



INSTITUTO DE ESPAÑA

**REAL ACADEMIA NACIONAL DE
FARMACIA**



**MONOGRAFÍA IX
ALHAMA DE ARAGÓN
1983**

MONOGRAFÍAS DE AGUAS MINERO MEDICINALES

©Real Academia Nacional de Farmacia.

Todos los derechos reservados.

<http://www.raf.es>

Consideraciones sobre el grupo de manantiales de aguas mineromedicinales de Alhama de Aragón

por

J. M. LOPEZ DE AZCONA

I. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y ACCESO

El grupo de manantiales de Alhama de Aragón, tiene como coordenadas geográficas: 1° 27' 45" E, 41° 17' 42" N, con una altitud media de 664 m. Está representado en la hoja núm. 436 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1/50.000, denominada Alhama de Aragón.

La entidad de población donde están ubicados los manantiales con su mismo nombre, es capital de ayuntamiento, pertenece al Partido Judicial de Ateca, de la Provincia de Zaragoza.

El lugar de los manantiales principales está cruzado de oeste a este por el río Jalón y la carretera radial de Madrid a Zaragoza y Barcelona. Al norte de este, están situados los manantiales de Termas Pallarés y de Guajardo y al sur Cantarero o Nuevos de San Roque y los Viejos o de Martínez. El acceso a los del sur, desde la carretera radial, cruza el Jalón por un puente y sigue la carretera local de Nuevalos.

Por la zona de los manantiales pasa la línea férrea de Madrid a Zaragoza y Barcelona, con estación denominada Alhama de Aragón en el kilómetro 218.

Es frecuente en muchas publicaciones encontrar el pleonasma «Baños de Alhama de Aragón».

II. HISTORIA

No hay lugar a duda, de que estos manantiales se conocen desde la época de la dominación romana, como lo sostienen Madoz (1845) en su Diccionario (II-4) y Rubio (1853) en sus Fuentes Minerales de España (II-5); así como la denominación de «Aquae Bilbilitanae», motivo por el que se sospecha fuesen la causa originaria de ésta entidad de población.

En la obra de Plinio (II-1), no se hace mención expresa como medicinales, aunque en el apartado referente al hierro cuando habla «del agua en la qual fe zabelle estado el hierro echo afscura» da como

las más famosas las de Bilbilin y las Turiazon (Tarazona), consideradas las primeras por algunos historiadores, como del Río Bilbilis hoy Jalón.

En el Cap. V del Lib. 2º (II-2), dedicado por Limon (1697) a Alhama de Aragón, considera sus baños de aguas termales, muy frecuentados de los enfermos y achacosos, por las singulares facultades que tienen para sanar dolencias, y dieron nombre a dicha población de agua de Bilbilitanos. Durante la dominación árabe, fueron transformados en plaza fuerte, y cambiado el nombre por el de Alhama, como ocurrió con otros varios de España. Conquistados (1122) por el Rey (1104-1134) Alfonso I de Aragón, fueron restaurados y completado su nombre con «del Reyno de Aragón», que es su verdadero nombre actual. Los considera Madoz de caudal muy abundante, incoloras, inodoras, «el favor agun tanto indica a azufre», y tibias. Menciona a continuación curaciones destacadas, según información del Dr. Iosef Ruiz de Funes, titular del lugar de Bubierca y el de Alhama y sus anejos.

Según Madoz (T. 1º, pág. 580), este nombre ya se ofrece en el itinerario de Marco Antonio (83-30 a J. C.), confirmado con «los restos romanos de la antigua fábrica del establecimiento viejo» y dice «Ya bajo el imperio romano, fue encontrado por los Pretores de bastante importancia, para elegirlo mansión o lugar de descanso en sus visitas provinciales».

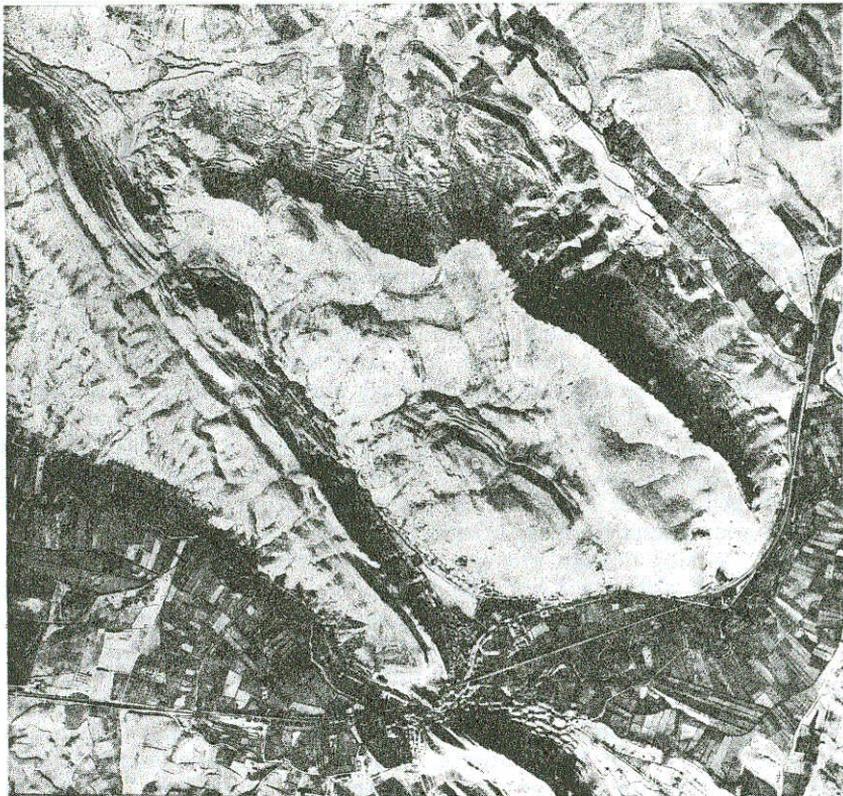
Estas aguas, desde época inmemorial, fueron utilizadas en usos externos como chorros, baños, etc., y por ingestión. El propio Limon (II-2) dice «bienen de muchas leguas por agua para muchos enfermos que no pueden venir y a todos aprovecha».

De los escritos hasta mediados del siglo XIX, se deduce por la información (4-3) dada por Manuel Boquerin (1791-1852) a Madoz (II-4), que solo había dos establecimientos en explotación, uno al norte del Jalón, denominado Nuevo, coincidente en apariencia con el actual de Guajardo y otro al sur del río, denominado Viejo.

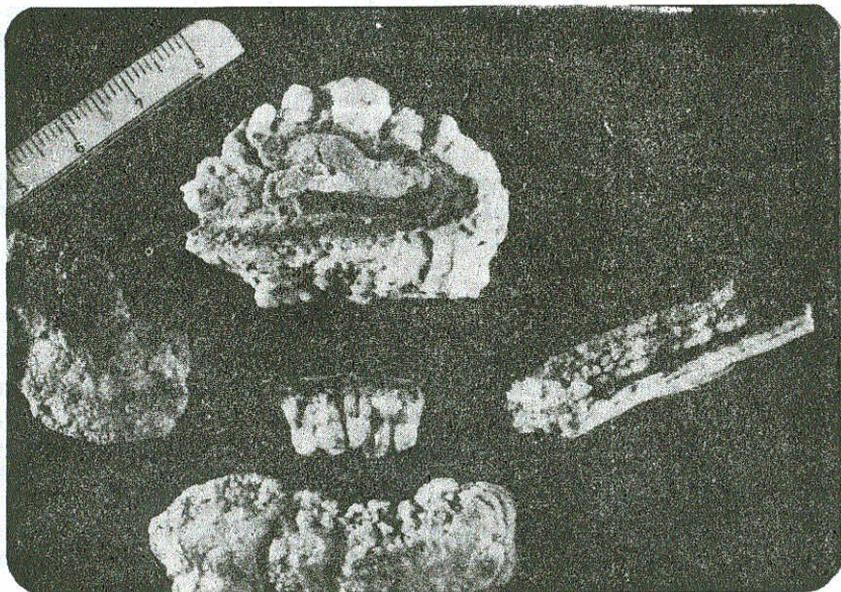
III. GEOLOGÍA

III-1. Antecedentes

La geología de esta zona fue expuesta (1954-junio-10) en la Real Academia de Farmacia, por su miembro numerario Francisco Hernández Pacheco (III-1) y como últimos datos cartográficos publicados, figuran las cuatro Hojas Geológicas a escala 1/200.000 con números y títulos siguientes: núm. 31 Soria (III-2); 32 Zaragoza (III-3); 39 Sigüenza (III-4) y 40 Daroca (III-5), todas editadas en 1972.



Serrata de Alhama de Aragón y Hoz del Jalón (1956-X-19)



Residuo de las aguas de Alhama.

III-2. *Hidrología y orografía*

El grupo de manantiales está ubicado en el lado suroeste de la cuenca del Ebro, todas sus aguas alimentan arroyos y ríos que finalizan en el Jalón, tributario del Ebro. Entre los afluentes del Jalón figurán por la margen norte, el río Monegrillo al este y el río Henar al oeste, este último orlado por una serie de manantiales termales, con un recorrido de unos 20 km desde las manifestaciones más lejanas hasta su desembocadura, o sea, desde el límite de la Provincia de Soria. Algunos de los situados al norte de Embid de Ariza (Soria) alcanzan temperaturas superiores a los 29 °C. Dentro del término municipal de Alhama de Aragón (1845) según informa Madoz (II-4) existían una cuarentena de manantiales termales.

Estos dos ríos limitan una importante serrata caliza cretácica, denominada por algunos Loma de la Sierra, con alturas importantes inmediatas al núcleo de población, como la del Vértice de la Muela, cercana al km 208 de la carretera Madrid a Barcelona, con una cota de 880 m, a los 40 m de distancia y una diferencia de altura de 224 m. Más al norte, a unos 1.400 m, otra Muela tiene una cota de 918 m. Antes de llegar al límite norte de la provincia, la Serrata alcanza una altura de 1.016 m en Valdelatorre, con una topografía menos escarpada. Esta violenta topografía se aprecia en la adjunta fotografía aérea (1956-octubre-19).

Continuando por el sur del Jalón, prosiguen una serie de manantiales termales, como los de Jaraba, algunos descubiertos por nosotros y actualmente en explotación, tributarios del río Mesa, cuyas aguas van al Embalse de la Tranquera y por el río Piedra al Jalón.

En las obras con movimiento de tierras, suelen aparecer estas manifestaciones hidrotermales, como ocurrió con los anclajes de la presa de derivación del Henar al norte de Embid de Ariza, posteriormente (1960-septiembre) en el mismo Alhama de Aragón al rectificar el trazado de la carretera radial de Madrid a Barcelona y más al sur con ocasión de las obras del Embalse de la Tranquera.

III-3. *Formaciones geológicas*

Al este del grupo de manantiales de Alhama de Aragón, aflora una formación cámbrica, con un recorrido de unos ochenta kilómetros, un ancho medio del orden de ocho km y una dirección NW-SE. Recorrida en sentido ascendente, las formaciones sucesivas apreciadas sobre el terreno, son: cuarcitas, pizarras, areniscas, grawacas, dolomitas, serie afectada por intenso metamorfismo regional. De ésta sucesión, las cuarcitas mantienen el quebrantado relieve. Fuera de ésta

manifestación movida y compleja, el cámbrico queda a profundidad, como un sustrato impermeable.

Desplazándonos hacia el oeste y discordante con el cámbrico, se sitúa una banda estrecha de triásico, de medio a dos kilómetros de ancha, con afloramientos de arenas rojizas y conglomerados del bundtsansten, calizas algunas dolomíticas del muschelkalk y las arcillas rojas del keuper, desaparecidas en muchos sitios por fenómenos erosivos. En varios puntos, también se aprecian las areniscas, arcillas y arenas del cretácico inferior y las calizas del albense y cenomanense. Hay un dominio de las rocas calizomargosas, con abundantes contenidos en fósiles, útiles para la datación detenida de los diversos niveles. La parte occidental del casco de Alhama está construida sobre el contacto del paleógeno y el neógeno, en parte recubierto por aluviones cuaternarios.

En una visión conjunta de este cretácico fallado y plegado, se aprecia una concordancia entre la tectónica y el relieve topográfico, los sinclinales coincidentes con los valles y los anticlinales presentados como lomas alargadas. Entre los accidentes tectónicos, está la supuesta falla del Henar, y más cerca de los manantiales, la sucesión de estratos calizos y margosos, completamente verticales, como en la estrecha hoz del río Jucar.

Caminando hacia el oeste, y al norte del río Jalón, está un conglomerado margoso calizo discordante del oligoceno, limitado por el río Henar, con un buzamiento general SO.

La formación más al O. y más moderna, sensiblemente horizontal, es una amplia manifestación del mioceno, al norte del Jalón, como el vindoboniense, con típicas calizas y al sur con yesos. A lo largo del valle del Jalón, apreciamos los derrubios procedentes de los terrenos de sus márgenes.

En esta rápida visión, destaca una dirección tectónica, sensiblemente NW-SE, con dos fallas aparentes, la más oriental sigue la Serrata de los Cabezos, y la occidental ya mencionada en el Valle del Henares. Estas fallas profundas, dan lugar a interrupciones en las aguas circulantes de oeste hacia el este, la Fosa del Ebro, sobre el paleozoico impermeable, y con sus fenómenos de rejuvenecimiento, favorecen el ascenso hidrostático de estas aguas profundas, procedentes de las parameras altas de Guadalajara y Soria.

III-4. *Los manantiales*

Son varios los manantiales de aguas mineromedicinales, dentro del casco urbano de Alhama de Aragón. Los explotados están agrupados actualmente en cuatro establecimientos, dos al norte del río Jalón, denominados: Termas Pallares y Guajardo, y dos al sur,

conocidos como: Cantarero o Nuevo San Roque y Martínez o Viejo San Roque. Es difícil reconocer el terreno por donde brotan estos manantiales, debido a las construcciones y calles, cubriendo todo el terreno, pero la impresión dominante de su emergencia, es dentro del neógeno en el vindoboniense, a través de fracturas de dirección N-NE a S-SO, normales a las direcciones tectónicas del cretácico. Como rocas típicas de la zona, tomamos las dos muestras de caliza y conglomerado, estudiadas por el Departamento de Petrología de la Universidad Complutense, resumido a continuación.

Carbonato de tonalidades amarillentas con aspecto compacto. Al cortarla se observa cruzado por numerosas venas rellenas por aportaciones posteriores ligeramente ferruginosas. Con microscopio petrográfico aparece como caliza de precipitación química y tamaño micrítico. Contiene numerosos restos fósiles, con identificación de numerosos foraminíferos completos y algunos fragmentos de moluscos. Definible como «caliza biomicrítica».

Se diferencia clastos y pasta. Los clastos, de diferentes tamaños, son de naturaleza calcodolo-micríticos, con algunos procesos suficientes de dolomitización en los bordes, lo que hace se determinen zonas esparíticas con rombos euedrales de dolomita. La pasta es de naturaleza carbonática biomicrítica, con clastos angulosos de cuarzo. Aparece arcilla en cantidades pequeñísimas. Se observan impregnaciones ferruginosas de óxidos de hierro y en algunas zonas formaciones de estilolitos. Los procesos postsedimentarios afectaron a la totalidad de la roca, estableciendo interacciones entre los clastos y la pasta. Definible como «conglomerado carbonático heterogranular de clastos de caliza».

En las excavaciones o perforaciones en estas calizas, suelen aparecer manifestaciones de aguas termominerales, como ocurrió (1960, septiembre) con motivo de las obras de rectificación del trazado de la carretera radial Madrid-Barcelona, donde en un recorrido de cinco metros, brotaron cuatro manantiales, tema de un interesante informe del Distrito Minero de Zaragoza (1960-octubre-17).

III-5. *El residuo de las aguas*

Desde hace más de tres siglos, destaca el residuo dejado por estas aguas en las inmediaciones del lugar de brotadura, consecuencia de un doble proceso de sedimentación y precipitación. Decía Limón (II-1), al referirse a él, «es de color verde» y en algunas partes del «color de la talavera».

Para su estudio seleccionamos dos muestras, una blanca grisácea con viso ferroso (núm. 1) y otra verdosa (núm. 2), ésta de aspecto más compacto y pisolítico.

Hicimos un análisis espectroquímico por emisión, con corriente continua, del porfirizado medio de cada muestra, con los resultados siguientes, para la grisácea y verdosa respectivamente: calcio como elemento dominante y casi total de la muestra. Los otros elementos en tanto por ciento: aluminio 0,01 y 0,28; cobre 0,0001 y 0,001; hierro 0,07 y 0,12; titanio 0,0005 y 0,01; magnesio 0,12 y 0,10; silicio 0,34 y 0,36; estroncio indicios en ambas; manganeso indicios solo en la segunda. Con estos análisis no pudimos establecer criterio, sobre el origen en la coloración verdosa, pero destacamos las diferencias en los contenidos en hierro y cobre, así como la carencia de manganeso en la primera y su identificación en la segunda.

Estudiadas ambas muestras por el Departamento de Petrología de la Universidad Complutense, nos dieron los resultados de los que extractamos los párrafos siguientes:

Realizado su análisis químico dieron

	Núm. 1	Núm. 2
Carbonatos	99,26	99,22
Insoluble	0,74	0,78

considera como insoluble lo no atacado por clorhídrico sin diluir a 100° C.

Estudiado este insoluble al estereomicroscopio se observó estar en casi su totalidad formado por clastos de cuarzo.

En el estudio por difracción de rayos X, identificaron los siguientes componentes mineralógicos. Muestra núm. 1: dominante la calcita, en pequeña proporción el aragonito, en cantidades muy pequeñas el cuarzo. Muestra núm. 2: dominante la calcita, en cantidades muy pequeñas el cuarzo.

El estudio petrográfico lo hicieron sobre dos preparaciones de cada muestra, centro y bordes, por las diferencias texturales apreciadas a simple vista, las cuales fueron teñidas adecuadamente.

