Bianchi T, et al. Effects of sulphurous water on human neutrophil elastase release. *Ther Adv Respir Dis*. 2010;4(6):333-40.
10. Burguera EF, Vela-Anero A, Magalhães J, Meijide-Failde R, Blanco FJ. Effect of hydrogen sulfide sources on inflammation and catabolic markers on interleukin 1 β -stimulated human articular chondrocytes. *Osteoarthritis Cartilage*. 2014;22(7):1026-35.
11. Burguera EF, Meijide-Failde R, Blanco FJ. Hydrogen Sulfide and Inflammatory Joint Diseases. *Curr Drug Targets*. 2016 Aug. doi: 10.2174/1389450117666160829112824
12. Camacho A, Rochera C, Silvestre JJ, Vicente E, Hahn MW. Spatial dominance and inorganic carbon assimilation by conspicuous autotrophic biofilms in a physical and chemical gradient of a cold sulfurous spring: the role of differential ecological strategies. *Microb Ecol*. 2005;50(2):172-84.

13. Carbajo JM, Maraver F. Sulphurous Mineral Waters: New Applications for Health. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2017;2017: 8034084.
14. Carretero MI, Pozo M, Martin-Rubi JA, Pozo E, Maraver F. Mobility of elements in interaction between artificial sweat and peloids used in Spanish spa. *Appl Clay Sci.* 2010;48(3):506-515.
15. Ceballos MA. Estudio histórico científico de las aguas minero-medicinales de Baños de Montemayor (Cáceres) [tesis]. Madrid: Universidad Complutense, 1991.
16. Chan MV, Wallace JL. Hydrogen sulfide-based therapeutics and gastrointestinal diseases: translating physiology to treatments. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2013;305(7):G467-73.
17. Costantino M, Filippelli A. Gonartrosi e terapia termale: valutazione della funzionalità articolare e della qualità di vita. *Clin Ter.* 2011;162(2):e51-7.
18. Costantino M, Filippelli A, Quenau P, Nicolas JP, Coiro V. Rôle de l'eau minérale sulfurée dans la SPA thérapie de l'arthrose. *Thérapie.* 2012;67(1):43-8.
19. Costantino M, Giampaolo C, Filippelli A. Effetti della creno-terapia idropinica sullo stress ossidativo. *Clin Ter.* 2012;163(1):e13-7.
20. Costantino M, Filippelli A. Impatto della terapia termale sulfurea sulla qualità di vita e sui disagi psico-sociali nella psoriasi volgare a placche. *Clin Ter.* 2014;165(4):e277-84.
21. Costantino M, Marongiu MB, Russomanno G, Conti V, Manzo V, Filippelli A. Fangobalneoterapia sulfurea e variazioni della pressione arteriosa: studio osservazionale. *Clin Ter.* 2015;166(4):151-7.
22. Ferreira MO, Costa PC, Bahia MF. Effect of São Pedro do Sul thermal water on skin irritation. *Int J Cosmet Sci.* 2010;32(3):205-10.
23. Fioravanti A, Cantarini L, Guidelli GM, Galeazzi M. Mechanisms of action of spa therapies in rheumatic diseases: what scientific evidence is there? *Rheumatol Int.* 2011;31(1):1-8.
24. Fioravanti A, Karagülle M, Bender T, Karagülle MZ. Balneotherapy in osteoarthritis: Facts, fiction and gaps in knowledge. *Eur J Integr Med.* 2017;9(1):148-150.
25. Forestier R, Desfour H, Tessier JM, Françon A, Foote AM, Genty C, et al. Spa therapy in the treatment of knee osteoarthritis: a large randomised multicentre trial. *Ann Rheum Dis.* 2010;69(4):660-5.
26. Forestier R, Erol-Forestier FB, Francon A. Current role for spa therapy in rheumatology. *Joint Bone Spine.* 2017;84(1):9-13.
27. Galvez-Galve JJ. Calidad de Vida y Evaluación en pacientes con psoriasis vulgaris tratados con agua mineromedicinal sulfurada en el ambiente domiciliario [tesis]. Universidad de Zaragoza, 2011.
28. Gálvez-Galve JJ, Saz Peiró P, Ortiz Lucas M, Hernández Torres A, Simal Gil E, Bernal Pérez M. Quality of life and assessment after local application of sulphurous water in the home environment in patients with psoriasis vulgaris: A randomised placebo-controlled pilot study. *Eur J Integr Med.* 2012;4:213-218.
29. Gomes C, Carretero MI, Pozo M, Maraver F, Cantista P, Armijo F, et al. Peloids and Pelotherapy: Historical Evolution, Classification and Glossary. *Appl Clay Sci.* 2013; 75-76, 28-38.
30. Gosselin RE, Smith RP, Hodge HC. *Clinical Toxicology of Commercial Products.* Baltimore. Williams and Wilkins Ed. 1976.
31. Hernández-Torres A. Niveles urinarios de los productos de peroxidación lipídica: acción antioxidante en el organismo humano del tratamiento crenoterápico con aguas sulfuradas y peloides [tesis]. Madrid: Universidad Complutense, 1997.
32. Hernández-Torres A (coord.). *Peloterapia: aplicaciones médicas y cosméticas de fangos termales.* Madrid: Fundación Bilibis, 2014.
33. Jokić A, Sremcević N, Karagülle Z, Pekmezović T, Davidović V. Oxidative stress, hemoglobin content, superoxide dismutase and catalase activity influenced by sulphur baths and mud packs in patients with osteoarthritis. *Vojnosanit Pregl.* 2010;67(7):573-8.
34. Kovács C, Pecze M, Tihanyi Á, Kovács L, Balogh S, Bender T. The effect of sulphurous water in patients with osteoarthritis of hand. Double-blind, randomized, controlled follow-up study. *Clin Rheumatol.* 2012;31(10):1437-42.
35. Kovács C, Bozsik Á, Pecze M, Borbély I, Fogarasi A, Kovács L, Tefner IK, Bender T. Effects of sulfur bath on hip osteoarthritis: a randomized, controlled, single-blind, follow-up trial: a pilot study. *Int J Biomeeteorol.* 2016;60(11):1675-1680.
36. Lee CC, Wu YH. Sulfur spring dermatitis. *Cutis.* 2014;94(5):223-5.
37. Leira M, Mejjide-Failde R, Torres E. Diatom communities in thermo-mineral springs of Galicia (NW Spain). *Diatom Research.* 2017;32(1):1-14.
38. Mancini S Jr, Piccinetti A, Nappi G, Mancini S, Caniato A, Coccheri S. Clinical, functional and quality of life changes after balneokinesis with sulphurous water in patients with varicose veins. *Vasa.* 2003;32(1):26-30.