El estudio las considera similares y define como rocas carbonáticas de precipitación química, observándose en la núm. 1 la transformación de aragonito en calcita. El tamaño del aragonito es micrítico (*), mientras el de la calcita es esparítico y micrítico fundamental-

(*) En la XIII Conferencia General de Pesas y Medidas (1967), donde participamos como Delegado de España, fue abrogada por unanimidad la acepción de la voz micra, como milésima de milímetro (3-6 y 3-7), y por esta razón, no se incluyó en la vigente Ley de Pesas y Medidas (1967-noviembre-8). Esta acepción del Diccionario de la Real Academia Española, debe considerarse como un arcaísmo, así como la formación de voces derivadas. En este caso, la voz legalmente correcta es micrométrica.

mente. Observaron algunos clastos de cuarzo subredondeados y angulosos. En ambos ejemplares se identifican estructuras fisicoquímicas concrecionales, fundamentalmente en la parte de los bordes. En éstos hay impregnaciones de óxidos de hierro. Son rocas muy poco porosas.

Se pueden definir como caliza micrítica, la primera con aragonito.

Consideramos de mucho interés este estudio, por haber llegado a que toda la sílice contenida en las aguas, en lugar de coloidal, como se suponía, asimilable por ingestión, lo está bajo la forma de clastos de cuarzo, no asimilables.

III-6. *Energía geotérmica*

Durante nuestra visita a la Isla de Lanzarote (1968-febrero-15 a 21), para informar sobre las posibilidades geotérmicas de las Islas Canarias (III-8), propusimos una suspensión de nuevos derechos mineros (O. M. 1968-marzo-23) y la reserva temporal (1968-noviembre-4). Con aquel motivo concebimos la idea de un Plan Geotérmico Nacional, con seis manifestaciones peninsulares (III-9) preferentes, entre ellas destacaba la del Vallés, por ser manifestaciones hipertérmicas de mayor temperatura, superior a los 70 °C objeto de posteriores reservas (R. D. 1978-diciembre-1) y actualmente el periodo de investigación por el Instituto Geológico y Minero y el I. N. I. Decimos naturales, dado que durante las testificaciones térmicas de las investigaciones petrolíferas, se encontraron mantos acuíferos con temperaturas superiores.

Otro grupo de manantiales interesante era el de Alhama de Aragón, aunque las temperaturas bajas de estos manantiales termales de 30 a 40 °C, posponían su preferencia. La importancia se debe a su enorme caudal, con más de medio centenar de manantiales termales, en un recorrido de unos 25 km desde el norte de Embid de Ariza, al sur de Jaraba, sin haber hecho en estos manantiales labor alguna de mejora de la captación, lo que representa una importante potencia geotérmica, con el único inconveniente de las dificultades en aquella fecha, del aprovechamiento económico de las fuentes de entalpía baja, pero en perfeccionamiento continuo.

Este Plan Geotérmico Nacional, no prosperó por considerar el Director General de Minas de aquella época (1968), más interesante para la economía española, la adquisición de crudos petrolíferos a unos precios, cuya permanencia en el mercado, veíamos todos los mineros, la imposibilidad de su persistencia.

Estas aguas profundas de Alhama, procedente como indicamos anteriormente de las filtraciones de las sierras de Guadalajara y Soria, se manifiestan por ascensión hidrostática de un recorrido de occi-

dente a oriente, hacia la fosa del Ebro, entre dos formaciones impermeables, superiores al paleozoico, a profundidades mayores de los mil metros, permanencia en el vaso de algunos decenios, quizás con temperatura superior a los 50 °C, hasta el encuentro con los grandes accidentes tectónicos NO-SE. Durante el proceso ascendente, se incrementa el caudal, con aguas de profundidad menor, del orden de decenas de metros, circulante entre capas impermeables del paleógeno y cretácico, en dirección NNO-SSE.

La asimilación del segundo caudal origina la diversidad de temperaturas en los distintos afloramientos. En ellos habría unas temperaturas más uniformes, si se hubiesen realizado las operaciones adecuadas de captación, en lugar de limitarse a explotar directamente los manantiales, tal como se presentaron naturalmente.

IV. LOS ESTABLECIMIENTOS BALNEARIOS

IV-1. *Antecedentes*

Del Plinio (II-1) solo deducimos la utilización de sus aguas en el tratamiento de refrigeración del hierro.

Cita Limón (II-2) estos baños como «muy frecuentados de los enfermos», e incurre en el pleonasma de «Baños de Alhama de Aragón». Habla insistentemente del baño de aguas termales, sin mencionar las instalaciones.

Concreta más Gómez de Bedoya (II-3) al decir que el caudal de agua caliente bien abundante, se comunica y deposita en unos pilones que sirven para bañarse. También destaca hay una casa, utilizada como hospedería, y que ambos «denotan la antigüedad y mucho ufo que tuvieron estos baños». Menciona la doble utilización «se toman bebidas y en baño».

Recuerda Madoz (II-4) en su Diccionario Geográfico el «Aguae Bilbilitane» identificado con Alhama y cita ubicados en ella dos establecimientos balnearios de propiedad particular, conocidos con los nombres de «Baños Viejos» y «Baños Nuevos». Los Baños Viejos fueron los primitivos, a 15 metros de la ermita de San Roque y San Blas, patronos de Alhama, situados al sur del Jalón, se conserva su bóveda y constan de dos partes, antigua y moderna, aquella data de 1112 y esta de 1839. El conjunto forma un rectángulo de 28 × 70 pies, con dos plantas para hospedería y cocina. A la planta baja, se descende por 24 escalones y accede a los dos baños, uno para hombres y otro para mujeres, ambos excavados en la roca caliza, sobre la que descansa el edificio. Las aguas desaguan por pendiente natural al río Jalón. En el baño de hombres, había un espacio o estufa

con sus correspondientes asientos, para tratamiento con vapor. En ambos baños, el agua caía desde una cota superior al metro, estando preparados para tomar los chorros en la parte afectada. El establecimiento no tenía ni depósito ni condiciones, salían las aguas directamente de los manantiales a los pilones, con un aliviadero para evitar inundaciones, y desaguarlos directamente al río. Independiente del edificio había un baño para pobres y militares de la clase de tropa.

Los denominados Baños Nuevos, por Madoz, ubicados al norte del río Jalón, los construyeron dentro de un edificio levantado en 1827, con dos pisos, para hospedería y servicios. Tienen cinco pilas, dos para hombres, dos para mujeres y una para pobres y soldados, con un amplio recinto cada una, destinado al tratamiento por vapor o estufa.

Menciona Madoz la existencia en aquella época de unos cuarenta manantiales de aguas mineromedicinales, e incluso uno de ellos alimenta una fuente, con dos hermosos caños de bronce, para las necesidades del vecindario. El abundante caudal de estos manantiales, con nivel superior al del río, facilita su conducción y distribución y son utilizadas para riego, «ofreciendo, por otra parte, mayores ventajas para el adelantamiento de las cosechas, sirven para fertilizar una deliciosa vega que se halla al O. y E.».

La publicación más antigua de la que tenemos información es de Gutiérrez de Toledo (IV-1), del año 1498, donde trata de Alhama de Aragón y las reglas para tomar los baños. También es interesante la del médico Clavera (IV-2), supuesta del año 1746.

IV-2. DIRECCIÓN MÉDICA

Desde las primeras oposiciones para ingreso en el Cuerpo de Médicos Titulares de Baños, figura Alhama de Aragón, entre los establecimientos con plaza asignada (1817), cubierta en ellas. Esta circunstancia equivale al reconocimiento de utilidad pública, para los establecimientos en explotación en aquella fecha.

El primer director de Alhama de Aragón fue Ramón Marconel, quien opositó siendo titular de Ateca (Zaragoza). Fue examinado para actuar como médico (1798) por el Protomedicato de Aragón, con la limitación de ejercer la profesión en dicho Reino. Le concedieron la titularidad en el mismo año de la oposición (1817-abril-29), donde actuó profesionalmente hasta 1833 y tuvo el número 8 del Cuerpo.

La importancia de este grupo de manantiales, en aquella época, nos da idea la elección por Pedro Domingo Subirón (1817-marzo-5), para el tema de la oposición de libre designación «Discurso o me-

moria de las aguas minerales en general y química análisis de las aguas minerales de Quinto y Alhama».

De este primer titular, sólo se conoce una de sus memorias reglamentarias, correspondiente al último año de su actuación, «Sobre los baños de Alhama de Aragón», firmada en Calatayud (1833-abril-19), donde describe los Baños Viejos y los Baños Nuevos de San Fermín. Hizo un análisis incompleto cuantitativo (1832).

El segundo titular fue Antonio Turbica y López. Natural de Alconchel de Ariza (Zaragoza), revalidó la medicina en el Protomedicato de Aragón (1802), fue titular de Iruécha y su partido (Soria). En las primeras oposiciones (1817-abril-29), obtuvo el ingreso en el Cuerpo con el número 9. Pasó a Alhama por traslado (R. O. 1834-febrero-22). Actuó profesionalmente en el balneario hasta su fallecimiento (1839-marzo-17) en Calatayud, donde trabajaba como médico. Sólo se conserva una de sus memorias, la titulada «Sobre las aguas de Alhama de Aragón». Hizo un análisis cuantitativo incompleto (1835). Durante su titularidad, ocupó la plaza interinamente (1839-mayo-8 a 1843-agosto-25) Tomás Parraverde.

Fue el tercer titular Manuel Boguerín y de la Tirre, nacido en Torreveleña (Guadalajara) (1791-enero-1), obtuvo el grado de Licenciado en Medicina en Madrid (1817) y posteriormente el de Doctor (1820). Alcanzó por oposición (1824-julio-15) la plaza del Cuerpo de Baños con el número 55. Por traslado (R. O. 1843-agosto-25) fue destinado a Alhama. Falleció en 1852.

Sólo se conserva de Boguerín su memoria titulada «Aguas minerotermominerales de Alhama de Aragón», fechada en Burgos (1849-enero-20). También publicó (1850) un trabajo en el Madoz (II-4) donde dice las analizó la temporada anterior (1849), y otro posterior (1851).

Destinan a la dirección del establecimiento (R. O. 1852-noviembre-5) a Ricardo de Federico, número 58 del escalafón general, quien obtuvo el ingreso por oposición en 1846 (R. O. marzo-14).

Cesa de Federico antes de los dos años (R. O. 1854-octubre-13), por traslado, desde el Molar a Alhama de Aragón, de Tomás Parraverde y Aguilar, con derecho preferente a ocupar la plaza, por haberla desempeñado interinamente durante cuatro temporadas. No se tiene información de las memorias reglamentarias, de las dos temporadas, correspondientes a la dirección de Federico.

El doctor Parraverde nació en Baena (Córdoba) (1809-marzo-7), estudió medicina en Granada (1828-1832), graduándose de Bachiller en Medicina. Pasa al Real Colegio de San Carlos (1832-1834), donde alcanza el grado de licenciado, y la colación del grado de Doctor (1846-julio-6). Sin oposición accede de interino del Cuerpo, a titular número 61 del escalafón, en cumplimiento de R. O. (1844-agosto-1) por otra R. O. (1846-octubre-24). Desempeñó oficialmente la direc-

ción hasta su jubilación voluntaria, por razones políticas (R. O. 1877-octubre-18). Se conservan varias de sus memorias, todas firmadas en Madrid: 1860 diciembre 15; 1861 diciembre 1; 1862 diciembre 15; 1863 diciembre 18; 1864 noviembre 30; 1865 diciembre 15; 1866 noviembre 15; 1869 diciembre 15; 1870 noviembre 30; 1871 diciembre 15; 1872 diciembre 3, en la que da estudios específicos de San Fermín y Termas; 1873 diciembre 15; 1874 diciembre 20; 1875 diciembre 23; 1876 diciembre 2, en ésta describe en actividad San Fermín, Termas, San Roque, Viejos, parece tuvo durante esta temporada dificultades y discrepancias con su delegado durante la larga ausencia, el licenciado Ricardo Cam.

Durante su actuación, ejerció como suplente el licenciado Antonio Fernández Carril, quien redactó una memoria sobre sus observaciones durante las temporadas 1864 a 1867 inclusive.

Inspirado en las memorias de los directores, preparó Antonio Arribas (1868-abril) una memoria de 7 hojas (IV-29) descriptiva del establecimiento antiguo y moderno de San Roque, para la tramitación oficial de su mejora.

En colaboración con Matheu, como propietario, contribuyó al esplendor de Alhama, para quien constituía su balneario un orgullo y un empeño.

Remitió a la Academia de Medicina de Zaragoza (1845), una memoria sobre «Virtudes esenciales de las aguas minerales de Alhama en las afecciones del aparato urinario» y el Consejo de Sanidad le concedió un premio (R. O. 1861-abril-23) por su «Monografía de los baños de Alhama de Aragón».

Cuando lo destinaron (1839) como interino a Alhama, cambió su residencia de Baena (Córdoba) a Madrid, en donde residió hasta su fallecimiento.

Con ocasión de la suplencia, escribió el licenciado Antonio Fernández Carril tres artículos (IV-6, IV-7, IV-8), publicados en el *Siglo Médico*, contestados en la misma Revista por Parraverde (IV-9). Estos artículos fueron base de una polémica enconada, con la formación de dos estados de opinión, reflejados en varios artículos (IV-10 a IV-20), con la designación de terceras personas para la verificación de análisis y efectos terapéuticos.

Durante su dirección, y refiriéndose a Alhama, escribió el francés Dr. Labat (IV-21) una memoria, iniciada con el párrafo siguiente: «No puedo disimular el estado de inferioridad relativo de la ciencia y de los establecimientos termales de España», comentado muy desfavorablemente.

El sexto director en propiedad fue José Salgado y Guillermo, nacido en Madrid (1811-abril-30); se licenció en Medicina en San Carlos (1837) y doctoró (por R. O. 1843-octubre-10). Procedente de:

interino, ingresa en el Cuerpo de baños (R. O. 1844-agosto-1) con el número 60, y asignado establecimiento (R. O. 1846-agosto-19). Alcanzó la jubilación (R. O. 1886-octubre-23) y fallece en Alhama como agüista (1890-mayo-23), adonde acudía todas las temporadas.

La primera memoria de Salgado es muy minuciosa, consta de 300 páginas, firmada en Madrid (1878-diciembre-30), describe el desorden administrativo y traza las futuras orientaciones. Se conservan cuatro memorias suyas, firmadas en Madrid: 1879 diciembre 31; 1880 diciembre 18; 1883 diciembre 29; 1887 diciembre 29.

Deducimos por los antecedentes, su sustitución durante las temporadas de 1881, 1882, 1885, 1886, por Ricardo Delgado Campesino, y por ello existen de este médico las memorias siguientes, todas firmadas en Alhama: 1881 junio 1, donde se menciona la inauguración de los baños de Tello; 1885 diciembre 28; 1887 enero 26.

Formó parte de los tribunales de oposiciones al Cuerpo de Médicos de Baños de los años 1853, 1858, 1874. Realizó una serie de análisis químicos de este grupo de manantiales, y en ellos descubrió la existencia del arsénico, antimonio y nitrógeno, tema originario de mucha polémica sobre la veracidad o no de estas tres identificaciones, con violentos comentarios en varias publicaciones (IV-24 a IV-27). El nitrógeno y el arsénico quedaron plenamente confirmados, pero no así el antimonio. En el análisis de José Salgado y Manuel Saenz Díez, dan un contenido de 0,004 g/l de ácido antimonioso. Realizado por nosotros el correspondiente análisis espectroquímico, no detectamos el antimonio en ninguno de los diez manantiales.

Con motivo de la jubilación de Salgado, pasa a ocupar la dirección Manuel Ignacio Francisco Agustín Taboada de la Riva, natural de Orense (1837-marzo-25). Inició sus estudios en Santiago de Compostela, gradúa en Madrid (1857-junio) de licenciado en Medicina y alcanza en la misma universidad el grado de doctor (1867). Gana las oposiciones en 1858, ocupando el número 94 del Cuerpo. Le adjudican la plaza de Arnedillo (1859-abril-14) y por traslado (1887-febrero-25) la de Alhama; pasa trasladado a Panticosa (R. O. 1894-febrero-19), donde sólo actúa una temporada, por su reintegro a Alhama (1895-febrero-1). Se conservan manuscritos de las memorias siguientes: Madrid, 1887-diciembre; La Junquera, 1889-enero-4; Madrid, 1891-febrero-7; Madrid, 1892-enero-20; Madrid, 1893-enero-7. Presentó en el Primer Congreso de Hidrología (IV-28) una comunicación sobre el efecto de las aguas de Alhama en los catarros crónicos.

El sucesor de Taboada fue el doctor Anastasio Bernardo García López, natural de Ledaña (Cuenca) (1823-abril-27), se licenció en Medicina en Madrid (1848) y doctoró (1870). Ingresó por oposición en el cuerpo con el número 90. Fue destinado a Segura de Aragón

(R. O. 1859-abril-14) y trasladado a Alhama (1894-febrero-19), y de esta plaza a Archena (1859-febrero-1).

Termina el siglo XIX con Juan José Francisco de Paula, Antonio, Martín Cortina y Pérez, nacido en Cádiz (1829-noviembre-12). Se licenció en Medicina (1854-junio-9) y doctora (1870-junio). Opositó a médico de baños (1858) y obtuvo el puesto número 99 del escalafón.

El director cuando hicimos este estudio (1981) era Valentín Pérez Argiles, médico residente en Zaragoza.

IV-3. *Explotación y concurrencia*

La explotación del grupo de manantiales de Alhama de Aragón se efectúa en cuatro establecimientos balnearios, citados por orden de antigüedad: Viejos de San Roque, Nuevos, Termas, Nuevos de San Roque.

El establecimiento conocido con la denominación de Baños Viejos o Baños de San Roque se conoce actualmente como «Balneario de Martínez», es el más antiguo del grupo, situado al sur del río Jalón y del ferrocarril. Lo describe (1697) Limon (II-2), después de mencionar la peña por donde brota el agua «efta afida a la peña una bobeda muy grande que cubre el baño, tiene vna pequeña puerta, sin otra luz». Con más detalles (1764) Gómez de Bedoya (II-3) dice los restauró (1122) (*) el rey Alfonso I de Aragón (1104-1134) y consorte de Castilla (1109-1126). «Entre unas peñas, nace un raudal de agua caliente bien abundante, que comunica, y deposita en unos pilones, que sirven para bañarse; hay también una casa, que puede servir de hospedería». Según (1845) Madoz (II-4), este establecimiento fue el primitivo, de «fundación desconocida que tiene su bóveda que subsiste en el recinto donde están los manantiales». Menciona una escalera de 24 peldaños, para el descenso a los dos baños, uno de hombres y otro de mujeres, ambos formados a manera de bóveda en la concavidad de la gran roca caliza, sobre la cual está construido el edificio, con desagüe directo al río Jalón. A cada pilón, le surte directamente un manantial, muy considerable, surgente en las hendiduras de la misma roca. Las dimensiones de los pilones son: 2 varas de largo, 1,5 varas de ancho y 1 vara de profundidad. El agua brota a una altura de vara y media, para poder tomar el chorro, directamente en la parte afectada. En el departamento de hombres hay un espacio de 3 x 2 varas, con asientos en la caliza, para el tratamiento por vapor. Hay al exterior un tercer pilón, servido directamente por otro manantial para los pobres y militares de la clase

(*) Los demás autores dan 1112.

de tropa. Estos baños toman la denominación de San Roque, por la ermita dedicada a este santo, a 20 pasos de distancia. Los caudales de los tres manantiales son: 32 azumbres, 22 y 14 respectivamente, por minuto.

La información (1853) de Rubio (II-5) da cuenta de su ampliación en 1839, habla de cuatro pilones, dos con manantial propio y ahora, dentro también del edificio, el 5.º, destinado a la tropa y pobres de solemnidad. Otra mejora se hizo (1868-abril) de acuerdo con el proyecto de Antonio Arribas (IV-29), propietario del establecimiento.

La visita periódica establecida en el Estatuto Balneario, correspondiente al año 1944, no la pudieron realizar las autoridades de Minas y de Sanidad, por estar cerrado este establecimiento.

Cuando lo visitamos (1980), recorrimos la parte considerada como más antigua, que es la pila o Baño del Moro, de su manantial es la muestra número 9, la 10 pertenece al manantial Viejo. El caldeo del agua lo efectúan con leña.

Al segundo grupo de manantiales explotados le dieron la denominación de Baños Nuevos, está situado al norte del Jalón y al sur de la carretera radial, con la denominación actual de Guajardo. Lo describe (1945) Madoz (II-4), como construidos en 1827 y constituido el conjunto por cinco cuartos con sus respectivas pilas, de 8 x 4,5 pies y una vara de profundidad y otra tanta superficie para tratamiento de vapor. Uno de ellos es destinado a pobres y soldados, los otros son dos para cada sexo. El aforo en aquella época era de 70 azumbres al minuto y según (1853) Rubio (II-5) de 11 arrobas al minuto. En un reconocimiento efectuado (1912-julio-21) por el ingeniero del Distrito Minero de Zaragoza, fue este manantial el que dio la temperatura más elevada, 33,3° C. En la visita efectuada por el Distrito Minero (1944-septiembre-22) el manantial principal dio la temperatura de 33,5° C. El aforo del conjunto de los cuatro manantiales destinados a tratamiento fue de 199 l/m y el quinto, destinado para el abrevadero, 18 l/m. Los manantiales, algunos fuera de la propiedad del establecimiento, estaban en perfectas condiciones de seguridad e higiene.

Con motivo de las obras de la variante de la carretera radial Madrid-Barcelona, efectuó una visita (1960-septiembre-14) el personal del Distrito Minero. Realizaron un aforo de los manantiales destinados a los baños y del antiguo del abrevadero, ahora de la fuente, con 308 y 4 l/m. Reproducimos una recomendación del Distrito por su interés: «la realización de trabajos conducentes a la mejor captación y conducción de estas aguas, en forma moderna con materiales adecuados». Los manantiales manifestados con motivo de las obras de la variante, dieron en el día de la visita del Distrito Minero un caudal de 45 l/m.

El establecimiento adquirido (1888) a Tello, lo fueron mejorando lentamente. El caldeo se efectúa con leña, la conducción del agua desde los manantiales a las bañeras, es de tuberías de cemento y la de agua caliente de hierro. El agua va directamente a las bañeras del nivel bajo, por bombeo a las plantas altas, y para usos domésticos. Durante nuestra visita (1980-junio-10 y 11), tomamos la muestra núm. 5 del manantial denominado de la Cascada o Grande.

Continuando en orden cronológico, se inició la explotación en tercer lugar, de los manantiales correspondientes al establecimiento denominado Termas Pallarés, situados al norte del Jalón y en parte de la carretera radial, todos al oeste de los conocidos por Guajardo. Uno de estos manantiales se menciona (1845) en el Madoz (24) «nace al O, dista 30 pasos del a casa de baños nuevos... es muy considerable... tiene el grueso mayor que el de un muslo... se emplea para el riego de la Vega...» además de otros en las inmediaciones de la carretera.

Consta actualmente de tres unidades hoteleras, denominadas Termas, Parque, San Fermín. De esta relación, puede deducirse, con la memoria de Ramón Marconell (Calatayud-1833-abril-19), donde describe los baños de San Fermín, debe referirse a los situados en el hotel de su nombre. Fueron declarados de Utilidad Pública (R. O. 1867-noviembre-11) y a partir de 1871 se mencionan y tratan específicamente por Parraverde, en sus memorias anuales y en la de 1872 1872 insiste en las mejoras del establecimiento de San Fermín. Los manantiales de este establecimiento, están ubicados al norte y al sur de la carretera radial. Al norte perforan una galería de captación, debajo del Hotel Termas, sensiblemente paralela a la carretera, con una longitud de 113,44 m y dos manantiales cerca de su extremidad este. El conjunto cuenta con una treintena de manantiales, al norte están situados de oeste a este, el Manantial del Rey (muestra núm. 3), de San Fermín (muestra núm. 2) y Termas (muestra núm. 1). Las bañeras de las plantas bajas de estos balnearios tenían salida directa al Jalón; actualmente el río tiene un nivel superior a sus desagües. Al sur de la carretera está el Hotel del Parque y Casino, así como los manantiales del Lago y Cascada (muestra núm. 4). Durante el día, las aguas de estos manantiales se usan por la comunidad de regantes, y durante la noche son de propiedad y uso por el establecimiento. El agua de aquel alimenta un lago de 28.000 m², con una profundidad media de 1.50 m y una central hidroeléctrica de 9,5 kw a 125 v.

En la visita de Policía Minera, efectuada por el Distrito de Zaragoza (1944-septiembre-20), tomaron muestras analíticas de los manantiales de la Galería del Hotel Termas, Galería del Hotel San Fermín y Hotel del Parque, resultando las tres potables. La temperatura del San Fermín fue de 33,2 °C. Los aforos en aquella visita de los

manantiales de los hoteles Termas y San Fermín fueron de 550 y 1.220 l/m respectivamente. El aforo (1960-septiembre-14), con motivo de las obras de la carretera, la galería del Hotel Termas dió 483 l/m, con una pérdida desde el anterior de 67 l/m. Las conducciones del agua son de plomo y de las caldeadas de hierro. El caldeo hasta 80 °C se efectúa con fuel. La propiedad de este grupo es del «Orfelinato de San Ramón y San Antonio» de Madrid, con cesión en arriendo de su explotación.

Se conoce como Moderno de San Roque o de Cantarero, el cuarto establecimiento en explotación, situado al sur del río. Sus manantiales (1845) están mencionados en el Madoz (II-4) y utilizan fundamentalmente tres: Grande (muestra núm. 6), Intermedio (muestra núm. 7) y Piscina (muestra núm. 8). Las muestras tomadas en en la visita de la Policía Minera (1944-septiembre-20) fueron calificadas de potables, sin poder aforar los caudales, por la imposibilidad de descubrir los manantiales.

Los enfermos disponen en este grupo de manantiales, de cuatro establecimientos balnearios, con abundante caudal para toda clase de tratamientos, tanto a base de agua, como de su vapor.

La concurrencia conjunta, esta prácticamente estabilizada desde fines del siglo XIX en unos 2.000 aguistas. Los datos adjuntos corresponden a información de los estadísticas publicadas y la de 1980 a la suma de los datos proporcionados directamente en los establecimientos y son: 1844, 949; 1847, 865; 1849, 890; 1851, 998; 1895, 2.157; 1897, 2.183; 1899, 2.208; 1980, 1.922 pacientes.

V. ESTUDIO ANALÍTICO DE LAS AGUAS

V-1. *Experiencias cualitativas*

Las primeras manifestaciones conducentes a un análisis cualitativo, son las citadas por Limón (II-2), quien da las razones por las cuales, según el Dr. Joseph Ruiz y Fumes, carecen de: azufre, bitumin, vitriolo, aluminio y calcio. Comenta la incidencia del sabor «algun tanto indica a azufre» y añade la observación siguiente muy interesante «el cielo del nacimiento del baño epta de color verde y azufrado, y en el fuelo por donde estas aguas pafan dexan el mismo color, y en alguna parte el color de la talavera fina».

Estos razonamientos perdieron actualidad, al informar Bedoya (II-3) del análisis realizado por el Dr. Joseph Jordan, que en los principios importantes producentes de virtudes son: azufre, hierro y vitriolo. El boticario P. José Francisco Clavera S. J. (1721-1788) las analizó (1764), llegando a las mismas conclusiones que Jordan (IV-2).

Contemporáneo con estos análisis es el debido al Dr. Diego Gaviria, Médico de Cámara de S. M. y de su Proto-Medicato de Castilla, quien afirma no contienen vitriolo y sólo una moderada porción de nitro, que acompaña al azufre y hierro. Sostiene el erudito Bedoya, que los tres análisis son doctos e interesantes para la salud pública y que la aparente discordancia es debida a que «la operación analytica es tan delicada, que con la más leve caufa, o defecto varia».

En intentos posteriores, los primeros Directores de Baños, llegaron a la conclusión de que las aguas continen: gas ácido carbónico, hidrocloratos o clorhidratos de magnesia y de sosa y sulfatos de cal y de hierro.

V-2. *Análisis cuantitativos de las aguas*

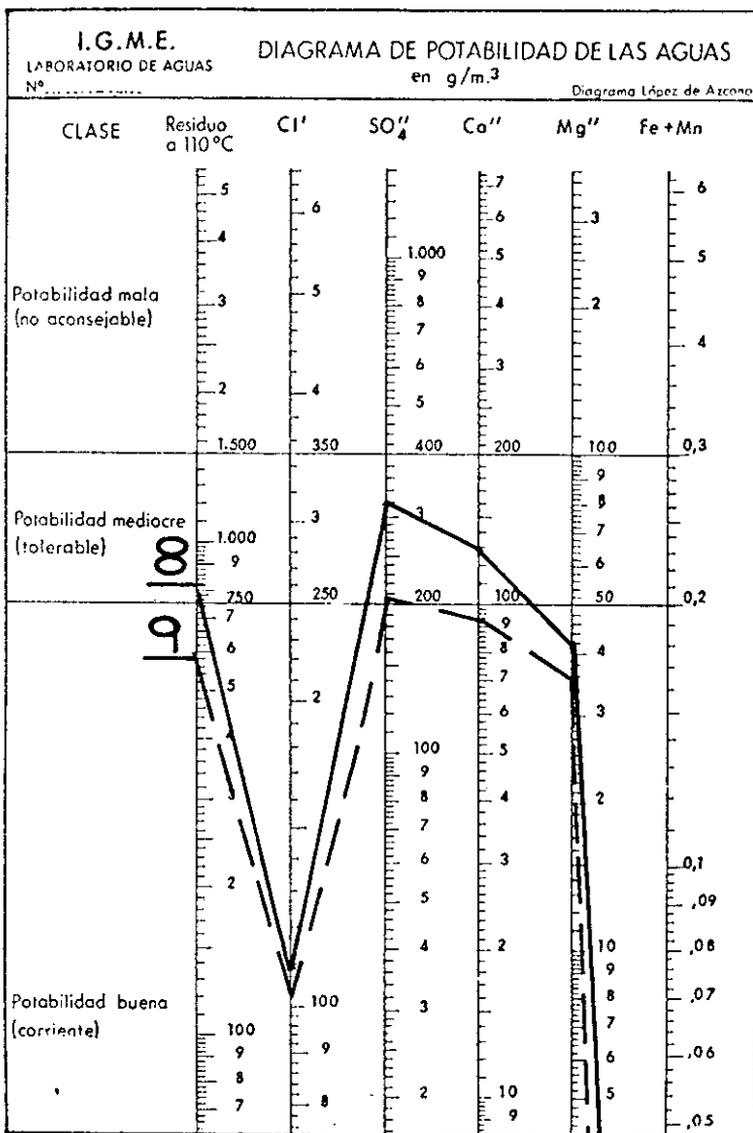
Con la designación de los médicos directores, se inicia en la mayoría de los establecimientos balnearios el análisis cuantitativo de sus aguas mineromedicinales, realizados en muchos casos por estos facultativos. Esto también ocurrió en Alhama de Aragón, donde su primer director, Marconel, valoró (1832) los contenidos en sulfato de cal, carbonato de magnesia, hidroclorato de magnesia y sulfato de hierro, además de identificar sólo cualitativamente, la existencia de gas oxígeno y gas ácido carbónico, resultados confirmados (1835) por Turbica. Pocos años después (1849), las analiza su tercer director Boguerin y valora los contenidos en aire atmosférico, gas ácido carbónico, cloruro sódico, sulfato de calcio, materia orgánica, ácido silícico.

Un decenio después, las analiza su sexto director Salgado, quien con la colaboración de Manuel Saenz Diez, encontró y valoró en las aguas además de los elementos antes indicados: nitrógeno, arsénico, antimonio.

El análisis del Dr. Rafael Saez Palacios, es el incluido en la Monografía oficial de las aguas minerales y termales (V-1). No figuran el arsénico ni el antimonio. No especifica a que manantial del grupo pertenec la muestra, donde valora los gases oxígeno, nitrógeno y carbónico libre, sulfatos de sodio, calcio y magnesio, los bicarbonatos de calcio, magnesio y feroso, los cloruros cálcico y magnésico, el ácido silícico, sulfato de alumina y yodo.

Durante este siglo, se hicieron algunos análisis cuantitativos, especificando el establecimiento al que pertenecen las muestras. Entre ellos, destacamos el realizado (1981) de Termas Pallarés por Paulion Saviron, quien valoró el arseniato cálcico como $0,00015 \text{ g/dm}^3$, dando la razón a Salgado.

Con ocasión de la visita dispuesta en el Artículo 66 del Estatuto de Aguas Mineromedicinales, realizaron (1944-septiembre-20) una visita conjunta los representantes de las Jefaturas Provinciales de Mi-



nas y Sanidad, con la correspondiente toma de muestras de las aguas. Los análisis los realizó Catalina Palomo y corresponden a los manantiales: Parque y San Fermín de Pallarés, Fuente y Baño de Guajardo, Cascada de los Nuevos de San Roque.

V-3. *Análisis químicos de la Escuela de Bromatología*

De las diez muestras tomadas personalmente (1980-junio-10 y 11), se hicieron por el Dr. García Puerta y sus colaboradores, los correspondientes análisis químicos en el Instituto Universitario de Bromatología de la Universidad Complutense, resumidos en el cuadro adjunto. Corresponden las muestras a los siguientes establecimientos y manantiales: Termas Pallarés, 1 Tiermas, 2 San Fernando, 3 Rey, 4 Cascada; Guajardo, 5 Cascada o Grande; Cantarero o Nuevos de San Roque, 6 Granada, 7 Intermedio, 8 Piscina: Martínez o Viejos de San Roque, 9 del Moro, 10 Viejos.

De acuerdo con estos análisis, hemos trazado las curvas de potabilidad, seleccionando las de mayor (núm. 2) y menor (núm. 9) mineralización, entre ellas están prácticamente comprendidas las restantes. Por las curvas se aprecia su potabilidad y por lo tanto la posibilidad de doble utilización, como fármaco y como alimento.

V-4. *Análisis espectroquímico*

Con las muestras de los diez manantiales tomadas personalmente (1980-junio-10 y 11), hicimos las correspondientes valoraciones espectroquímicas, con nuestra técnica de obtención de residuo seco, con lámpara infraroja y excitación por arco de corriente continua.

Los resultados de los análisis de las diez muestras, figuran en el cuadro adjunto.

V-5. *Análisis bacteriológico*

Los análisis bacteriológicos mas antiguos, localizados por nosotros, son los efectuados (1944-septiembre-20) con ocasión de la visita realizada al grupo de manantiales, por las representaciones de las delegaciones de Sanidad y de Minas, en cumplimiento del Estatuto de Aguas Minerales.

Las muestras estudiadas corresponden a: Termas Pallarés, el número 1 del Hotel Termas, el del Hotel San Fermín, el núm. 3 de la Galería del Hotel Parque, del Guajardo, los de la Fuente y Baños.