39. Maraver F. Consideraciones sobre las acciones terapéuticas de las aguas minero-medicinales de Baños de Montemayor (Cáceres) [tesis]. Madrid: Universidad Complutense, 1986.

40. Maraver F, Sánchez-Quevedo MC, Crespo PV, Campos A, San Martín J. Microscopía electrónica analítica del material orgánico de las aguas sulfuradas. *Bol Soc Esp Hidrol Méd.* 1987;2(3):133-135.

41. Maraver F, Torrella F. Caracterización biológica de los microorganismos del sulfuretum (sulfuraria) de las aguas sulfuradas de Montemayor. *Bol Soc Esp Hidrol Méd.* 1988;3(3):147.

42. Maraver F, Aguilera L, Armijo F, Martín-Megías AI, Meijide R, Soto J. *Vademecum de aguas minero-medicinales españolas.* Madrid. ISCIII. 2003.

43. Maraver F, Corvillo I, Aguilera L, Armijo F. Los peloides del balneario de Caldes de Boi: Estudio químico-físico, de microscopía electrónica analítica y barrido. *Bol Soc Esp Hidrol Méd.* 2005;20(2):43-47.

44. Maraver F, Armijo F. *Vademecum II de aguas mineromedicinales españolas.* Madrid. Complutense. 2010.

45. Maraver F, Fernández-Torán MA, Corvillo I, Morer C, Vázquez I, Aguilera L, et al. Peloterapia, una revisión. *Med Naturista.* 2015;9(1):38-46.

40 46. Matz H, Orion E, Wolf R. Balneotherapy in dermatology. *Dermatol Ther.* 2003;16(2):132-40.

47. Mazzulla S, Chimenti R, Sesti S, De Stefano S, Morrone M, Martino G. Effetto delle Bioglee solfuree su lesioni psoriasiche. *Clin Ter.* 2004;155(11-12):499-504.

48. Meijide R. Aportación a la cura balneoterápica en el Balneario de Lugo [tesis]. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela, 1994.

49. Meijide R. Las aguas del Balneario de Lugo. En: Crecente JM, Gonzalez-Soutelo S. Dos mil años del Balneario de Lugo. Lugo. Crecente asociados. 2016: 98-120.

50. Morer C, Tenas D, López-Fernández MA, Maraver F. Balneoterapia en la artrosis. *Aten Primaria.* 2015;47(7):473-4.

51. Mosso MA, Rosa MC, Díaz F, Gastón de Iriarte E. Microbiología del agua de Carabaña. *An R Acad Nac Farm.* 1981;8:19-26.

52. Mosso MA, Díaz F, Rosa MC. Microbiología de las aguas mineromedicinales de Archena. *An R Acad Nac Farm.* 1986;12: 23-32.

53. Mosso MA, Rosa MC, Vivar MC, Arroyo G, Díaz F. Microbiología de las aguas mineromedicina-

les del manantial del Balneario de Lugo. *An R Acad Nac Farm.* 1994;20: 43-52.