Determinaciones químicas en mg/dm³

Muestra	Na+	K+	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ H ⁻	Anh. silíceo
1	66,64	2,23	43,10	132,30	123,81	223,20	303,10	1,52
2	73,96	2,00	44,00	127,50	105,31	246,50	315,50	1,46
3	72,96	2,10	37,32	136,34	109,00	309,31	238,30	1,57
4	65,80	2,46	37,00	83,41	101,71	160,80	222,60	0,96
5	63,15	2,09	40,21	120,21	116,20	215,61	266,00	1,38
6	76,24	2,53	37,31	89,43	123,50	220,71	173,20	1,03
7	56,69	2,27	39,00	130,70	113,00	203,31	303,10	1,50
8	73,78	3,80	40,40	129,10	109,00	323,90	315,50	1,48
9	76,31	2,06	36,90	90,61	105,30	204,10	165,43	1,04
10	75,80	2,21	37,30	133,10	103,50	216,31	283,42	1,53

Determinaciones físico-químicas

Muestras	1	2	3	4	5
Residuo seco 110° C, mg/dm ³	806	809	808	665	789
Dureza total ° f.....	51,0	49,5	49,6	36,2	46,3
Densidad 20/20° C.....	0,99992	0,99996	0,99996	0,99991	0,99993
Descenso crioscópico ° C.....	0,0347	0,0349	0,0347	0,0264	0,0320
Presión osmótica 0° C en atm.....	0,4211	0,4233	0,4211	0,3203	0,3875
Moliones en dm ³	0,0188	0,0189	0,0188	0,0143	0,0173

Muestras	6	7	8	9	10
Residuo seco 110° C; mg/dm ³	679	795	826	599	725
Dureza total ° f.....	37,9	48,9	49,1	38,0	48,8
Densidad 20/20° C.....	0,99096	0,99994	0,99991	0,99992	0,99995
Descenso crioscópico ° C.....	0,0290	0,0327	0,0348	0,0274	0,0333
Presión osmótica 0° C en atm....	0,3516	0,3964	0,4211	0,0307	0,4032
Moliones en dm ³	0,0157	0,0177	0,0188	0,0149	0,0180

Análisis expresados en 10⁻⁶ en peso

Muestra	Ca	K	Mg	Na	Sv	Li	Al	Fe	Cu	Ti	Si	Mn
1	141	3,08	44,7	64,5	3,63	0,82	0,15	1,02	0,10	0,06	8,52	ind
2	138	2,94	44,9	68,2	3,55	0,78	0,11	0,71	0,09	0,05	8,21	ind
3	133	8,24	39,4	68,3	3,48	0,78	0,15	0,75	0,10	0,06	8,53	ind
4	90	3,10	41,4	63,5	3,47	0,77	0,11	0,81	0,08	0,06	8,14	ind
5	136	2,99	43,7	64,6	3,71	0,79	0,12	0,72	0,09	0,06	8,30	ind
6	94	3,70	41,5	69,1	3,59	0,77	0,09	0,69	0,10	0,05	7,78	ind
7	135	3,13	41,9	60,5	3,59	0,78	0,10	0,71	0,09	0,05	8,01	ind
8	134	3,88	43,4	67,6	3,57	0,76	0,10	0,73	0,08	0,05	8,05	ind
9	94	3,08	41,3	69,7	3,39	0,82	0,16	0,76	0,08	0,06	8,72	ind
10	132	3,39	41,1	68,8	3,54	0,81	0,16	0,78	0,09	0,06	8,71	ind

del Cantarero o Nuevos de San Roque, el de la Piscina y el de la Cascada.

Todas las muestras dieron resultados parecidos: Aerobios no contienen en 20 cm³, Coli no contienen en 50 cm³ salvo las muestras de Guajardo y el de la Piscina de Cantarero, que lo contienen en este volumen, pero no se identifican en 10 cm³, Estreptococos no contienen el 10 cm³. Según la autoridad sanitaria, quedó confirmada su clasificación de todas como bacteriológicamente potables. Los análisis fueron efectuados en el laboratorio correspondiente de Sanidad Nacional de Zaragoza.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- (II- 1) PLINIO SEGUNDO, C.: Historia Natural. Traducción del latín por Gerónimo de Hverta Tomo 1º, 907 págs. Madrid, 1624. Tomo 2º, 710 págs. Madrid, 1629.
- (II- 2) LIMON MONTERO, A.: *Espejo cristalino de las aguas de España*. 432 págs. Alcalá, 1697.
- (II- 3) GÓMEZ DE BEDOYA Y PAREDES, P.: *Historia universal de las fuentes minerales de España*. Tomo 1º, 435 págs. Santiago 1764, Tomo 2º, 381 págs. Santiago, 1765.
- (II- 4) MADOZ, P.: *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar*. 16 tomos. Madrid, 1845-1850.
- (II- 5) RUBIO, P. M.: *Tratado completo de las aguas minerales de España*. 742 págs. Madrid, 1853.
- (III- 1) HERNÁNDEZ PACHECO DE LA CUESTA, F.: *Estudio hidrológico de las termas*

- de Alhama de Aragón (Zaragoza)*. «Anal. R. Acad. de Farmacia», págs. 309-334, 1954.
- (III- 2) Hoja Geológica 1/200.000., núm. 31 Soria. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1971.
- (III- 3) Hoja Geológica 1/200.000. núm. 32 Zaragoza. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1971.
- (III- 4) Hoja Geológica 1/200.000, núm. 39 Sigüenza. «Inst. Geol y Min. de España. Madrid, 1971.
- (III- 5) Hoja Geológica 1/200.000, núm. 40 Daroca. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1971.
- (III- 6) LÓPEZ DE AZCONA, J. M.: *Avances en la metrología. II parte*. «Ann. R. Acad. Farmacia», núms. 1 y 2, págs 29 a 90, 1968.
- (III- 7) LÓPEZ DE AZCONA, J. M.: *Un siglo de cooperación internacional en metrología*. «Ann. R. Acad. Farmacia.», núm. 4, págs. 571 a 592, 1980.
- (III- 8) LÓPEZ DE AZCONA, J. M.: *Proyecto de reserva provisional a favor del estado en las provincias de Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas*. «Inst. Geol y Minero», 12 págs., 6 mapas. Madrid, 1968.
- (III- 9) LÓPEZ DE AZCONA, J. M.: *Recursos geotérmicos de España*. «Inst. Geol. y Minero de España», 33 págs. y un mapa. Madrid' 1970.
- (IV- 1) GUTIÉRREZ DE TOLEDO, J.: *Cura de la piedra y dolor de ijada y cólico renal*. Toledo, 1498.
- (IV- 2) PARRAVERDE Y AGUILERA, T.: *Monografía de las aguas y baños minero-termo-minerales de Alhama de Aragón*. 40 págs. Madrid, 1860.
- (IV- 3) CLAVERA, F J., S. J.: *Disertación sobre varias fuentes y otras cosas pertenecientes a la Historia Natural y Medica, no solamente del Reyno de Aragon, sino de otros Reynos*. ¿1746?
- (IV- 4) Anónimo. *Reseña de las termas y establecimientos de baños propiedad de D. Manuel Matheu, en el termino de Alhama de Aragon*. 32 págs. y 6 láminas. Madrid, 1865.
- (IV- 5) Anónimo. *Termas de Matheu en Alhama de Aragon*. 14 págs. y 5 lám. Barcelona, 1866.
- (IV- 6) FERNÁNDEZ CARRIL, A.: *Acción terapéutica de la Gran Cascada termo-mineral, en las termas de Alhama de Aragón*. El Sig. Med. N672, 1866-noviembre-18, págs. 723 a 726.
- (IV- 7) FERNÁNDEZ CARRIL, A.: idem. Núm. 675, 1866-diciembre-9, págs. 775 a 777.
- (IV- 8) FERNÁNDEZ CARRIL, A.: idem. Núm. 677, 1866-diciembre-23. págs. 808 a 809.
- (IV- 9) PARRAVERDE, T.: *Aclaraciones importantes al artículo publicado en «El Siglo Médico», sobre la acción terapéutica de la gran cascada termo-mineral en los Baños de Alhama de Aragón*. «El Sig. Méd.», núm. 674, 1866-diciembre-2. Págs. 757 a 759.
- (IV-10) FERNÁNDEZ CARRIL, A.: *Acción terapéutica de las aguas minero-termales de Alhama de Aragón*. Barcelona, 1866, 48 págs.
- (IV-11) FERNÁNDEZ CARRIL, A.: *Breve contestación a las aclaraciones hechas por*

- el Dr. Parraverde, a mi artículo sobre curación de la coqueluche por las inhalaciones de la gran cascada termomineral de Alhama de Aragón.* «El Sig. Med.», núm. 676, 1866-diciembre-16, págs. 790-791.
- «(IV-12) PARRAVERDE, T.: *Breve y definitiva réplica al Dr. Fernández Carril.* «El Sig. Med.», núm. 678, 1866-diciembre-30, págs. 825 y 826.
- «(IV-13) MARZO, M. y BAZÁN, A.: *Comunicación dirigida al Sr. Director del Siglo Médico.* «El Sig. Med.», núm. 676, 1866-diciembre-16, pág. 791.
- «(IV-14) PARRAVERDE, T.: *Una explicación a los Sres. Dres. Manuel Marzo y Angel Bazán, profesores de farmacia de la ciudad de Zaragoza.* «El Sig. Med.», núm. 678, 1866-diciembre-16, pág. 826.
- «(IV-15) FERNÁNDEZ CARRIL, A.: *Acción terapéutica de las aguas minero-medicinales-termales de Alhama de Aragón.* «El Sig. Med.», núm. 686, 1867-marzo-10, pág. 150.
- «(IV-16) FERNÁNDEZ CARRIL, A.: *Réplica definitiva del Dr. Parraverde.* «El Sig. Med.», núm. 682, 1867-enero-27, págs. 45 y 46.
- «(IV-17) FERNÁNDEZ CARRIL, A.: *Cuestiones sobre la cascada de Alhama.* «El Sig. Med.», núm. 680, 1867-enero-13, págs. 25 a 27.
- «(IV-18) LÓPEZ DE LA VEGA, Dr.: *Las termas de Alhama son justamente célebres.* «El Sig. Med.», núm. 593 y 594, 1867.
- «(IV-19) FERNÁNDEZ CUEVAS, M.: *Aguas y baños minero-medicinales de Alhama de Aragón. Termas del Sr. Matheu.* «El Sig. Med.», núm. 857, 1870-mayo-29, pág. 352.
- «(IV-20) GARCÍA MARCHANTE, F. L.: *Aguas minero-medicinales de Alhama de Aragón, sus efectos fisiológicos y terapéuticos.* Madrid, 1876, 47 págs.
- «(IV-21) LABAT, Dr.: *Etude sur la station et les eaux d'Alhama de Aragon (Espagne).* Paris, 1877, 23 págs.
- «(IV-22) Anónimo: *Sobre el descubrimiento de arsénico y antimonio en las aguas minerales de Alhama de Aragón.* La Nueva Prensa. 1878-agosto-30.
- «(IV-23) ¿NIETO SERRANO?: *Las aguas de Alhama de Aragón.* «El Sig. Med.», núm. 1345, 1879-octubre-5, págs. 633 y 634.
- «(IV-24) *Nuevos datos de las aguas de Alhama de Aragón.* «Ann. Soc. Esp. de Hidro Med.», Tomo 3º, núm. 10 y 11. 1880-marzo-31 y abril-15. Págs 233 a 239 y 265 a 272.
- «(IV-24) SALGADO y GUILLERMO, J.: *Noticias importantes de las aguas de Alhama de Aragón.* «El Sig. Med.», núms. 1378, 1379, 1380, 1880-mayo-9, 23, 30, págs. 329 a 331, 345, 346.
- «(IV-27) SALGADO y GUILLERMO, J.: *Reseña de las aguas bicarbonatado-cálcicas-antimonio-arsenicales de Alhama de Aragón y de las extraordinarias cualidades y actividad de la atmósfera inmediata a la Cascada.* «El Sig. Med.», núms. 1592 y 1593. 1884-junio-29 y julio-6. Págs. 409 y 410 y 424 a 426.
- «(IV-26) TABOADA, M.H. *El catarro crónico y las aguas minerales de Alhama de Aragón.* Cong. Hidro. Nacional. Sec. 1ª 1888, págs. 203 a 218.
- «(IV-29) RIBAS, A.: *Memoria descriptiva de los establecimientos balnearios termominerales-medicinales denominados antiguo y moderno de San Roque de Alhama de Aragon.* 1868-abril-30, 7 hojas.

Los suelos del término municipal de Alhama de Aragón

por

A. HOYOS y F. MONTURIOL

DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

En esta pequeña comunicación tratamos de dar una idea sobre la naturaleza de las formaciones edáficas que encontramos en el término de Alhama de Aragón y que pueden servir como aportación a un mejor conocimiento ecológico de dicho término. Como todos sabemos, este término pertenece a la provincia de Zaragoza y está delimitado por las coordenadas geográficas $41^{\circ} 15'$ y $41^{\circ} 22'$ de latitud norte y $1^{\circ} 45' 30''$ y $1^{\circ} 50' 30''$ de longitud este equivalentes aproximadamente a las coordenadas UTM 45 67-45 80 y 589-597 y a las Lambert 740-753 norte y 746,5-754,5 este (fig. 1). Es un término pequeño con sólo 3.120 Ha y está atravesado de Oeste a Este por el río Jalón, que ha tenido que abrirse paso y encajarse a través de las alineaciones montañosas que pertenecientes al Sistema Ibérico cruzan el término en sentido Noroeste-Sureste y cuyas cimas máximas sobrepasan a veces los 950 m de altitud.

En general el relieve es accidentado, pues también hacia el Sur y Sureste del término y formando límite con el término de Godojos encontramos elevaciones que se acercan a los 900 m y solamente el espacio comprendido entre estas últimas elevaciones, la alineación montañosa antes citada y el límite occidental del término tiene una topografía algo más suave con indicios de un cierto arrasamiento y restos de lo que podríamos denominar un glacis de erosión.

Este relieve en general accidentado, juntamente con la litología de los materiales existentes y que describiremos más adelante y una climatología adversa van a condicionar la naturaleza de los suelos que encontramos en este término municipal que en general son de muy poco desarrollo.

EL CLIMA

Consultados los datos disponibles y examinando algunas bibliografías de la zona, podemos caracterizar el clima de la región donde

SITUACION DEL TERMINO DE ALHAMA DE ARAGON

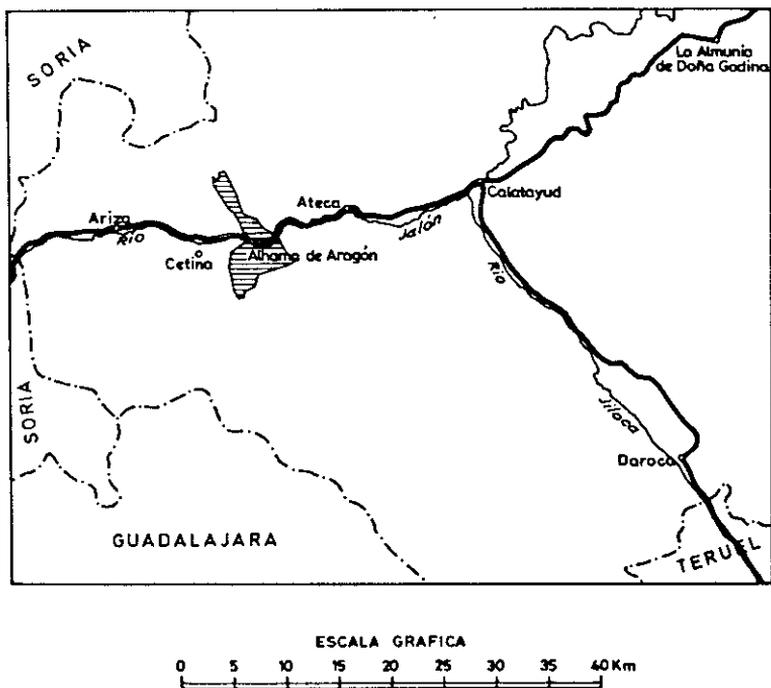


Figura 1.—Situación geográfica del término de Alhama de Aragón.

se encuentra Alhama empleando datos de las estaciones de Ariza y Daroca, situadas en la misma provincia y relativamente cercanas, a Alhama, al no disponer de estación propia esta última. Según el conocido trabajo «Subregiones climáticas de la Península Ibérica» de Gausson, el clima de esta zona oscila entre el submediterráneo y el mesomediterráneo. Si tomamos ahora el trabajo «Subregiones fitoclimáticas de España» de Allue la zona a considerar pertenece al tipo IV, clima mediterráneo y dentro de él, a la variante IV_{7b}, clima mediterráneo cálido y seco y con inviernos secos.

Por otro lado, examinando las gráficas termoplumiométricas de Gausson correspondientes a las citadas estaciones de Ariza y Daroca (figs. 2 y 3), podemos decir que la pluviosidad oscila entre los 300 y 500 mm anuales, con una distribución francamente equinocial de las lluvias, registrándose un máximo en primavera y otro en:

Ficha hídrica

Provincia: ZARAGOZA

Estación: DAROCA (Observatorio)

N.º de años de registro {
Temperaturas 56
Lluvias 56

Latitud 41° 6' 50" N; Longitud 2° 16' 30" EM; Altitud 737 metros.

Clasificación climática: DB₁ db'

	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Julio	Agt.	Año
Temperatura media °C.....	18,0	12,4	7,3	4,4	3,6	4,9	7,8	10,1	14,3	18,2	21,4	21,6	12,0
Precipitación media (cm).....	4,4	3,8	3,6	3,2	2,5	2,5	2,8	3,8	6,0	5,2	2,9	2,0	42,7
Evapotranspiración potenc. (cm)...	8,5	4,9	2,1	1,0	0,8	1,2	2,9	4,3	7,6	10,5	13,2	12,4	69,4
Variación de la reserva (cm).....	0	0	1,5	2,2	1,7	1,3	-0,1	-0,5	-1,6	-4,5	0	0	—
Reserva (cm).....	0	0	1,5	3,7	5,4	6,7	6,6	6,1	4,5	0	0	0	—
Evapotranspiración real (cm).....	4,4	3,8	2,1	1,0	0,8	1,2	2,9	4,3	7,6	9,7	2,9	2,0	42,7
Déficit de agua (cm).....	4,1	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0,8	10,3	10,4	26,7
Exceso de agua (cm).....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagüe (cm).....	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0

$I_d = 38,5$ $I_A = 0$ $I_m = -23,1$ $C = 49,1$

otoño y dos mínimos, uno en verano más claro y acentuado y otro en invierno, más problemático. Las temperaturas medias anuales oscilan entre los 12 y 13° C, siendo el mes más frío enero, con medias inferiores a los 4° C y los meses más cálidos, julio y agosto, con medias próximas a los 23° C. Diremos por último, que el período libre de heladas viene a estar comprendido entre el 1 de mayo y el 1 de octubre.

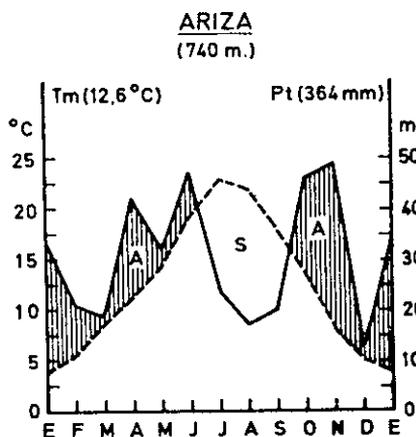


Figura 2.—Gráfica termopluiométrica de Ariza.

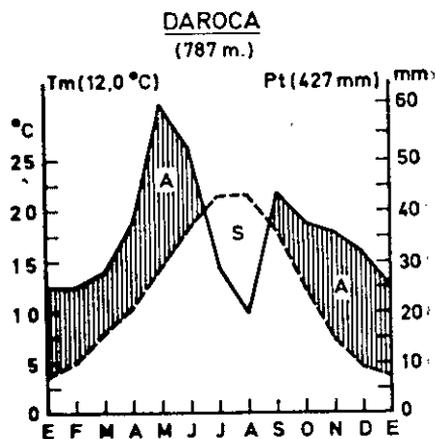


Figura 3.—Gráfica termopluiométrica de Daroca.

Resulta de interés, sobre todo desde el punto de vista agrario, la clasificación en tipos climáticos, teniendo en cuenta el índice de Thornthwait. Con este fin hemos tomado del trabajo «Introducción al estudio de la evapotranspiración y clasificación climática de la cuenca del Ebro» de Liso y Ascaso, las fichas hídricas y las gráficas de evapotranspiración de las estaciones de Ariza y Daroca, y que nos dan como resultado un clima semiárido, mesotérmico y sin ningún exceso de agua durante todo el año.

Tan importante como el clima atmosférico es el régimen de humedad del suelo, sobre todo en el desarrollo de las plantas y en la formación y evolución de los distintos suelos, de forma que algunas sistemáticas y sobre todo la Americana lo recogen sirviendo como elemento de diagnóstico desde órdenes a familias. Con esta idea Newhall elaboró un modelo matemático de simulación del sistema aire-suelo-planta, que otros investigadores han desarrollado para otros países y otros lenguajes de computación. En este sentido, Tavernier y Wambeke han realizado un mapa de los regímenes de humedad del suelo de España, según los criterios de la Soil Taxo-

nomy empleando 400 estaciones metereológicas. Según este mapa, la zona de Alhama de Aragón tiene un régimen de humedad del suelo «ústico» y un régimen de temperatura del suelo «térmico» para parte del término, la que coincide con el valle del Jalón y «mésico» para el resto. Aclaremos que el concepto de «ústico» en España corresponde a las zonas en las que los suelos tienen una época de sequía sin tener por ello auténticas condiciones áridas y por lo tanto representan edafoclimas transicionales, pero que nunca se pueden confundir con los verdaderos regímenes «ústicos» de los climas tropicales.

Consultando sin embargo por otro lado, el trabajo «Regímenes de humedad de los suelos de la España peninsular» de Lázaro y col., y posiblemente porque los autores han aplicado otro criterio para determinar estos regímenes, se incluye la zona aquí estudiada, como correspondiente al régimen «arídico», es decir cuando la sección control del suelo está completamente seca más de la mitad del tiempo en que el suelo a 50 cm tiene una temperatura superior a 5° C según definición de la Soil Taxonomy.

Nosotros en este trabajo y con fines clasificatorios del suelo, hemos adoptado una posición intermedia pero más concordante con los datos que aportamos y así consideramos que los suelos de la zona de Alhama están sometidos a un régimen de humedad «xérico», que son aquellos en que la temperatura media anual a 50 cm es menor de 22° C, siendo la diferencia entre la temperatura de verano y de invierno mayor de 5° C y estando la sección control completamente seca, al menos 45 días seguidos entre julio y octubre.

Para terminar este apartado diremos que aplicando en Ariza el índice de aridez de Martonne $I = \frac{P}{T + 10}$ obtenemos el valor 16 y si empleamos el índice termopluiométrico de Dantin y Revenga $I = 100 \frac{T}{P}$ obtenemos el valor 3,5 que confirman el régimen semiárido y xérico de la región.

LITOLOGÍA

Al ser este un trabajo edafológico sólo nos interesa la geología desde el punto de vista de los materiales a partir de los cuales se han formado los suelos. Al estudiar las características de los mismos en el campo, hemos encontrado distintas litologías que pasamos a describir a continuación.

Los materiales más antiguos que encontramos en el término de

Alhama son unas calizas margosas atribuibles según Richter al Muschelkalk, litología que en algunos sitios es más caliza y en otros más dominio de marga. Este conjunto de materiales son los que han dado lugar a la delimitación de la unidad cartográfica número 15. Estas margas y calizas margosas pasan en opinión del mismo autor a unas arcillas grises, para nosotros margas grises, que en ocasiones contienen mucho yeso. Este tramo corresponde indudablemente al Keuper, y cuyo espesor es muy variable dada la plasticidad del material y su posición entre bancos de material más duro. Estas margas yesíferas y yesos corresponden a las litologías de la asociación número 11.

Creemos debe existir en esta zona del Sistema Ibérico una laguna estratigráfica, pues a continuación nosotros encontramos materiales fundamentalmente detríticos del tipo de «utrillas» y que corresponden a niveles albenses del Cretácico inferior. Los materiales son muy variados y tenemos desde arenas, areniscas blancas con impregnaciones de caolín, niveles de areniscas calcáreas rojizas, muy ricas en hierro, areniscas arcósicas hasta niveles arcillosos y margosos de colores vivos. Constituyen los materiales de partida de la asociación número 8.

Por encima de esta «facies utrillas» tenemos los grandes paquetes de calizas, que en general son duras y grises, aunque las hay también blancas y más blandas de tipo arenoso y margoso, calizas que originan los paisajes más abruptos del término de Alhama. Este conjunto calizo corresponde a un Cretácico superior, todo él con fuerte buzamiento en dirección Suroeste y del cual el tramo inferior más margoso y arenoso puede ser atribuido a un Cenomanense, mientras que el superior con las calizas más cristalinas pueda corresponder a un Turonense según se indica en la hoja 39 del Mapa de Síntesis escala 1:200.000 del IGME. Constituyen los materiales calizos de los conjuntos 7 y 14.

Concordante con este Cretácico encontramos unos niveles potentes de conglomerados, pertenecientes a un Paleógeno difícil de precisar, pero con cierta tendencia a ser atribuidos al Oligoceno. Nos encontramos en la unidad cartográfica número 10.

Bastante extensión en el término de Alhama tienen los depósitos Miocénicos que aunque responden a variables facies se centran principalmente en margas, areniscas y abundancia de conglomerados en la alternancia, dada su posición de borde de cuenca. Estas facies alternantes se presentan en capas casi horizontales, que se apoyan en el conglomerado Paleógeno antes citado, y que presentaba un buzamiento concordante con las calizas cretácicas. Estas facies miocénicas son las que dan lugar a los suelos de las asociaciones 2 y 3.

Parte del Mioceno está revestido por un potente manto de conglomerado erosionado a su vez y del que queda un espeso derrubio

pedregoso con muchas características, disposición y colorido rojizo por ejemplo, que son similares a los de una raña o rañizo de la Meseta Sur. En la hoja número 40 del citado Mapa Geológico de Síntesis, al estar este derrubio desligado de la red fluvial actual se le asigna una edad Villafranquiense. Estos derrubios pedregosos son los que dan lugar a las unidades 5 y 6.

Por último, dentro de las formaciones cuaternarias más modernas, distinguimos depósitos aluviales, aluvio-coluviales y coluviales y terrazas glacis que originan una serie de suelos que agrupados morfológicamente han dado lugar a las asociaciones 1, 4, 9, 12 y 13.

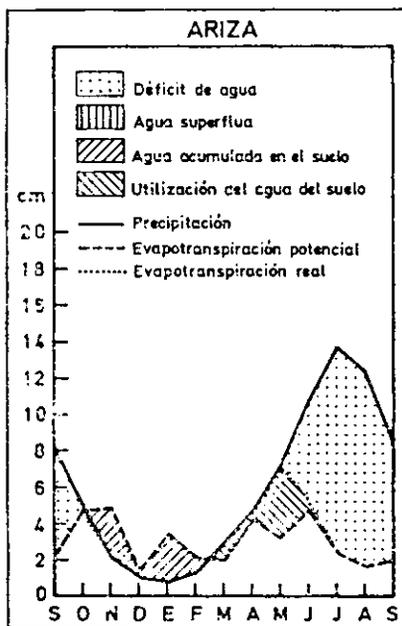


Figura 4.—Gráfica de evapotranspiración de Ariza.

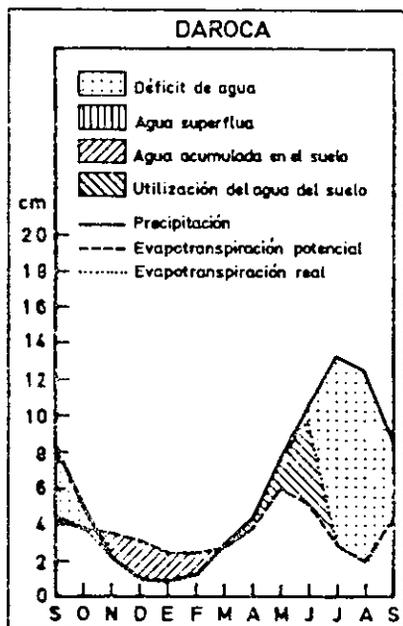


Figura 5.—Gráfica de evapotranspiración de Daroca.

SUELOS

En este capítulo vamos a describir las distintas unidades cartográficas, 15 en total, que aparecen en el correspondiente Mapa de Suelos y cuyo contenido corresponde a asociaciones de suelos, formados por uno o dos suelos dominantes y un cierto número de inclusiones, cuya extensión total no sobrepasa el 15 por 100 del total de la asociación.

El Mapa de Suelos fue realizado mediante fotointerpretación, siguiendo el método fisiográfico y empleando las fotografías aéreas números 27.932 a 27.935 y 29.751 a 29.754, es decir tres pares estereoscópicos, del vuelo americano de escala aproximada 1:30.000. Se hizo en el campo la comprobación de suelos y límites y se pasó posteriormente mediante pantógrafo óptico a escala 1:50.000.

Posteriormente realizamos una interpretación del Mapa de Suelos desde el punto de vista agrícola y en la que los suelos son agrupados según cinco clases que presentan el mismo grado de limitaciones y de riesgos y que pueden afectar a su uso durante un período largo de tiempo. Dentro de estas cinco clases, en las que englobamos las ocho clases que distingue el Servicio de Conservación de los Estados Unidos, apreciamos unas subclases diferenciadas por una letra sufijo que representan la limitación dominante. En total presentamos nueve subclases que hemos diferenciado en el término de Alhama de las 13 posibles. Los suelos estudiados son los siguientes:

Suelos poco evolucionados sobre depósitos aluviales

Corresponden a los sedimentos vertientes del río Jalón. Son suelos profundos en el sentido de profundidad utilizable por las plantas, pero en su perfil no se observa la existencia de horizontes edafológicos, siendo las variaciones encontradas consecuencia de las sucesivas etapas de sedimentación aluvial. En los suelos más próximos a las márgenes del río y por lo tanto no cultivados, llega a apercibirse un incipiente horizonte superior húmico, mientras que en los demás suelos cultivados apreciamos un horizonte antrópico superficial, muy mineralizado y con buena estructura y por debajo el resto de sedimento que con la profundidad se hace más grosero hasta parecer un nivel de gravas.

Estos materiales aluviales tienen gran influencia en las relaciones suelo-agua, pues según su naturaleza podemos tener desde suelos con perfecta permeabilidad, como es el caso de los que constituyen la asociación número 12, a suelos con drenaje más o menos impedido y por lo tanto con problemas de hidromorfia y de aireación para las plantas como los suelos que constituyen la asociación número 13.

Todos estos suelos son de naturaleza caliza, pH elevado, alta saturación en bases y con texturas medias para los suelos de la asociación 12 y texturas más arcillosas para los de la asociación 13. En general todos ellos son suelos muy buenos desde el punto de vista agrícola, sobre todo los de la asociación 12, y que, por estar próximos al Jalón, han estado sometidos al régimen de regadío desde la época romana.

MAPA DE ASOCIACIONES DE SUELOS

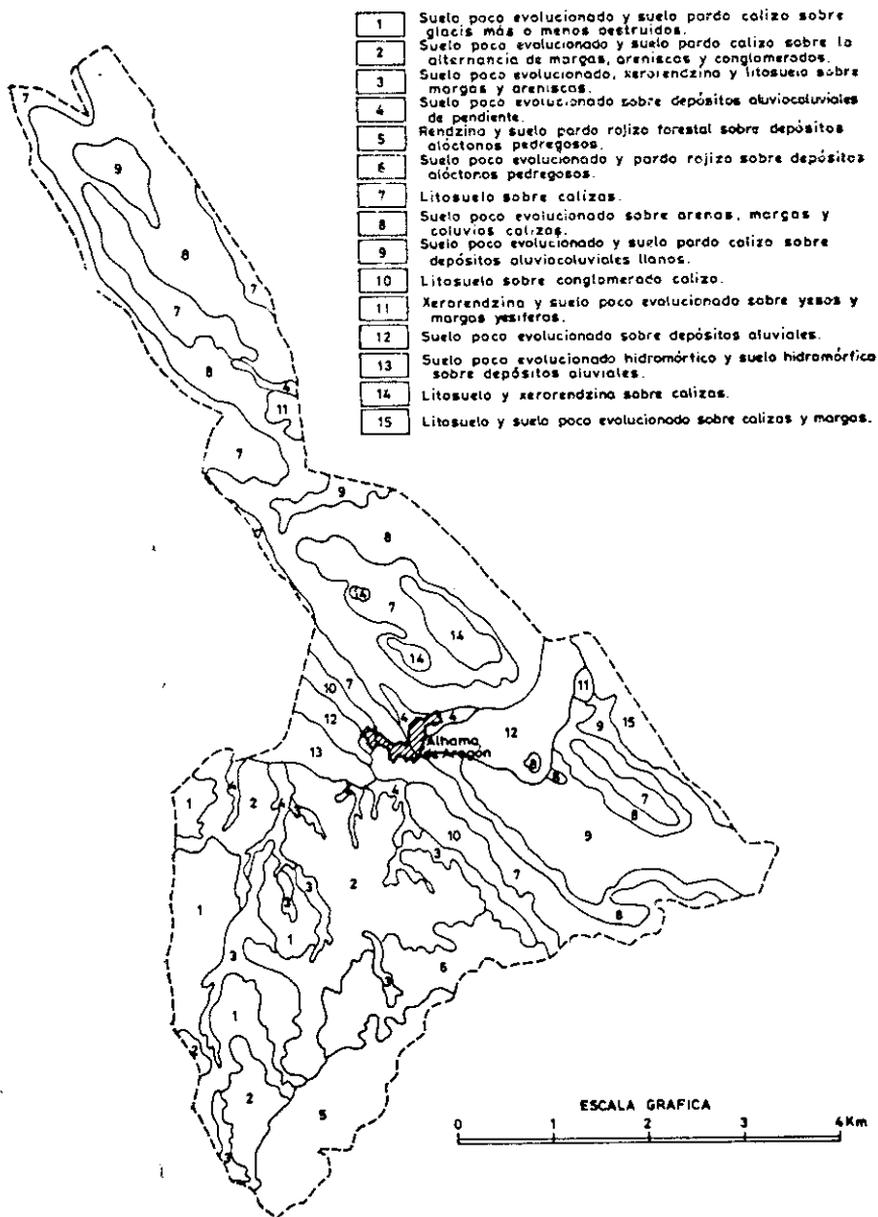


Figura 6. — Mapa de asociaciones de suelos.

MAPA DE CAPACIDAD DE USO AGRICOLA

Clase A: Pocas limitaciones o ninguna

Clase B: Limitaciones moderadas

Clase C: Limitaciones acentuadas

Clase D: Limitaciones severas

Clase E: Limitaciones muy severas

e - Limitación principal riesgo de erosión

h - Limitación principal exceso de agua

s - Limitación principal espesor o pobreza del suelo

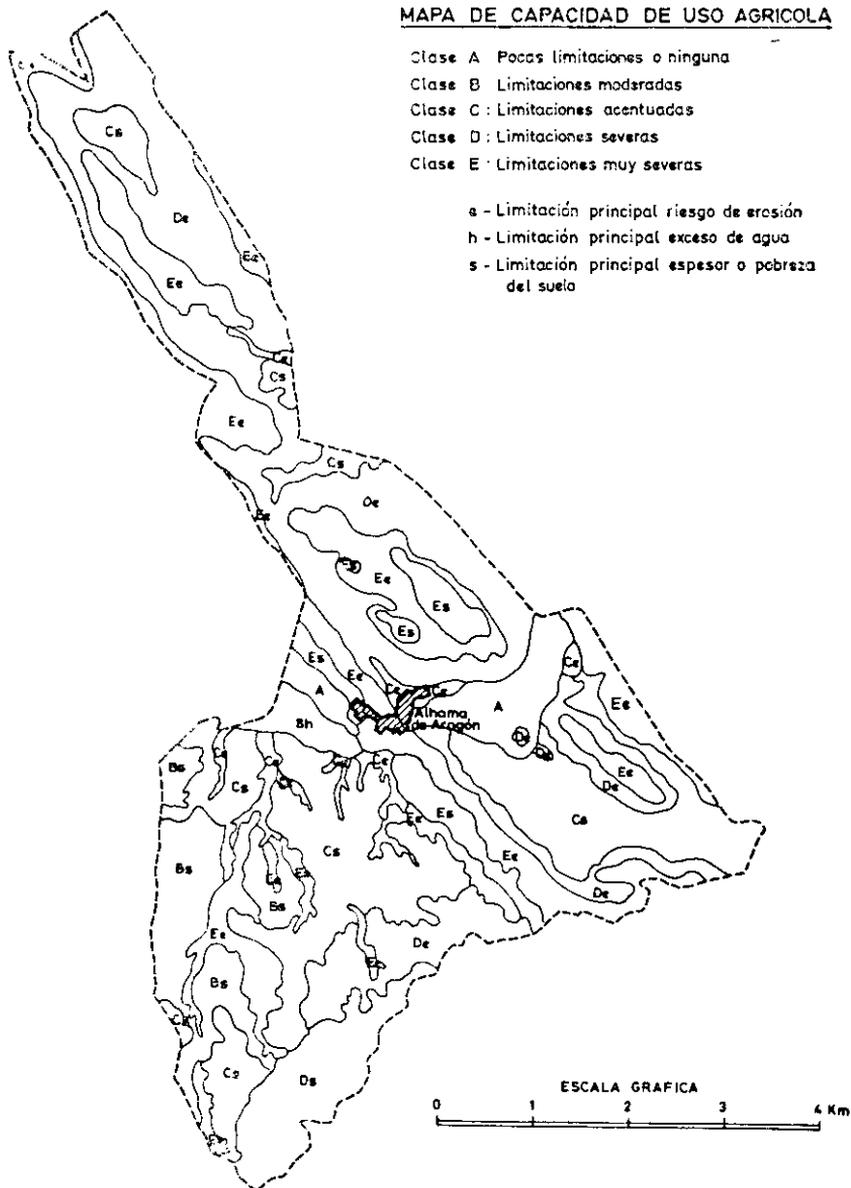


Figura 7. — Mapa de capacidad de uso agrícola.