54. Ortega-Maján MT, Júdez-Legaristi D, Guillén-Mateo J, Hernández-Torres A. Revisión de la efectividad de la balneoterapia sobre diversos problemas de salud. *Med Naturista.* 2016;10(2):75-80.

55. Pozo M, Carretero MI, Maraver F, Pozo E, Gómez I, Armijo F, et al. Composition and physicochemical properties of peloids used in Spanish spas: a comparative study. *Appl Clay Sci.* 2013; 83-84, 270-279.

56. Prandelli C, Parola C, Buizza L, Delbarba A, Marziano M, Salvi V, et al. Sulphurous thermal water increases the release of the anti-inflammatory cytokine IL-10 and modulates antioxidant enzyme activity. *Int J Immunopathol Pharmacol.* 2013;26(3):633-46.

57. Rosa MC, Díaz F, Mosso MA. Microbiología de las aguas mineromedicinales de Fuente Amarga. *An R Acad Nac Farm.* 1985;11:17-24.

58. Rosa MC, Moro I. Estudio microbiológico de los manantiales de aguas mineromedicinales de Caldas de Bohí. *An R Acad Nac Farm.* 1986;52:553-562.

59. Rosa MC, Mosso MA, Díaz F, Vivar MC. Microbiología de los manantiales de aguas mineromedicinales del Balneario de Caldas de Bohí. *An R Acad Nac Farm.* 1989;15: 23-30.

60. Salami A, Dellepiane M, Crippa B, Mora F, Guastini L, Jankowska B, et al. Sulphurous water inhalations in the prophylaxis of recurrent upper respiratory tract infections. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2008;72(11):1717-22.

61. Salami A, Dellepiane M, Strinati F, Guastini L, Mora R. Sulphurous thermal water inhalations in the treatment of chronic rhinosinusitis. *Rhinology.* 2010;48(1):71-6.

62. Sánchez-Carrión A. "Ir as augas" el tratamiento por las aguas del Balneario de Lugo. En: Crecente JM, González-Soutelo S. Dos mil años del Balneario de Lugo. Lugo. Crecente asociados. 2016: 180-199.

63. San José C. Estudio hidrológico del balneario de Fuente Amarga de Chiclana (Cadiz) [tesis]. Sevilla: Universidad de Sevilla, 1992.

64. San Martín J, Crespo PV, Maraver F. Estudio morfológico y microanalítico de la flora autótrofa de las aguas sulfuradas. En: Rodríguez-Miguez L. El Termalismo en Galicia en la década de los ochenta. Pontevedra. Xunta de Galicia. 1988: 201-206.

65. San Martín J, Maraver F. Estudio de la influencia de las aguas de Baños de Montemayor en la

gonartrosis. En: Rodríguez-Miguez L. El Termalismo en Galicia en la década de los ochenta. Pontevedra. Xunta de Galicia. 1988: 315-326.

66. San Martín J, Armijo F. El azufre en las aguas mineromedicinales: aguas sulfatadas y aguas sulfuradas. En: Armijo M, San Martín J. Curas balnearias y climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid. Complutense. 1994: 241-257.

67. Saz P. Aguas minero medicinales de la Provincia de Huesca [tesis]. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 1991.

68. Serrano C, Romero M, Alou L, Sevillano D, Corvillo I, Armijo F, et al. Survival of human pathogenic bacteria in different types of natural mineral water. *J Water Health*. 2012;10(3):400-5.

69. Sieghart D, Liszt M, Wanivenhaus A, Bröll H, Kiener H, Klösch B, et al. Hydrogen sulphide decreases IL-1 β -induced activation of fibroblast-like synovocytes from patients with osteoarthritis. *J Cell Mol Med*. 2015;19(1):187-97.

70. Suárez M, González P, Domínguez R, Bravo A, Melián C, Pérez M, et al. Identification of organic compounds in San Diego de los Baños Peloid (Pinar del Río, Cuba). *J Altern Complement Med*. 2011;17(2):155-65.

71. Teixeira F, Maraver F, Crespo PV, Campos A. Estudo microanalítico da matéria orgânica de águas sulfúreas portuguesas e espanholas. *Pub Inst Clim Hidrol da Univ de Coimbra*. 1996;34:1-5.

72. Torrella F. La sulfuraria de Baños de Montemayor (Cáceres): características morfológicas y funcionales de la comunidad microbiana constituyente. *An Hidrol Med*. 2006;1:61-78.

73. Varricchio A, Giuliano M, Capasso M, Del Gaiuso D, Ascione E, De Lucia A, et al. Salso-sulphide thermal water in the prevention of recurrent respiratory infections in children. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2013;26(4):941-52.

74. Vela AA. El sulfuro de hidrógeno como diana terapéutica en la artrosis [tesis]. A Coruña: Universidad de A Coruña, 2015.