Suelo poco evolucionado y suelo pardo calizo en glaci

Esta asociación, caracterizada por el número uno, realmente se encuentra localizada sobre las primeras terrazas del río Jalón y a veces incluso sobre las segundas, y sobre todo, sobre los glaci que más o menos destruidos hoy, han recubierto estos sedimentos fluviales. Son formaciones de todas formas jóvenes, de edad posterior a la que correspondería a una tercera terraza y que debido a los procesos erosivos que tanto predominan en el valle del Ebro, han perdido su fisonomía particular.

En la mayoría de estos suelos no se distinguen horizontes genéticos y sí en cambio, un horizonte antrópico superficial en el que se asientan los cultivos y por debajo, un sedimento más o menos pedregoso, pedregosidad que llega a la superficie en la mayor parte de las ocasiones, siendo todo el perfil muy calizo.

En las zonas más llanas, por lo tanto mejor conservadas y con mejor economía hídrica, podemos encontrar suelos con más desarrollo y en los cuales podemos apreciar un horizonte B cámbico o estructural. Igual que los suelos poco evolucionados son también suelos muy calizos y pedregosos, de textura media, estructura poco desarrollada y pH siempre elevado. Puede encontrarse en el perfil de estos suelos alguna vez horizonte Ca de acumulación caliza, pero en forma pulverulenta y nunca en formas concrecionadas, endurecidas o encostradas. Presenta esta asociación los suelos de secano con mayor potencialidad agrícola, por lo cual son los que en mayor extensión están hoy dedicados al cultivo cerealístico.

Suelo poco evolucionado y suelo pardo calizo sobre la alternancia de margas, areniscas y conglomerados

La alternancia de margas y arcillas con areniscas y molasas es muy frecuente en el valle del Ebro, tomado éste en un sentido amplio. Esta alternancia en los bordes de la cuenca va acompañada de niveles más o menos potentes, de conglomerados de naturaleza poligénica, aunque con predominio del canturreal silíceo, pero con una cementación caliza. En la zona que nos ocupa esta alternancia litológica parece corresponder con un Mioceno que está en posición horizontal y que presenta una acusada discordancia angular con el Oligoceno sobre el que se apoya.

Esta variabilidad litológica se acusa en los suelos formados que pueden oscilar desde simples litosoles en los sitios con predominio del conglomerado a suelos pardo calizos cuando la marga es más

abundante, pasando por xerorendzinas y suelos poco evolucionados que son los que dominan en el conjunto.

De todas formas la presencia del conglomerado, por su simple destrucción, comunica al suelo una pedregosidad que en ocasiones puede ser excesiva y en otras ocasiones, su simple presencia puede limitar en profundidad la penetración de las raíces. Nos encontramos como ya hemos indicado con un abanico amplio de suelos, que en conjunto ofrecen una baja potencialidad agrícola, pues en general se trata de suelos poco profundos, muy pedregosos, excesivamente calizos, pH elevados, deficiente régimen hídrico y una topografía claramente ondulante que en algunas ocasiones se hace abrupta; todo ello conduce a que el cultivo más extendido y normal en esta asociación de suelos es el viñedo, que por las características de los suelos proporciona caldo de alta graduación.

Dentro del conjunto litológico que estamos considerando y debido quizás a la menor presencia en determinadas zonas del conglomerado que es el que comunica una cierta protección al conjunto, encontramos áreas con formas erosivas espectaculares y que hemos cartografiado separadamente constituyendo la asociación que hemos denominado número 3. Son zonas perdidas totalmente para todo tipo de uso agrícola y que en el mejor de los casos solo admitirán una repoblación forestal.

Suelo poco evolucionado sobre depósitos aluvio-coluviales de pendiente

Con esta denominación hemos caracterizado una asociación, la número 4 en el mapa de suelos, situada en las pequeñas arroyadas que conducen al río Jalón en posible drenaje de la mitad meridional del término de Alhama. Estas arroyadas están formadas por depósitos de tipo aluvio-coluvial pedregosos y calizos y aportes debidos a la erosión de las zonas próximas más altas. Este doble aporte continuo impide generalmente la evolución del suelo, pero por otro lado, al ser zonas con cierta profundidad del material aportado y por ser zonas con cierta circulación de las aguas de escorrentía en algunas ocasiones, podemos encontrar más desarrollo localizando a veces perfiles con horizonte A. De todas formas, debido a las características expuestas, tiene una mediana capacidad agrícola, presentando como limitación más importante, los posibles riesgos de erosión, dada la pendiente topográfica en que están situados estos suelos.

Suelo poco evolucionado y suelo pardo calizo sobre depósitos aluvio-coluviales

Esta asociación constituye la unidad cartográfica número 9. Los suelos se encuentran desarrollados a partir de los mismos materiales que hemos visto en la asociación anterior, pero situados en posición llana. Se localizan en los valles y depresiones que dejan las alineaciones montañosas que como ya hemos dicho cruzan el término. En esta situación plana, los suelos tienen una mayor dinámica, aunque siempre interrumpida por la posibilidad de nuevos aportes. Suelen ser depósitos profundos, aunque en alguna ocasión puede encontrarse somero algún material duro o compacto que podría rebajar la calidad de estos suelos.

El desarrollo edáfico de estos sedimentos conduce en bastantes casos a la formación de un perfil diferenciado, con un horizonte antrópico en superficie y un horizonte B sub-superficial de tipo cámbico con buen desarrollo estructural de tipo poliédrico subangular y en ocasiones con un color pardo vivo, que indica una cierta liberación de óxidos de hierro. Son suelos también calizos e igualmente pedregosos pero sin la abundancia que muestran los suelos desarrollados sobre formaciones conglomeráticas. Son suelos aptos para el uso agrícola, como el cultivo de cereales y ciertos frutales como el almendro y cerezo.

Suelo pardo rojizo sobre depósitos alóctonos pedregosos

Dentro de las unidades cartográficas números 5 y 6, hemos considerado una serie de suelos que van desde los poco evolucionados a suelos con cierto desarrollo como lo expresa la denominación de pardo rojizo.

El material de partida está formado por un potente derrubio pedregoso cuyos cantos poligénicos, aunque dominando ampliamente los de origen silíceo, no están rodados y tienen todo el aspecto de una especie de rañizo procedente fundamentalmente de las formaciones paleozoicas próximas que han sido arrasadas y que recubren formaciones terciarias como la alternancia Miocénica que constituye las litologías de la unidad 2. Quizás correspondan a depósitos antiguos pliocuaternarios que a su vez han sido desmantelados por la erosión, por lo que es difícil encontrar suelos con su desarrollo completo. La presencia de formaciones calizas próximas motivaron seguramente la carbonatación y calcificación secundaria de estos suelos, carbonatos, que una climatología adversa no pudo dominar.

Nos encontramos por lo tanto, con suelos poco evolucionados

en las zonas más erosionadas y más pendientes y suelos más evolucionados cuando la topografía se hace más suave y, sobre todo, donde exista una vegetación que por un lado, frena la excesiva erosión y por otro constituye un aporte de restos vegetales que producirá una materia orgánica humificada y más o menos saturada de tipo mull cálcico y mull forestal. De aquí, la creación de dos unidades cartográficas diferenciadas fundamentalmente por la presencia o ausencia de la vegetación natural constituida por un bosque de tipo mediterráneo xerofítico y esclerótico de *Quercus ilex* y *Quercus coccifera* y un matorral dominado por el romero. En la unidad 5 caracterizada por el bosque, aunque muy degradado, encontramos suelos con un horizonte A con cierto contenido en materia orgánica que en unas ocasiones pasa a un horizonte B estructural, mientras que en otras este horizonte A descansa directamente sobre el depósito pedregoso. Tenemos por lo tanto en ocasiones un suelo con perfil ABC calizo y que hemos denominado pardo rojizo forestal y en otras, un suelo AC también calizo y con humus de tipo mull cálcico que hemos denominado por similitud de características como rendzina.

Debido a las acentuadas pendientes que dominan en estas dos unidades y sobre todo por su extraordinaria pedregosidad, estos suelos tienen muy baja capacidad agrícola, y aunque localizamos en ellos algún viñedo, su vocación decididamente es forestal.

Litosuelo calizo y litosuelo y xerorendzina sobre calizas

En este apartado describimos dos unidades cartográficas, las números 7 y 14, delimitadas a las formaciones desarrolladas sobre las calizas duras del Cretácico superior que son las que realmente dan una fisonomía especial al término de Alhama de Aragón. Hemos hecho estas dos asociaciones basándonos fundamentalmente en la distinta pendiente de las zonas cartográficas: la número 7, con pendientes muy abruptas casi verticales y en la que casi exclusivamente encontramos litosuelos y solamente inclusiones de rendzinas, xerorendzinas y terra rossa que no suponen ni el 10 por 100 de la extensión del conjunto y la unidad número 14, en la que la topografía se dulcifica con la presencia de cumbres más suaves y pequeñas mesetas y en la que dominando igualmente el litosuelo, la proporción conjunta de xerorendzinas y rendzinas quizás sobrepase el 15 por 100. En la unidad número 7 es casi prácticamente imposible la formación del suelo, ya que es la erosión el proceso dominante y solamente en las oquedades de la caliza producida por disolución y en sus diaclasas, es decir en zonas algo protegidas de ésta intensa erosión, puede encontrarse algún relicto de suelo o un suelo incipiente actual.

que aprovecha unas microcondiciones especiales. Respecto a los suelos de la unidad 14, ya hemos indicado la mayor presencia de rendzinas y xerorendzinas diferenciadas según el mayor o menor contenido en materia orgánica y por la consistencia de sus unidades estructurales cuando el suelo está seco. Ambos suelos son jóvenes, protorendzinas, con un perfil muy superficial y pedregoso debido a la gelivación de la caliza subyacente. El horizonte que se percibe en ambos suelos es un típico horizonte A, con abundancia de fragmentos minerales no desintegrados de color más o menos oscuro y con un humus saturado en calcio dando un típico mull cálcico. Son suelos con buena permeabilidad y cierto desarrollo estructural de tipo grumoso o granular.

La denominación de rendzina y xerorendzina se podría correlacionar siguiendo la Soil Taxonomy, con la presencia de horizonte mollico u ócrico respectivamente, cuestión que no afecta sin embargo grandemente a la génesis y presencia de ambos suelos. La capacidad de utilización agrícola y forestal de estos suelos es casi nula dada las características de pendiente, erosionabilidad y profundidad de suelo que se dan en las unidades que hemos cartografiado con los números 7 y 14.

Muy relacionado también con las unidades o asociaciones que acabamos de describir es la que presentamos con el número 15, en la que el material geológico también dominante es la caliza con alguna inclusión margosa, lo que motiva la presencia más abundante de xerorendzinas en el conjunto. Esta alternancia de calizas margosas y calizas y margas puede corresponder, como ya hemos indicado anteriormente, con algún tramo Triásico, posiblemente del Muschelkalk y su representatividad es pequeña y se localiza en la zona más oriental del término. Igualmente estos suelos tienen un uso muy limitado y solamente las zonas más margosas son susceptibles de algún tipo de repoblación.

Litosuelo sobre conglomerado calizo

Es la unidad cartográfica número 10. Se trata de un conglomerado muy antiguo, quizás de edad oligocena, dispuesto en grandes bancos con fuerte buzamiento y constituido por canturreal poligénico y heterométrico, pero en el que dominan los cantos calizos y todo ello muy fuertemente aglomerado por cemento calizo, llegando en ocasiones a presentar el aspecto de auténticas brechas. Entre estos bancos conglomeráticos aparecen algunas intercalaciones de areniscas y molasas. Por sus características quizás sea esta formación litológica la que menos suelos presenta dentro del conjunto estudiado. Prácticamente es un puro litosuelo sin ningún aprovechamiento.

Xerorendzina y suelo poco evolucionado sobre yesos y margas yesíferas

Esta asociación cartografiada con el número 11, es la de menor representación en el término de Alhama de Aragón, pero su presencia, sobre todo por la litología sobre la que se desarrollan los suelos es muy interesante desde el punto de vista de geología estructural.

El material observado por nosotros está constituido por margas verdosas yesíferas y yesos blancos que dan un tono claro al conjunto. Pueden corresponder seguramente a una facies del Keuper. El suelo formado sobre estos materiales responde a una típica xerorendzina con un horizonte A, con bajo contenido en materia orgánica, pH elevado superior a 7,5 y alto contenido en carbonato y sulfato cálcico. En ocasiones, no es siquiera perceptible este horizonte de humus y podríamos hablar de un suelo poco evolucionado o incluso de lo que Kubiena denominaba suelo bruto de margas. Estos suelos muy extensos en otras zonas de la provincia de Zaragoza tienen tendencia a la formación de una «yerma» de polvo salino con la presencia de una costrita de pocos mm de espesor constituida por un polvo finísimo que a veces va acompañada de la típica eflorescencia de los suelos salinos. En zonas con topografía suave como la que nos ocupa y sin problemas de salinidad son suelos con vocación agrícola aunque baja.

Suelo poco evolucionado sobre arenas, margas y coluvios calizos

Es la unidad cartográfica número 8, que en el término que estudiamos presenta cierta extensión y se correlaciona con las litofacies que en la hoja 39 del Mapa Geológico de Síntesis del IGME se consideran como pertenecientes a un Cretácico inferior albense y conocidas como «facies utrillas». Sus materiales fundamentales, la mayor parte detríticos, son areniscas arcósicas, arenas blancas a veces impregnadas de caolín muy puro, niveles de areniscas rojizas y areniscas calcáreas e intercalaciones arcillosas y margosas de colores vivos. Todo este conjunto impregnado de carbonato cálcico está recubierto en muchos sitios por un manto coluvial calizo procedente de los paquetes calizos situados inmediatamente por encima.

Los procesos continuados y alternantes de erosión y coluvionamiento son los que dominan en la génesis de los suelos que pueden desarrollarse sobre estos materiales y el resultado final son unos suelos muy jóvenes y de poco desarrollo que podríamos clasificar como suelos poco evolucionados, suelos brutos, distinguiendo en el

mejor de los casos algún suelo con perfil AC del tipo de la xerorendzina. Como la mayoría de las litologías del conjunto son blandas y dada la gran pendiente existente, la vocación clara de estos suelos es la forestal, si bien en ciertas zonas de esta unidad pueden apreciarse actualmente plantaciones de almendros.

A continuación presentamos un cuadro con las correlaciones de las denominaciones empleadas anteriormente en la descripción de los suelos con las seguidas en los sistemas de clasificación FAO y Soil Taxonomy. En ellas, el nivel taxonómico corresponde aproximadamente al Subgrupo de la Clasificación Americana, pero en la leyenda o explicación del mapa que acompañamos, las asociaciones de suelos lo están a nivel de familia, ya que en todas ellas, expresamos el material sobre el que se desarrollan los distintos suelos.

Los mapas de capacidad de uso no son otra cosa que la interpretación con fines utilitarios de los mapas de suelos, siempre que estos estén realizados a escalas detalladas en los que la mayor unidad taxonómica no debería exceder de la serie de suelos. En general, hoy se es algo menos restrictivo dados los adelantos técnicos y se-

	F. A. O.	Soil Taxonomy
Litosuelo (sobre calizas, conglomerado, etc.).....	Litosol calcareo	Lithosol
Suelo poco evolucionado (sobre derrubios, margas, etc.).....	Regosol calcareo	Typic xerorthent
Suelo poco evolucionado (sobre aluviones del Jalón).....	Fluvisol calcareo	Typic xerofluvent
Suelo poco evolucionado hidromórfico.	Fluvisol gleico	Aquic xerofluvent
Suelo hidromórfico.....	Gleysol calcareo	Typic fluvaquent
Xerorendzina (sobre calizas).....	Xerosol calcareo	Lithic xerorthent
Xerorendzina (sobre arenas carbonatadas, margas, etc.).....	Regosol calcareo	Typic xerorthent
Xerorendzina (sobre ycsos y margas yesíferas).....	Xerosol gípsico	Lithic y typic xerorthent
Rendzina (sobre calizas).....	Rendzina órtica	Lithic rendoll
Rendzina (sobre derrubios calizos)....	Rendzina cambica	Entic haploxeroll
Suelo pardo calizo (sobre derrubios y margas).....	Cambisol cálcico	Calcixerollic xerochrept
Suelo pardo calizo (sobre molasas y conglomerado).....	Cambisol cálcico	Lithic xerochrept
Suelo pardo rojizo calizo.....	Cambisol cálcico	Typic xerochrept
Suelo pardo rojizo forestal.....	Cambisol eútrico	Ustic xerochrept
Terra rossa.....	Luvisol crómico	Lithic rhodoxeralf

considera la escala 1:50.000 la de menor detalle a partir de la cual se pueden realizar los de capacidad de uso.

En este sentido el mapa de suelos de Alhama de Aragón que hemos presentado en este trabajo, ha servido de partida para confeccionar el de capacidad de uso siguiendo en parte la pauta del Soil Survey Manual. El Departamento de Agricultura de Estados Unidos, considera ocho clases de capacidad de uso y que nosotros hemos reducido en ocasiones a cinco, de tal manera que la clase A sin ningún tipo de limitación se corresponde con la I Americana y entre las clases B y C incluimos la II, III y IV Americana. Hasta aquí, todas estas clases son susceptibles de utilización agrícola y aptas para todo otro tipo de uso. La clase D equivale a la V y VI Americanas, que en general son poco susceptibles de uso agrícola y presentan una capacidad limitada para otros usos. Por último la clase E que recoge las clases VII y VIII Americanas es absolutamente inadecuada para el uso agrícola, teniendo igualmente muy limitados la mayor parte de los otros usos.

En el mapa de capacidad de uso que presentamos se indican las principales limitaciones dentro de cada clase, limitaciones que a su vez son el reflejo de otras propiedades y características de los suelos. Por ejemplo, los riesgos y efectos de la erosión se relacionan con la pendiente del suelo, pero también con la textura, estructura y mineralogía del suelo.

Ciñéndonos al caso de los suelos que hemos visto en Alhama de Aragón, salvo los suelos correspondientes a las asociaciones 1, 2, 4, 9, 12 y 13, todos los demás no tienen aptitud agrícola, y dado que las condiciones climáticas son de cierta aridez quizás en las zonas que el suelo lo permita su utilización sería la forestal, empleando especies que se adapten al excesivo carbonato cálcico que en general presentan estos suelos. Hay unidades, como la 10, litosuelos sobre conglomerados, que no admiten ninguna utilización económica y otras unidades, con cierto aprovechamiento industrial, canteras, graveras, etc., pero que iría en detrimento del medio natural, por lo que sería mejor si no es posible en ellos una adecuada repoblación, dejarlos con su vegetación natural de matorral.

Entre los suelos que hemos citado con aptitud agrícola, la unidad 13 con suelos en parte hidromórficos admitiría obras de acondicionamiento y mejora del drenaje e incluso tratamientos y cultivos que mejorasen su baja permeabilidad y en el resto de las asociaciones, 1, 2, 4 y 9 quizá hoy día, su dedicación primordial al viñedo sea lo más lógico. Respecto a la unidad mejor del término municipal que es la número 12, los suelos de vega, se nota una regresión de los cultivos hortícolas en beneficio de las plantaciones de frutales que requieren quizá menos cuidados y menos mano de obra.

Por desgracia en zonas con problemas socio-económicos, el uso real viene marcado por estos condicionamientos y por lo tanto lo único que el científico puede hacer es indicar lo que en normales condiciones a su juicio, sería mejor, pero insistiendo siempre en que el suelo es un bien difícil de restituir si por un mal uso se pierde.

BIBLIOGRAFÍA

- CASAS TORRES, J. M.: *Atlas e índices de los términos municipales españoles*. Conf. Esp. de Cajas de Ahorro. Madrid, 1969.
- GAUSSEN, H.: *Mapa de las subregiones climáticas de la Península Ibérica*. Escala 1:4.000.000. «Service Geographie de l'Armée». 1919.
- ALLUE ANDRADE, J. L.: *Subregiones fitoclimáticas de España*. «Inst. Forestal de Inv. y Exp.», Madrid, 1966.
- THORNTHWAIT, C. N.: *An approach toward a national classification of climate*. «Geograph Rew», 38, pp. 49-123, 1947.
- LISO, M. y ASCASO, A.: *Introducción al estudio de la evapotranspiración y clasificación climática de la cuenca del Ebro*. «Anal. de la Est. Exp. de Aula Dei», Vol. X, pp. 5-507, 1969.
- SOIL SURVEY STAFF: *Soil Taxonomy. A basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. «Soil Cons. Serv. U. S. Dept. of Agric. Agriculture Handbook», núm. 436, 1975.
- NEWHALL, F.: *Calculation of soil moisture regimes from the climatic record*. «Soil surv. Inv. Rep. Soil Cons. Serv. USDA», Washington D. C., 1976.
- TAVERNIER, R. y VAN WAMBEKE, A.: *Determinación del régimen hídrico de los suelos de España según el modelo matemático de Newhall*. «Agrochimica», 20, 406-412, 1976.
- LÁZARO, F., ELÍAS, F. y NIEVES, M.: *Régimen de humedad de los suelos de la España peninsular*. «Inst. Nacional de Inv. Agron.», Madrid, 1978.
- MARTONNE, E. O.: *Areisme et indice d'aridité*. «C. N. Ac. Sc.», 182, 1395-1398, 1926.
- DANTIN, J. y REVENGA, A.: *Las líneas y las zonas isóteras de España según los índices termopluziométricos. Avance al estudio de la aridez en España*. «Est. Geogr.», 2, 35-95, 1941.
- RICHTER, G.: *Las cadenas ibéricas entre el valle del Jálón y la sierra de la Demanda*. «Publ. Ext. sobre Geol. de Esp.», T. IX, C. S. I. C., Madrid, 1956.
- IGME: *Mapa Geológico de España*. 1:200.000, Hoja 39, Sigüenza. Madrid, 1971.
- IGME: *Mapa Geológico de España*. 1:200.000, Hoja 40, Daroca. Madrid, 1971.
- VINK, A.: *Specs de pédologie appliquée*. Neuchatel, 1963.
- GOOSEN, D.: *Interpretación de fotos aéreas y su importancia en levantamiento de suelos*. «Bol. sobre suelos», núm. 6, FAO, Roma, 1968.
- SOIL SURVEY STAFF: *Soil Survey Manual*. «U. S. Dep. Agr. Handbook», 18, U. S. Gout. Printing Office. Washington D. C., 1951.
- KUBIENA, W. L.: *Claves sistemáticas de suelos*. C. S. I. C., Madrid, 1952.

- GUERRA, A., MONTURIOL, F. y col.: *Mapa de Suelos de las provincias de Zaragoza, Huesca y Logroño*. 1:250.000, C. S. I. C., Madrid, 1970.
- MONTURIOL, F. y GUERRA, A.: *Los modernos sistemas de clasificación de suelos y su aplicación en España*. «Anal. del Inst. Bot. A. J. Cavanilles», C. S. I. C., T. XXXII, V, II, pp. 1375-1384, Madrid, 1975.
- FAO-UNESCO: *Mapa de Suelos del Mundo*. 1:5.000.000, Vol. I, Legend, París, 1974.

Microbiología de las aguas mineromedicinales de Alhama de Aragón

por

M. C. DE LA ROSA JORGE, F. DIAZ ALONSO, M. A. MOSSO ROMEO
y E. GASTON DE IRIARTE

Departamento de Microbiología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense
Madrid

INTRODUCCIÓN

Este trabajo continúa la línea de investigación sobre la microbiología de manantiales de aguas mineromedicinales que comenzamos con las aguas de Carabaña (4). Ahora se aborda el estudio microbiológico de 10 manantiales de aguas termales que corresponden a cuatro balnearios de Alhama de Aragón en la provincia de Zaragoza.

En la actualidad la utilización terapéutica de las aguas mineromedicinales ha ganado parte del enorme prestigio de que gozaba en siglos pasados y así, instituciones de tanta categoría como la Academia de Medicina francesa declara que «el tratamiento termal constituye una terapéutica normal de ciertos estados patológicos».

Recientemente un Real Decreto (1) define las aguas mineromedicinales como aquellas que emergen espontáneamente en la superficie de la tierra o se captan mediante labores practicadas al efecto, habiéndose obtenido para ellas la declaración de utilidad pública. Estas aguas han de ser aptas para tratamientos terapéuticos en el área de emergencia o balneario, disponer de estudios clínicos sobre evolución de procesos específicos y conservar, una vez envasadas, efectos útiles sobre los mismos. En cuanto a las características microbiológicas en el punto de emergencia, no establece límites al número de bacterias aerobias saprofitas, exigiendo ausencia de microorganismos patógenos e indicadores de contaminación fecal, siguiendo así las legislaciones de otros países latinos (Francia, Portugal, Italia) que consideran el agua como un *habitat* natural en el que pueden vivir microorganismos autóctonos, discutiéndose incluso, su posible acción beneficiosa sobre el organismo humano (antagonismo con patógenos, producción de vitaminas y aumento de la inmunidad) (2).

La Comunidad Económica Europea (3) sigue esta misma tendencia al considerar que «el número de microorganismos revivificables de un agua mineral natural en el punto de emergencia, debe estar conforme con su micropoblación normal y testimoniar una protección eficaz del manantial contra toda contaminación». Aunque opina que estos valores normalmente no deberían ser superiores a 20/ml a 20° C y 5/ml a 37° C, considerando estas cifras sólo orientativas. Sin embargo todas las normativas van encaminadas a las aguas que posteriormente van a ser envasadas, no a las que se utilizan exclusivamente como tratamiento termal en los balnearios.

Por esta razón hemos considerado interesante estudiar estos manantiales termales cuyas aguas se emplean sólo en el punto de emergencia. Hemos investigado por un lado la posible existencia de indicadores de contaminación fecal y por otro la micropoblación autóctona de estos balnearios, distinta para cada manantial y sujeta a variaciones estacionales y ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se han tomado muestras en 10 puntos de emergencia correspondientes a cuatro balnearios. A cada uno de los manantiales se les ha asignado un número del 1 al 10, para simplificar la realización de las tablas:

- Balneario Martínez:
 - Núm. 1: Manantial Moro.
 - » 2: Manantial Baños.
- Balneario Cantarero:
 - Núm. 3: Manantial Grande.
 - » 4: Manantial Intermedio.
 - » 5: Manantial Piscina.
- Balneario Termas Pallarés:
 - Núm. 6: Manantial Cascada.
 - » 7: Manantial Baños del Rey.
 - » 8: Manantial Termas.
 - » 9: Manantial S. Fermín.
- Balneario Guajardo:
 - Núm. 10: Manantial Baños.

Las muestras se recogieron en dos épocas diferentes del año: invierno (1.º) y primavera (2.º), tomándose un litro de cada una.

Se ha realizado el recuento de los siguientes microorganismos: bacterias aerobias viables incubadas a 22° C, 37° C y 45° C; coliformes, estreptococos fecales, clostridios sulfito-reductores, *Pseudomo-*

nas, mohos y levaduras, bacterias amilolíticas, celulolíticas, proteolíticas, nitrificantes (nitrosas y nítricas), *Azotobacter*, bacterias sulfato-reductoras, las que oxidan el azufre, las que oxidan el sulfhídrico y actinomicetos. Asimismo se estudió la presencia de bacterias del hierro, fototrofas (verdes y purpúreas) y algas.

Los métodos y medios de cultivo empleados en estas investigaciones así como los utilizados para la identificación de estos microorganismos, son los mismos que los descritos en un trabajo anterior (4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla I se expresa el número de bacterias aerobias viables por ml de agua. En general, ha sido bajo en los 10 manantiales analizados: 6 poseen cifras inferiores a 100, en 3 están comprendidas entre 100 y 1.000 y sólo un manantial presenta cifras superiores a 1.000. Hay que destacar que cuatro manantiales, los números 4, 6, 8 y 9, han variado mucho el número de bacterias aerobias a las tres temperaturas estudiadas en los dos ensayos realizados en distintas épocas. Esto nos indica que para conocer la microbiología de estas aguas naturales es necesario hacer un estudio a lo largo de todo el año ya que existen muchos factores ambientales que pueden modificarla.

T A B L A

Bacterias aerobias viables (n.º/ml)

Tempe- ratura	Ensayo	Balnearios y manantiales									
		Martínez		Cantarero			Termas Pallarés			Guajardo	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22°	1.er	—	—	—	470	18	840	16	102		60
	2.º	—	—	17	15	34	105	—	1320	368	16
37°	1.er	—	18	—	630	20	560	—	66	—	19
	2.º	—	—	11		21	70	—	1240	396	11
45°	1.er	—	—	—	660	15	240	—	83	—	116
	2.º	240	28	152	170	23	17	123	820	127	36

Se han encontrado bacterias aerobias a las tres temperaturas de incubación: 22° C, 37° C y 45° C. Estos resultados son normales en este tipo de aguas mesotermales que emergen a una temperatura

de 32-34° C por lo que en ellas se encuentran bacterias mesófilas y termófilas facultativas que son capaces de vivir a las tres temperaturas de incubación. Se observa que en los manantiales con poca contaminación microbiana predominan las bacterias termófilas.

La micropoblación autóctona heterótrofa existente en los 10 manantiales ha sido semejante, predominando las especies del grupo *fluorescens* del género *Pseudomonas* que aparecen en todos los manantiales. Se ha encontrado una media de 5 especies distintas por manantial (tabla II).

TABLA II

Microorganismos heterótrofos

Balneario	M*	Géneros y especies
Martínez	1	<i>P. fluorescens</i> , <i>P. pútida</i> y <i>Micrococcus</i> .
	2	<i>P. aeruginosa</i> , <i>P. fluorescens</i> , <i>E. coli</i> y <i>Staphylococcus</i> .
	3	<i>P. fluorescens</i> , <i>P. pútida</i> , <i>Erwinia</i> , <i>Micrococcus</i> y <i>Bacillus</i> .
Cantarero	4	<i>P. aeruginosa</i> , <i>P. fluorescens</i> , <i>Acinetobacter</i> y <i>M. roseus</i> .
	5	<i>P. fluorescens</i> , <i>P. pseudoalcaligenes</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>M. roseus</i> y <i>Bacillus</i> .
	6	<i>P. fluorescens</i> , <i>P. pútida</i> , <i>P. pseudoalcaligenes</i> , <i>Flavobacterium A. hydrophila</i> , <i>E. coli</i> y <i>Streptococcus</i> .
Termas Pallarés	7	<i>P. fluorescens</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Alcaligenes</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>A. hydrophila</i> y <i>Citrobacter</i> .
	8	<i>P. aeruginosa</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Alcaligenes</i> , <i>Flavobacterium</i> , y <i>Citrobacter</i> .
	9	<i>P. alcaligenes</i> , <i>P. pseudoalcaligenes</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Alcaligenes</i> -y <i>Flavobacterium</i> .
Guajardo	10	<i>P. fluorescens</i> , <i>P. fluorescens</i> IV, <i>Acinetobacter</i> ; <i>Alcaligenes</i> , <i>A. hydrophila</i> y <i>Xanthomonas</i> .

* M = Manantial

Los microorganismos heterótrofos que se han aislado con mayor frecuencia son bacilos Gram negativos, muchos de ellos móviles y pigmentados pertenecientes a los géneros: *Pseudomonas* (38 %), *Acinetobacter* (12 %), *Flavobacterium* y *Alcaligenes* (8 %), *Aeromonas* (6 %), *Escherichia* y *Citrobacter* (4 %), *Erwinia* y *Xanthomonas* (2 %). En menor proporción aparecen cocos Gram positivos: *Micrococcus* (8 %), *Staphylococcus* y *Streptococcus* (2 %). Se han detectado *Bacillus* en dos manantiales. La presencia en mayor proporción

de bacterias cromógenas en aguas naturales ha sido descrita por varios autores (5, 6).

En la tabla III se expresan los resultados obtenidos en la investigación de los microorganismos de interés sanitario. Se han encontrado bacterias coliformes en seis manantiales, *E. coli* en dos, estreptococos del grupo D de Lancefield en uno y esporas de clostridios sulfito-reductores en dos. Por esta causa, cuatro manantiales no cumplen las normas microbiológicas exigidas para las aguas mineromedicinales en el punto de emergencia: el número 2 por poseer *E. coli* que indica contaminación fecal reciente, número 5 por poseer esporas de clostridios sulfito-reductores, índice de contaminación fecal antigua, número 6 que tiene todos los indicadores fecales y número 8 porque el número de bacterias coliformes es muy elevado. Asimismo se encontraron *Pseudomonas* en todas las muestras aislándose *P. aeruginosa* sólo en tres manantiales. La presencia de este microorganismo no es deseable en las aguas mineromedicinales y así lo especifica la legislación para las aguas envasadas, aunque no dice nada de su ausencia en el punto de emergencia (1).

TABLA III

Microorganismos indicadores de contaminación (n.º/100 ml)

Microorganismos	Balnearios y manantiales									
	Martínez		Cantarero			Termas Pallarés				Gua- jardo
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coliformes	—	1	7	—	2	54	1	92	—	—
<i>E. coli</i>	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—
Estreptococos grupo D	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—
Esporas de Clostridios sulfito-reductores	—	—	—	—	18	32	—	—	—	—
<i>Pseudomonas</i>	1100	1100	4600	1100	160	1100	1100	2400	2400	1100
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	—	+	—	+	—	—	—	+	—	—
Mohos	2	5	8	5	5	8	2	—	—	46
Levaduras	—	2	—	2	3	50	23	20	—	—

El número de hongos ha sido bajo en todos los casos, inferior a 100/100 ml. En general predominan los mohos sobre las levaduras aunque en tres manantiales, pertenecientes todos al balneario Termas Pallarés, ocurre lo contrario. La mayoría de las levaduras son pigmentadas en rosa, posible *Rhodotorula*. Las cepas de mohos se han identificado como *Alternaria* y *Penicillium*. Se han aislado varias cepas con micelio blanco que no han sido identificadas.

Se han estudiado los microorganismos autóctonos de interés ecológico representativos del ciclo del carbono, nitrógeno y azufre. Los resultados de los aislamientos positivos se expresan en la tabla IV.

TABLA IV

Microorganismos autóctonos (NMP/100 ml)

Balneario	M*	Celulolíticos	Amilolíticos	Proteolíticos	Sulfato reductores
Martínez	1	3	1100	1100	—
	2	160	2400	1100	3
	3	11	> 2400	2400	—
Cantarero	4	—	2400	1100	—
	5	24	> 2400	1100	3
	6	1100	> 2400	2400	11
Termas	7	1100	2400	1100	3
Pallarés	8	3	> 2400	2400	—
	9	3	> 2400	1100	—
Guajardo	10	3	1100	1100	—

M* = Manantial

Del ciclo del carbono se han encontrado bacterias amilolíticas en gran número en todas las muestras y celulolíticas aerobias en menor cantidad en todos los manantiales excepto en uno.

Del ciclo del nitrógeno hemos investigado las bacterias proteolíticas que han estado presentes en todas las muestras en número elevado. No se han detectado bacterias nitrificantes (nitrosas ni nítricas) ni fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*) en ninguna muestra.

La presencia en estas aguas de bacterias amilolíticas, celulolíticas y proteolíticas es de gran importancia en la autodepuración de las mismas ya que degradan la materia orgánica.

Del ciclo del azufre se han estudiado las bacterias sulfato-reductoras mesófilas que se han encontrado en pequeño número en cuatro



Foto 1.—Bacterias del hierro *Siderocapsa* y *Sphaerotilus*.

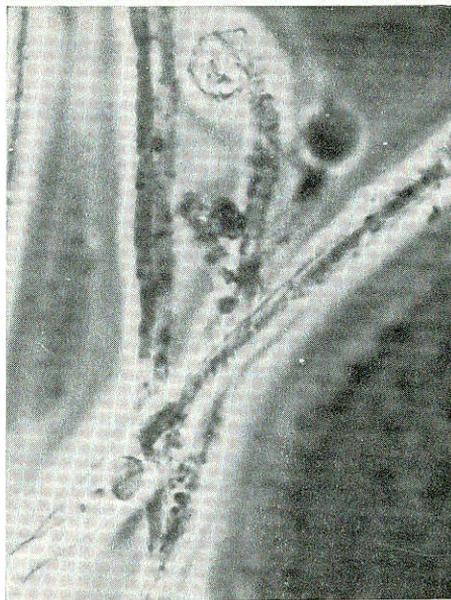


Foto 2.—Bacterias del hierro *Clonotrix*.

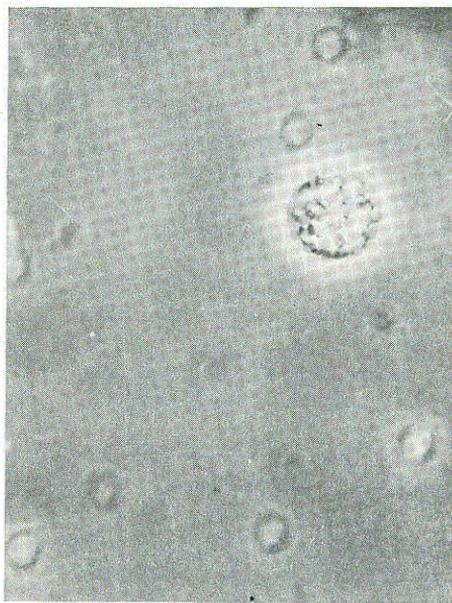


Foto 3.—Alga *Chlorella*.



Foto 4.—Algas *Ankistrodesmus* y diatomea.

manantiales. No ha habido presencia de bacterias que oxidan el azufre ni el ácido sulfhídrico.

No se han encontrado actinomicetos en ninguna muestra. Tampoco se detectaron bacterias fototrofas (verdes y purpúreas) después de dos meses de incubación a temperatura ambiente.

Se ha investigado la presencia de bacterias del hierro. Sólo dos manantiales (núms. 6 y 10) presentan un crecimiento gelatinoso de color pardo que por observación microscópica en contraste de fase podría identificarse como *Sphaerotilus natans*. Además en el primero de estos manantiales se observan otras bacterias que por su morfología parecen ser *Siderocapsa* y *Clonotrix* (fotos 1 y 2).

En cuanto al estudio de las algas, sólo se ha detectado su presencia en tres manantiales (núms. 6, 8 y 10) en los que se observa un alga flagelada sin color de la clase *Euglenophyta*. Además en el manantial núm. 6 existe un gran crecimiento de algas verdes unicelulares no filamentosas que por su morfología podrían identificarse como pertenecientes a los géneros: *Chlorella*, *Selenastrum*, *Ankistrodesmus* y *Tetrastrum*. Asimismo se han detectado diversas diatomeas (fotos 3 y 4). Silvey y Wyatt encontraron los mismos géneros en su estudio de embalses del sudoeste de Estados Unidos (7). La presencia en estos manantiales de bacterias del hierro y algas puede ser causa de malos olores y de obstrucción de cañerías por el crecimiento de estos microorganismos.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) «B. O. E.», núm. 226, 21 de septiembre de 1981, págs. 21898-21903
- (2) CENTRO DE ESTUDIOS DEL MEDIO AMBIENTE: *Primeras Jornadas de calidad de las aguas minero medicinales*. Ed. Castilla. Madrid, 1974.
- (3) JOURN OFFIC. COMM. EUROP.: *Normas de las aguas minero medicinales sin gas*. 30 de marzo de 1980, núm. 1229/1.
- (4) MOSSO ROMEO, M. A.; DE LA ROSA JORGE, M. C.; DÍAZ ALONSO, F. y GASTÓN DE IRIARTE Y SANCHIZ, E.: *Microbiología del agua de Carabaña*. «An. Real Acad. Farm.», 47, 327-334, 1981.
- (5) ODUM, H. T.: *Biological circuits and the marine systems of Texas*. «In Pollution and Marine Ecology», T. A. Ulson and F. J. Burgess (Eds.). Interscience, New York, 1967.
- (6) ODUM, H. T.; NIXON, S. and DiSALVO, L.: *Adaptations for photoregenerative cycling*. Aquatic Microbial Communities. Garland Publis Inc, New York-London, 1977.
- (7) SILVEY, J. K. and WYATT, S. T.: *The interrelationship between freshwater bacteria, algae and actinomycetes in southwestern reservoirs*. «Aquatic Microbial Communities». Garland Publis Inc, New York-London, 1977.

Farmacodinamia y aplicaciones clínicas de las aguas de los balnearios de Alhama de Aragón

por

A. DE FUENTES CASTELLS

FARMACODINAMIA

Las acciones de estas aguas vienen determinadas por varios factores:

- 1.º Composición química.
- 2.º Termalización.
- 3.º Temperatura.
- 4.º Radioactividad.
- 5.º Modos de aplicación.

1.º No vamos a insistir sobre composición química y clasificación, de cuyo estudio se han ocupado otros autores.

Pero sí queremos señalar que, desde el punto de vista farmacológico, son aguas perfectamente toleradas por todas las vías, ya sea la digestiva, la inhalatoria o la cutánea, lo que permite múltiples aplicaciones y facilita y multiplica sus efectos.

Su acción por vía digestiva es facilitar la digestión, especialmente la de leche y existen experiencias muy curiosas realizadas en Italia, en su utilización en la alimentación infantil.

Actúan muy favorablemente en la gastritis hiperclorhídrica, y en las gastritis debidas a trastornos hepatobiliares: al regularizar esta función gastro-hepática se han utilizado en trastornos intestinales de este origen.

Actúan sobre la insuficiencia hepática, especialmente la posthepática, y la consecutiva a hepatopatías tóxicas. Pero en cambio no ejercen acción en las coleditiasis y, a veces, producen efectos espasmódicos (no éstas de Alhama, por ser radiactivas).

Sobre el metabolismo actúan modificando el equilibrio ácido-base, en sentido de una alcalinización discreta.

Mejoran el metabolismo de las purinas, y con mucha frecuencia también el de los glúcidos.

En el aparato urinario se emplean como anti-inflamatorias, diuréticas y eliminadoras de detritus.

Una nueva acción aún no estudiada en España ha sido señalada por Messina (actual catedrático de Hidrología de Roma), que las emplea para vencer la fatiga y el cansancio del deportista.

2.º En cuanto a la termalización que es la propiedad que adquieren las aguas al estar sometidas en la profundidad de la tierra a altas temperaturas y presiones, se caracteriza por una mayor actividad de la esperada para su composición química y demás características.

3.º Temperatura: la de emergencia es ideal para ciertas aplicaciones, especialmente para la atmiatría, pero puede necesitarse elevarse en algunos casos, para baños chorros y duchas.

4.º La radiactividad no es mucha por unidad de volumen, pero su potencia radiactiva, al decir de Armijo, sí lo es en cambio, ya que el caudal es muy grande, y de hecho ya existe en la atmósfera del lugar, donde se produce, para el no acostumbrado, una intensa sedación, aunque no emplee las aguas.

La radiactividad debida al radón o partícula alfa, más fácilmente absorbible por vía respiratoria y cutánea, que por vía digestiva, tiene, además de la citada acción sedante, una marcada acción antiinflamatoria, sobre todo en el tejido mesenquimal, que explica los favorables resultados en los reumatismos e inflamaciones del aparato respiratorio.

En cuanto a los modos de aplicación, ya hemos señalado que son susceptibles de utilizarse para todas las vías y con todas las técnicas hidroterápicas.

Las empleadas son:

- a) Agua en bebida.
- b) Baños en sus diferentes modalidades.
- d) Técnicas atmiátricas:

Inhalación natural.

Inhalación en chorro de vapor.

Nebulizaciones.

Aerosoles simples y con Bennet.

Inhalación sólo de gas, que no vamos a describir por ser de sobra conocidas.

Señalamos la importancia en Alhama de la Gran cascada de inhalación natural, muy conocida y apreciada.

INDICACIONES TERAPÉUTICAS

La tendencia moderna, es que los balnearios tengan una especialización, y en este sentido Alhama estaría especializado en reumatismos y enfermedades del aparato respiratorio, que serian sus indicaciones fundamentales. En orden de importancia decreciente le siguen enfermedades del sistema nervioso, del aparato digestivo y urinarias.

Para estudiar los reumatismos seguiremos la clasificación de la

Liga Internacional contra el reumatismo, modificada ligeramente por Messini para adaptarla a la terapéutica crenoterápica, que es como sigue:

1.º *Reumatismos primarios*

- a) Reumatismo poliarticular agudo primario.
- b) Reumatismo crónico primario (artritis reumatoidea, poliartitis crónica evolutiva).

2.º *Reumatismos no articulares*

Reumatismo muscular, fibrositis, etc.

3.º *Reumatismos secundarios*

Artritis infectiva secundaria, de etiología conocida (gonocócica, brucelar, etc.).

4.º *Artropatía degenerativa primaria*

Osteoartrosis o simplemente artrosis.

5.º *Artropatías secundarias*

a) Enfermedades endocrinas, de la sangre, del sistema nervioso, del sistema retículo-histiocitario, enfermedades alérgicas y anafilácticas, etc.

Y sobre todo secuelas traumáticas, de fracturas y del grupo 3.º.

6.º *Gota y otras artropatías de origen metabólico*

7.º *Formas raras y de difícil clasificación*

Queremos señalar que en la magistral conferencia del profesor Armijo, el día 6 de octubre del presente año (1981), establecía la diferencia importantísima de envejecimiento articular y artrosis que la gente e incluso muchos clínicos confunden, y la importancia del tratamiento creno-termal para suprimir las molestias y evitar la progresión de este desgaste fisiológico.

Veamos ahora sus indicaciones:

En los reumatismos del grupo primero a), está contraindicada la terapéutica termal, mientras estén en fases activas.

Solamente se empleará la balneoterapia en fase de secuela inactiva, y sólo en balnearios sedantes, es decir en Alhama.

En los del grupo primero b) tampoco debe emplearse la balneoterapia durante los brotes de agudización, pero es indicación muy im-

portante fuera de los mismos, que preserva las articulaciones sanas, disminuye el número de intensidad de las recaídas en las articulaciones enfermas, facilitando su movilidad, y evitando deformaciones; esta enfermedad de difícil control, y con terapéuticas medicamentosas muy tóxicas, precisa de curas termalés largas y repetidas.

Los del grupo segundo son siempre susceptibles del tratamiento termal, pudiendo conseguirse curaciones totales.

En los del grupo tercero no se empleará la balneoterapia de Alhama hasta que no se haya suprimido y tratado la causa, y se hará junto con la terapéutica termal una kinesoterapia.

En el 4.º grupo o artritis siempre hay una indicación del tratamiento de Alhama, consiguiendo mejorías muy loables en cuanto a la inflamación y el dolor; naturalmente la lesión anatómica es inalterable.

En el 5.º grupo se han obtenido algunas mejorías, sobre todo en las últimas enumeradas, en las secuelas traumáticas en las que se han visto curaciones en algunos casos, o mejoría en otros.

En la gota, por último, es un medio coadyuvante muy útil, pero en ningún modo puede sustituir a los modernos antigotosos.

Terminaremos esta exposición con las mismas palabras que el doctor Armijo lo hizo en la III Reunión en Murcia sobre Prevención de los Reumatismos el 3 de octubre de 1980: «la balneoterapia no puede ser considerada tratamiento exclusivo de los reumatismos; pero es una terapéutica de indiscutible valor en el complejo cuadro del tratamiento antirreumático».

ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO

Las aguas de Alhama de Aragón tienen sobre el aparato respiratorio las siguientes acciones:

- 1.º Sedante.
- 2.º Antiinflamatorio.
- 3.º Fluidificante.
- 4.º Desensibilizante y antialérgico.
- 5.º Estabilización del sistema neurovegetativo.

Para su exposición dividiremos estas enfermedades en dos apartados.

- a) Vías aéreas superiores respiratorias y anejos.
- b) Vías aéreas inferiores (bronquios y pulmón).

En el grupo a) señalemos la acción favorable y muy importante, en rinitis, rinofaringitis, crónicas, vasomotoras, en sinusitis serosas y alérgicas, en congestiones y enfermedades de la trompa de Eustaquio que dan origen a la sordera rinógena, así como en laringitis y laringotraqueitis.

Todas las enfermedades señaladas son aliviadas o curadas en Alhama, y aunque por desgracia tienen una tendencia recidivante, el enfermo comprende su beneficio y reitera la cura volviendo sucesivas temporadas.

En el grupo b) queremos señalar en primer lugar el asma bronquial, en que sus tres componentes histopatológicos (espasmo muscular, edema de mucosa y secreción serosa), que son influenciados favorablemente y permiten en la mayoría de éstos disminuir la medicación, y son menos frecuentes sus crisis.

En el amplio grupo de las broncopatías diversas, se obtienen también resultados muy favorables, especialmente si se consigue la supresión del tabaco, y se asocia a veces con la terapéutica anti-biótica.

En las bronquiectasias, los resultados son menos evidentes, por la alteración anatómica que conllevan, pero al facilitar la eliminación de secreciones, mejora mucho el enfermo.

En el enfisema pulmonar, sobre todo en los de estadio avanzado, es donde menos mejorías se logran por su importante lesión alveolar, frecuentemente asociada a una esclerosis e hipertensión pulmonar, se han constatado mejorías que parecían inexplicables.

Del grupo de indicaciones menores o secundarias, no vamos a ocuparnos de las enfermedades del aparato digestivo y del urinario, de las que ya lo hemos hecho ampliamente en estudios de otros balnearios ya presentados a esta academia.

Como final, nos ocuparemos de las indicaciones sobre el sistema nervioso, que podríamos decir la tercera indicación de Alhama.

Si grande es el grupo de las enfermedades reumáticas, mayor es aún el de enfermedades del sistema nervioso, en que estableceremos dos grupos:

- a) Enfermedades neurológicas.
- b) Psicopatías.

En el primer grupo se emplea el tratamiento termal en las secuelas vasculares cerebrales, que junto con la kinesieterapia y rehabilitación funcional se obtienen mejorías.

En las diversas neuralgias (ciáticas, braquialitis, polineuritis, etc.), que muchas personas creen enfermedades reumáticas, aunque no siempre tienen ese origen, se obtienen mejorías muy acusadas y muchas veces la curación.

En las enfermedades neurológicas sistematizadas (Tabes, sirin-gomielia, enfermedad de Friedich, etc.) no se obtiene ningún beneficio, y sólo podemos autorizar su uso por su efecto psicoterapéutico.

Finalmente el grupo de las psicopatías se divide también en dos amplios grupos:

- a) Psicosis (esquizofrenia, psicosis maniaco depresiva, depresión

endógena, etc.) que no son en ningún modo susceptibles de tratamiento en Alhama.

b) Psiconeurosis y distonías neurovegetativas, que en sus polimorfas manifestaciones obtienen señaladas mejorías y curaciones con el tratamiento crenotermal y la estancia en la localidad de Alhama.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBAREDA: *Geoquímica de las aguas minerales*.
- ALBASANZ: Varios trabajos y en especial sobre el balneario de Ledesma.
- AMELUNG: Varios trabajos.
- ARMIJO VALENZUELA: *Compendio de Hidrología Médica*. Trabajos y conferencias diversas, en especial la pronunciada en la Real Academia de Medicina el 6 de octubre de 1981.
- ARNOZÁN Y LAMARQUE: *Manual Hidrología Médica*.
- AZNAR REIG: Varios trabajos.
- BAUER: Varios trabajos.
- BENITO LANDA: *Climatología e Hidrología Médica*.
- BOIN: Varios trabajos.
- CENCI, CUCCHI y otros: Trabajos del Instituto de Hidrología de Roma.
- CONDE GARGOLLO: Varios trabajos.
- CONGRESO INTERNACIONAL EN LIDO JIESOLO: 1980. 1st World Thermalism Congress.
- GARCÍA AYUSO: Hidrología médica y otras publicaciones.
- GUALTIEROTTI: Hidrología médica y trabajos del Instituto de Hidrología de Milán.
- LIGA REUMATOLÓGICA ESPAÑOLA: Reunión. III sobre los reumatismos en unión con la Sociedad Española de Hidrología Médica, Murcia, 3 de octubre de 1980.
- LÓPEZ DE AZCONA: Varias publicaciones y discursos.
- LUCAS GALLEGO: Varios trabajos.
- MARTÍNEZ REGUERA: *Bibliografía de hidrología médica española*.
- MESSINA y cols.: Publicaciones de los Institutos de Hidrología Médica de Perugia y Roma.
- MESSINI y cols.: *L'Acque Minerale del Mondo*. Trabajos del Instituto de Hidrología de Roma.
- MORENO GONZÁLEZ: Varios trabajos.
- PÉREZ VITORIA: Varios trabajos.
- ROMERO VELASCO: Varios trabajos.
- RUBIO, P. M.ª: *Fuentes Minerales de España*.
- SAMITIER AZPARRÉN: *Tratamientos de los reumatismos en los balnearios de Tiermes y Fitero*.
- SAN ROMÁN: Hidrología médica y otros trabajos.
- VILA LÓPEZ: Varios trabajos.
- VOGT: Tratado de hidrología médica y varios trabajos.